LJAST
Libyan Journal of Applied Science and Technology
مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119

تقييم الآثار البيئية للمياه العادمة الناتجة من مصانع المياه المعبأة

أ. نعيمة أحمد طبيقة

[1] قسم الهندسة الكيميائية والبيئية، كلية التقنية الهندسية- جنزور، طرابلس، ليبيا

naimastbiga69@gmail.com

ملخص:

تم اجراء هذه الدراسة لتقييم بعض الآثار البيئية الناجمة للمياه العادمة (Brine) الناتجة عن تحلية المياه ببعض مصانع تعبئة المياه ومدى إمكانية الاستفادة منها ، المصانع واقعة بمنطقتي جنزور وتاجوراء ببلدية طرابلس الكبرى من خلال تحديد تراكيز بعض العناصر الغير عضوية بمياه آبار المصانع والمياه المعبأة الناتجة (مياه الشرب) والمياه العادمة ، وتم اجراء بعض الفحوصات الكيميائية والفيزيائية المطلوبة والتي تضمنت الأس الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية، كمية الأملاح الذائبة ، العسرة الكلية إضافة الى بعض العناصر مثل الكلوريد، الكالسيوم، الماغنيسيوم، الفلوريد ، والنترات وتمت مقارنتها بمعايير مياه الشرب الليبية (المواصفة رقم 82 لسنة 1992) و (المواصفة رقم 10 لسنة 2008).

كانت معظم النتائج النهائية لفحوصات ابار المياه (المصدر) لهذه الدراسة ضمن المقاييس والمعايير المسموح بها من قبل المواصفات الليبية ماعدا وجود ارتفاع ملحوظ في تراكيز الأملاح الذائبة الكلية (TDS) بآبارمنطقة تاجوراء مثلت نسب الأملاح على التوالي للمصانع المشار لها بالرموز D ، E، F (1635.0ملجم/لتر، 1742.0ملجم/ لتر، 2015.0 ملجم/ لتر) و التي فاقت نسبتها الحدود المسموح بها و التي حددت من 1000/500 ملجم / لتر (للمواصفة الليبية لمياه الشرب 82) ويدل ذلك على تملح آبار المنطقة مما سبب زيادة تركيز املاح المياه العادمة، كذلك لوحظ ارتفاع الكلوريد والعسرة الكلية بمعظم آبار المنطقتين (قيد الدراسة) والذي يدل على ارتفاع املاح الكالسيوم والماغنيسيوم بهذه الآبار.

أما مياه الشرب (المعبأة) كانت نسبة الأملاح الذائبة الكلية قليلة بالمنطقتين وكانت النسب تتراوح بين (13.77_94.10) لجميع مياه المصانع و كلها أقل من الحد المسموح به و الذي يتراوح بين (500/100 ملجم/لتر) حسب المواصفة رقم 10 لعام 2008 م وهذا يؤثر سلبا على صحة الإنسان فشرب مياه بها نسبة قليلة من الأملاح قد تسبب مشاكل صحية عديدة منها انخفاض ضغط الدم، ارتفاع الكولسترول في الدم، هشاشة العظام، تسوس الأسنان وضعف الذاكرة وغير ذلك من الأمراض [1].

كانت نتيجة الاختبارات لعينات المياه العادمة من المصانع الكائنة بمنطقة جنزور ذات ملوحة مقبولة أن معظم المحطات تلقي بها في التربة وتسقى بها بعض المزروعات التي تتحمل مستويات من الملوحة، اما بالنسبة للمصانع الواقعة بمنطقة تاجوراء وجد بها ارتفاع ملحوظ للأملاح بالمياه العادمة وذلك من الممكن أن يسبب اضرار وتملح التربة على المدى البعيد.

