معالجة مياه الشرب باستخدام الطاقة الشمسية

مسعود جميل أحمد[1] ,وئام عبد الكافي محمد[2], اسلام بشير ابراهيم[2],اسمي عبد الماجد محمد[2]

مدرسة الهندسة المدنية[1]

قسم هندسة المياه والري[2]

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

masoudadli@yahoo.com

Received: 02.10.2013
Accepted: 03.01.2014

ABSTRACT **-** Sudan has the blessing of the sun shining; we can take advantage of this renewable energy to design drinking water treatment systems, especially Sudan suffers from contamination of drinking water. In this study, the design of device made of available local materials and uses solar energy for water treatment has constructed. Samples of water were collected and analyzed before and after treatment and then the results compared to the Sudanese drinking water standards to ensure conformity of the treated water to bacteriological, physical and chemical specifications. We found that the treatment completely got rid of pathogenic bacteria and improved the physical and chemical properties of water.

المستخلص – يتمتع السودان بنعمة الشمس الساطعة لذا يمكن الاستفادة من هذه الطاقة المتجددة في تصميم أنظمة لمعالجة مياه الشرب وخاصة أن السودان يعاني من مشكلة تلوث مياه الشرب. في هذه الدراسة تم تصميم جهاز من المواد المحلية لمعالجة مياه الشرب بأستخدام الطاقة الشمسية. تم جمع و تحليل عينات قبل المعالجة وبعدها ثم مقارنة النتائج المستخلصة بالمعايير والمقاييس السودانية للتأكد من مطابقة المياه المعالجة للمواصفات البكتريولوجية والفيزيائية و الكيميائية. بعد أجراء الأختبارات وجد أن المعالجة تخلصت تماما من البكتيريا الممرضة وثبت تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء.

الكلمات المفتاحية:معالجة مياه الشرب، الطاقة الشمسية، التقطير الشمسي

مقدمة

أصبح الحصول على مياه الشرب النظيفة تحديا مستمرا في العديد من بلدان العالم النامي، ففي كثير من الأحيان يكون مصدر المياه الوحيد المتاح يعج بالبكتيريا التي تتسبب في حدوث الكثير من الامراض. الإحصائيات تشير إلى هناك حوالي 4 بلايين حالة إسهال سنويا منها 2.5 مليون حالة وفاة في النهاية مما يعني وفاة طفل كل 15 ثانية بسبب مرض معوي في الدول النامية، أي ما يعادل مليوني حالة وفاة سنويا. في العام 2000 أنتشر مرض الكوليرا في 43 دولة حول العالم 27 منها في أفريقيا[1]. السودان كدولة من دول العالم النامي يعاني من هذه المشكلة وآخر مثال علي ذلك ظهور الكثير من الإصابات بالاسهالات المائية والنزلات المعوية في مدن مختلفة ، في الفترة الممتدة بين 21 أبريل و18 يونيو 2006 أبلغت وزارة الصحة الاتحادية السودانية عن أكثر من 2000 حالة من حالات من الأسهال المائي أدّت 77 حالة منها إلى الوفاة وذلك في تسع ولايات من ولايات شمال السودان. 35% من الأصابات حدثت في ولاية الخرطوم[2] واتضح فيما بعد وبعد التحليل العلمي ان السبب الرئيس لحدوث الاضرابات في الجهاز الهضمي والآم المعدة هي البكتريا الممرضة الموجوده في مياه الشرب. تكون المياه صالحة للشرب في حالة خلوها من الملوثات الطبيعية والكيميائية والبكترولوجية ويجب ان تكون مطابقة لمعايير مياه الشرب والتي تحدد تركيز المواد التي تمثل خطر على الصحة العامة. المياه الجوفية تكون عادة عرضة للتلوث الكيميائي اما المياه السطحية فتحتوى على ملوثات بيكترولوجية ولمعالجة هذه المياه يجب أن نطور البحث لإيجاد أكثر الطرق ملاءمة لتنقية وتطهير المياه، وهذا يقودنا بالضرورة لمعالجة المياه بالطاقة الشمسية فهي طاقه نظيفة ومتوفرة واستعمالها غير مكلف. يتمتع السودان بمصدر ضخم من الطاقة الشمسية حيث يصل متوسط الإشعاع الشمسي اليومي السنوى الى 22.84 (ميجا جول / متر^2 / يوم)، وهو ما

