

دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب المعبأة من منطقة غرب ليبيا

أسماء عبدالحميد بلق¹، إبتسام السني العكروت²، أحمد خالد عطية³، الشيباني محمد شليق⁴

1 قسم الكيمياء والنفطية، المعهد العالي لتقنيات شؤون المياه - العجيلات

2 قسم الفيزياء، كلية العلوم - جامعة صبراتة

3 قسم الهندسة النفطية، كلية هندسة الموارد الطبيعية - العجيلات

4 قسم البيئة والتلوث، المعهد العالي لتقنيات شؤون المياه - العجيلات

ملخص البحث:

تم إعداد هذا البحث لتقييم نوعية مياه الشرب المعبأة الأكثر تداولاً في المنطقة الغربية، تم اختيار الشركات المنتجة للمياه المعبأة بواقع شركتين من كل منطقة، حيث تم تقييم جودة تسعة أصناف من المياه المعبأة المحلية ومن ثم مقارنة النتائج مع المواصفة القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية WHO، وتضمن التقييم دراسة الخواص الفيزيائية

والكيميائية وهي الأس الهيدروجيني pH ، الأملاح الصلبة الذائبة TDS، الموصلية الكهربائية E.C، الصوديوم Na^+ ، الكالسيوم Ca^{+2} ، الماغنسيوم Mg^{+2} ، البوتاسيوم K^+ ، الكلوريد Cl^- ، الفلوريد F^- ، الكبريتات SO_4^{-2} ، النترات NO_3^- و البيكربونات HCO_3^- . أظهرت نتائج الدراسة أن مياه الشرب المعبأة في المنطقة الغربية مطابقة للمواصفة القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية WHO، إلا أنها كانت أقل بكثير من الحد الأدنى والأعلى المسموح به للمواصفات المعتمدة في الدراسة وهذا يؤثر سلباً على صحة الإنسان فشرب مياه بها نسبة قليلة من الأملاح تسبب مشاكل صحية عديدة منها انخفاض ضغط الدم، ارتفاع الكوليسترول في الدم، هشاشة العظام ، تسوس الأسنان وضعف الذاكرة وغير ذلك من الأمراض.

كما أظهرت النتائج أن قيم المواصفات المذكورة على العبوات لا تعكس المحتوى الحقيقي لهذه العبوات، أي هناك اختلاف كبير بين قيم المواصفات المذكورة على العبوات ونتائج فحص عينات الدراسة.

الكلمات المفتاحية: المياه المعبأة، الخواص الفيزيائية، الخواص الكيميائية.

مقدمة:

تعتبر مياه الشرب من حاجات الإنسان الضرورية والمستمرة ولا يمكن الاستغناء عنها لأي سبب، ويجب أن تتوفر فيها معايير جودة المياه من حيث الطعم واللون بالإضافة إلى المواصفات الفيزيائية والكيميائية. وقد زاد استهلاك مياه الشرب في السنوات الأخيرة وسبب هذه الزيادة هو جودة المياه المعبأة مقارنة بمياه الصنبور وأهمية مياه الشرب للصحة، وكذلك ازداد عدد مستهلكي مياه الشرب المعبأة بمقدار ثلثي الجنس البشري بسبب عدم وجود مياه عذبة

للشرب. وهناك أسباب مختلفة لشراء مياه الشرب المعبأة ومنها النوعية السيئة لمياه الصنبور في بعض المناطق فضلاً عن تزايد الجهل بمزايا مياه الشرب إلى حد أنه يتم شرب المياه فقط لإرواء العطش.

تلقي صناعة مياه الشرب المعبأة في ليبيا انتشاراً واسعاً حيث توجد أعداد كبيرة من مصانع المياه مقارنة مع معامل الصناعات الغذائية، وقد رافق هذه الزيادة في أعداد المصانع انخفاض حاد في النوعية والفشل في تطبيق المواصفات القياسية الليبية الخاصة بمياه الشرب المعبأة مما أدى إلى إغراق الأسواق المحلية بالعديد من العلامات التجارية دون الأخذ بنظر الاعتبار مطابقتها للمعايير القياسية لمياه الشرب ومدى الالتزام بالخصائص الفيزيائية والكيميائية.