الكلمات المفتاحية: المياه العادمة، المياه المنتجة، مياه الآبار، الأملاح

مقدمة:

يعتبر الماء من أهم المصادر الطبيعية على وجه الأرض لأنه أساس الحياة لجميع الكائنات الحية، وتعاني كثير من دول العالم وخاصة مناطق الوطن العربي من ندرة المياه ويرجع ذلك إلى وقوعها في المنطقة الجافة وشبه الجافة، وحيث أن عدد السكان على الكرة الأرضية قد ازداد من 2.5 مليار نسمة سنة 1950 الى أكثر من 6 مليار نسمة في سنة 2000 والطلب على الماء يزداد بوتيرة عالية، ومع هذا التزايد والمتوقع ان يصل الى 8 مليار نسمة سنة 2025 فان إدارة ومعالجة المياه يصبح من الأمور فائقة الأهمية [2]

يعتبر معدل استغلال الفرد للمياه أحد المؤشرات على مستوى حياته، وتزداد الحاجة للمياه كما ونوعا لمختلف الاستعمالات البشرية فالمياه المعبأة توصف بأنها المشروب الأسرع نموا في العالم [3] لتصبح مشروبا منافسا لمياه الشرب الاعتيادية [4] وبلغ الحجم الإجمالي للاستهلاك العالمي للمياه المعبأة لعام 2005 ما يقدر بحوالي 9.894.163 بليون لتر والذي يمثل ما معدله

Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

36.25 لتر/فرد بعد أن كان بمعدل 17.79. لتر/فرد عام 2000 [5] أما المياه الصناعية والزراعية بسبب الزيادة السكانية وارتفاع مستوى المعيشة وانتشار الصناعات وزيادة الرقعة الزراعية استوجب` ذلك ترشيد استهلاك الماء ومعالجة الملوثات منه وإعادة استعماله والبحث عن مصادر جديدة، وقد جسدت المؤسسات والمنظمات الدولية الاهتمام بهذه المشاكل بإنشاء مراكز بحوث ومعاهد عليا للقيام بهذه المهمات ووضعت مواصفات قياسية للماء من اجل استعماله الاستعمال الأمثل ووضع القوانين واللوائح المنظمة بالتصرف في المياه من أجل الحفاظ على البيئة وصحة الانسان.

تعتبر مسألة المياه العادمة المركزة من المشكلات التي تواجه سكان ليبيا، وبالتالي فموضوع تأثيرها على البيئة وعلى الخزان الجوفي بالأخص جدير بالدراسة لأن تلوث المياه الجوفية له أثر كبير على سلامة البيئة والمجتمع.

إن دارسة الآبار الجوفية ونوعيتها، وتأثير المياه العادمة عليها لها أهمية كبيرة كونها تحظى باهتمام كبير من جانب الدولة الليبية عامة والهيئة العامة للمياه خاصة.

تعد هذه الدراسة إضافة و إثراء للمكتبة الليبية التي مازالت تعاني من ندرة المراجع المتخصصة في مجال التلوث البيئي بالمياه العادمة الناتجة من محطات تحلية المياه.

الجانب العملي :-

الدراسة الاستطلاعية

تم عمل زيارات ميدانية لثلاثة مصانع بمنطقة جنزور و ثلاث بمنطقة بتاجوراء (تم ترميز اسماؤها بأحرف انجليزية A, F , B,C,D,E وذلك للمحافظة على خصوصية النتائج المتعلقة بالمصانع) ومن خلال هذه الزيارات التي أقيمت لهذ المصانع

- تمت زيارة مراكز معالجة وتعبئة المياه المعبأة وتم الاطلاع على محطات المعالجة والاستماع إلى شروح وافية من المهندسين المشرفين عن آليات المعالجة المستعملة وعن التحاليل الروتينية والدورية لمياه المصدر(الآبار و المياه المعبأة و كيفية تصريف المياه العادمة)

- تم الاطلاع على المواصفات القياسية الليبية الخاصة بمياه الشرب المعبأة وغير المعبأة[6]

- تمت زيارة مواقع منظمة الصحة العالمية Organization Health World بشبكة

المعلومات حيث تم الاطلاع على المواصفات القياسية لمياه الشرب المعبأة .

