تقييم جودة مياه الشرب المعبأة المنتجة محلياً – السودان

مرتضي الحسين[1] شرف الدين إدريس[1] عبدالمنعم عثمان احمد[1] محمد عبدون[1] يسرية عادل[1]
عفاف إسماعيل[1] تسابيح عزالدين[1]

[(1)] جامعة الإمام المهدي، كلية الهندسة والدراسات التقنية، قسم هندسة التصنيع الغذائي، كوستي – السودان

الملخص:

أجري هذا البحث لدراسة وتقييم جودة بعض أصناف مياه الشرب المعبأة والمنتجة محلياً في السودان. يهدف هذا البحث إلى تقييم جودة بعض أصناف مياه الشرب المعبأة ومقارنة النتائج المتحصل عليها بالمواصفات السودانية ومنظمة الصحة العالمية وذلك بإجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية والميكروبية. تم اخذ 13 عينة حديثة الانتاج وبصورة عشوائية من المياه المعبأة من بعض المحلات التجارية بمدينة كوستي, ومن ثم أجريت عليها بعض الاختبارات المعملية لمعرفة الخصائص الكيميائية والفيزيائية والميكروبية. حيث أظهرت النتائج المتحصل عليها من التحاليل الكيميائية والمتمثلة في بعض الخصائص كانت كالآتي:PH (7.2-8.5) mg/l للأملاح الكلية الذائبة والـ (85-150) mg/l للفلورايد و(0-0.8) mg/lللكلورايد و (4.8-35) mg/lوالتحاليل الفيزيائية وجد أنمياه الشرب المعبأة لا لون ولا طعم ولا رائحة، والعكارة في المدى (0–0.53) وحدة تطابق كامل للمواصفات القياسية السودانية ومنظمة الصحة العالمية أما النتائج المتحصل عليها من الاختبارات الميكروبية للبكتريا المعوية والبرازية كانت (0) للبكتريا وهي أيضا في الحدود الميكروبية المسموح بها وفقاً لمواصفات الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس ومنظمة الصحة العالمية بنسبة 100%.

الكلمات المفتاحية: مياه الشرب المعبأة، الخصائص الكيميائية، الخصائص الفيزيائية، الخصائص الميكروبية، الجودة.

Evaluation of Locally Produced Bottled Water Quality – Sudan

Mortada H.A. Elhesain[1], SH. E. Idriss [1], Abdel Moneim O. A. Babiker[1]
,M.M.W.Abdon[1], Yosrya Adil[1], Afaf Ismeil[1], Tsabih EzzEldine[1]

1- Food Processing Engineering Department, Faculty of Engineering and Technical Studies, University of El Imam El Mahdi – Kosti - Sudan.

Abstract

This research was conducted to study and evaluate the quality of some types of locally produced bottled drinking water in Sudan. The objective of this research is to assess the quality of some varieties of bottled drinking water and compare the results obtained with the Sudanese standards and the World Health Organization by conducting chemical, physical and microbial analyzes. Thirteen newly produced samples were taken randomly

from bottled water from some shops in Kosti city, and then some laboratory tests were performed on them to find out the chemical, physical and microbial properties. Where the results obtained from the chemical analyzes, represented in some characteristics, and was as follows: PH (7.2-8.5) mg / l, total dissolved salts (85-150) mg /l fluoride (0-0.8) mg / l, and chloride (4.8). -35) mg /l and physical analyzes, that bottled drinking water has no color, taste or smell, and the turbidity in the range (0-0.53) NTU fully conforms to the Sudanese specifications and the World Health Organization (WHO). The results obtained from the microbial tests for intestinal and faecal bacteria were 0 (cell / 100ml), respectively, and they are also within the permissible microbial limits according to the specifications of the Sudanese Organization for Standardization and Metrology and the World Health Organization (WHO) by 100%.