أجريت العديد من الدراسات المحلية والدولية على مياه الشرب المعبأة منها دراسة رزوقي وآخرين التي شملت 400 عينة من المياه المعبأة المحلية والمستوردة في بغداد والتي أظهرت ارتفاع تراكيز معظم المتغيرات في نماذج المياه المحلية مقارنةً بالمستوردة باستثناء الكلوريد^[3]. وفي دراسة محمد العباس آخرين، التي شملت دراسة 6 عينات من منطقة الفرات الأوسط وقد أظهرت النتائج أن المياه المعبأة في منطقة الشرق الأوسط حققت المواصفات القياسية العراقية ومواصفات جمعية المياه العالمية *IBWA* باستثناء *pH* لم تحقق % 36 من النماذج المفحوصة كلتا المواصفتين.

قام أسعد شعوي وآخرون، بتقييم مياه الشرب كيميائياً وبيولوجياً لأبار منطقة قيرة الشاطئ بليبيا حيث بينت النتائج مطابقة جميع الأبار للمواصفات الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية ماعدا بئر واحد كانت قيمة *pH* أقل من المدى المسموح به^[2].

2. أهداف الدراسة:

- تهدف هذه الدراسة إلى تقييم جودة تسعة أصناف من مياه الشرب المعبأة المحلية المنتجة في منطقة غرب ليبيا وتضمن التقييم العناصر التالية:
1. دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية لأصناف مياه الشرب المعبأة.
 2. مقارنة النتائج بالموصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية.
 3. مقارنة نتائج فحص العينات بالموصفات المذكورة على العبوة من قبل الشركة المنتجة.

3. طريقة جمع العينات:

تم الحصول على مياه الشرب المعبأة من بعض المحلات التجارية في المنطقة الغربية من ليبيا في شهر مايو 2018م بواقع شركتين من كل مدينة مع الأخذ بنظر الاعتبار حداثة إنتاج العبوات لتفادي احتمالية تغير بعض خصائص المياه مع اقتراب انتهاء الصلاحية وتضمنت العبوات 9 أصناف من المياه كان حجم العبوات 0.5 لتر لكل العينات ماعدا مياه (م8) أخذت عبوة 0.25 لتر. ويبين الجدول (1) معلومات عن أصناف المياه المحلية .

جدول (1) معلومات عن أصناف المياه المحلية والدولية

التسلسل	اسم الصنف	رمز	حجم العبوة	مصدر المياه	طريق التعقيم
1	دجلة	م1	0.5 لتر	غير مذكور	الاوزون
2	أساريا	م2	0.5 لتر	غير مذكور	الاوزون
3	الأمازون	م3	0.5 لتر	غير مذكور	الاوزون
4	سما	م4	0.5 لتر	غير مذكور	الاوزون
5	النبع	م5	0.5 لتر	غير مذكور	الاوزون
6	نبع الحياة	م6	0.5 لتر	غير مذكور	الاوزون
7	فروة	م7	0.25 لتر	غير مذكور	الاوزون
8	مياهنا	م8	0.5 لتر	غير مذكور	الاوزون
9	الجوف	م9	0.5 لتر	غير مذكور	الاوزون

تم إجراء تحليل العينات في معمل السديم لتحليل المياه - جنزور. حيث استخدم جهاز (multiline- meter) من نوع (WTW) في قياس الموصلية الكهربائية (E.C)، الأملاح الذائبة الكلية (TDS) و قيمة الأس الهيدروجيني (pH)، كذلك تم تقدير البيكربونات (HCO_3^-) بالتسحيح مع حمض الكبريتيك، الكلوريد تم تقديره بالتسحيح مع نترات الفضة، الكالسيوم (Ca^{2+}) والماغنسيوم (Mg^{2+}) تم تقديرها بالتسحيح مع EDTA (Ethylene diamine tetra acetic acid)، النترات (NO_3^-) والسلفات (SO_4^{2-}) والفلوريد (F^-) تم قياسها باستخدام جهاز الطيف اللوني (flame spectrophotometer)، الصوديوم (Na^+) والبوتاسيوم (K^+) تم تقديرها بواسطة جهاز مضواء اللهب الطيفي (flame photometer)، جدول (2) يبين المواصفة المكتوبة على العبوة.