- تم الاطلاع على بعض البحوث السابقة المنشورة والمتوفرة في مجال تحاليل المياه.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119

تم تجميع عينات من مياه (الآبار، المعبأة، العادمة) وتم اجراء عدة تحاليل عليها والتعرف على خصائصها الكيميائية الفيزيائية والحيوية ومدى مطابقتها للمواصفات والمعايير الليبية.

ونظرا لأن مصانع تحلية المياه التي تم اختيارها للدراسة ذات إنتاجية صغيرة مقارنة بالمحطات التي يتم التعاقد عليها لإمداد المدن بالمياه العذبة، رأينا إضافة محطة تحلية مياه الكائنة بمنطقة تاجوراء الى قائمة المصانع التي أجريت عليها الدراسة لسببين رئيسيين وهما الطاقة الإنتاجية ومصدر المياه ولكن للأسف كانت المحطة متوقفة عن العمل وذلك لأجراء بعض اعمال الصيانة ولهذا تقرر ان نقوم بزيارة ميدانية للوقوف على حجم وطاقة المحطة وكذلك الهدف من انشاؤها.

جمع العينات:

من خلال الزيارات التي أقيمت للمصانع بالمنطقتين تم تجميع عدد 18 عينة بحجم نصف لتر لكل عينة من 6 مصانع بحيث تم أخذ 3 عينات من كل مصنع كما يلي:

1. عينه من البئر Brackish Water (Feed).
2. عينه من المنتج النهائي (المياه المنتجة المعبأة) Product Water.
3. عينه من المياه العادمة المركزة Brine.

طريقة جمع العينات:

تم تجميع العينات يدويا من المصانع التي اجريت عليها الدراسة باستخدام قنينات بلاستيكية حجم نصف لتر نظيفة ومعقمة أخذت من المصانع وتم التأكد من سلامتها.

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

الفحوصات الفيز وكيميائية:

تم إجراء الفحوصات الفيز وكيميائية[7] وشملت حساب قيم وتراكيز كال من : تراكيزالمواد الصلبة الذائبة الكلية TDS[8] وبحسب المعادلات الرياضية المعتمدة على قيمة التوصيلية الكهربائية بجهاز (Meter Multi) كما تم تقدير قيم الأس الهيدروجيني باستخدام نفس الجهاز بحسب الطريقة الواردة في[9] وتم قياس تراكيز كل من : الكلوريد آت Cl^- بطريقة التسحيح باستخدام السحاحة الرقمية [7] [10] وقياس النترات $No3^-$ باستخدام جهاز (Spectrophotometer) وقياس تراكيز الصوديوم Na^+ و البوتاسيوم K^+ بحسب الطريقة الموصوفة في[8] باستخدام جهاز المطياف اللهبي (Flame photometer)

النتائج والمناقشة:

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

كانت النتائج النهائية للفحوصات الكيميائية والفيزيائية للعناصر المقاسة بالعينات كالتالي:

جدول (1): نتائج عينات مياه الآبار Brackish Water (Feed)

	التحاليل	الوحدة	المواصفة الليبية لمياه الشرب (82)	جنزور			تاجوراء		
				A	B	C	D	E	F
1	الأس الهيدروجيني	-	8.5-6.5	7.10	7.11	6.96	7.02	6.92	7.06
2	الأملاح الذائبة الكلية	Mg/L	1000-500	909.0	931.0	807.0	1635.0	1742.0	2015.0
3	الموصلية الكهربائية	µS/cm	*1600-800	1421.0	1452.0	1261.0	2550.0	2720.0	3150.0
4	الكلوريد	Mg/L	250-200	409.68	415.37	358.47	751.08	807.980	938.85
5	العسر الكلي	Mg/L	500-200	570.51	530.48	410.37	770.69	1030.93	670.6
6	الكالسيوم	Mg/L	200-75	136.26	128.24	116.22	176.33	296.56	144.27
7	الماغنيسيوم	Mg/L	150-30	55.89	51.03	29.16	80.20	70.48	75.34
8	الفلوريد	Mg/L	1.5-1.0	1.63	0.98	0.52	1.77	1.80	1.28
9	النترات	Mg/L	45	10.60	36.20	33.20	8.80	3.70	16.70