***Key words*: *bottled drinking water, chemical properties, physical properties, microbial properties, quality*.**

1. المقدمة:

يعتبر الماء أهم عنصر على وجه الأرض لجميع أنواع الكائنات الحية للحفاظ على حياتها. في كثير من الأوقات مع التوسع الحضري والريفي السريع، زاد الطلب على إمدادات المياه عدة مرات نتيجة لاستخدام المزيد من المياه(Hussien, et al., 2021)

تعد صناعة مياه الشرب المعبأة من الصناعات الحديثة نسبيا، حيث بدأت هذه الصناعة في العالم على نطاق واسع في بداية الثمانينيات تقريبا، ومنذ ذلك الوقت توسعت هذه الصناعة بصورة جوهرية، ويذكر بعض المراقبين أن الصناعة لم تحقق أرباحا جوهرية لمصانع إنتاج المياه المعبأة إلا أخيراً، ويرجع ذلك إلى انخفاض تكلفة المدخلات التي تستخدمها لإنتاج المياه المعبأة، سواء باستخدام منابع المياه المعدنية في الأرض، أو باستخدام مصادر المياه المنزلية العادية (السقا، 2014). بدأت صناعة مياه الشرب المعبأة في السودان في أواخر القرن الماضي، حيث تم افتتاح أول مصنع في العام 1998م وقد ازداد عدد مصانع مياه الشرب المعبأة إلى أن وصل أكثر من مائة وتتركز معظمها في ولاية الخرطوم (مختار، 2017). تكتسب صناعة مياه الشرب أهمية خاصة تفرضها حاجة الإنسان الضرورية والمستمرة لاستهلاكه اليومي فهي أحد العناصر الأساسية للحياة وتقدر الاحتياجات الفردية لمياه الشرب بحوالي 2liter في اليوم للشخص الذي وزنه 60kg التي يحصل عليها من ماء الشرب ومشروبات أخري (شاي– عصير– ومشروبات غازية) وكماء حر وتبعا لطبيعة المناخ والنشاط البدني وثقافة المجتمع (منظمة الصحة العالمية، 2004). أصبحت الفحوصات المتعلقة بتحديد الخصائص النوعية لمياه الشرب في مقدمة الإجراءات نظرا لتنوع مصادر إنتاج واستيراد هذه المياه للكشف عن بكتريا دلائل التلوث الميكروبي (بكتريا القولون – البكتريا السبحية – وبكتريا *Clostridium Perfringins*) هي المعتمدة كفحوصات روتينية في مختبرات فحص المياه المعبأة لتحديد مدي صلاحيتها للاستهلاك البشري. أما التحري عن الميكروبات الممرضة فلا يجري عادةً إلا في حالة الضرورة وتعد جميع نماذج المياه المعبأة التي تعطي نتائج موجبة لتواجد بكتريا دلائل التلوث غير صالحة للاستهلاك البشري واحتمالية احتوائها علي المسببات المرضية المختلفة (WHO, ;McFeters,1990 2001,2004).أهم ما يميز مياه الشرب المعبأة عن التي تضخ في الشبكات العامة هو جودة المياهـ المعبأة خاصة من ناحية الطعم

وانتظام جودة المياه مع الوقت. كما أن مياه الشبكات قد تتغير بعض خصائصها نتيجة المواد التي تتعرض لها أو تنتقل إليها من البيئة المحيطة بها من خزانات وأنابيب تنتقل خلالها لمسافات طويلة قبل أن تصل إلي صنبور المستهلك بينما تكون احتمالية تلوث المياهـ المعبأة ضئيلة لأنها توضع في عبوات محكمة الإغلاق (زاهد، 2002). تتوفر المياه المعبأة في عبوات بلاستيكية مختلفة الأحجام liter(0.25،0.5،1.5،5) ويلاحظ أن معظم هذه المصانع تنتج منتجات أخرى كالعصائر ومنتجات الألبان. أما مصدر المياه المعبأة فإما من مياه الأنهار أو من المياه الجوفية حيث تمتلك معظم هذه المصانع آبار إرتوازية. ويتم الإنتاج عبر مراحل متعددة (مختار، 2017).

1.1 المواصفات السودانية القياسية لمياه الشرب المعبأة:

اهتمت الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس بتحديد المتطلبات والاشتراطات اللازم توفرها في المياه المعبأة للشرب من النواحي الصحية، الخواص الفيزيائية، الكيميائية والميكروبيولوجية. يجب أن تكون مياه الشرب المعبأة خالية تماماً من الكائنات الدقيقة الممرضة، ويجب أن تكون أوعية التعبئة والتغليف من الأنواع الموصى بها لتعبئة الغذاء كما يجب أن تكون مناسبة من حيث الشكل ويجب أن لا تسبب أي تغيير في طعم أو لون أو رائحة المياه، كما يجب أن تكون الأغطية المسموح بها في عبوات مياه الشرب المعبأة هي الأغطية ذات الجزء الواحد فقط ولا يسمح باستخدام الأغطية ذات الجزئيين، يجب أن تكون أوعية التعبئة الفارغة نظيفة و محفوظة علي نحو يتوافق مع الممارسات التصنيعية الجيدة و يمنع حدوث أي تلوث عرضي، كما يجب أن تكون العبوات محكمة القفل (بعد عملية التعبئة) وتمنع حدوث أي تلوث لاحقاً، كذلك طرق معالجة المياه الواردة بدليل معالجة المياه (دليل معالجة المياه 2006/2 – الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس) أو أي طرق أخرى معتمده، ومتطلبات التعقيم والتطهير يجب أن تتم معالجة المياه بالمعقمات و/أو المطهرات التي يجب أن تضمن كيفية تطبيقها وتركيزها للقضاء الكامل علي كل الكائنات الدقيقة الممرضة ويجب أن لا توجد بقايا من المعقمات أو المطهرات عند وصول المنتج النهائي إلي المستهلك. مع عدم الإخلال بما جاء بمواصفة البيانات علي العبوة أو الديباجة الخاصة بالمواد الغذائية(م س د ق 2007/2889) يجب أن تحتوي الديباجة علي المعلومات أدناه: أسم المنتج، محتوي المياه من الشقوق الحمضية و القاعدية (ملجم/لتر) و يجب أن تحتوي علي الشقوق التالية علي الأقل: الصوديوم – الكالسيوم – الماغنيسيوم – النترات – النتريت – الفلورايد – الكلورايد – الكبريتات – الأملاح الكلية الذائبة – الرقم الهيدروجيني) كما يجب إيضاح نوع المعقم / المطهر المستخدم. الحجم الصافي (بالوحدات المترية)، تاريخ التعبئة ونهاية الصلاحية باليوم والشهر والسنة ويجب أن تكتب بصورة واضحة وغير مختصرة ويجب أن لا تطبع علي الغطاء، إسم وعنوان المُنتِج أو المعبأ (يجب أن يوضح علي العبوات الأولية و الثانوية) ويشترط أن تكون الديباجة باللغة العربية ويجوز وجود لغة أخري. بعد ضمان مطابقة كل الاشتراطات الواردة بهذه المواصفة تكون فترة الصلاحية وظروفها المبينة علي الديباجة ملزمة للمنتج والبائع. (الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس، 2008).

2. المواد وطرق البحث: Materials and Methods

المواد التي تم استخدامها

فينول احمر، محلول منظم، الايروكروم بلاك تي، حمض الكبريتيك، ميثيل برتقالي، فينوفثالين، نترات الفضة، كرومات البوتاسيوم، دليل البيروكسيد، هيدروكسيد الصوديوم، ماء، ماء مقطر، Macconky Broth، Luryle Try Tose Broth

الأدوات والأجهزة التي تم استخدامها

سحاحة، جهاز قياس العكارة، جهاز قياس الأس الهيدروجيني، دورق معايرة، كاس، أنبوب، معقم، حضان، ميزان حساس، جهاز قياس العسر، موقد بنزين، أنابيب اختبار، حمام مائي، أنابيب درهم، ماصة، رجاج، فرن الهواء الجاف، أطباق التذريع، جهاز قياس الكلورين.

طرق التحاليل المستخدمة :

العكارة:

أخذت 10 مل من العينة ووضعت في جهاز قياس العكارة وأخذت القراءة من شاشة الجهاز.

قياس الأس الهيدروجيني:

أخذت 10 مل من العينة في أنبوبه صغيره ووضع داخلها إلكترود خاص بجهاز قياس الـpH مع وجود محلول منظم(DPD1) ثم القراءة من شاشة الجهاز.

قياس الأملاح الكلية الذائبة (TDS):

أخذت 10 مل في كاس وأدخل مؤشر الجهاز في الكأشم أخذت القراءة من الشاشة.