جدول (2) المواصفة المكتوبة على العبوة

المتغير	1م	2م	3م	4م	5م	6م	7م	8م	9م
pH	7.7	7.1	7	6.9	6.5-7.5	7	6.86	7.5-8.5	-
TDS	100	153	90-120	80-120	120	50-120	61.5	90-170	500
Na^+	8.8	23.8	13.8	23	16	5	15.82	17	100
Ca^{2+}	8	13.2	8.6	8	8	0.2	10.5	13	3
Mg^{2+}	8.6	10.5	3.8	7	5	0.12	-	7	-
K^+	0.5	1	0	2	1	0	1.75	2	12
Cl^-	31	67	28.3	25	28	8.1	15.7	21	150
F^-	0.24	-	-	-	0.4	-	-	-	-
SO_4^{2-}	7.8	16	11.5	41	15	0	13.85	31	150
NO_3^-	-	-	-	1	3	2.7	3.68	3.9	10
HCO_3^-	30.6	21.5	24.4	23	25	20.1	13.15	52	150

4. المواصفات المعتمدة في الدراسة:

استخدمنا المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب المعبأة (م ق ل 10) لسنة 2008 والصادرة من قبل المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية كمواصفات محلية^[1] ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO) كمواصفة عالمية^[5] والجدول رقم (3) يبين حدود متغيرات الدراسة حسب المواصفتين.

جدول رقم (3) حدود متغيرات الدراسة وفقاً للمواصفات المعتمدة في الدراسة

المواصفات المعتمدة		المتغير
منظمة الصحة العالمية (WHO)	المواصفة القياسية الليبية	
6.5-8.5	6.5-8.5	pH
500-1000	500	TDS
450-1500	-	EC
200-400	100	Na ⁺
30-200	-	Ca ⁺
10-50	-	Mg ⁺
12	12	K ⁺
200-600	150	Cl ⁻
0.8-1.5	1	F ⁻
200-400	150	SO ₄ ²⁻
10-50	10	NO ₃ ⁻
200	150	HCO ₃ ⁻

• جميع قيم المتغيرات محسوبة بالمليجرام / لتر (mg/L) ماعدا pH

5. النتائج والمناقشة:

لاحظنا اختلاف كبير عند مقارنة النتائج المعملية في جدول (4) و جدول (5) بالمواصفة المثبتة على العبوة جدول (2) مما يدل عدم الدقة في تحليل عينات مياه الشرب المعبأة. نتائج الفحوصات الفيزيائية والكيميائية الموضحة في جدول (4) و جدول (5) ستتم مناقشتها من خلال مقارنتها مع المواصفة القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية *WHO* كالتالي