*** ملاحظة: تم حساب قيم الموصلية الكهربائية بالمواصفة الليبية لمياه الشرب (82) يدويا من خلال قيم الأملاح الذائبة الكلية بالضرب في معامل (0.64) وذلك لعدم ذكرها والتطرق لها بالمواصفة**

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

جدول (2): نتائج عينات المياه المنتجة المعبأة Product Water

	التحاليل	الوحدة	المواصفة الليبية لمياه الشرب المعبأة(10)	جنزور			تاجوراء		
				A	B	C	D	E	F
1	الأس الهيدروجيني	-	8.5-6.5	7.84	7.19	7.72	8.17	7.62	8.06
2	الأملاح الذائبة الكلية	Mg/L	500	31.10	39.40	22.50	13.77	86.60	94.10
3	الموصلية الكهربائية	µS/cm	*800	48.50	61.50	35.10	21.51	135.30	147.10
4	الكلوريد	Mg/L	150	11.38	17.07	11.38	5.69	34.14	39.83
5	العسر الكلي	Mg/L	200	6.42	7.71	4.20	1.40	17.52	9.61
6	الكالسيوم	Mg/L	-	1.66	1.76	1.12	0.32	4.25	2.25
7	الماغنيسيوم	Mg/L	-	0.55	0.80	0.34	0.15	1.68	0.97

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

8	الفلوريد	Mg/L	1	0.03	0.02	0.02	0.03	0.07	0.18
9	النترات	Mg/L	10	4.90	3.60	2.20	3.90	0.80	2.20
10	العدد الكلي للبكتيريا (TC)	Cfu/ml	50	Not detected	Not detected	Not detected	10	Not detected	Count Less

* ملاحظة: تم حساب أقصى قيمة للموصلية الكهربائية بالمواصفة الليبية لمياه الشرب المعبأة (10) يدويا من خلال قيم الأملاح الذائبة الكلية بالضرب في معامل (0.64) وذلك لعدم ذكرها والتطرق لها بالمواصفة.

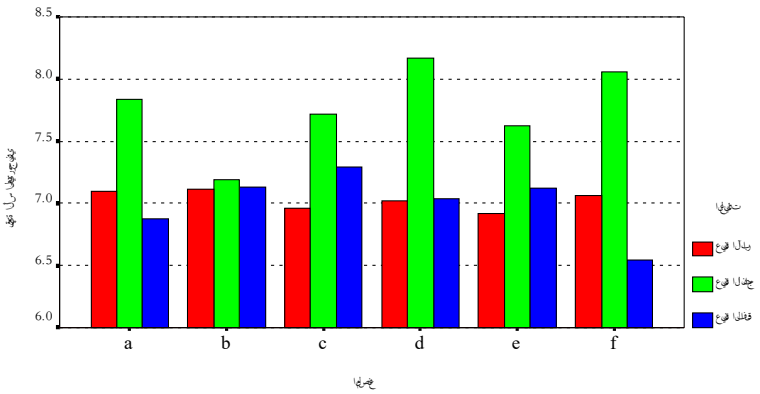
جدول (3): نتائج عينات المياه العادمة المركزة Brine

	التحاليل	الوحدة	جنزور			تاجوراء		
			A	B	C	D	E	F
1	الأس الهيدروجيني	-	6.88	7.13	7.29	7.04	7.12	6.54
2	الأملاح الذائبة الكلية	Mg/L	1950.0	2310.0	1390.0	2250.0	3670.0	4280.0
3	الموصلية الكهربائية	µS/cm	3050.0	3610.0	2172.0	3510.0	5730.0	6690.0
4	الكلوريد	Mg/L	904.71	1086.79	637.28	1052.65	1775.28	2093.92