العسر الكلي:

تم قياس العسر الكلي باستخدام الطريقة المعتمدة في (ASTM, 1989) وذلك بأخذ 50 مل من ماء في دورق وأضيف إليه1 مل محلول منظم وقطرتين من دليل الايروكروم بلاك تي وعوير بإضافة (EDTA) من السحاحة مولاريته 0.01M مع الرج حتى يتغير اللون البنفسج إلى ازرق وحسب العسر الكلي لوحدة الـppm من المعادلة أدناه:

$$\frac{v(EDTA) \times m(EDTA) \times mw(caco3) \times 1000}{\text{ml of sample}} = ppm\ of\ total$$

كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$):

أخذت 50 مل من الماء في دورق وأضيف إليه 1 مل من $NaOH_2M$ وقليل من دليل البيروكسيد وعوير بإضافة محلول (EDTA) من السحاحة مولاريته 0.1M ورج حتى تغير اللون من الوردي للأرجواني وحسبت من المعادلة أدناه:

$$\frac{v(EDTA) \times m(EDTA) \times mw(caco3) \times 1000}{\text{ml of sample}}$$

$$Caco_3 \Longrightarrow ca^{+2}$$
$$100 \Longrightarrow 40$$
$$X \Longrightarrow y$$
$$y = (x*40)/100 = ca^{+2}$$

الماغنيسيوم: Mg^{+2}

تم حساب الماغنيسيوم من المعادلة (العسر الكلي –$CaCO_3$)×0.24 بعد حساب العسر الكلي وكربونات الكالسيوم

الكلورايد:

تم قياس الكلورايد باستخدام الطريقة المعتمدة في (ASTM, 1989) وذلك بأخذ 50 مل ماء باسطوانة مدرجة إلي دورق مخروطي أضيفت إليه نقاط من دليل كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) 5% وعوير بإضافة محلول نترات الفضة ذو التركيز 0.014M من السحاحة مع الرج حتى يتغير اللون من الأصفر إلى الأحمر الطوبي وسجل حجم الحامض وحسب الكلورايد ($caco_3$ mg/l) من المعادلة أدناه:

$$\frac{v(Agcl) \times m(Agcl) \times Mwt(ofcl) \times 1000}{ml\ of\ sample}$$

القلوية الكلية:

تم قياس القلوية الكلية باتباع الطريقة المعتمدة في (ASTM, 1989) في تقدير تركيز القلوية وذلك بأخذ 50 مل ماء في دورق مخروطي وأضيف إليه نقاط من دليل الفينونفثالين عوير بإضافة محلول حمض الكبريتيك من السحاحة مولاريته 0.01M مع الرج المستمر حتى تغير اللون من وردي إلى عديم اللون وسجل حجم الحامض من السحاحة أضيف للمحلول نقاط من دليل المثيل البرتقالي وأكملت المعايرة حتى تحول اللون من الأصفر إلى الأحمر البصلي وحسبت القلوية الكلية من المعادلة أدناه:

$$\frac{(1000) \times M(H_{2So_4}) \times Mwt(caco3) \times (H_{2So_4})v}{ml\ of\ sample}$$

التحاليل الميكروبيولوجية:

حضر نوعين من الأوساط الغذائية لتنمية الميكروبات كالآتي:

1. وزنت 3.24 جرام من الماكونكي بروث وذوبت في 50 مل ماء مقطر وعقمت في اوتوكلاف على درجة حرارة 121°م وضغط $15lb/in^2$ لمدة 15 دقيقة وترك حتى يبرد ثم أضيف الى عينات المياه في أنابيب درهم وحضن في حضان على درجة حرارة 35°C لمدة 24hr ولوحظت النتيجة أن اللون لم يتغير في الأنابيب الى الأصفر وعدم وجود الغاز .(APHA, 1998).

2. وزنت 3.24g من لوري لتراي توس بروث وذوبت في50 مل ماء مقطر داخل حمام مائي وعقمت في جهاز الاوتوكلاف على درجة حرارة 121°م وضغط $15lb/in^2$ لمدة 15 دقيقة وترك ليبرد وأضيف الى عينات المياه في أنابيب درهام وحضن على درجة حرارة 35 °م لمدة 24 ساعة ولوحظت النتائج حيث لا يوجد غاز على الأنابيب وهذا يدل على عدم تلوث المياه باي من الميكروبات القولونية APHA, (1998).

