Contribution in a simple technical study of water purification in small and isolated communities using natural materials

Dr. Elham Munir Baddour*

(Received 15 / 4 / 2019. Accepted 17 / 6 / 2019)

□ ABSTRACT □

Water purification in small communities and isolated areas using natural materials is preferred because of their relative simplicity, cost and efficiency.

Based on the above, we studied providing drinking water in small communities and isolated areas; water purification using natural materials, the research has addressed the study of purification of water used for drinking in those areas; where samples of natural water were collected from various sources of different rejoins, dams, springs and rivers, processed with the powder of Moringa seeds, in addition to the development of the purification process by adding sand to obtain drinking water when chlorine is used which react with organic matter present in the water which cause cancer to humans.

The research concluded that water needs to be treated in the most appropriate and feasible manner that meets quality requirements clean water free from contaminants, decomposed organic matter and nutrients such as nitrogen and phosphorus before sterilized with chlorine so as not to interact with it and cause damage to the public health of water consumers.

Key words: Moringa seeds, water purification, organic matter, isolated areas.

*Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Technical Engineering, Aleppo University.Email: dr_elham_bador@hotmail.com, Phone: +963933215767

مساهمة في دراسة تقنية بسيطة لتنقية المياه في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة باستخدام مواد طبيعية

الدكتورة إلهام منير بدور[1]

(تاريخ الإيداع 15 / 4 / 2019. قُبِل للنشر في 17/ 6 / 2019)

□ ملخّص □

تبقى عملية تنقية المياه في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة باستخدام مواد طبيعية مُفضّلة بسبب بساطتها النسبية، وكلفتها المناسبة، وفعاليتها الجيدة.

انطلاقاً مما سبق قمنا بدراسة تأمين مياه صالحة للشرب في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة وذلك بتنقية المياه باستخدام مواد طبيعية، فقد تطرق البحث لدراسة تنقية المياه المستخدمة للشرب في تلك المناطق؛ حيث أُخذت عينات من مياه طبيعية من مصادر مختلفة من مناطق وسدود و ينابيع و أنهار مختلفة و تمت معالجتها باستخدام مسحوق بذور نبات المورينجا، إضافة لتطوير عملية التنقية بإضافة الرمل بهدف الحصول على مياه صالحة للشرب وذلك عند لزوم استخدام الكلور الذي يتفاعل مع المواد العضوية الموجودة في المياه والتي تسبب السرطانات للإنسان.

و توصل البحث إلى ضرورة معالجة المياه بالطريقة الأنسب وذات الجدوى والتي تحقق شروط جودة المياه الصالحة للشرب الخالية من الملوثات والمواد العضوية المنحلة والمغذيات مثل النتروجين و الفوسفور قبل تعقيمها بالكلور كي لا تتفاعل معه و تسبب الأضرار على الصحة العامة لمستهلكي المياه.

الكلمات المفتاحية: بذور المورينجا، تنقية المياه، المواد العضوية، المناطق المعزولة.

[1]**أستاذ مساعد قسم تقانات الهندسة البيئية – كلية الهندسة التقنية – جامعة حلب.**

Email: dr_elham_bador@hotmail.com, Phone: +963933215767

مقدمة:

الماء هو الحياة، ونقصه وتلوثه يسبب مشاكل صحية واجتماعية عديدة، وقد يؤدي تلوثه للقضاء على الحياة، حيث مات الكثير من البشر خلال العشرينات والثلاثينات من الكوليرا و حمى التيفويد والديسنتاريا الأميبية التي تسببها مياه الشرب الملوثة. لذا فهناك حاجة ضرورية لتنقية المياه في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة التي لا توجد فيها محطات تنقية، وذلك بطرق علمية مدروسة وباستخدام مواد طبيعية و بتكلفة اقتصادية بسيطة، قبل التعقيم بالكلور عند لزوم ذلك، حيث أن تعقيم المياه بالكلور يمكن أن يقود من خلال تفاعله مع المواد العضوية إلى تشكل مركبات جانبية في المياه خطرة جداً على الصحة العامة، مثل مركّبات «ثلاثي هالومينات»– المواد الناتجة من تفاعل الكلور مع المواد العضوية والمعروفة باسم الهيدروكربونات المكلورة أو الترايهالوميثانات (Trihalomethanes) واختصاراً تعرف بـ (THMs) وهي مركبات عضوية مشتقة من الميثان، وحمض هالوجينات الخل (HAAs) [1, 2]، وهي ذات علاقة بالتسبب بالسرطانات والولادات المشوهة أو الطفرات البيولوجية الخطرة، و قد حدد الاتحاد الأوروبي (EU) الحد الأعظمي لثلاثي هالوميثان الكلي (TTHM) 100µg/l، أما منظمة الصحة العالمية WHO فقد وضعت الحدود 200µg/l للكلوروفورم [3]، إن ماء الكلور حامضي قوي ومؤكسد؛ فهو يطلق حمض كلور الهيدروجين والكلور، لذا ينبغي تجنب تماسه مع العيون والجلد.

لذا نجد أنه لابد من معالجة المياه وبخاصة التي تحوي على ملوثات (عضوية و لاعضوية) بالطريقة الأنسب وذات الجدوى والتي تجعل المياه الناتجة خالية من الملوثات والمواد العضوية المنحلة والمغذيات مثل النتروجين و الفوسفور قبل تعقيمها بالكلور كي لا تتفاعل معه.

ويُعد الماء الصحي مطلباً حيوياً لسلامة الإنسان و محافظته على صحته. وتتأكد الضرورة تلك في حالة الذين يُعانون من اضطرابات في المناعة كمرضى السكري أو الأطفال الصغار أو كبار السن أو الذين يتناولون أدوية خافضة للمناعة أو لمعالجة الحالات السرطانية وغيرها [4].

لذا نؤكد بأن المياه التي تُهيأ كي يتناولها الإنسان تحتاج إلى معالجات عدة. و تلك المياه مصدرها الرئيس هو إمّا المياه الطبيعية الموجودة على سطح الأرض كالأنهار أو مياه الأمطار، أو الخارجة من الأرض كالينابيع أو الآبار. وأيّاً كان المصدر لتلك المياه فإن ثمة ضوابط عالمية، معظمها وفق إرشادات منظمة الصحة العالمية [5]، لمعايير نقاء وأمان المياه المُقدمة للناس لشربها أو استخدامها في حاجاتهم اليومية الأخرى [6].

عادة تمر المياه بمراحل ثلاث من المعالجة وتشمل المرحلة الأولى ضخ الماء وتجميعه في خزانات أو أماكن منفصلة عن بعضها البعض لتقليل فرص التلوث. ومن ثم تنقيتها من الشوائب الكبيرة الواضحة للعيان، وهو ما لا تحتاجه بطبيعة الحال مياه الآبار أو تحلية مياه البحر. وربما إجراء معالجات كيميائية للتخفيف من عسر الماء نتيجة لوجود بعض من الأملاح.

ثم في المرحلة الثانية تُجرى مجموعة مختلفة من المعالجات، حسب الضرورة، نظراً لتنوع المصادر، لكن معظمها معنية بإزالة الشوائب الصغيرة، سواء بالفطرة أو تحفيز التصاقها ببعض أو تلبدها على بعضها البعض، كي تكون شوائب أثقل قابلة للترسب بذاتها. وكذلك التخلص من الميكروبات والمواد العضوية وغير العضوية الذائبة فيها، إضافة الى ضبط حموضة الماء.

وفي المرحلة الثالثة يتم تهيئة الماء بشكل نهائي أساسي لتناول الإنسان واستخدامه. وأهم ما يُجرى آنذاك هو التعقيم بالكلور أو غيره من وسائل التعقيم (الأوزون، الأشعة فوق البنفسجية، ...إلخ)، عند اللزوم، وضبط درجة الحموضة والتحكم في اللون والرائحة والطعم. على أن يتم تخزين المياه آنذاك لضمان حصول التفاعلات المطلوبة للغايات تلك.

أهمية البحث و أهدافه:

نظراً للتلوث العضوي و اللاعضوي الذي يحصل لمياه مصادر التزويد بمياه الشرب في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة قبل وصولها إلى المستهلك، لابد من تطبيق وتطوير طرق تنقية مياه الشرب بهدف الحد من المشاكل الصحية الناجمة عن استخدامها دون تنقية، بحيث تساهم هذه الطرق في تأمين مياه ذات جودة عالية وعدم وجود نتائج ضارة بالصحة من المياه، حيث إن المركبات العضوية المكلورة تسبب أمراضاً سرطانية متعددة محتملة.

و الهدف من هذا البحث إجراء دراسة مخبرية لمواصفات المياه التي جُمعت من عدة مواقع في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة للسكان قبل التنقية و بعد التنقية ببذور شجرة المورينجا، وتطوير تنقية المياه بمسحوق بذور شجرة المورينجا بعد إضافة الرمل للمسحوق، و إضافة الفحم الفعال، بهدف التوصل لكفاءة تنقية مياه الشرب من مصادر مختلفة في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة دون آثار سلبية وضرر على صحة الإنسان وباستخدام مواد طبيعية وبتكلفة اقتصادية مقبولة وخلال زمن مقبول، وإمكانية القيام بها.

منهجية البحث:

تطرق البحث لدراسة نظرية لتنقية مياه الشرب بمسحوق بذور نبات المورينجا؛ و تقنية مطورة بإضافة الرمل، ودراسة مخبرية لمواصفات مياه شرب بدون تنقية جُمعت من مصادر مختلفة في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة، ومن ثم إجراء دراسة مخبرية لتحديد طريقة تتمتع بكفاءة تنقية جيدة وبتكلفة اقتصادية منخفضة نوعاً ما خلال زمن مقبول في التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة.

الدراسة النظرية لتنقية مياه الشرب باستخدام مواد طبيعية:

. بذور نبات المورينجا

يحتاج جسم الإنسان لشرب كميات من الماء، ففي المجتمعات المتقدمة و المجتمعات الغنية تتأمن المياه النظيفة بشكل ميسر و بدون مقابل، لكن في المجتمعات الأقل تقدماً يزداد الأمر صعوبة حيث يضطر الإنسان لشرب المياه الملوثة مما يتسبب له العديد من الأمراض، حيث أن إزالة الجراثيم المسببة للأمراض والرواسب من مياه الشرب، يتطلب استخدام تقنيات قد لا تتواجد في المناطق النائية في الدول النامية، وهناك ظروف استثنائية مثل التجمعات الصغيرة و المناطق المعزولة تتطلب تعاملاً خاصاً مع الماء بتنقيته و تعقيمه قبل استهلاكه، إضافة إلى أن هناك تأثيرات ضارة لبعض المنتجات المصاحبة لتعقيم المياه الحاوية على مواد طينية بالكلور؛ والجدول (1) يوضح ذلك [7].

ففي البصرة تسمم نحو 90 شخص لشربهم ماء حاوي على جرعات زائدة من الكلور، وفي مصر تسمم مئات الأشخاص بسبب تسرب غاز الكلور بعد قيام عامل بتقطيع أسطوانة من الكلور في مدينة دسوق بدلتا النيل [8].

الجدول (1): التأثيرات الضارة لبعض المنتجات المصاحبة للتعقيم Disinfection by products (DBPs) [7].

المنتجات المصاحبة للتعقيم (DBPs)	المركب	الدرجة *	التأثيرات الضارة
THM	$CHCl_3$	B2	سرطان، الكبد، الكلية ويؤثر سلباً على عملية التوالد.
	$CHClBr_2$	C	الكلية يؤثر على الجهاز العصبي، الكبد، الكلية والتوالد.
	$CHCl_2Br$	B2	سرطان، الكبد، الكلية ويؤثر على عملية التوالد.
	$CHBr_2$	B2	سرطان، الجهاز العصبي، الكبد، الكلية.
HAN	C_2NCl_3	C	السرطان، ظهور الطفرات.
HAAs	$CHCl_2COOH$	B2	سرطان، الجهاز التناسلي ويؤثر على النمو.
	CCl_3COOH	C	أمراض الكبد، الكلية، الطحال، تأثيرات على النمو.
مركبات غير عضوية	البرومات	B2	السرطان.
	الكلوريت	D	يؤثر على النمو و عملية التوالد.

B_2 من المرجح أن يكون مسرطن بشري (أدلة مخبرية كافية). **C:** مسرطن بشري. **D:** غير مصنف.

و لدرء الأضرار التي ذكرناها، يمكن استخدام نبات المورينجا لتنقية المياه سواء بحبات البذور أو بالمخلفات الصلبة المتبقية بعد استخراج الزيت (presscake) من بذور المورينجا، ويمكن تخزين البذور الحبات أو المجففة presscake لكن ينبغي إعداد المحلول لتنقية المياه العذبة في كل مرة.

و الجدير بالذكر بأن شجرة المورينجا أو "مورينجا أوليفيرا"، مقاومة للجفاف، واحتياجاتها المائية قليلة مقارنة بالأشجار الأخرى، فكل ما تحتاجه هو 300 – 400 ميلليمتر ماء في السنة، وقد تكفي مياه الأمطار في بعض المناطق لنموها، إضافة إلى تميزها بسرعة النمو والخضرة الدائمة حتى في مواسم الجفاف، وهي متوفرة في كثير من الدول العربية والإفريقية.

أضف إلى ذلك الفوائد الاقتصادية الجمة، التي تتمثل في استخدام زيت بذورها في أغراض طبية وتجميلية، كما أن مغلي أوراقها يستخدم في علاج مضاعفات بعض الأمراض[11 ,10 ,9]، ويستخدم كسب بذرة المورينجا كعلف للحيوان يضاهي في تركيبه كسب بذور القطن، وإمكانية تغذية المجترات الصغيرة تحت ظروف البيئة الصحراوية، ويستخدم مسحوق بذور شجرة المورينجا لتنقية المياه [14 ,13 ,12] «أطلق عليها شجرة الحياة نظراً لتعدد فوائدها الغذائية والعلاجية (الطب الشعبي).

تستخدم المورينجا كمبيد فعال للفطريات التي تصيب النبات، و يقوم مسحوق بذور شجرة المورينجا و الرمل بإزالة الكلور والرائحة واللون وتحسين الطعم وإزالة الأوزون والمواد العضوية المنحلة والمبيدات الحشرية بعملية الامتزاز (adsorption)، ويمكن وضعهم في فلاتر المياه المنزلية. وفي الوقت الراهن تعتبر عملية الامتزاز مناسبة جداً في مجال معالجة المياه الطبيعية والمياه العادمة بسبب سهولة العملية والكلفة القليلة الناجمة عنها [15]. إن عملية الامتزاز تتبع منحنيات التوازن (Isotherms) (الأيسوثيرم) التي هي تعبر عن العلاقة ما بين تركيز المادة على الوسط الصلب أو المستقبل (q_e) معبراً عنه بـ (mol/gr) أو ما يسمى امتزاز المادة وتركيز المادة في المحلول (C_e) معبراً عنه بـ

(mol/l) أو ما يسمى بالتركيز المتبقي، ويمكن لهذه العلاقة أن تمثل بعدة نماذج وأشهرها: لانغموير، فريندليتش، للعمليات الجارية في الظروف الثابتة [16].

نموذج لانغموير Langmuir:

يفترض نموذج لانغموير أن الامتزاز يحدث بطريقة واحدة من المذاب على سطح المادة الصلبة وكل جزيء من هذا المذاب المراد إزالته احتل موقعاً واحداً فقط، ويصف هذا النموذج – كمياً– تكون الطبقة الأحادية من المادة المراد إزالتها على السطح الخارجي للمادة الصلبة وبعد ذلك لا تستمر عملية الامتزاز.

كما أشار صن وزملاؤه أن نموذج لانغموير يصف بشكل جيد عملية الامتزاز وسعة الامتزاز العظمى [17]، ويفترض كذلك أن قوى الجذب بين الجزيئات يتناقص كلما ابتعدنا عن سطح الامتزاز [18]. تكتب معادلة لانغموير بالشكل الآتي:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{\max} K_L} + \frac{C_e}{q_{\max}} \qquad (1)$$

حيث أن:

C_e: تركيز المادة الممتزة على المادة المازة في وقت التوازن (mol/L).

q_e: كمية المادة الممتزة على المادة المازة في وقت التوازن (mol/gr).

q_{max}: سعة الامتزاز القصوى (mol/gr).

K_L : ثابت لانغموير – يتعلق بالطاقة الحرة للامتزاز.

ويعتبر K_L و q_{max} ثوابت يتم الحصول عليها من تقاطع وميل المنحنى الخطي لرسم (C_e/q_e) مع (C_e) [19, 20, 21].

نموذج فريندليش Freundlich:

يصف هذا النموذج الامتزاز على السطوح غير المتجانسة وخلافاً لنموذج لانغموير، فإن هذا النموذج لا يفترض أن سعة الامتزاز يتم الوصول إليها عند اكتمال طبقة الامتزاز الأحادية ولكن يمكن أن تستمر عملية الامتزاز على المواقع المختلفة. يتم كتابة المعادلة الخطية لفريندليتش كالآتي:

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \qquad (2)$$

حيث أن: K_f , n هما ثوابت فريندليتش وتعني عامل سعة الامتزاز(mol/gr) لفريندلتش وشدة أو قوة الامتزاز لفريندلتش على الترتيب، ويمكن تحديد قيم هذه الثوابت من ميل وتقاطع الخط االناتج عن رسم $(\log q_e)$ مع $(\log C_e)$.

نوعية المياه المستخدمة في التجارب

قمنا بمجموعة من سلاسل التجارب باستعمال **أنواع المياه الآتية:**

أ- مياه طبيعية من مصادر مختلفة (سدود و ينابيع و أنهار مختلفة).

ب- مياه طبيعية من مصادر مختلفة معالجة ببذور المورينجا.

ج- مياه طبيعية من مصادر مختلفة معالجة ببذور المورينجا بعد إضافة الرمل.

حددت الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه وفق الطرائق المعتمدة عالمياً لتحليل المياه [22, 23]، وأجريت التحاليل باستخدام أجهزة قياس تقليدية و متطورة في المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي، وفي مخبر مديرية مكافحة التلوث، ومخابر الجامعة.