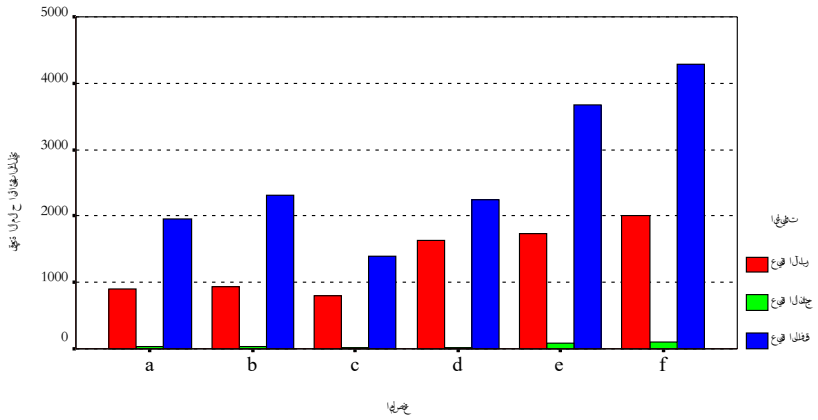
- ولتسهيل المقارنة بين العناصر المقاسة لمياه الآبار، المياه المنتجة والمياه العادمة تم تمثيلها بأعمدة إحصائية تبين فروقات النتائج بين العينات المختلفة المأخوذة من المصانع:

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119

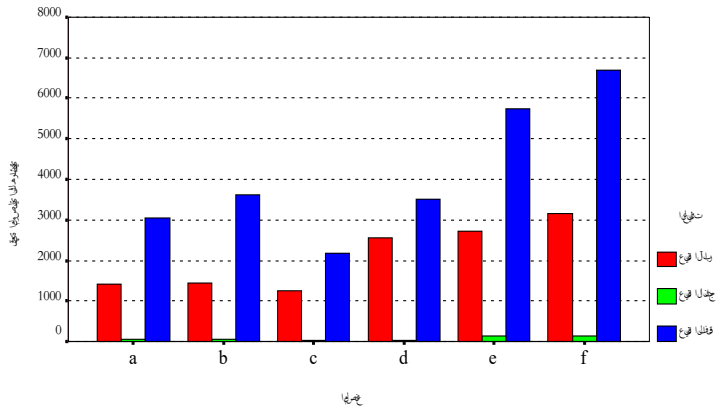


شكل(1) يبين نسبة الأس الهيدروجيني PH في عينات مياه الابار و عينات المياه المعباة و المياه العادمة



مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

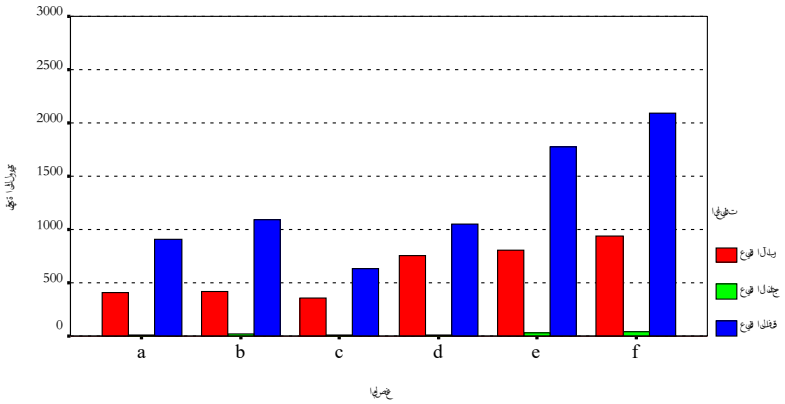
شكل(2) يبين نسبة الأملاح الذائبة الكلية TDS في عينات مياه الابار و عينات المياه المعباة و المياه العادمة