3. النتائج والمناقشة: Results and Discussions

1.3 نتائج التحاليل الكيميائية:

تشير نتائج جدول (1) أن الخواص الكيميائية لـ13 عينة من المياه المعبأة التي تم قياسها وتحليلها مختبريا مطابقة للمواصفات الموضوعة من قبل الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس التي تشترط على ان الرقم الهيدروجيني لمياه العينات المختارة يتراوح بين (6.5-8.5)mg/l بذلك جميع العينات مطابقة للمواصفات القياسية، كما ان تركيز الأملاح الصلبة الذائبة الكلية في المذيبين (80-500)mg/l وأن جميع العينات مطابقة للمواصفات القياسية السودانية، وتركيز الكبريتات لعينات المياه (0-200)mg/l إذا أنها مطابقة للمواصفات القياسية السودانية ، ويكون تركيز الكلورايد لمياه العينات المختارة (5-500)mg/l وأن الحد الأقصى المسموح به 250mg/l وتراوح تركيز الفلورايد بين (0.03-0.8)mg/l والحد الأقصى المسموح به 1.5mg/l وبذلك تكون جميع العينات مطابقة للمواصفات القياسية السودانية، ويتراوح تركيز النتريت 0.06- (0)mg/l وان الحد الأقصى المسموح به 0.2mg/l وبذلك تكون جميع العينات مطابقة للمواصفات القياسية السودانية، ويتراوح تركيز الصوديوم (6-175)mg/lوان الحد الأقصى المسموح به 200mg/l وبذلك تكون جميع العينات مطابقة للمواصفات القياسية السودانية، وأن تركيز المغنسيوم –2.5 (20)mg/l وأن الحد الأقصى المسموح به 30mg/l وبذلك تكون جميع العينات مطابقة للمواصفات القياسية السودانية، ووجد تركيز البوتاسيوم (0.01-10)mg/l وأن الحد الأقصى المسموح به 2mg/l وبذلك تكون جميع العينات مطابقة للمواصفات القياسية السودانية، تراوح تركيز الكالسيوم mg/l (35.2 _6.3) وأن الحد الأقصى المسموح به 400mg/l وبذلك تكون جميع العينات مطابقة للمواصفات القياسية السودانية، تراوح تركيز العسر الكلي (60-100)mg/l وبذلك تكون جميع العينات في الحد المسموح به، تركيز القلوية الكلية 50mg/l بذلك تكون مطابقة للمواصفات القياسية السودانية.

جدول (1) يوضح الخواص الكيميائية لـ13 عينة من مياه الشرب المعبأة

التحليل العينة	PH	الأملاح الكلية الذائبة	Mg	كبريتات	نترات	الفلورايد	الكلورايد	الصوديوم	البوتاسيوم	كالسيوم	النتريت	العسر الكلي	القلوية
أحواض الجنة	7.3	110	8	-	0	0.2	10	7	1	-	0	60	-
طل	7.5	120	10	7	0.3	0.05	35	30	5	10	0.01	-	-
ميزو	7.4	104	7	10	3	0.03	20	22	-	30	0.02	-	-
السهول	7.8	150	7	10	0.2	0.03	25	15	0.5	25	0.02	-	-
صافية	7.5	100	3	10	1	0	10	7	0.1	15	0.02	-	-
رويدا	7.3	100	7	3	0.06	0.15	-	6	0.6	-	0.06	80	50
سوبا	8	140	7.7	13	0	0.36	15	12.8	2.4	35.2	0	-	-
يس	7.7	150	20	20	10	0.15	10	10	10	20	0.02	-	-
بلادي	7.5	100	7	0	1	0.2	5	20	-	10	0.0	-	-
كريستال	7.2	125	2.5	10	0.8	0.8	12	-	0.01	10	-	-	-
أنهار	7.4	85	5.5	3	0.3	0.1	4.8	20	-	6.3	0.02	-	-
ينابيع النيل	7.8	90	-	25	20	0.5	25	155	0.5	25	0.2	100	50
عزوبة	8.5	150	-	25	20	0.8	25	155	0.1	15	0.2	100	50

2.3 نتائج التحاليل الفيزيائية:

من جدول (2) أدناهـ يتضح أن جميع العينات التي تم تحليلها لتحديد اللون والطعم والرائحة والعكارة كانت مطابقة للمواصفات الموضوعة من قبل الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس التي تنص على أن تكون مياه الشرب المعبأة لا لون ولا طعم ولا رائحة، وتصل العكارة حتى 5NTU. هذه النتائج تتوافق مع ما أوجده (مختار، 2017) حيث توصل في تحليله لمياه الشرب المعبأة في ولاية الخرطوم أن مياه الشرب المعبأة لا لون ولا طعم ولا رائحة لها والعكارة متوافقة مع المواصفات السودانية ومنظمة الصحة العالمية.

جدول (2) يوضح الخواص الفيزيائية لـ13 عينة من مياه الشرب المعبأة

الخواص الفيزيائية / العينة	اللون	الطعم	الرائحة	العكارة
أحواض الجنة	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.30
طل	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.34
ميزو	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.47
السهول	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.50
صافية	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.07
رويدا	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.04
سوبا	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.06
يس	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.13
بلادي	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.12
كريستال	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.45
أنهار	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	0.53
ينابيع النيل	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	-
عزوبة	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد	-

3.3 نتائج التحاليل والميكروبيولوجية:

من جدول (3) أدناه تشير نتائج العينات التي تم تحليلها لتحديد وجود الميكروبات بأنها مطابقة للمواصفات الموضوعة من قبل الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس، حيث يجب أن تكون مياه الشرب المعبأة خالية تماماً من الكائنات الدقيقة الممرضة والحشرات (وبيضها ويرقاتها وأجزائها) والطحالب والطفيليات وأن تكون مطابقة للاشتراطات الميكروبيولوجية الواردة في المواصفة القياسية السودانية الخاصة بالحدود الميكروبيولوجية في المياه المعبأة في قناني رقم (م س د ق 2008/370).

جدول (3) يوضح الخواص الميكروبيولوجية لـ13 عينة من مياه الشرب المعبأة

العينة	Total coliform	Fecal coliform	بكتريا القولون
أحواض الجنة	0	0	0
طل	0	0	0
ميزو	0	0	0
السهول	0	0	0
صافية	0	0	0
رويدا	0	0	0
سوبا	0	0	0
يس	0	0	0
بلادي	0	0	0
كريستال	0	0	0
أنهار	0	0	0
ينابيع النيل	0	0	0
عزوبة	0	0	0

4. الخاتمة:Conclusion

إن إجراء مثل هذه الدراسة في غاية الأهمية لكي نتمكن من معرفة جودة بعض أصناف مياه الشرب المعبأة والمنتجة محلياً ولحماية المستهلك من شرب المياه الملوثة. حيث اتضح في هذه الدراسة مدى التزام الشركات المنتجة بما جاء في مواصفات الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس وفقا للتحاليل الكيميائية، الفيزيائية والميكروبية.

5. المراجعReferences

زاهد، وليد محمد كامل، (2002). جودة مياه الشرب المعبأة المحلية والمستوردة في المملكة العربية السعودية، جامعة الملك عبدالعزيز كلية الهندسة، الرياض، المملكة العربية السعودية.

السقا، محمد إبراهيم، (2014). اقتصاديات المياه المعبأة، الإمارات العربية المتحدة.

مختار، محمد ابوالحسن القاسم، (2017). جودة مياه الشرب المعبأة في السودان، جامعة الملك فيصل، المملكة العربية السعودية.

منظمة الصحة العالمية، (2004). دلائل جودة مياه الشرب، جنيف.

الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس، (2007). دليل معالجة المياه 2006/2

الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس، (2008). مواصفة مياه الشرب المعبأة م س د ق 2008/144

References

1. **APHA, (1998).** Standard Method for the Examination of water and waste water (20th ed) A.P.H.A., 1015 Fifteen Street, N.W. Washington DC.
2. **ASTM, American Society for Testing and Materials (1989)**. Annual Book of ASTM standards, water printed in Easton Md. USA. PP.1129.
3. **Hussien, N.B., Babikr, A.O., Elhesain, M.H. and Mohamed, Y.A., 2021**. Evaluation of Water Purification Plant at Kosti City-Sudan. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, 83(3), pp.121-128.
4. **McFeters, G. A. (1990).** Drinking Water Microbiology, Springer –Verlag, New York .
5. **WHO. (2001).** Guidelines for Drinking Water Quality: Addendum Microbiological Agents in Drinking Water, World Health Organization. Geneva .
6. **WHO. (2004).** Guidelines for Drinking Water Quality, vol.1 , Recommendations, 3rdEdition, World Health Organization , Geneva.