لقد تم جمع 15 عينة من كل موقع من المواقع المدروسة على مدى ستة أشهر وتم إجراء التحاليل والاختبارات اللازمة عليها ثم أخذ متوسط هذه القيم واعتمادها كما تظهر في الجدول رقم (2).

الجدول (2) مواصفات المياه المدروسة في سلاسل التجارب.

مكان أخذ العينة Sampling	درجة الحرارة °C	pH	الناقلية µs/cm	النترات NO^{-}_{3} (mg/l)	الفوسفات PO^{-3}_{4} (mg/l)	الأملاح المنحلة TDS (mg/l)	العكارة (gr/m^3)
عين الوادي	16	7.6	448	31	0.04	320	12.9
عين الدلب	17.4	8	447	27	0.04	320	3,2
نبع البارد	17,9	8,3	497	21	0,04	335	6.1
نبع سوريت	17.4	7.6	473	15.6	0.06	338	5.7
بيرين	18,3	8,2	486	3,8	0,05	340	3,6
جديدة الجر	18,3	7.6	517	19	0.05	369	6.2
المنزلة	17,5	8	843	26	0.05	603	3,4
نبع الدالية	17,3	7.9	432	17	0.05	309	3,1
بئر بلغونس	17,5	8.1	439	31	0.05	314	3,6
المعيصرات	17	7,9	463	32	0.06	370	3,58

بذور المورينجا وعوامل إجراء التجربة:

I. استخدام بذور المورينجا في تنقية المياه

تم جمع البذور الناضجة (القرون) لنبات المورينجا أوليفرا Moringa oleifera وإزالة البذور من القرون و إزالة غلاف البذرة (القشرة الجلدية الغامقة). و بعدها جُففت البذور لمدة ثلاثة أيام في ضوء الشمس المباشر، وتم طحنها بشكل مسحوق (باستخدام طاحونة أو مدقة هاون) كما مبين في الصورة (1)، ثم جرت مجانستها بجهاز التجانس، ومن ثم مررت العينة عبر مناخل بقياسات حبيبية ذات أقطار مختلفة صنفت وفق المجالات المبينة في الجدول (3)، ثم خزنت في عبوات محكمة الإغلاق لحمايتها من الرطوبة؛ والجدير بالذكر أنه يمكن حفظ مسحوق بذور المورينجا في مكان مظلم وبارد لمدة شهر و تكون صالحة للاستخدام، (و نشير بأنه تم استبعاد البذور التي تغير لونها). و لتحضير المحلول تم إضافة 5 مل (1 ملعقة شاي) من المسحوق الناعم إلى 250 مل (1 كوب) من الماء النظيف وهُزّت لمدة 1 دقيقة لتفعيل خصائص التجلط؛ ثم تمت تصفية هذا الخليط من خلال قطعة قماش نظيفة في عبوات ذات أحجام مختلفة على حسب مواصفات الماء المراد علاجه، وبعدها تم تحريك الماء بسرعة لمدة بين (0.5–1) دقيقة ثم التحريك ببطء لمدة تراوحت بين (5–10) دقائق حتى أصبح المزيج متجانس. ثم ترك الماء من دون أية حركة لمدة تراوحت بين 1 إلى 2 ساعة لترسيب الشوائب مع مراعاة عدم تحريكه و وتم تصفية و سكب الماء النظيف بعناية لاستقرار

الجسيمات والملوثات، و أخذ الماء من الأعلى لاستخدامه للشرب أو لعمليات تنقية إضافية مثل التعقيم باستخدام الكلور كما مبين بالصورة (2)، وتم أخذ عينات مياه ذات عكارة مختلفة (تم صنعها) و إضافة مسحوق بذور المورينجا لها لتحديد مدى كفاءة المورينجا بإزالة عكارة الماء.

الجدول (3) مجالات أقطار حبيبات المورينجا بعد الطحن.

مجالات أقطار حبيبات المورينجا بعد الطحن	125-250 µm	250-500 µm	500-1000 µm	1000-2000 µm
رمز المجال	IV	III	II	I

مسحوق بذور المورينجا

مسحوق أوراق المورينجا

الصورة (1)

الصورة (2): الماء قبل و بعد التنقية بالمورينجا

II. استخدام المورينجا مع الرمل في تنقية المياه:

لقد تم استخدام تقنية بسيطة ومنخفضة التكلفة لتطوير تنقية المياه الملوثة بالجراثيم لا سيما البرازية (تعداد الكوليفوريوم البرازي(F.C) Feacal Coliforiam و الجراثيم المعوية Total Coliforms (T.C) ، و الاشيرشياكولي E.coli ، و وجود السالمونيلا والشيفلا Salmonella and Shigella(SS)، كما هو مبين في الجدول (4) بمستويات مختلفة في مياه من مناطق عديدة من التجمعات الصغيرة والمناطق المعزولة، حيث أن التلوث ازدادت نسبته ليجعل المياه غير مقبولة أو ملوثة خاصةً في المناطق المعرضة للمجارير والمخلفات البشرية التي تطرح عشوائياً أو ضمن حفر فنية و مصب النهر كما في الصورة (3)، فقد تمت التنقية و ذلك باستخدام الرمل، إلى جانب خلاصة بذور و مسحوق أوراق تلك الشجرة بنسب متساوية؛ كما هو مبين في الصورة (1). حيث تم إضافة خلاصة البذور و الأوراق لشجرة المورينجا التي تحوي البروتين المذكور، والذي يحمل شحنة موجبة، ويرتبط بالرواسب والجراثيم، إلى الرمل المشحون بشحن سالبة للمياه الملوثة .

الجدول (4) : متوسط تغير أعداد الجراثيم في مياه مصادر مائية طبيعية مختلفة موزعة حسب مناطق الدراسة. (خلية/ 100ml)

	الجراثيم مكان تواجد المصادر المائية	TC	FC	SS	E.coli
I	أراضي زراعية لا تحوي منشآت عمرانية	10×1.432^{3}	10×3.460^{4}	2.333	10×2.478
II	أراضي زراعية وحقول مأهولة	10×1.980^{3}	10×8.516^{4}	6.166	10×8.67
III	مواقع قريبة من أنهار تصب فيها مياه صرف صحي و صناعي	10×1.868^{3}	10×12.63^{4}	4.073	10×6.987
IV	مصادر مائية في أراضي وبساتين قريبة من مواقع للنفايات	10×1.723^{3}	10×3.657^{4}	3.56	10×2.923

أكوام للنفايات

تراكم وانتشار النفايات ضمن مستنقعات في وسط الأراضي الزراعية

قنوات مكشوفة للري وملوثات على الجوانب ونفايات منزلية

صرف صحي ضمن مصدر مائي وسط البساتين

الصورة (3)

النتائج والمناقشة:

أشارت نتائج الدراسة أن بذور المورينجا تعالج المياه اعتماداً على خاصيتين، خاصية التجلط (التخثير) coagulant، والخاصية المضادة للميكروبات antimicrobial، حيث أن المورينجا تعمل بسبب تجلط الجسيمات موجبة الشحنة "البروتينات" للذوبان في الماء، والتي تربط مع جزيئات سالبة الشحنة (الطمي والطين، والبكتيريا، والسموم، .... الخ) مما يسمح للعكارة كي تترسب في القاع أو إزالتها عن طريق الترشيح. والنتائج تدعم أن البروتينات الموجودة يمكنها إزالة الكائنات الدقيقة من التخثر والتخلص من آثارها المضرة؛ وكذلك العمل مباشرة باسم مثبطات النمو على الكائنات

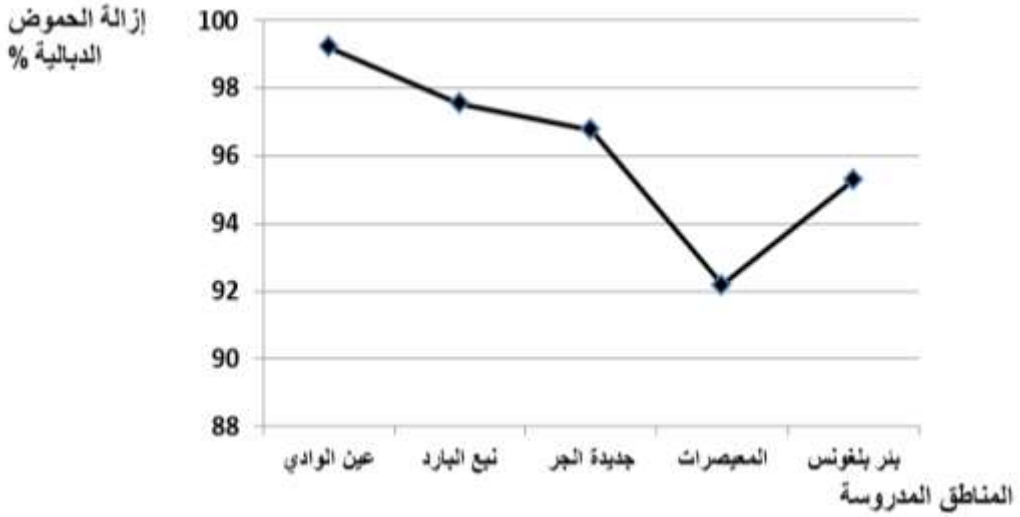
الحية الدقيقة. فهذه الخواص تجعل من بذور المورينجا معالجاً جيداً للمياه لتتراوح نسبة تنقيتها من الشوائب (92.18–98.22)% كما هو مبين على الشكل (1). الذي يوضح أنه تزداد فاعلية إزالة الحموض الدبالية كلما كان محتوى المياه من الحموض الدبالية أقل، هذا و تؤثر عدة عوامل على الكفاءة منها الآتي: مواصفات المسحوق من حيث حجم المسام وتوزعها وبنية المجموعات الوظيفية، بالإضافة لكيمياء المحلول من خلال بنية الشوارد والأكسجين المنحل حيث أنها تلعب دوراً هاماً في امتزاز الحموض الدبالية على مسحوق بذور المورينجا [24].

لقد أكدت هذه الدراسة أن بذور المورينجا فعالة للغاية في إزالة الجسيمات العالقة في المياه، أجرينا تجارب على ثلاث مستويات من العكارة للمياه كما مبين على الشكل (2)، و ذلك بغرض تقييم فعالية مسحوق بذرة المورينجا في تخليص المياه من الجسيمات العالقة، فقد تم أخذ 4 لتر من ماء عكارته منخفضة تراوحت بين (50 –1)NTU و 2 ليتر من ماء آخر له نفس المواصفات لكن عكارته متوسطة تراوحت بين (150–50) NTU، و أخذنا 1 لتر من ماء آخر له نفس المواصفات لكن عكارته مرتفعة تراوحت بين (250 –150)NTU ، وأضفنا لكل منها 5 مل (1 ملعقة شاي) من المسحوق الناعم لبذرة المورينجا، وبذلك تم التخلص من العكارة، كما تم أخذ 4 لتر من كل مستوى لعكارة المياه من المستويات الثلاثة و تمت إضافة 15 مل (ثلاث ملاعق) من المسحوق الناعم لبذرة المورينجا لماء عكارته مرتفعة تراوحت بين (250 –150)NTU و أضفنا 10 مل (ملعقتين) من المسحوق لماء آخر له نفس المواصفات لكن عكارته متوسطة تراوحت بين (150–50) NTU ، و أضفنا 5 مل (ملعقة) من المسحوق لماء آخر له نفس المواصفات لكن عكارته مرتفعة تراوحت بين (50 –1)NTU ، بهذا توصلنا إلى أنه كلما زادت عكارة المياه نحتاج لإضافة كمية أكبر من مسحوق بذور المورينجا كي نحصل على مياه نقية كما هو مبين على الشكل (3) [25].

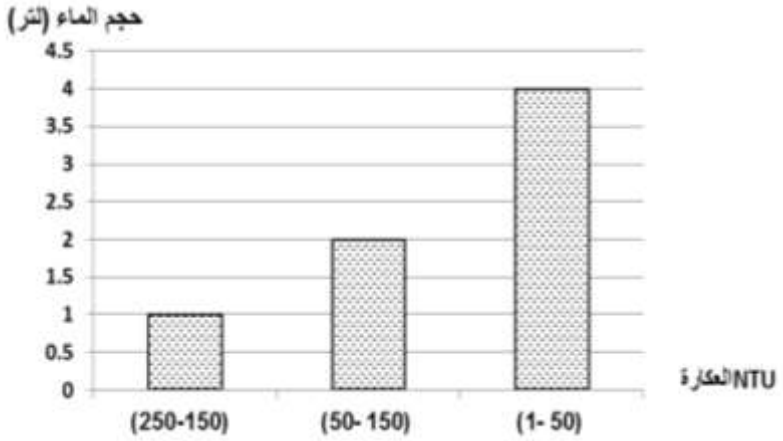
كما أشارت النتائج المبينة على الشكل (4) إلى أن خليط الرمل مع مسحوق أوراق و بذور المورينجا، والذي أطلق عليه اسم "الرمل إف"، أثبت فعاليته في القضاء على بكتيريا "الأشريشيا الكولونية" المسببة للعديد من الأمراض في حال تزايد أعدادها، فضلاً عن أنه نجح في تنقية الماء من الرواسب، وذلك بالنسبة لعينات المياه التي خضعت للاختبار حسب المناطق المدروسة.

وتشير الدراسات إلى أن مستخلصات أوراق المورينجا تمنع نمو البكتيريا بسبب خصائصه المضادة للبكتيريا، ويتم ذلك عن طريق منع نمو البكتيريا التي تنتقل عن طريق الطعام مثل المكورات العنقودية الذهبية، وغيرها من أنواع البكتيريا، بالإضافة إلى أنَّ مستخلص بذورها يمنع من نمو أنواع الفطريات المختلفة، و يتميز مسحوق بذور المورينجا بقدرته على تجميع الشوائب و قتل العديد من البكتريا والأميبا [26].

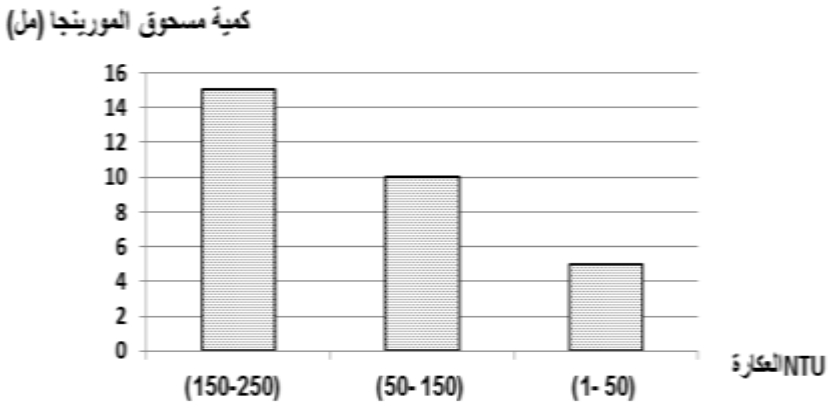
إن محتوى المياه من المواد العضوية هو السبب الرئيس عند الكلورة لتشكل الترايهالوميثانات (THM)، وقدرت القيم اعتماداً على قيم الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية عند طول موجة أعظمي ($\lambda_{\max} = 254nm$)، والشكل (5) يبين قيم تراكيز الحموض الدبالية المقاسة في عينات مياه خام وعينات بعد خلطها (معالجتها) مع مسحوق بذور المورينجا لمدة 24 ساعة.



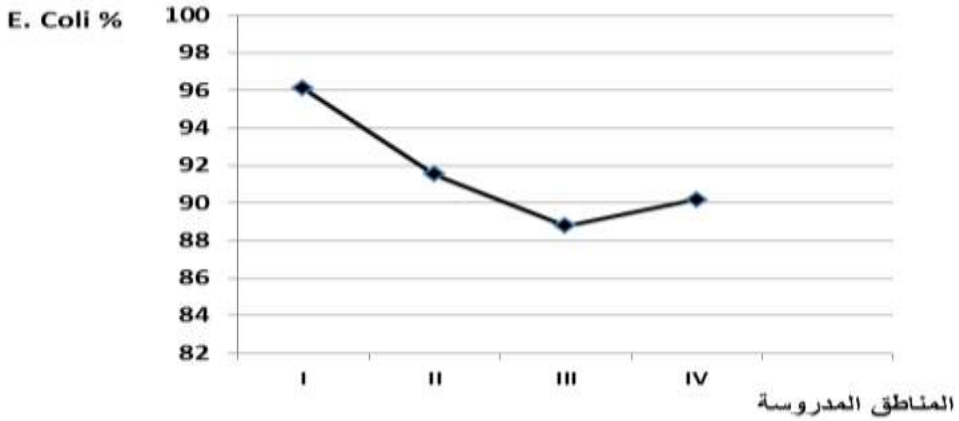
الشكل (1): كفاءة (%) مسحوق المورينجا في إزالة الحموض الدبالية (HA).



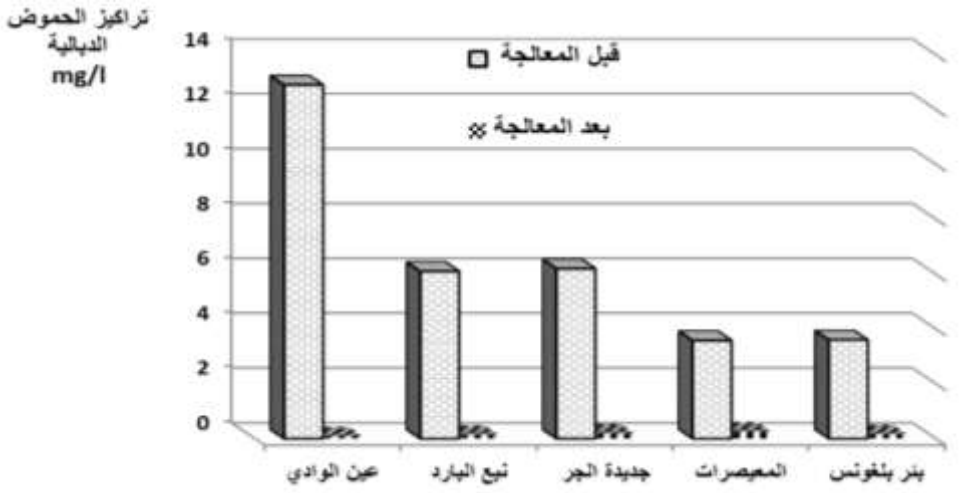
الشكل (2) العلاقة بين عكارة المياه و حجم المياه الممكن تنقيته بـ 5 مل مسحوق بذور المورينجا



الشكل (3) العلاقة بين عكارة المياه و كمية مسحوق المورينجا المطلوب لتنقية 4 لتر ماء



الشكل (4): كفاءة (%) مسحوق بذور و أوراق المورينجا مع الرمل في إزالة E.coli.	
أراضي زراعية لا تحوي منشآت عمرانية	I
أراضي زراعية وحقول مأهولة	II
مواقع قريبة من أنهار تصب فيها مياه صرف صحي و صناعي	III
مصادر مائية في أراضي وبساتين قريبة من مواقع للنفايات	IV



الشكل (5): قيم تراكيز الحموض الدبالية (HA) المقاسة في عينات مياه خام وعينات بعد خلطها مع مسحوق بذور المورينجا.

إن امتزاز الحموض الدبالية يتم عندما يكون حجم المسامات من النوع ميزو، تبعاً للحجم الكبير لجزيئات الحموض الدبالية إضافة إلى أنه من ضمن المؤثرات هو توزع المسام وخصائص السطح على قدرة مسحوق بذور المورينجا على امتزاز الحموض الدبالية من المحاليل المائية [27].

من الشكل (5) يتضح أن تركيز الحموض الدبالية كانت ذو قيمة عظمى في عينة المياه الخام عينة عين الوادي و القيمة الصغرى في عينة المياه الخام من بئر بلغونس ، ويعود هذا إلى طبيعة المنطقة الجيولوجية، الذي ينعكس على محتوى المياه من المواد العضوية وبالتالي نوع وتركيب الحموض الدبالية، إضافة إلى النشاطات الحيوية المختلفة في كل منطقة، حيث أن وجود المواد الدبالية في التربة والمياه هو عبارة عن بوليميرات متعددة الزمر الوظيفية، وهي ناتجة عن تحلل أنسجة النباتات والحيوانات بواسطة الاصطناع الكيميائي و الحيوي [19].

الجدول (5) ثوابت نموذجي لانغمور و فريندليتش لامتزاز المواد العضوية على مسحوق بذور المورينجا (I, II, III, IV)

	Adsorbent	I	II	III	IV
لانغمور	q_{max} (mmol/gr)	0.43	0.55	0.49	0.41
	K_L (l/mmol)	12.98	10.46	8.53	10.77
	R^2	0.98	0.94	0.92	0.95
فريندليتش	1/n	0.28	0.33	0.32	0.29
	K_f (mmol/gr)	0.84	0.86	0.87	0.85
	R^2	0.96	0.95	0.97	0.96

من الجدول (5) نلاحظ الآتي:

أ- تراوحت قيمة K_L ثابت لانغمور ضمن المجال l/mmol (8.53-12.98) وهي قيم صغيرة، وهذا يتوافق مع تصنيف منحني الامتزاز ضمن التصنيف L في تصنيف جيلز الذي تم الحصول عليه، وهي تبين ضعف قوى التأثير المتبادل بين مسحوق بذور المورينجا (المادة المازة) والمواد العضوية (المادة الممتزة).

ب- إن قيمة 1/n ثابت فريندليتش كانت ضمن المجال (0< 1/n <1)، وهي تعبر عن قدرة مسحوق بذور المورينجا على امتزاز المواد العضوية [28]، لقد كانت السعة الامتزازية للطبقة الواحدة q_{max} بالنسبة للحجم الحبيبي II أعلى قيمة وهي 0.55، وهذا يعود إلى أن شروط الخلط كانت أفضل.

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال البحث توصلنا إلى الاستنتاجات الآتية:

- ما توصل إليه البحث قد يفتح المجال أمام تطوير وسيلة بسيطة ومستدامة في البيئة المحلية، والتي يمكنها توفير مياه شرب يمكن تخزينها لسكان المناطق الذين يواجهون صعوبة في الحصول على مياه شرب نظيفة.
- يستخدم نبات المورينجا لتنقية المياه بما تبقى من البذور بعد استخلاص الزيت، عن طريق إضافته لخزانات المياه؛ وذلك لما له من خاصية تجميع وترسيب الشوائب الصلبة العالقة بالمياه بما يشبه المصيدة، فيعمل على تنقية المياه من الشوائب ومن البكتيريا في آن واحد.
- فلتر المورينجا يحقق كفاءة و جدوى مناسبة لتنقية الماء بنسبة أعلى من الفلاتر المطروحة حالياً في الأسواق، فهو يحتوي على مادة مضادة للميكروبات وهذا ما يفتقره أي فلتر آخر.
- تزداد فاعلية إزالة العكارة بمسحوق المورينجا كلما كانت عكارة الماه أقل.
- تزداد فاعلية مسحوق المورينجا للتخلص من التلوث بالجراثيم في المياه عند خلطه مع الرمل ومسحوق أوراق المورينجا.
- تتلوث مصادر المياه الطبيعية بالمواد الكيماوية الصناعية والزراعية من النباتات ومبيدات الحشرات والصرف الصحي بعد أن يتخلص منها في المصنع أو المزرعة، وهذا يزيد تركيز المواد العضوية واللاعضوية في مصادر مياه الشرب.

ومن خلال البحث نوصي بالآتي:

- استخدام بذور المورينجا لتنقية مياه الشرب في المنازل وفي المناطق التي لا تصل لها مياه نظيفة للشرب أو تعاني من المياه العكرة.

- نوصي بوقف استيراد الشبه المستخدمة في تنقية المياه، واستبدالها ببذور شجرة المورينجا.
- مراقبة النشاطات حول مصادر المياه الطبيعية في مناطق التجمعات الصغيرة و المناطق المعزولة لضمان عدم تسرب مواد ملوثة إليها.
- معالجة المياه من مصادر تزويدها قبل التعقيم بالكلور، حيث أنه بمعالجة مياه مصادر التزويد بالمياه بالتخثير والترسيب يتم التخلص من المواد العالقة و المواد العضوية المنحلة و الغروانية و المغذيات مثل النتروجين و الفوسفور.
- خفض تشكل مركبات المنتجات المصاحبة للتعقيم (DBPs) إلى النسب المحدودة عالمياً بحيث يتم تجنب الأمراض السرطانية التي يمكن أن يسببها وجود مثل هذه المركبات في مياه الشرب.

نوصي بعمل أبحاث أخرى لتنقية مياه الشرب في المناطق المعزولة والتجمعات الصغيرة وذلك باستخدام:

- استخدام مواد طبيعية مختلفة لتنقية مياه الشرب و دراسة الكفاءة والجدوى لكل منها.
- إجراء دراسة على كفاءة تنقية المياه حسب مستويات مكونات بذور المورينجا في موسم الأمطار و موسم الجفاف.
- إجراء دراسة على طبيعة وخصائص مثبطات النمو على الكائنات الحية الدقيقة و المضادة للميكروبات في المورينجا.
- مرشحات سريعة ثنائية الطبقة (مسحوق بذور المورينجا – رمل) مع وجود مخثر في محطات تنقية مياه الشرب.

المراجع و المصادر:

[1]- BABI, K. G., KOUMENIDES, K.M., NIKOLAOUA, A. D., MAKRIA, C.A., TZOUMERKAS, F.K. and LEKKASA, T.D., Pilot study of the removal of THMs, HAAs and DOC from drinking water by GAC adsorption, Desalination 210 (2007) 215-224.

[2]- GALLARD,F. and VON GUTEN,U. Chlorination of natural organic matter: kenitics of chlorination and of THM formation, Water Research, 36 (2002) 65-74.

[3]- UYAK, V., KOYUNCU, I., OKTEM, I., CAKMAKCI, M. and TOROZ, i., Removal of trihalomethanes from drinking water by nanofiltation membranes, journal of Hazardous Materials 152 (2008) 789-794.

[4]- Mouhammad. A . A, The effect of water properties and quality on the health of people in New Halfa and Atbara River. International Journal of Human and Social Sciences, Issue 1, (2017).

[5]- WHO. Guidelines for drinking-water quality، 3rd ed. Geneva، World Health Organization,(2004).

[6]- Syrian standard,(ICS 67, 160, 20) for drinking water. Issue 45, (2007).

[7]- LIU, Y. MOU. S. and CHEN, D., Determination of trace-level haloacetic acids in drinking water by ion chromatography – inductively coupled plasma mass spectrometry Journal of Chromatography, 1039 (A) (2004) 89-95.

[8]- Awad. R . A, El-shar.A.W, Health Risk Assessment for Chlorinated Organics in Drinking Water. 2005.

[9]- Bethany Cadman, "What makes moringa good for you?", www.medicalnewstoday.com, (2017).

[10]- Basic Report: 11222, Drumstick leaves, raw", www.ndb.nal.usda.gov, (2018).
[11]- KAREN MCCARTHY, "Moringa Oleifera Uses"، www.livestrong.com, (2017).
[12]- Michael Kessler, DC, "The Health Benefits of Moringa Seeds", www.doctorshealthpress.com, (2016).
[13]- "Seeds From The Moringa Tree Can Be Used For Water Purification", (2010) www.medicalnewstoday.com.
[14]- "Incredible-health-benefits-of-moringa-seeds", food.ndtv.com, (2018).
[15]- WANG, S.; PENG, Y. Natural Zeolites as Effective Adsorbents in Water and Wastewater Treatment. Chemical Engineering Journal, 156, 2010, 11-24.
[16]- DADA, A.O; OLALEKAN, A.P; OLATUNYA, A.M. Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin-Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn2+ Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk. IOSR Journal of Applied Chemistry,V3, Issue 1, 2012, 38-45. http://iosrjournals.org/index.html.
[17]- SUN, Y.; FANG, Q.; DONG, J.; CHENG, X.; XU, J. Removal of Fluoride from Drinking Water by Natural Stilbite Zeolite Modified with Fe(III). Desalination, Elsevier 277, 2011, pages 121–127.
[18]- WHITEHEAD, K. (2000). The application of synthetic zeolite for removal of heavy metals from contaminated effluents. PhD thesis, University of Surrey, UK, 2000, 197-236.
[19]- KIM, H.C. and YU, M.J. Characterization of aquatic humic substances to DBPs formation in advanced treatment processes for conventionally treated water, Journal of Hazardous Materials 143 (2007) 486-493.
[20]- BARATONS.S, MJB,E., HALLIOP, E. and JAF, M., Acidic and basic sites on the surface of porous carbon, Carbon 35 (9) (1997) 1361 -1366.
[21]- YANG, R. T., Adsorbents: fundamentals and applications, New Jersey: Wiley-Inter science, (2003) 79-130.
[22]- HMSO.(1994)- The Microbiology of water, part1-drinking water . Methods for the examination of water and associated materials. Re Porton public Health and Medical subjects NO. 71.London. pp. 1-151.
[23]- APHA. (1992)- Standard Methods for the Examination of water and Waste water.18 Th Edition, USA.
[24]- UYGUNER, C.S., SUPHANDAG, S.A., KERC, A. and BEKBOLET, M., Evaluation of adsorption and coagulation characteristics of humic acids preceded by alternative advanced oxidation techniques, Desalination 210 (2007) 183-193.
[25]- Hamdan. M. N, Evaluation of Efficiency of Chemical Coagulants in Removal Turbidity of Drinking Water, Journal of Al-Baath University ,V37, Issue 7, (2015).
[26]- JOSE ADAMS, "benefits-moringa-seeds", www.naturalfoodseries.com (2018).
[27]- LORENC, G.E. and GRYGLEWICZ, G.Z., Adsorption of Lignite-derived humic acids on coal-based mesoporous activated carbons, Journal of Colloid and Interface Seience 284 (2005) 416-423.
[28]- HOURI, M., HAMDI, B., BRENDLE, J., BOURAS, O., BOLLNGER, J.C. and BAUDU, M., Dynamic sorption of ionizable organic compounds (IOCs) and xylenefrom water using geomaterial-modified montmorillonite, Journal of Hazardous Materials 147 (2007) 738-745.