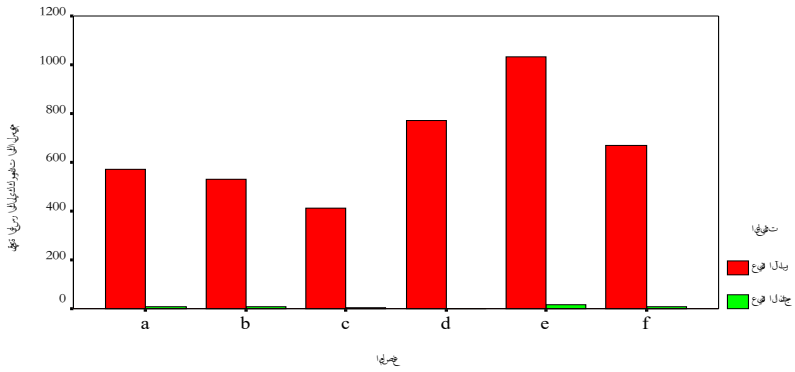
شكل (3) يبين نسبة الموصلية الكهربائية في عينات مياه الابار و عينات المياه المعباة و المياه العادمة

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

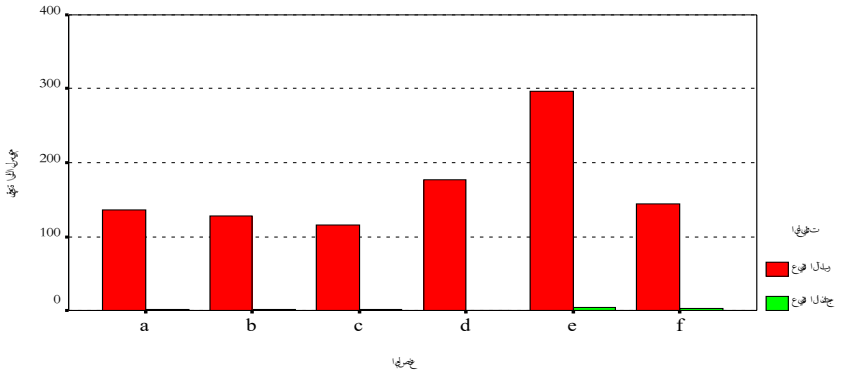
Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119



شكل (4) يبين نسبة الكلوريد Cl^- في عينات مياه الابار و عينات المياه المعبأة و المياه العادمة



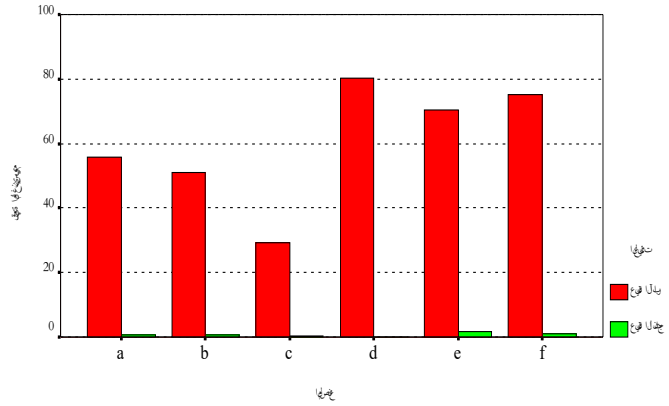
شكل (5) يبين نسبة العسر الكلي في عينات مياه الابار و عينات المياه المعبأة و المياه العادمة