جدول (4) النتائج المعملية لعينات مياه الشرب المعبأة في المنطقة الغربية

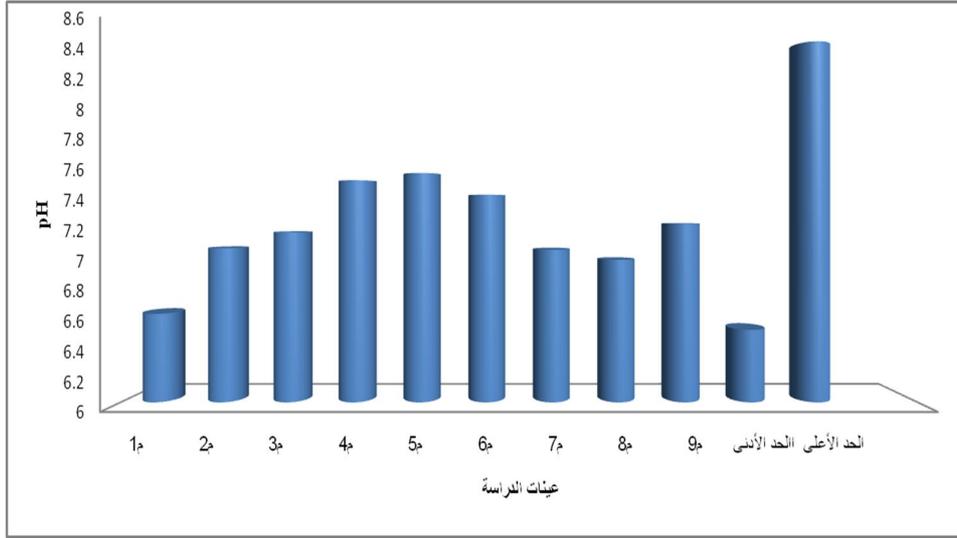
العينة	pH	E.C ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	TDS (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	Ca ⁺² (mg/L)	Mg ⁺² (mg/L)	K ⁺ (mg/L)
1م	6.61	210.00	115.50	18.10	6.60	1.58	0.50
2م	7.07	126.00	69.30	14.20	1.68	0.24	0.40
3م	7.18	97.00	57.40	14.30	1.52	0.29	0.50
4م	7.54	167.00	91.85	21.10	4.81	0.49	0.70
5م	7.59	199.00	109.45	23.93	7.20	2.91	0.66
6م	7.44	69.45	38.20	4.10	6.24	1.47	0.25
7م	7.06	98.60	63.10	12.30	5.24	1.81	0.30
8م	6.99	295.00	152.25	31.74	11.86	5.19	0.46
9م	7.24	82.00	45.10	14.74	0.52	0.59	0.16

جدول (5) النتائج المعملية للأيونات السالبة في عينات مياه الشرب المعبأة في المنطقة الغربية

العينة	Cl ⁻ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)
1م	15.00	< 0.02	7.95	2.00	38.79
2م	6.20	< 0.02	3.57	5.60	23.70
3م	6.60	< 0.02	0.78	6.20	26.12
4م	10.50	0.34	33.24	6.80	7.02
5م	41.33	0.03	11.63	4.32	10.67
6م	12.07	< 0.02	11.49	0.39	1.52
7م	13.21	< 0.02	9.00	4.00	14.55
8م	54.21	< 0.02	27.31	9.56	9.42
9م	20.72	< 0.02	0.81	5.91	1.12

1.5 قيمة الأس الهيدروجيني (pH):

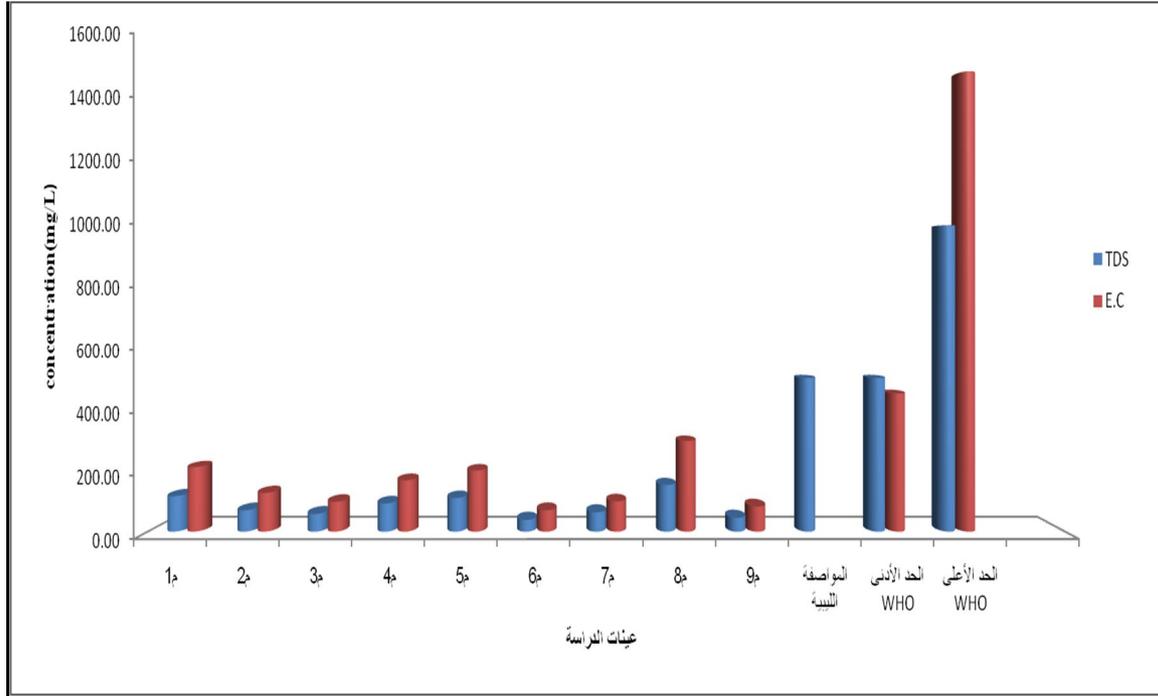
قيم الأس الهيدروجيني كما هو مبين في الشكل (1) تراوحت قيمة الأس الهيدروجيني في عينات الدراسة بين 6.61 و 7.59 أي أنها حققت متطلبات المواصفة الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية. ولم يذكر قيمة الأس الهيدروجيني علي مياه العينة م 9.