الشكل 1 : بسترة المياه بالطاقة الشمسية

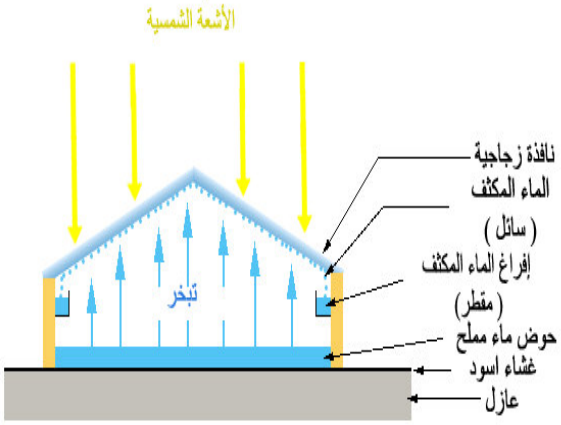
بسترة المياه بالطاقة الشمسية. Solar Water Pasteurization

في هذه الطريقة يتم تسخين الماء لدرجة حرارة معينة، والمحافظة على هذه الدرجة لمدة معينة . تعتمد هذه الطريقة على مبدأ قابلية الأجسام ذات الألوان السوداء (الغامقة) علي امتصاص الإشعاع الشمسي وتحويله إلى حرارة،(الشكل 1) وتوجد عدة طرق يمكن استخدامها للبسترة.

تكتمل البسترة عند تسخين الماء لدرجة حرارة 65 مئوية لمدة 15 دقيقة، أو لدرجة حرارة 60 مئوية لمدة 30 دقيقة،وقد وجد أن درجة حرارة 65 مئوية كافية للقضاء على جميع الجراثيم المسببة للأمراض مثل (الكوليرا والجيارديه و مسببات التهابات الكبد).

التقطير الشمسي Solar distillation

تم إستخدام التقطير الشمسي منذ عام 1872 م فى مناجم النيترات. لتسمح بتوفير المياه الصالحه للشرب للحيوانات من المياه المالحة للبحار حيث تم عمل حوض زجاجي يعرض للإشعاع الشمسي فيسخن الصفيحة السوداء فى قاع الحوض ومن ثم تتبخر المياه و تتكثف على الزجاج (الشكل 2). ويبقى الملح على الصفيحة السوداء و تجري قطرات الماء النقية الى القناه و تجمع من بعد المياه المصفاه في داخل القنوات.



الشكل 2: التقطير الشمسي

الشكل 3 : جهاز من الألمونيوم للتقطير الشمسي

يعتبر من أعلى المعدلات على نطاق العالم لذا يمكن الاستفادة من هذة الطاقة في تصميم أنظمة لتعقيم المياه[3] تشمل التقنيات التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية الإيجابية استخدام اللوحات الفولتوضوئية والمجمع الحراري الشمسي مع المعدات الميكانيكية والكهربية، لتحويل ضوء الشمس إلى مصادر أخرى مفيدة للطاقة. لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوافرة في حياتنا , ومن اهم التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظم التسخين والتبريد خلال التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية وإنتاج الماء الصالح للشرب من خلال التقطير والتطهير وتسخين المياه. تهدف هذه الورقة علي التعرف على أهم الأجهزة المستخدمة لمعالجة مياه الشرب بإستخدام الطاقة الشمسيه وتصميم جهاز مناسب مصنوع من مواد قليلة التكلفة لمعالجة مياه الشرب باستخدام الطاقة الشمسية وبهذا يتم تطبيق إحدى الاستخدامات المثالية للطاقة المتجددة خاصة في بلادنا وغيرها من البلاد العربية الغنية بالطاقة الشمسية.

طرق المعالجة بالطاقة الشمسية:

هناك ثلاثة طرق رئيسية لمعالجة المياه بالطاقة الشمسية وهي التطهير و البسترة و التقطير، وهناك طرق أخري لكن في معظمها هي تعديلات جديدة للطرق المذكورة.