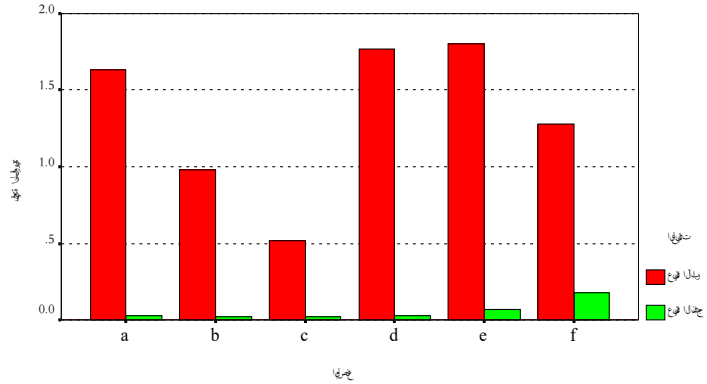
شكل(6) يبين نسبة الكالسيوم Ca^{+} في عينات مياه الابار و عينات المياه المعبأة و المياه العادمة

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

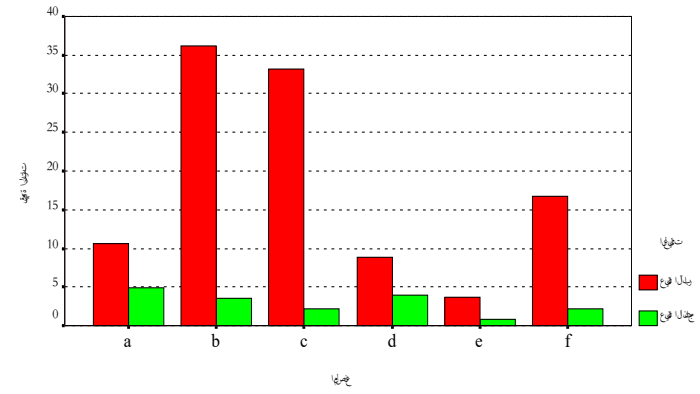
Volume 13 Issue 01
June 2025
ISSN 2958-6119



شكل (7) يبين نسبة الماغنيسيوم Mg^{+} في عينات مياه الابار و عينات المياه المعبأة و المياه العادمة



شكل(8) يبين نسبة الفلوريد في عينات مياه الابار و عينات المياه المعبأة و المياه العادمة



شكل (9) يبين نسبة النترات No_3^{-} في عينات مياه الابار و عينات المياه المعبأة و المياه العادمة

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

الاستنتاج:

من خلال ما تم سرده من نتائج للعناصر المقاسة بعينات المياه لكل من مياه الآبار والمياه المنتجة المعبأة والمياه العادمة المركزة نستنتج التالي:

مياه الآبار:

1. ارتفاع الأملاح الذائبة الكلية (TDS) لآبار منطقة تاجوراء، خصوصا بئر المصنع (F) التي كانت قيمة الأملاح به (2015.0) ملجم/ لتر (كما هو موضح بالجدول رقم 1) أعلى من ضعف أقصى حد طبيعي مسموح به وهذا يدل على تملح الابار بالمنطقة الذي بدوره يسبب عدة مشاكل للعمليات الصناعية كالصديد وانسداد الأغشية في عمليات التحلية، تآكل شبكة المياه المغذية للمناطق السكنية كذلك تسبب الملوحة الزائدة للمياه عدة مشاكل للإنسان عند استخدامها مباشرة، فالماء المالح مضر للبشرة والشعر.
2. ارتفاع العسر الكلي لمعظم آبار المنطقتين ولكن ارتفاعه بشكل حاد في المصنع (E) بمنطقة تاجوراء بدرجة أعلى من ضعف أقصى حد طبيعي مسموح به وهذا بدوره يدل على ارتفاع املاح الكالسيوم والماغنيسيوم الذي من الممكن أن يكون بسبب طبيعة تكوين الصخور بالمنطقة، وهذا يسبب عدة مشاكل خصوصا للاستخدامات المنزلية فيمنع ارتفاع العسر بالماء تشكل الرغوة مع الصابون.
3. ارتفاع الكلوريد بآبار المنطقتين ولكن لوحظ ارتفاع حاد للكلوريد بآبار منطقة تاجوراء الذي من المحتمل أن يسبب بمشاكل تآكل الأنابيب وكذلك تسبيه بطعم غير مستساغ للمياه.