شكل (1) الأس الهيدروجيني

2.5 الأملاح الذائبة الكلية (TDS):

يوضح الشكل (2) نتائج فحص الأملاح الذائبة الكلية ويلاحظ أن قيم تركيز الأملاح الذائبة الكلية تراوحت بين $38.20 - 152.25$ mg/L مما يوضح أن هذا المتغير لكل العينات المفحوصة أقل من القيم المسموح بها في المواصفة القياسية الليبية (500) ومواصفات (WHO) (500-1000) وهذا أمر طبيعي؛ لأن من الأهداف لشركات المياه المعبأة هو تخفيض نسبة الأملاح الذائبة الكلية.



شكل (2) الأملاح الذائبة الكلية والموصلية الكهربائية

3.5 الموصلية الكهربائية (E.C):

من الشكل (2) يتضح أن الموصلية الكهربائية تراوحت قيمتها بين $295 \mu s/cm$ - (69.45)، جميع العينات حققت مواصفات منظمة الصحة العالمية.

4.5 الصوديوم (Na^+):

نتائج فحص الصوديوم لعينات مياه الشرب المعبأة مقارنة مع الحد الأدنى والأعلى المسموح للمواصفات المعتمدة في الدراسة موضحة في الشكل (3) ونستنتج أن قيم الصوديوم تراوحت ما بين $4.10 - 31.74 mg/L$ حيث أظهرت النتائج أن هذه القيم أقل بكثير من القيم المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية والبالغ $100 mg/L$ و $200-400 mg/L$ للمواصفتين على التوالي.

5.5 الكالسيوم (Ca^{+2}):

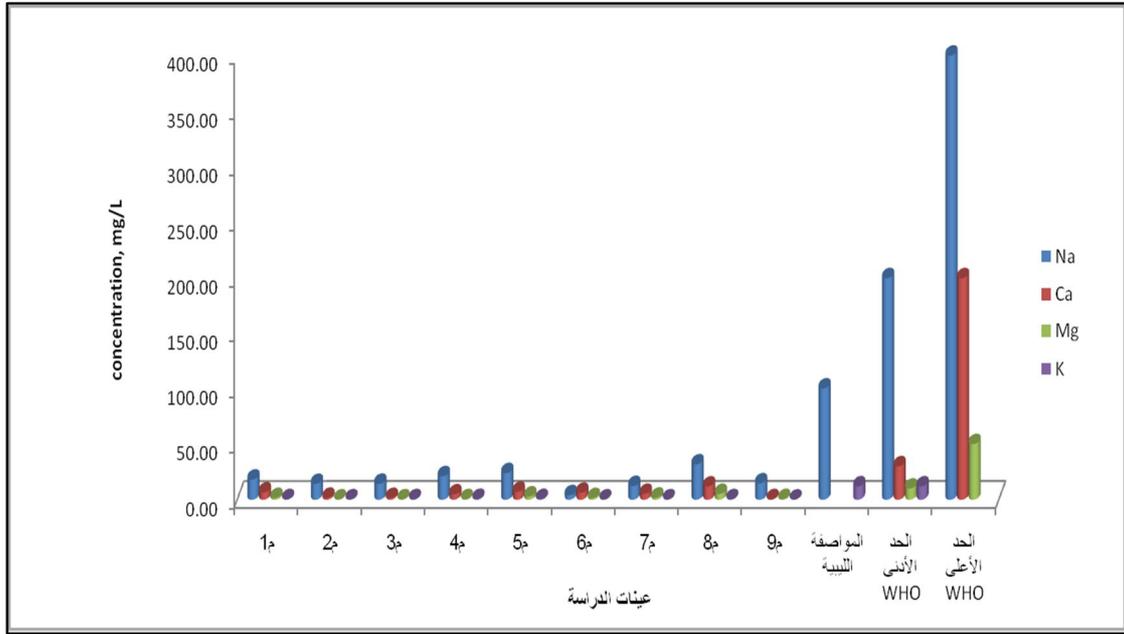
أظهرت النتائج في شكل (3) قيم الكالسيوم ضمن المدى $(0.52 - 11.86) \text{ mg/L}$ وهو أقل بكثير من القيم المسموح بها في مواصفات منظمة الصحة العالمية بالنسبة لعينات المياه المعبأة في المنطقة الغربية ، بينما لم تحدد المواصفات القياسية الليبية قيم لتركيز الكالسيوم.

6.5 الماغنسيوم (Mg^{+2}):

من الشكل (3) نلاحظ قيم الماغنسيوم المتحصل عليها من فحص العينات ومن خلال مقارنتها بالمواصفات المعتمدة في الدراسة نجد أنها تراوحت ما بين $(0.24 - 5.19) \text{ mg/L}$ مما يبين أن قيم الماغنسيوم لمياه الشرب المعبأة أقل بكثير مقارنةً بمواصفات منظمة الصحة العالمية في حين لم تحدد المواصفة القياسية الليبية قيمة لتركيز الماغنسيوم. ولم يتم ذكر قيمة الماغنسيوم على عينات مياه (م7) و (م9) .

7.5 البوتاسيوم (K^{+}):

نلاحظ من الشكل (3) أن قيم تركيز البوتاسيوم في العينات المفحوصة تراوحت بين $(0.16 - 0.7) \text{ mg/L}$ وبعد مقارنتها تبين أن قيمتها أقل من القيم المسموح بها للمواصفة القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية التي من المفترض ألا تتجاوز 12 mg/L .



شكل (3) الصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم

8.5 الكلوريد (Cl):

الشكل (4) يوضح تركيز أيون الكلوريد لعينات الدراسة ويلاحظ أن قيم أيون الكلوريد في عينات الدراسة كانت ما بين $6.20 - 54.21$ mg/L أي أنها أقل بكثير من القيم المسموح بها في المواصفتين الليبية و WHO والبالغ 150 mg/L و $200-600$ mg/L على التوالي.

9.5 الفلوريد (F):

قيمة الفلوريد $0.03, 0.34$ mg/L لعينات (4م) و (5م) على التوالي بينما كانت قيمة باقي العينات أقل من 0.02 mg/L و وجدت قيمتها أقل من القيم المسموح بها للمواصفات المعتمدة في الدراسة كما هو مبين في شكل (4). وتم توضيح قيمة الفلوريد على عبوات مياه (1م)، و (5م) فقط.

10.5 الكبريتات (SO_4^{2-}):

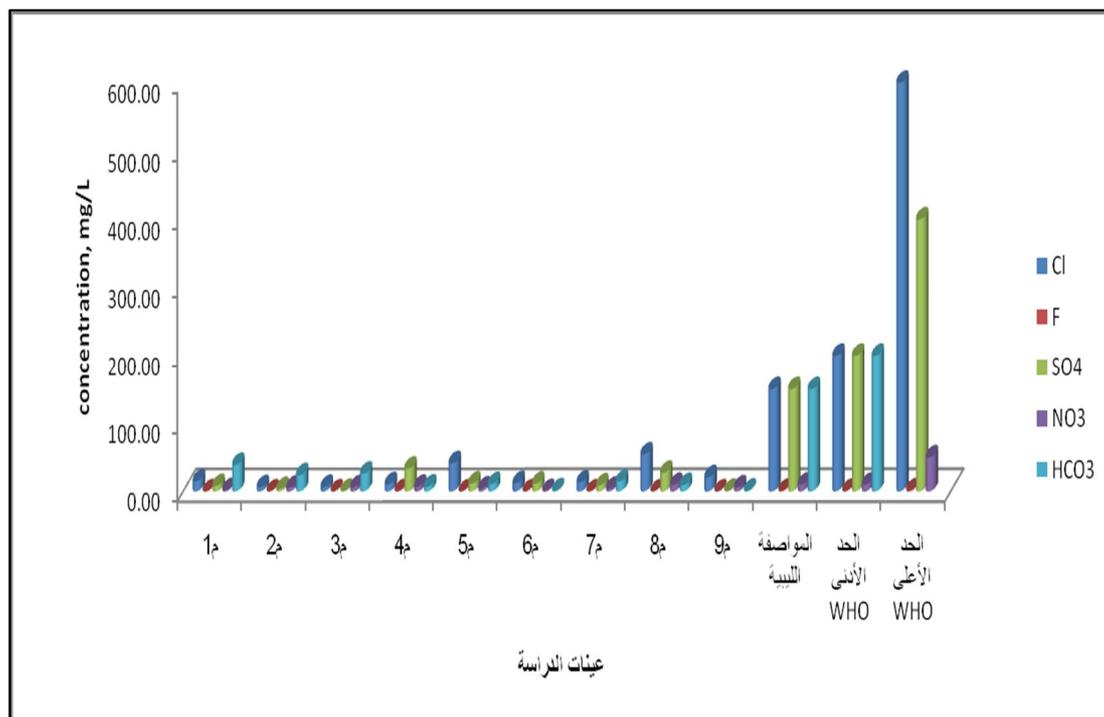
نتائج تركيز الكبريتات في عينات الدراسة موضحة في الشكل (4) ونستنتج منه أن تركيز أيون الكبريتات في عينات الدراسة يكون أقل بكثير من القيم المسموح بها في المواصفات الليبية ومواصفات WHO حيث كانت النتائج تقع ما بين $(0.78 - 33.24) mg/L$.

11.5 النترات (NO_3^-):

نلاحظ من الشكل (4) أن قيم تركيز النترات تراوحت ما بين $(0.39 - 9.56) mg/L$ من خلال مقارنتها مع المواصفة الليبية ومواصفات WHO تبين أنها تقع أقل من القيم المسموح بها والذي يكون $10 mg/L$ و $(10 - 50) mg/L$ للمواصفتين على التوالي، ولا توجد قيمة للنترات على مياه (م1)، (م2) و (م3).

12.5 البيكربونات (HCO_3^-):

بينت النتائج في شكل (4) أن قيم البيكربونات تتراوح بين $(1.12 - 38.79) mg/L$ أي أنها تقع أقل من الحد المسموح به مقارنةً بالمواصفة WHO والمواصفات الليبية، وبذلك تبتعد المياه المعبأة في ليبيا عن القيم المسموح بها للمواصفات المعتمدة في الدراسة.



شكل (4) الكلوريد والفلوريد والكبريتات والنترات والبيكربونات

كثرت علينا أنواع ومسميات مياه الشرب المعبأة في قوارير بلاستيكية من مختلف الأحجام وتعددت مسمياتها ومصادر إنتاجها، كما وجد أن غالبية الناس تستهلك هذه الأنواع من المياه. إن عملية تحلية المياه تفقد الماء نسبة 50% من الأملاح، حيث حذرت منظمة الصحة العالمية من خطورة إزالة الأملاح من مياه الشرب ذلك لأن نقص الأملاح بالجسم يسبب مشاكل صحية لجسم الإنسان. من خلال البحث والدراسة أتضح أن عينات المياه المعبأة تحتوي على نسبة أملاح أقل بكثير من الحد الأعلى المسموح للمواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية. بالرغم من حصول الإنسان على الأملاح من الأغذية الأخرى فإن نقصها في مياه الشرب يشكل خطورة كبيرة مثلًا نقص الماغنسيوم يسبب تقلص العضلات، خلل ضربات القلب، وفقدان الشهية، ويؤدي نقص الكالسيوم إلى انخفاض ضغط الدم، ارتفاع نسبة

الكولسترول في الدم والخفقان. كذلك نقص الفلوريد في الجسم يؤدي إلى تسوس الأسنان وضعف العظام، أيضاً يسبب نقص الصوديوم الصداع، انخفاض ضغط الدم، ضعف الذاكرة وتشنج العضلات. إن شرب مياه تحتوي على عدد قليل من الأملاح على المدى البعيد ولفترات طويلة يسبب مشاكل صحية كثيرة. فلا بد من إيجاد حلول بإضافة مياه عادية إلى مياه الشرب المعبأة أو إضافة أملاح.

7. الاستنتاجات:

1. حققت جميع العينات المواصفة القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية *WHO*، حيث كانت قيمة *pH* لجميع العينات تقع ضمن الحد المسموح به للمواصفات المعتمدة، وكانت نسبة الأيونات الموجبة والسالبة في المياه المحلية أقل بكثير من الحد الأعلى المسموح به مما يسبب مشاكل صحية بجسم الإنسان نتيجة نقص الأملاح.
2. اختلاف نتائج فحص عينات الدراسة عن القيم المثبتة على العبوة.

8. التوصيات:

1. استخدام الأجهزة والأساليب المتطورة في تنقية وتعقيم المياه.
2. توعية العاملين ومالكي مصانع مياه الشرب بأهمية معالجة مياه الشرب والتقنيات المستخدمة لذلك.
3. المتابعة الرقابية من قبل الجهات الرقابية المختصة (الصحية والبيئية والتجارية والصناعية) لمطابقة المياه المعبأة مع المواصفة القياسية الليبية.
4. إلزام الشركات المنتجة للمياه بإنشاء مختبرات لفحص المنتجات بصورة مستمرة للتأكد من مطابقتها للمواصفة القياسية الليبية.

5. إلزام الشركات المنتجة للمياه المعبأة بتغيير المواصفات المثبتة على العبوة بصورة مستمرة لتمثل فعلاً نوعية المياه المنتجة.
6. تحتاج بعض أصناف المياه المعبأة إلى إضافة الفلوريد حيث إن نسبة الفلوريد بها قليل جداً لا يتجاوز 0.02.
7. إيجاد الحلول المناسبة لتعويض نقص الأملاح في مياه الشرب واستخدام أجهزة لتحلية مياه الشرب بحيث لا يحدث نزع كلي للأملاح .

9. قائمة المراجع:

1. المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية - ليبيا. 2008. "مياه الشرب المعبأة" الإصدار الأول م ق ل 10: 2008م.
2. أسعد شعوي وآخرون. 2016. تقييم جودة مياه الشرب من آبار منطقة قيرة الشاطئ كيميائياً وميكروبيولوجياً. ICCPGE. العدد (1). ص (769-778).
3. رزوقي وآخرون. 2010م، "دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية والميكروبيية للمياه المعبأة المنتجة حالياً والمستوردة في مدينة بغداد". المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك. مجلد (2). العدد (3). ص (75 - 103).
4. زاهد، وليد بن محمد كامل. (2002). "جودة مياه الشرب المعبأة المحلية والمستوردة في المملكة العربية السعودية". مجلة جامعة الملك عبد العزيز. العلوم الهندسية . مجلد (14). العدد (2). س (81 - 104).
5. فاضل، أمجد محمد. (2010). " التقييم النوعي لمياه الشرب المعبأة المحلية والمستوردة في العراق". مجلة أروك للأبحاث العلمية. مجلد (3). العدد (2). س (54 - 73).

6. محمد العباس وآخرون. 2015. "التقييم النوعي لمياه الشرب المعبأة في العراق". مجلة جامعة بابل. مجلد (23). العدد (1) . ص (193 – 203).

7. WHO: World Health Organization (1996). *The directives for drinking water quality, 2nd , part 2, healthy criterion and other information, Geneve, Switzerland.*