التطهير الشمسي :

تطهير المياه بالطاقة الشمسية هي عملية منخفضة التكنولوجيا استخدمت لأول مرة في عام 1980 م و يمكن استخدام هذه الطريقة لتطهير المياه فإذا كانت الشمس ساطعة.

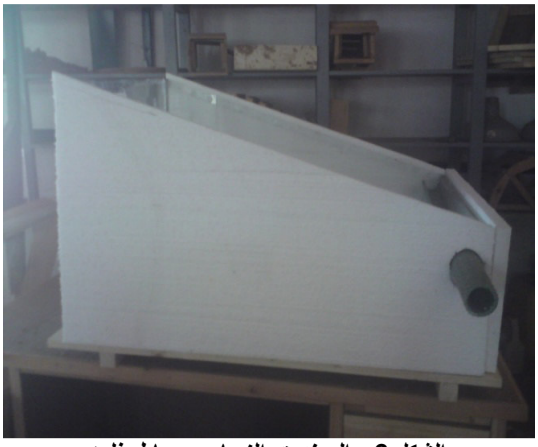
يتطلب التطهير تعريض المياه المراد معالجتها مباشرة للإشعاعات الشمسية ويعتبر استخدام الإشعاع في التطهير أكثر فعالية في المناطق الجغرافية الواقعة بين خطي طول 15- 35 درجة من الأجزاء الشمالية والجنوبية من الكرة الأرضية، حيث تتعرض هذه المناطق لما يزيد على 90 %من الأشعة الشمسية المباشرة لمدة تزيد على 3000 ساعة سنويا. إن كلفة التطهير باستعمال الطاقة الشمسية هي الأقل حيث تتفاوت طرق التطهير من استخدام العبوات الزجاجية والبلاستيكية البسيطة إلى استخدام مفاعلات معقدة تتألف من أنابيب ولوحات زجاجية ومجمعات ذات مقاطع مكافئة ومبدلات ومنظمات حرارة.

العلوي) بهدف العزل الحراري وحماية الزجاج من الصدمات كما أن القصدير يعمل كعاكس لأشعة الشمس.

طريقة عمل الجهاز:-

توضع المياه الملوثة داخل الجهاز بواسطة ماسورة المدخل ويتم وضع الثيرموميتر لقياس درجة الحراره على مدار اليوم ومن ثم يتم اغلاق الزجاج العلوي وجميع منافذ الهواء لضمان استمرارية التبخر وعدم دخول الهواء. تسقط اشعة الشمس داخل الجهاز فيقوم القصدير بعكس الاشعة ممايزيد من ارتفاع درجة الحرارة وكذلك يقوم الطلاء الاسود بإمتصاص المزيد من الحرارة فتتحول المياه من الحاله السائلة الى الحاله الغازية وبزيادة درجة الحرارة تزيد كمية المياه المتبخرة ومن ثم يتصاعد البخار الى سطح الزجاج العلوي ويتكثف نتيجة لإنخفاض درجة الحرارة فتنساب المياه- نتيجة للميلان في السطح العلوي – الى الماسورة الموجوده على الزجاج الامامي الموضوعه بميلان يسمح بإنسياب المياه النقية الى ماسورة المخرج. يحافظ الفلين على الحرارة داخل الجهاز.

الشكل 5 : الصندوق الزجاجي (جهاز المعالجة)



الشكل 6 : الصندوق الزجاجي محاط بفلين

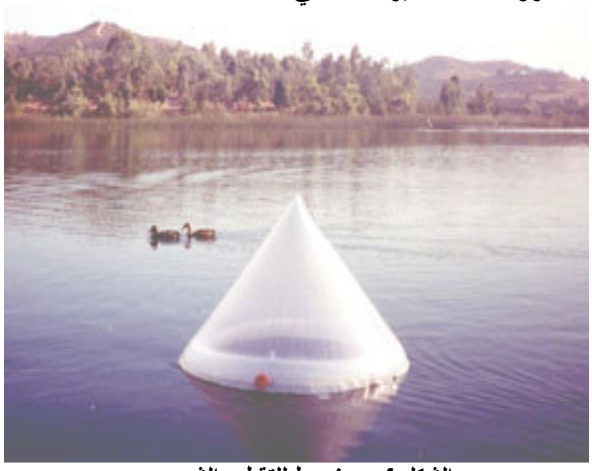
طريقة جمع ونقل وتحليل العينات:

تم جمع العينات ***من مياه النيل*** *وذلك* باستخدام وعاء بلاستيكي شفاف حجمه 2 لتر، تم غسل الوعاء جيدا بالمياه العادية ثم المياه المقطرة ثم غسلت بالمياه التي يراد

وطريقة التقطير الشمسي هي الطريقة الوحيدة التي تحاكى الطبيعة تماماً لان معظم الملوثات والمعادن الثقيلة ليست لديها القدرة على أن تتبخر، وبالتالي فالماء فقط هو الذي يتبخر تاركاً الملوثات فى القاع وعندما يتكثف فإنه يكون كالسحاب الذى يتكون من بخار مياه البحار والمحيطات,ثم تسقط قطرات الماء المكثف مثل المطر. من الاجهزة التي تعتمد علي نظرية التقطير الشمسي جهاز من الالمونيوم للتقطير الشمسي ويستخدم مرآة ذات قطع مكافئ متوسطة الحجم من صفيحة ألمنيوم مرنة (الشكل 3)

تكون المرآة موضوعة تحت غرفة التبخير حيث يتم تبخير و تكثيف الماء و تعدل المرآه يدويا أو آليا حسب أشعة الشمس لزيادة الغليان.

المخروطات للتقطير الشمسي:-



الشكل 4 : مخروط للتقطير الشمسي

تستخدم هذه الطريقة في المناطق المائية وذلك بأستخدام معدات مخروطية الشكل تكون عائمة على سطح الماء المالح أو الملوث والمراد تنقيته أو تصفيته باستخدام الطاقة الشمسية لتبخير الماء وتنقيته (الشكل 4).

تتلخص العملية بتحرك الهواء الساخن الرطب صاعدا للأعلى نتيجة لعملية الحمل الطبيعية حتى يصل السطح الأبرد لقبة التكثيف, فيتجمع هناك الماء على شكل قطرات صافية ثم تنزل كأنها أمطار صناعية، يعيب هذه الطريقة أنها بطيئة حيث يمكن أنتاج 1,5 – 2,5 لتر من الماء المقطّر في اليوم.

طريقة تصميم الجهاز:

تم تصنيع الجهاز الصندوقي بأستخدام مواد متوفرة محليا و هي عبارة عن زجاج بسمك 6mm وبأبعاد (1.0x0.8 m) وماسورة قطر 2 بوصة وحواف من الألمونيوم لتثبيت الزجاج بالأضافة الي الجوانب الخشبية (من المسكي) في المحيط الخارجي. يثبت الزجاج علي سطح الصندوق المائل والذي يميل بزاوية 16^0مع الأفقي. تخترق ماسورة قطرها 2 بوصة عرض الجهاز بغرض نقل المياه المتجمعة والمعالجة الي خارج الجهاز. تطلي قاعدة الصندوق باللون الأسود لحفظ الحرارة (انظر الأشكال5 -7). تتم أحاطة جوانب الصندوق بالفلين المغطي بالقصديرعلى محيط الزجاج (ماعدا الجزء

النتائج بالمعايير السودانية لمياه الشرب وضعت النتائج في الجدول رقم 2.

الطعم و الرائحة

طعم الماء هوالأحساس الناتج عن التفاعل بين اللعاب و المواد الذائبة في الماء وبصفة عامة يمكن القول بأن حاسة الطعم هي الأكبر فائدة في الكشف عن المكونات اللا عضوية لمياه الشرب بينما حاسة الشم أكثر فائدة في الكشف عن المكونات العضوية. الوضع المثالي للماء أن لا يكون له رائحة ملحوظة من قبل المستهلك ولكن نسبة للفوارق بين حساسية الأفراد للروائح فيمكن أستخدام طرق أحصائية في تقدير رائحة الماء و طعمه. وجود رائحة بمياه الشرب دليل على وجود مواد ملوثه بها أو لعدم كفاءة خطوات التنقية أو لخلل ما بشبكات المياه[5]، وفى هذه الحالات جميعها يجب إتخاذ الإجراءات اللازمة لمعرفة أسباب مصادر الرائحة والعمل على إصحاحها فوراَ. المعالجة بأستخدام الجهاز أحدثت طعم ورائحة (+ve) علما بأن المعايير تشترط ان يكون الطعم مقبول (Acceptable). ربما يكون السبب لوجود رائحة ناتج من نوعية الماسوره المستخدمة و التي تنقل المياه المعالجة.

جدول رقم 1: قراءات الثيرموميتر لعدد 4 ايام متفرقة

الزمن	درجة الحرارة لليوم الاول	درجة الحرارة لليوم الثاني	درجة الحرارة لليوم الثالث	درجة الحرارة لليوم الرابع
10:00	° 33	° 30	° 27	° 35
10:30	° 36	° 37	° 29	° 39
11:00	° 41	° 44	° 31	° 43
11:30	° 50.5	° 46	° 37	° 46
12:00	° 54	° 49	° 42	° 51
12:30	° 59	° 50	° 47	° 53
01:00	° 62	° 52	° 51	° 55
01:30	° 64.5	° 58	° 53	° 57
02:00	° 64	° 62	° 52	° 61
02:30	° 64	° 63	° 50	° 62
03:00	° 63.5	° 61	° 48	° 58
03:30	° 63	° 58	° 45	° 56
04:00	° 62	° 58	° 43	° 55
04:30	° 60	° 55	° 44	° 55

اللون

يعزي اللون في المياه الطبيعية الي المواد العضوية والفلزات والمعروف أن وجود مادة ملونة عضوية في الماء يستحث نمو الأحياء المجهرية في الماء وبعضها مسئول مباشرة عن أحداث الرائحة في الماء. يعرف اللون الذي يقاس في الماء المحتوي علي مواد عالقة بأنه لون ظاهري أما اللون الحقيقي فيقاس من عينات أزيلت منها الجسيمات بواسطة قوة الطرد المركزية أو الترشيح. بهذا التعريف فأن المعالجة لم تحدث اي تغير في اللون مع مراعاة انه لا يوجد لون في مياه المصدر.

العكارة: Turbidity

أخذ العينة منها قبل أن تملأ و أغلقت بأحكام وحتي لا تتغير معالم المياه أثناء نقل العينات الي المختبر أغلقت جيدا وأرسلت الي المختبر في نفس الساعة إتباعاً للمعايير المطلوبة لجمع ونقل العينات[4]. كتبت المعلومات اللازمة عن مكان وزمان جمع العينات علي ديباجة والصقت بالوعاء البلاستيكي. تم تحليل هذه العينات فيزيائياً وكيميائياً وبكترولوجيا في مختبر محطة مياه المقرن حيث تم أختبار الخواص التالية:

الشكل 7 : الصندوق الزجاجي محاط بفلين والواح خشبيه (موسكي)

المظهر،الطعم والرائحة،اللون،العكارة،الرقم الهايدروجيني pH،الأملاح الذائبة، المواد الصلبة الكلية،التوصيل الكهربائي، درجة الحرارة،الكالسيوم،الماغنيزيوم،الحديد،الصوديوم،البوتاسيوم،المانجنيز،الفوسفات،الأمونيا،الكلوريدات،الفلوريدات،الكبريت،النترات،النتريت، العسر الكلي بالأضافة الي الأختبارات البكتريولوجية.

لأغراض التحليل تم أستخدام الأجهزة الاتية:

Turbidity meter, color meter, pH meter, Total dissolved salts meter, UV spectrometer, colony and plate count colony

مناقشة النتائج

تلاحظ أن تبخر الماء يبدأ حوالي الساعة العاشرة صباحا وتزداد درجات الحرارة تدريجياً الى منتصف النهار حيث تسجل اقصى درجة حرارة ومن ثم تبدأ درجات الحرارة بالإنخفاض التدريجي عند الساعة الثالثة والنصف ويظل الجهاز محتفظا بالحرارة لفترة من الزمن. الجدول رقم 1 يوضح قراءات الثيرمومتر داخل الجهاز لأزمان مختلفة تقع بين الساعة العاشرة صباحا و الساعة الرابعة والنصف بعد الظهر لأربعة أيام مختلفة.

الخواص الطبيعية

تم تحليل الخواص الطبيعية للعينات والتي تشمل الطعم والرائحة واللون والعكارة والرقم الهيدروجيني ومقارنة

تؤدي الي زيادة الرائحة و تؤثر علي خاصية اللزوجة في الماء مما يؤثر علي عمليات المعالجة[2]. تغيرت درجة حرارة الماء المعالجة تغيرا طفيفا من 27.1^0 C الي 27.0^0C^0

التحليل الكيميائي:

تم تحليل الخواص الكيميائية للمياه والتي تشمل المعادن الثقيلة والكلوريدات و الكبرينات و الكربونات و الكبريتات و الأملاح الذائبة وغيرها ومقارنة النتائج بالمعايير السودانية لمياه الشرب ووضعت النتائج في الجدول رقم 3.

الكالسيوم :Calcium

يترسب الكالسيوم عند زيادة تركيزه ويكون طبقة داخل أوعية الطهى. قللت المعالجة من تركيز الكالسيوم من 6.4 مليغرام/لتر الى 0.8 مليغرام/لتر بعد المعالجة وهو مقدار مطابق للمعايير .

الماغنسيوم:Magnesium

قللت المعالجة من تركيز الماغنسيوم من13.44 مليغرام/لتر الى 0.48 مليغرام/لتر بعد المعالجة وهو مقدار مطابق للمعايير مع العلم ان زيادة أملاح الماغنسيوم وأملاح الكالسيوم تسبب عسر الماء لذا من الجيد تقليل تركيزهم في المياه.

الحديد:iron

يبقع الحديد الملابس عند تركيز أكثر من 0.03 ملليجرام / اللتر.ويسبب عكارة المياه عند تركيز 0.5 – 1 ملليجرام / لتر .قللت المعالجة من كمية الحديد من 0.1 ملجرام/لتر قبل المعالجة الى 0.02 ملجرام/لتر بعد المعالجة وهو ضمن الحد المسموح به.

الصوديوم: Sodium

لا يجب أن تزيد نسبته فى مياه الغلايات عن 2 – 3 ملليجرام / لتر وقد تخلصت المعالجة من الصوديم وقد كان تركيزه قبل المعالجة 27.77 ملغرام/لتر ومن المعروف انه إذا كانت الكلى غير كاملة النمو فإن الصوديم يسبب قئ وتشنجات وأوديما بالمخ بين الأطفال وهناك علاقة بين تناول الصوديوم وإرتفاع ضغط **الدم**[8].

الكلورايد:Chloride

قللت المعالجة من تركيز الكلورايد من 16 مليجرام/لتر قبل المعالجة الى 2مليجرام/لتر بعد المعالجة وهو تركيز مطابق للمعاييرومن المعروف ان زيادة تركيز الكلورايد يسبب أعراضا مرضية أو تسمم فى حالات هبوط القلب .

كبريتات:Sulfate

تنتشر فى جميع سطح الأرض والكبريتات أقل الأملاح سميه للإنسان .زادت المعالجة من املاح الكبريتات من 0.3 ملجرام/لتر قبل المعالجة الى 2.2 ملجرام/لتر بعد المعالجة وهي زيادة طفيفه ومطابقة للمعايير.

الفلوريدات: Fluoride

تخلصت المعالجة من الفلورايد وقد كان تركيزه قبل المعالجة0.42 ملجرام/لتر. حيث تسبب زيادة الفلوريدات في المياه تسوس وتبقع الأسنان خاصة بين الأطفال وتؤثر ايضا سلبياعلى العظام.

قد تكون مصادر العكارة عضوية أوغير عضوية وقد تبين أن 50 % من أسباب العكارة يرجع إلى تحلل المواد العضوية التى تكون على شكل مواد غرويه. هناك علاقة بين العكارة والمحتوى البكتيرى فى المياه حيث تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزئيات المسببه للعكارة وبالتالى تساعد على نمو البكتريا وتكاثرها[6]

قللت المعالجة من درجة العكاره بنسبه كبيره جدا من 110 NTU قبل المعالجة الى 8.3 NTU بعد المعالجة. علما بان المعيار المستخدم هو 5 NTU ويسمح بدرجة عكارة حتي 15 NTU في فصل الخريف (وقت اجراء التجربة).

جدول رقم 2: نتائج تحليل الخواص الفيزيائية

رقم	الخاصية	الوحدة	قبل المعالجة	بعد المعالجة	المعايير
1	المظهر	-	عكر	عكر	مقبول
2	الطعم والرائحة		لا يوجد	+	مقبول
3	اللون	TCU	لا يوجد	لا يوجد	15
4	العكارة	NTU	110	8.3	5
5	الرقم الهايدروجيني pH	-	8.3	8.0	8.5-6.5
6	الأملاح الذائبة	mg/l	167.28	14.82	1000
7	المواد الصلبة الكلية	mg/l	99	9	500
8	التوصيل الكهربائي	LIs/cm	304.14	22.8	-
9	درجة الحرارة	C^0	27.1	27.0	مقبول

درجة التركيز الأيونى للهيدروجين pH

الرقم الهايدروجيني في معظم المياه الطبيعية يحكمه التوازن بين ثاني أكسيد الكربون والكربونات والبيكربونات وهو يعبر عن حموضة أو قلوية الماء. قللت المعالجة الاس الهيدروجيني من 8.3 الى 8 وهو ضمن الحد المسموح به (8.5-6.5) وهذا ربما يدلل على ان المعالجة بهذا الجهاز تقلل من قلوية المياه.

الأملاح الذائبة الكلية: TDS

تشمل جميع الأملاح غير العضوية وبعض المواد العضوية القابلة للذوبان فى المياه وهى أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكربونات والكلوريدات والكبريتات والنيترات. بالرغم أنه لم يتم تسجيل أي تأثير فسيولوجي ضار لأشخاص يشربون مياه تحتوي علي مواد صلبة تزيد عن 1000ملليجرام/ لتر الا أن المعايير توصي بألا تتجاوز المياه هذا المستوى[7]. تترسب الأملاح داخل مواسير المياه إذا زادت النسبه عن 500 ملليجرام/ لتر كما أن بعض مكونات مجموع المواد الصلبة الذائبة مثل الكلوريدات و الكبريتات تؤثر علي تآكل و تكوين القشور في شبكات توزيع المياه. قللت المعالجة من تركيز الاملاح الذائبة من 167.28 ملجرام/لتر الى 14.82 ملجرام/لتر بعد المعالجة وهي كمية مسموح بها ومطابقة للمعايير.

درجة الحرارة

يفضل أن تكون مياه الشرب باردةعلي أن تكون دافئة ويبلغ الطعم أقصي كثافة له في درجة حرارة الغرفة وينخفض كثيرا بالتبريد أو التسخين وزيادة درجة الحرارة

استخدام الجهاز أظهر فعالية واضحة في التخلص من البكتيريا الممرضة مع العلم انه لا يجرى تحليل بكتيري مستمر قبل المعالجة للمياه في المحطة وهو السلوك المعتاد للعلم المسبق بتواجد البكتريا في مثل هذه العينات. نتائج أختبارات العد البكتيري تؤكد تخلص المياه من بكتريا القولون الكلية بعد المعالجة.

جدول رقم 4: نتائج التحليل البكتريولوجي قبل وبعد المعالجة

الخاصيةالوحدة	قبل المعالجة	بعد المعالجة	المعايير
العد الكلي للبكتريا Total count colony	+ VE	1	3
بكتريا القولون الكلية Total coliform colony	+ VE	zero	Must not be detected in any 100 ml

الخلاصة

للاستفادة من الطاقة الشمسية في معالجة مياه الشرب تم تصنيع جهاز عبارة عن صندوق زجاجي من مكونات متوافرة في البيئة المحلية بتكلفه منخفضة نسبياً وتم جمع عينات من مياه النيل و عمل اختبارات فيزيائيه وكيميائيه وبكترولوجية للعينة قبل المعالجة وبعدها. بمقارنة النتائج وجد أن الجهاز فعال في التخلص من البكتيريا الممرضة كما أنه يحسن كثير من الخواص الكيميائية و الفيزيائية للمياه.

المراجع

[1] http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/cholera/en/

[2] http://www.who.int/csr/don/2006_06_21a/ar/index.html

[3] css.escwa.org.lb/SD/928/**Sudan**Countrypaper.pdf

[4] أدارة صحة البيئة، دليل رصد ومتابعة مياه الشرب،الأدارة العامة للطب الوقائي، وزارة الصحة، ولاية الخرطوم،2001

[5] منظمة الصحة العالمية، دلائل جودة مياه الشرب- المعايير الصحية ، الجزء الثاني، ،ترجمة المكتب الأقليمي لشرق البحر المتوسط،1989

[6] Black.P.and Hannah S..Measurement of low turbidities. Journal of the American water works association, 57:901 (1965)

[7] DURFOR, C. J. &Becker, E.: Constituents and properties of water Minnesota, Burgess publishing company, 1972

[8] Fatula, M. I. The frequency of arterial hypertension among persons using water with an elevated sodium chloride content. Sovetskaja medicine 30:123(1967)

المصادر

سجلات محطة مياه المقرن

النترات: Nitrate

توجد بنسب ضئيلة فى المياه السطحية وبنسب مرتفعة فى المياه الجوفية .إذا زادت النترات عن 45 ملليجرام /لتر تسبب زرقة الأطفال. قللت المعالجة من النترات من 7.04 ملجرام/لتر قبل المعالجة الى 5.28 ملجرام/لتر بعد المعالجة وهو ضمن الحد المسموح به.

النيتريت: Nitrite

يعتبرالنيتريت مرحلة وسيطة فى دورة النيتروجين ويوجد فى المياه نتيجة التحلل البيولوجى للمواد البروتينية يتحول النيتريت فى البيئة اللاهوائية مثل المعدة إلى مركب النيتروزامين الذى يسبب سرطان المعدة. احدثت المعالجة زيادة طفيفة في النتريت من 0.019ملجرام/لتر قبل المعالجة الى 0.022 ملجرام/لتر بعد المعالجة وهو ضمن الحد المسموح به وفقا للمعايير السودانية.

العسر الكلي

تتسبب أملاح الكالسيوم و الماغنيزيوم في عسر المياه ولزيادة العسر الكلي عن التركيزات المسموح بها في معايير مياه الشرب آثار عديدة منها اضرابات الجهازالهضمي وزيادة الأحتمال بالأصابة بحصوات الكلي. قللت المعالجة من العسر الكلي من 72 الي 4 مليجرام/لتر.

جدول رقم 3: نتائج تحليل الخواص الكيميائية

الخاصية	الوحدة	قبل المعالجة	بعد المعالجة	الحد الأقصي وفقا للمعايير السودانية
الكالسيوم	mg/l	6.4	0.8	*200
الماغنيزيوم	mg/l	13.44	0.48	*150
الحديد	mg/l	0.1	0.02	0.3
الصوديوم	mg/l	27.77	Nil	200
البوتاسيوم	mg/l	13.46	Nil	*5
المانجنيز	mg/l	-	0.019	0.05
الفوسفات	mg/l	0.28	0.16	-
الأمونيا	mg/l	0.173	Nil	1.5
الكلوريدات	mg/l	16	2	250
الفلوريدات	mg/l	0.42	Nil	1.5
الكبريت	mg/l	0.3	2.2	250
النترات	mg/l	7.04	5.28	50
النيتريت	mg/l	0.019	0.022	2
العسر الكلي	mg/l	72	4	500

وفقا للمعايير المصرية*

التحليل البكترولوجي:

العد الكلى للبكتريا: - Total count colony

الجدول رقم (4) يوضح نتائج التحليل البكتريولوجي بطريقة عد المستعمرات البكتيرية و الذي يوضح أن