المياه المنتجة المعبأة:

1. تشهد المياه المنتجة نقص حاد في الأملاح الذائبة الكلية بالمنطقتين (كما هو موضح بالجدول رقم 2) و ذلك لأنه عادة يلجأ مشغلي مصانع ومحطات التحلية الى تخفيض نسبة الأملاح بالمياه المنتجة وذلك لسببين:

- يؤدي ارتفاع نسبة الأملاح بالمياه المنتجة الى انتاج طعم غير مستساغ للبعض فيؤدي ذلك الى اللجوء لشراء مياه ذات طعم مقبول فيسبب ذلك خسائر مادية للشركات والمحطات المصنعة.
- يؤدي وجود أيون البروميد (Br^-) في المياه الى التفاعل مع الأوزون في مرحلة التعقيم فيسبب في تكون البرومات (BrO_3^-) (وهي مادة مسرطنة فتلجأ مصانع المياه ومحطات التحلية الى خفض الأملاح لتجنب حدوث ذلك.

2. وجود مستعمرات غير معدودة للبكتيريا في مياه المصنع (F) بمنطقة تاجوراء وذلك اما بسبب تلوث المعدات وأنابيب التحلية، واما أن يكون بسبب عدم كفاءة وحدة التعقيم ويسبب ذلك عدة مشاكل صحية وأمراض للإنسان فتعتبر هذه المياه ملوثة

المياه العادمة المركزة: تعتبر المياه العادمة الناتجة من معظم المصانع قيد الدراسة ذات ملوحة مقبولة (كما موضح بالجدول رقم 3) و حيث أن معظم المحطات تلقي بها في التربة وتسقى بها المزروعات فلا يسبب ذلك تلوث أو أذى للتربة والمزروعات خصوصا بمصانع جنزور لأنه كما ذكر سابقا فمعظم آبارها لا تعاني من أملاح زائدة، الا أنه المصانع (E) و

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

(F) بمنطقة تاجوراء تشهد ارتفاع عال بالأملاح في مياهها العادمة وحيث أنه يتم التخلص منها بري مزروعات فمن المتحمل أن يسبب بتملح التربة على المدى الطويل فتصبح أرض مهدرة وغير صالحة للزراعة.

المراجع:

1. دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب المعبأة من منطقة غرب ليبيا من اعداد أسماء عبد الحميد بلق وغيرها[1]

2. المواصفة الليبية لمياه الشرب المعبأة رقم م ق ل 10: لسنة 2008[6]

3. Encyclopedia of water science second edition 2008 by Taylor & Francis Group[2]

4. Hairston, J. E. (2008). Bottled Water: Beneficial Industry or Super Can Job. Alabama State Water Program, Auburn University, National Water Conferen[3]

5. Wellcare. (2007). Wellcare Information For You About Total Dissolved Solids (TDS). Wellcare Program Of Water System Council (WSC). Wallcare Publishing[4]

6. Hairston, J. E. (2008). Bottled Water: Beneficial Industry or Super Can Job. Alabama State Water Program, Auburn University, National Water Conference[5]

7. APHA, AWWA and WFF. (2005). Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater, 21st ed., Edited by Eaton, A. D.; L. S. Clesceri.; E. W. Rice. and A. E. Greenberg. American Water Work Association and Water Environment Federation, USA[7].

8. Hp Technical Assistance. (1999). Understanding Electrical Conductivity, Hydrology Project, World Bank & Government of The Netherlands Funded, New Delhi, India. 30[8]

9. AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, 18th ed., Edited by Horwitz, W. and G. W. Latimer. AOAC International[9]

10. Hand book of water purification by editor- water lorch (1979)[10].

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية