

## تقييم بعض الخصائص الفيزيائية لعينات من مياه الشرب المعبأة المتداولة في مدينة سبها-ليبيا

\*زيدان ضو اهويدي و مصطفى الأمين الصادق

قسم الفيزياء- كلية العلوم-جامعة سبها، ليبيا

\*للمراسلة: [Zid.Ahwidy@sebhau.edu.ly](mailto:Zid.Ahwidy@sebhau.edu.ly)

**المخلص** أجريت هذه الدراسة علي بعض أصناف مياه الشرب المعبأة المتداولة في السوق المحلي لمدينة سبها حيث شملت الدراسة 11 عينة من المنتجة محلياً و المستوردة ، لغرض تقييم عدد من الخصائص الفيزيائية وهي الكثافة ، اللزوجة ، التوتر السطحي ، الموصلية الكهربائية ، معامل الانكسار ، العكارة و الأس الهيدروجيني. تمت مقارنة نتائج المعايير الفيزيائية لعينات المياه المعبأة مع القيم الموضحة علي العبوات، بعض المعايير مثل الموصلية الكهربائية ، العكارة ، إما لم يتم تصنيفها علي الإطلاق أو تم تصنيفها فقط في عدد قليل من العلامات التجارية للمياه المعبأة. أظهرت نتائج العكارة أن 55% من العينات كانت خالية تماماً من العوالق، و كانت قيم الأس الهيدروجيني ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO). أما قيم التوتر السطحي فقد سجلت ارتفاعاً ملحوظاً مقارنة بالقيمة المعيارية للتوتر السطحي للماء . كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود ارتباط ايجابي تام بين الموصلية الكهربائية و مجموع المواد الصلبة الذائبة وكذلك ارتباط ايجابي معنوي بين التوتر السطحي و الكثافة. ووفقاً لمؤشر جودة المياه الحسابي المرجح فان 46% من العينات كانت ضمن جودة مياه ممتازة. ومقارنة بمواصفات مياه الشرب المعبأة الصادرة عن المركز الوطني للمعايير والمعايير، منظمة الصحة العالمية، والجمعية الدولية لمياه الشرب المعبأة (IBWA) حققت أصناف مياه الشرب المعبأة المنتجة محلياً في ليبيا والأصناف المستوردة التي تضمنتها هذه الدراسة مستوى جيداً من الجودة في جميع المعايير الفيزيائية.

**الكلمات المفتاحية:** المياه المعبأة-الموصلية الكهربائية-التوتر السطحي-العكارة-مؤشر جودة المياه.

## Evaluation of Some Physical Characteristics of Bottled Drinking Water Samples Circulating in Sebha City-Libya

\*Z. D. Ahwidy , M. E. Elsadq

Physics department, faculty of Science, Sebha University, Libya

\*Corresponding author: [Zid.Ahwidy@sebhau.edu.ly](mailto:Zid.Ahwidy@sebhau.edu.ly)

**Abstract** This study was conducted on some brands of bottled drinking water circulating in the local market of Sebha city. The study included 11 samples of locally produced and imported. A number of physical properties such as density, surface tension, viscosity, electrical conductivity, refractive index, turbidity and PH were evaluated. The results of physical parameters of the bottled water samples were compared with the values labeled in the bottles. Some of the parameters such as electrical conductivity, turbidity, are either not labeled at all or labeled only in few brands of bottled water. The turbidity results showed that 55% was totally free from plankton, and PH values were within the limits permitted by World Health Organization (WHO). As for the surface tension values, they have increased significantly compared to the standard value of the surface tension of water. The results of the statistical analysis showed that there is a perfect positive correlation between the electrical conductivity and the total dissolved solids as well as a significant positive correlation between surface tension and density. According to the weighted arithmetic water quality index, 46% of the samples were in excellent water quality. In comparison to the specifications of bottled drinking water issued by the National Center for Standards and Metrology, the World Health Organization, and international bottled water association (IBWA) the brands of bottled drinking water produced locally in Libya and the imported brands included in this study achieved a good level of quality in all physical parameters.

**Keywords:** Bottled drinking water-Electrical conductivity-Surface tension-Turbidity-Water quality index.

العالم خلال العقدين الماضيين. إن المياه المعبأة عندما تباع في مختلف نقاط البيع كمحلات السوبر ماركت أو محلات البقالة ينظر لها بأنها متشابهة، ولكن حقيقة الأمر أنه توجد هناك فروق واختلافات مهمة بين معظم العلامات التجارية المختلفة ومصادرهما، وهناك القليل جداً من القواسم المشتركة بين المياه المعدنية الطبيعية والمياه النقية، حيث تختلف التركيب الكيميائي أو طرق المعالجة التي تخضع لها المياه لتستجيب للمعايير

### المقدمة: Introduction

مع تزايد تلوث المصادر الطبيعية للمياه العذبة وتزايد الوعي الصحي لدى المجتمعات المدنية، أصبحت المياه المعبأة منذ أواخر الثمانينات من القرن الماضي مصدراً أساسياً للملايين من البشر يعتمدون عليه في توفير مياه الشرب كبديل عن المياه التي توفرها شبكات توزيع المياه، ومن ثم أصبحت صناعة المياه المعبأة من أكثر الأنشطة التجارية تسارعاً في النمو في كافة أنحاء

مياه الشرب المعبأة علامة (Almazaq) مختلفة السعات الحجمية والمعالجة بالكلور والأشعة فوق البنفسجية وغاز الأوزون أن قيم الموصلية الكهربائية والأس الهيدروجيني كانت ضمن الحد المسموح به في المواصفات الواردة في تقارير WHO, IBWA [7]. وبينت دراسة أجريت بإقليم كردستان وأخرى في بولندا علي مجموعة من أصناف مياه الشرب المعبأة أن هناك نقصاً في المعلومات الضرورية علي ملصقات العبوات المدروسة مثل الموصلية والعسرة الكلية والعكارة بالإضافة إلي ذلك أظهرت نتائج التحاليل عن وجود تباين في بعض المعايير مقارنة بما هو مثبت علي ديباجة هذه العبوات [8,9]. وفي دراسة لتطبيق مؤشر جودة المياه (مؤشر الجودة الحسابي المرجح) لتقييم جودة بعض مياه الشرب المعبأة في أربيل-العراق وجد أن ثلاثة من بين الأصناف كانت في مستوي جودة ممتازة والبقية ذات مستوي جيد [10]. وأثبتت دراسة Elisabet وآخرون التي استخدمت مؤشر جودة المياه (WQI) والتي تم تطبيقها علي عدد من المعايير الفيزيو كيميائية لعشرين صنف من أصناف مياه الشرب المعبأة أن 75% منها كانت ذات جودة ممتازة و25% كانت في مستوي جودة جيدة. [11].

#### أهداف الدراسة: Objectives of Study

تهدف هذه الدراسة إلي:

- 1- مقارنة نتائج الفحص المعمل لمياه الشرب المعبأة بمواصفات الهيئة الليبية واشتراطات منظمة الصحة العالمية
- 2- مقارنة نتائج الفحص المعمل لمياه الشرب المعبأة بالمعايير المذكورة علي ديباجة العبوات.
- 3- قياس مدي جودة مياه الشرب المعبأة.

#### منهج الدراسة: Methodology

استخدمت الدراسة المنهج التجريبي وذلك بأخذ عينات من مياه الشرب المعبأة من المحلات التجارية لإجراء القياسات عليها وفحصها معملياً بجانب استخدام المنهج الوصفي والتحليل الإحصائي من خلال تطبيق المواصفات والمعايير الليبية ودليل منظمة الصحة العالمية لجودة وصلاحيه مياه الشرب ومواصفات الجمعية الدولية لمياه الشرب المعبأة.

#### المواد وطرق البحث: Materials and Methods

شملت الدراسة 11 صنفاً من المياه المعبأة، 9 منها مياه محلية وصنفيين مستوردين. يشير الجدول (1) إلي معلومات عن عينات المياه المنتجة محلياً والمستوردة التي تمت دراستها حيث يوضح أسماء العينات المحلية والمستوردة المدروسة بالإضافة إلي السعة والمدينة أو الدولة وطريقة التعقيم. يمثل الرمز (م)

المختلفة جداً والتي تتغير من بلد إلى آخر، وفي بعض الحالات نجد أن المياه المعبأة في زجاجات هي حقيقة مياه الصنبور [1]. ومع ازدياد ظهور كثير من أصناف مياه الشرب المعبأة في السوق الليبي تستدعي الحاجة إلي الاهتمام بإجراء العديد من التحاليل والدراسات للكشف عن جودتها ومدي مطابقتها للمواصفات والمعايير القياسية المحلية والعالمية. المياه المعبأة تعرف بحسب المواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب المعبأة أنها مياه شرب صالحة للاستهلاك البشري ومعبأة في عبوات مناسبة محكمة الغلق وتطبق عليها جميع الاشتراطات القياسية والخصائص الواردة بالمواصفة [2] وفي دراسة لنجله الأميري بعنوان تقييم نوعية بعض مياه الشرب المعبأة المحلية والمستوردة المعروضة في محافظة البصرة، بينت هذه الدراسة أن من بين أصناف مياه الشرب المعبأة كان هناك 12 صنف محلي وصنفاً مستوردان غير مطابقة للمواصفات، في حين جاءت ستة أصناف فقط صالحة للشرب 4 محلية و2 مستوردة، والتي تم إجراء ترتيب لها حسب جودتها وسجلت 3 أصناف محلية وصنف مستورد واحد نسبة 100% في الاختلاف في قياس المعايير عن ما هو مذكور علي العبوات بينما سجلت عينة محلية واحدة نسبة 20% في الاختلاف من مجموع المعايير المقارنة [3] وفي دراسة محلية لتقييم جودة المياه المعبأة الليبية في بعض مناطق الغرب الليبي بينت نتائج تحليل المياه أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للعينات كانت ضمن الحد المسموح به في المواصفات الليبية والعالمية فيما عدا بعض التحاليل مثل الأس الهيدروجيني والأملاح الذائبة والكبريتات والكلوريدات كانت اقل من النسبة المطلوبة مما يعني أن النتائج المتحصل عليها لم تطابق المعايير الموجودة والمدونة علي عبوات الشركات المصنعة للمياه المعبأة [4]. أجري Semerjian دراسة في لبنان لتقييم 32 علامة تجارية من المياه المعبأة إذ أظهرت النتائج أن غالبية العلامات مطابقة للمواصفات القياسية ماعدا الأس الهيدروجيني لـ 4 علامات تجارية والعسرة الكلية والكالسيوم لعلامتين كما لوحظ اختلاف واضح بين المعايير المذكورة علي العبوة وماتم قياسه [5]. وأوضحت دراسة Rabee وآخرون لتقييم الخصائص الفيزيوكيميائية لبعض أصناف مياه الشرب المعبأة المتداولة في بغداد أن قيم الأس الهيدروجيني كانت ضمن المدى المسموح به في المواصفات العراقية والعالمية كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لمجموع المواد الصلبة الذائبة ارتباطاً إيجابياً معنوي (r = 0.938) مع الموصلية الكهربائية [6]. وخلصت دراسة Ezeldin التي أجراها في الخرطوم-السودان لأربعة عينات من

العكارة و الأس الهيدروجيني - وأجريت القياسات المطلوبة للعينات في معامل كلية العلوم-جامعة سيها. وتم إجراء القياسات عند درجة حرارة 20°C ووفقاً للطرق الموصوفة في المرجعين. [20,12]

العينة المحلية من المياه المعبأة، في حين يمثل الرمز (س) العينة المستوردة. وتم مراعاة أن تكون عبوات العينات المختارة محكمة الغلق وخالية من العيوب كالتضيق تجنباً لتلوث العينة ، تم قياس المعايير الفيزيائية التالية وهي: الكثافة - اللزوجة - التوتر السطحي - الموصلية الكهربائية - معامل الانكسار-

الجدول (1) المعلومات الأساسية للعينات المستخدمة في الدراسة .

| المتسلسل | رمز العينة | اسم العينة | السعة   | المنشأ        | طريقة التعقيم  |
|----------|------------|------------|---------|---------------|----------------|
| 1        | م1         | الغيران    | 0.5 لتر | طرابلس- ليبيا | غير مذكور      |
| 2        | م2         | مدين       | 0.5 لتر | طرابلس- ليبيا | معالج بالأوزون |
| 3        | م3         | ربي        | 1.5 لتر | طرابلس- ليبيا | معالج بالأوزون |
| 4        | م4         | مسافي      | 0.5 لتر | طرابلس- ليبيا | معالج بالأوزون |
| 5        | س5         | eva        | 0.5 لتر | روما- إيطاليا | غير مذكور      |
| 6        | م6         | شيماء      | 1.5 لتر | مصراته- ليبيا | معالج بالأوزون |
| 7        | م7         | التبع      | 1.5 لتر | طرابلس- ليبيا | معالج بالأوزون |
| 8        | م8         | شافية      | 0.5 لتر | مصراته- ليبيا | معالج بالأوزون |
| 9        | س9         | Tavina     | 1.5 لتر | روما- إيطاليا | غير مذكور      |
| 10       | م10        | بابل       | 0.5 لتر | طرابلس- ليبيا | معالج بالأوزون |
| 11       | م11        | الصافية    | 0.5 لتر | طرابلس- ليبيا | معالج بالأوزون |

#### أولاً. تعيين الكثافة المطلقة: Absolute density

حيث  $V$  حجم السائل ،  $t$  زمن انسياب السائل و  $r$  نصف قطر الأنبوبة الشعرية و  $P$  الضغط الهيدروستاتيكي. إن الضغط الذي ينساب به سائل داخل أنبوب شعري يتعلق بكثافة هذا السائل وبتسارع الجاذبية الأرضية وبالمسافة التي يقطعها السائل، وبما أن الضغط الهيدروستاتيكي يعطي بـ  $P = \rho gh$  حيث  $h$  ارتفاع عمود السائل و  $\rho$  كثافته عليه فان [12]:

$$\rho \alpha p g h t \rightarrow (4)$$

يتم تنظيف مقياس اللزوجة جيداً بالماء المقطر وحمض الكروميك والإيثانول ثم يوضع 10ml من السائل المراد قياس لزوجته في الجهاز بدقة ويسحب السائل بعناية عن طريق الأنبوبة الشعرية للجهاز حتى يصبح سطح السائل فوق العلامة العليا A لمقياس اللزوجة. ثم يترك السائل لينساب حتى العلامة A وبعد ذلك يتم حساب الزمن ( $t_s$ ) الذي يستغرقه انسياب السائل بين العلامتين العلوية A والسفلية B وبنفس الطريقة يتم حساب زمن انسياب الإيثانول بين نفس العلامتين ( $t_{ethanol}$ ) بمعلومية كثافة عينة الماء ( $\rho_s$ ) وكثافة الإيثانول  $\rho_{ethanol}$   $0.7893g/cm^3$  = ولزوجته  $\eta_{ethanol} = 1.195CP$  [14,13] ومن خلال العلاقة 4 يتم حساب اللزوجة النسبية للعينة  $\eta_s$  كالتالي

$$\eta_s \alpha \rho_s g h t_s , \eta_{ethanol} \alpha \rho_{ethanol} g h t_{ethanol} \rightarrow (5)$$

$$\frac{\eta_s}{\eta_{ethanol}} = \frac{\rho_s \cdot t_s}{\rho_{ethanol} \cdot t_{ethanol}} \rightarrow (6)$$

$$\eta_s = \frac{\rho_s \cdot t_s}{\rho_{ethanol} \cdot t_{ethanol}} \times \eta_{ethanol} \rightarrow (7)$$

لقياس الكثافة المطلقة للعينات تستخدم قنينة كثافة معلوم حجمها  $V = 25cm^3$  تغسل القنينة جيداً بالماء المقطر وحمض الكروميك والإيثانول ومن ثم تجفف بواسطة فرن التجفيف، تقاس كتلتها بميزان حساس وهي فارغة ( $m_1$ )، ثم تملأ القنينة بالسائل المراد تعيين كثافته وتغلق بأحكام و تجفف من الخارج ثم يعاد قياس كتلتها ( $m_2$ ) ، والفرق بين الكتلتين يعطي كتلة الماء حسب المعادلة (1) بينما المعادلة (2) تعطي كثافة السائل المطلقة.

$$M = m_2 - m_1 \rightarrow (1)$$

$$\rho = \frac{M}{V} \rightarrow (2)$$

#### ثانياً. تعيين اللزوجة : Viscosity

الاحتكاك بين طبقات السائل يعبر عنه باللزوجة وهي التي تعمل على مقاومة الحركة وتختلف اللزوجة باختلاف درجات الحرارة و لقياس اللزوجة لعينات المياه المعبأة استخدم مقياس اللزوجة (Ostwald Viscometer) وهو عبارة عن أنبوبة زجاجية على شكل حرف U تحتوي على أنفاخين في أحد ذراعيها أنبوب شعري و يعتمد المقياس على قانون بوازيلييه (Poiseuille) حسب هذا القانون فان معامل لزوجة السائل المناسب خلال الأنبوبة الشعرية يمكن أن يعبر عنه بالصورة الآتية

$$\eta = \frac{\pi^4 P t}{8 V L} \rightarrow (3)$$

#### رابعاً. الموصلية الكهربائية: Electrical conductivity

تعتبر الموصلية الكهربائية من المعايير المهمة وغالباً ما تستخدم لمراقبة جودة المياه و هي التعبير العددي علي قابلية المحلول لتوصيل التيار الكهربائي ويعتمد هذا العدد علي المجموع الكلي لتركيز وتكافؤ المواد المتأينة في الماء ودرجة الحرارة خلال إجراء القياسات وتعتبر الموصلية الكهربائية (EC) مؤشر لقياس المواد الصلبة الذائبة الكلية. وهي طريقة فعالة بالمقارنة مع القياسات المعملية. العلاقة بين TDS و EC هي دالة لنوع وطبيعة الكاتيونات والأنيونات المذابة في الماء، ولحساب تركيز TDS من EC يمكن استخدام العلاقة الآتية  $TDS = k \times EC$  وتزيد قيمة المعامل k وهي نسبة TDS/EC مع زيادة الأيونات في الماء. معامل التحويل الأكثر مناسبة للمياه الطبيعية هو ما بين (0.65-0.72) وثبت أن تقريبه مناسب وصالح للمياه التي موصليتها في النطاق  $(50-1000) \mu s/cm$  وعادة ما يكون ناتج هذه العلاقة الخطية تقديراً مناسباً لتركيز TDS [18,17,16]. وتزداد قابلية التوصيل الكهربائي مع الحرارة بنسبة 2% لكل درجة حرارية، ويستخدم في قياسه جهاز يعرف بجهاز قياس الموصلية الكهربائية (Electrical conductivity meter) يحتوي علي قطب بلاتيني مطلي بطبقة من البلاتينيوم الأسود لغرض تقليل الاستقطاب وتجنب أخطاء القياس [20,19]. تمت معايرة الجهاز باستخدام محلول كلوريد البوتاسيوم KCl وموصلية  $1413 \mu s/cm$  حيث يتم غمر قطب الجهاز فيه وضبط قراءة الجهاز علي القيمة المذكورة الخاصة بمحلول كلوريد البوتاسيوم، بعد إتمام عملية معايرة الجهاز يتم قياس موصلية عينة الماء بغمر قطب الجهاز في العينة وتسجل قراءة الموصلية الظاهرة علي شاشة الجهاز. بعد كل عملية قياس يشطف القطب بالماء المقطر للتخلص من أي بقايا لأخر عينة مقاسة.

#### خامساً. تعيين معامل الانكسار: Refractive index

من العوامل المؤثرة علي معامل الانكسار بشكل أساسي درجة الحرارة فعند ارتفاعها يزداد الحجم وبالتالي تقل الكثافة ولذلك يكون معامل الانكسار منخفضاً والحالة تكون معكوسة عندما تكون درجة الحرارة منخفضة. وعادة ما يتم قياس معامل الانكسار علي درجة حرارة ثابتة وهي  $20^\circ C$ ، ولهذا يجب قياس درجة حرارة الماء عند قياس معامل انكساره وذلك لإجراء التصحيح ويكون هنالك عادة معامل تصحيح مقداره 0.0004 لكل درجة مئوية واحدة. تم قياس معامل الانكسار للعينات باستخدام جهاز أبي للانكسار (Abbe Refractometer) ونظرية عمله مبنية علي ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي و

#### ثالثاً. تعيين التوتر السطحي: Surface tension

يعتمد التوتر السطحي للسوائل النقية علي كل من طبيعة السائل ودرجة الحرارة والسطح الذي يحد السائل ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلي تناقص التوتر السطحي للسائل وفق علاقة خطية ويصبح مساوياً للصفر عند درجة الحرارة الحرجة والتوتر السطحي للمحاليل يعتمد علي طبيعة المذيب وعلي طبيعة وتركيز المادة المذابة فهو يتغير بشدة عند إذابة المواد المختلفة في السوائل بتطبيق طريقة وزن القطرة يقاس التوتر السطحي لعينات الماء وتستخدم هذه الطريقة لتعيين التوتر السطحي لسائل بمعلومية التوتر السطحي لسائل آخر ويعرف هذا السائل المعلوم توتره السطحي بـ "السائل المرجع" ويعرف الجهاز المستخدم لهذا الغرض باسم الستلاجومومتر (Stalagmometer) وهو عبارة عن أنبوب زجاجي في وسطه انفتاح محدد بعلامتين علوية وسفلية ويتحول الجزء السفلي من الأنبوب إلي أنبوبة شعيرية وينتهي بنهاية مسطحة ومصقولة جيداً من أجل الحصول علي قطرات متساوية [15,12]. تغسل الأنبوبة وتجفف جيداً ثم تملأ الأنبوبة بالسائل المراد تعيين توتره السطحي حتى العلامة A ثم يسمح له بالنزول حتى العلامة C ثم يبدأ حساب عدد القطرات للعينة ( $n_s$ ) مع مراعاة عدم زيادة عدد القطرات عن 25 قطرة في الدقيقة الواحدة، وبنفس الطريقة يتم حساب عدد القطرات للإيثانول بين نفس العلامتين ( $n_{ethanol}$ )، ونكرر ذلك ويؤخذ متوسط عدد القطرات بمعلومية كثافة عينة الماء ( $\rho_s$ ) وكثافة الإيثانول ( $\rho_{ethanol}$ ) والتوتر السطحي للإيثانول  $\gamma_{ethanol} = 22.80 \text{ dyn/cm}$  [14]. يمكن حساب التوتر السطحي لعينة الماء ( $\gamma_s$ ) علي النحو الآتي.

$$\frac{V}{n_s} \text{ حجم قطرة واحدة من العينة}$$

$$\frac{V}{n_{ethanol}} \text{ حجم قطرة واحدة من الإيثانول}$$

$$m_s = \frac{V}{n_s} \times \rho_s \rightarrow (8) \text{ كتلة قطرة واحدة من العينة}$$

كتلة قطرة واحدة من الإيثانول  $m_{ethanol}$

$$m_{ethanol} = \frac{V}{n_{ethanol}} \times \rho_{ethanol} \rightarrow (9)$$

$$\frac{\gamma_s}{\gamma_{ethanol}} = \frac{m_s}{m_{ethanol}} = \frac{\rho_s \cdot n_{ethanol}}{\rho_{ethanol} \cdot n_s} \rightarrow (10)$$

$$\gamma_s = \frac{\rho_s \cdot n_{ethanol}}{\rho_{ethanol} \cdot n_s} \times \gamma_{ethanol} \rightarrow (11)$$

العشري السالب لتركيز أيونات الهيدروجين. قيست درجة الأس الهيدروجيني باستخدام جهاز **PH Meter** وهو جهاز يعتمد علي قياس فرق الجهد بين قطبين أحدهما يسمى القطب القياسي (القطب المرجعي) والثاني القطب الزجاجي (القطب الدليل) ذو غشاء رقيق علي شكل انتفاخ حساس ونفاذ لأيونات الهيدروجين. يقيس هذا الجهاز الفرق في الجهد بين القطبين ويحوّله إلي رقم هيدروجيني [24,23] قبل بداية القياس تتم معايرة القطب الزجاجي باستخدام ثلاثة محاليل منظمة (Buffer Solution) بتركيز 4, 7, 10، وذلك بغمرة في كل محلول من المحاليل الثلاثة وضبطه لقياس القراءة في كل حالة مع شطف القطب بالماء المقطر بعد كل عملية إزالة له. بعد عملية المعايرة يغمر قطب مقياس PH في العينة المراد قياس PH لها وتؤخذ القراءة مباشرة من شاشة الجهاز بعد استقرارها جيداً وتسجل قيمة الأس الهيدروجيني.

#### ثامناً. مؤشر جودة المياه: **Water Quality Index (WQI)**

يعرف WQI بأنه معدل يعكس التأثير المركب لعدة معايير مختلفة ويشير إلي التأثير المتكامل لهذه المعايير، ويعد مؤشر جودة المياه طريقة فعالة لتقييم مدي جودة المياه كما أنه أداة حسابية مفيدة جداً تستخدم لتحويل مجموعة من بيانات جودة المياه إلي عدد مشتق بشكل تراكمي ولتوصيل المعلومات المتعلقة بنوعية المياه للمواطنين ووضعي السياسات المائية وأهمية حساب معامل جودة المياه تأتي من أنه يحدد ملائمة المياه للاستهلاك البشري. تم حساب مؤشر الجودة لعينات مياه الشرب المعبأة قيد الدراسة باستخدام مؤشر الجودة الحسابي

#### المرجح لجودة المياه (**Weighted Arithmetic of Water Quality Index**)

(**Quality Index**). تشير كلمة الترجيح إلي أهمية المعايير الفيزيائية والكيميائية في الجودة الإجمالية للمياه والتي تعتمد علي المستويات المسموح بها لهذه المعايير من قبل المنظمات المحلية والعالمية. طريقة مؤشر جودة المياه الحسابي المرشح تصنف جودة المياه وفقاً لدرجة النقاء وذلك باستخدام أكثر متغيرات جودة المياه شيوعاً. أي أن هذه الطريقة تحتاج إلي عدد أقل من المعايير ذات التأثير المباشر في العملية الحسابية لهذا المؤشر ومن أهم المعايير التي تحدد جودة المياه كميها صالحة للشرب الموصلية الكهربائية والعمارة والأس الهيدروجيني وترجع أهمية الموصلية الكهربائية إلي قياس الكاتيونات والتي تؤثر بشكل كبير علي الطعم وبالتالي تؤثر بشكل أكبر علي قبول المستخدم للمياه كميها صالحة للشرب كما أنها مقياس غير مباشر لمجموع الأملاح الذائبة. أما العمارة فهي دليل مهم علي درجة نقاء وصفاء المياه من العوالق وكذلك الأس الهيدروجيني فهو واحد

يستخدم هذا المقياس معاملات انكسار السوائل ضمن المدى 1.3-1.7 ويرتكز مبدأ عمله علي تعيين زاوية الانكسار الحدي. ومن ميزاته إمكانية استخدام الضوء الأبيض كمصدر للضوء و أضيف إلي هذا الجهاز مجموعة من المناشير غايتها حذف معظم الأمواج الضوئية عدا موجة الضوء الأصفر للصدويوم. كما أن قطرتين من السائل تكفي لإجراء القياس [21]، ينظف الجهاز باستخدام الماء المقطر ويجفف ثم تسحب العينة بواسطة ماصة وتوضع مكان القياس وينظر من العدسة العينية ويدار القرص الخاص للتخلص من الألوان المختلفة بحيث يكون النصف الأعلى من الدائرة مضيئاً والنصف الأسفل أقل إضاءة تم يدار القرص الأخر بحيث تكون نقطة التقاطع الخطي (X) عند القطر المنصف للدائرة وتحسب قيمة معامل الانكسار لكل عينة ويقرأ معامل الانكسار بحيث تتون القراءة حتى المرتبة الرابعة من الكسر العشري.

#### سادساً. تعيين العمارة: **Turbidity**

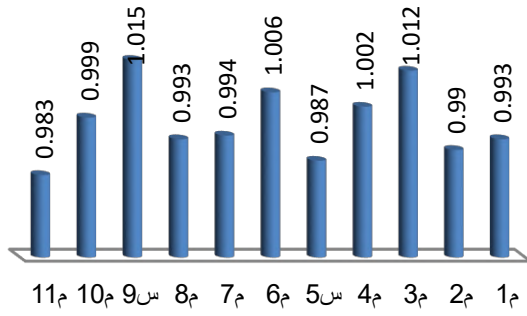
تعد العمارة تعبيراً جيداً عن مدي ودرجة صفاء المياه العذبة فالعمارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء وتتوقف درجة العمارة علي كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها وغالباً ما تقاس العمارة لمياه الشرب كاختبار سريع لجودة المياه المعالجة ومدي احتوائها علي مواد غروية أو مواد عالقة وتحدد العمارة مدي صلاحية المياه للشرب وللأستعمالات المنزلية. ومن أشهر وحدات العمارة NTU وهي اختصار لـ —

#### Nephelometric Turbidity Unit حيث البادئة **nephe**

تعني التعتك، وقياس العمارة استخدم جهاز (**Turbidity meter**) ويتكون الجهاز من مصدر ضوئي يرسل أشعته بخط مستقيم خلال العينة وكاشف كهروضوئي يلتقط الأشعة التي تصطدم بالدقائق العالقة وتنعكس بزوايا قائمة عن اتجاه الأشعة الساقطة، ويرتكز مبدأ هذه الطريقة علي مقارنة شدة الضوء المنتشر بواسطة العينة تحت ظروف معينة مع شدة الضوء المنتشر بواسطة محاليل قياسية عالقة تحت نفس الظروف وتستخدم عادة محاليل الفورمازين العالقة كمحاليل قياسية للعمارة وهذه الطريقة ذات حساسية عالية لقياس العمارة إلي حد 0.02 وحدة عكارة NTU أو أقل [23,22]. حيث تمت معايرة الجهاز أولاً باستخدام المحاليل المجهزة مع الجهاز وهي معلومة العمارة بقيم 5NTU ثم توضع العينة المراد قياس العمارة لها في قنينة أخرى وتوضع في الجهاز، ويتم تسجيل القراءة للعينة.

#### سابعاً. تعيين الأس الهيدروجيني: **PH**

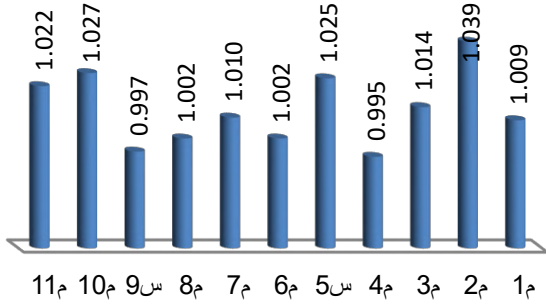
قيمة الأس الهيدروجيني تدل علي درجة حمضية أو قلوية الماء ويعبر عنه بمدي يتراوح من 0 إلي 14 والذي هو اللوغاريتم



الشكل (1) قيم الكثافة للعينات بوحدة  $g/cm^3$

#### اللزوجة: Viscosity

من خلال النتائج نلاحظ أن لدرجة الحرارة تأثير على قيم اللزوجة فهي تقل بارتفاع درجة الحرارة وذلك لان الزيادة في درجة الحرارة تزيد من حركة الجزيئات فتقل نسبياً قوى التجاذب بينها ومن الشكل (2) نلاحظ أنه ليس هناك فروق كبيرة في قيم اللزوجة والذي يرجع إلى التقارب في قيم الكثافة لعينات المياه .



الشكل (2) قيم اللزوجة للعينات بوحدة CP

#### التوتر السطحي: Surface tension

من خلال النتائج يتبين أن العينة 11م سجلت أقل قيمة توتر والعينة 9م سجلت أعلى قيمة توتر ونلاحظ أيضاً من الشكل (3) أن قيم التوتر السطحي للعينات مرتفعة نسبياً مقارنةً بالقيمة المعيارية للتوتر السطحي للماء والذي يمكن أن يعزى إلى زيادة قوة التجاذب بين الجزيئات المسؤولة عن ظاهرة التوتر السطحي للسائل. يتأثر التوتر السطحي للسائل وبشكل أكثر أو أقل حدة مع أي تلوث من سطح السائل. قد يؤدي وجود شوائب من أي نوع من السطح إلى تغير ملحوظ في قيمة التوتر السطحي وهذا بالطبع يعتمد على درجة التلوث.

من أهم العوامل التي تحدد حمضية أو قلوية مياه الشرب [26,25]. المؤشر الترجيحي يحسب وفقاً للمعادلة التالية:

$$WQI = \sum_{i=1}^n \frac{wiqi}{\sum_{i=1}^n wi} \rightarrow (12)$$

حيث n عدد المتغيرات.

$wi$  الوزن النسبي (Relative weight) لعدد  $i^{th}$  متغير  $qi$  معدل الجودة لعدد  $i^{th}$  معامل  $wi$  تتناسب عكسياً مع القيمة

$$wi = \frac{1}{Si}$$

$qi$  تحسب كالتالي

$$qi = 100 \left[ \frac{Vi - Vid}{Si - Vid} \right] \rightarrow (13)$$

حيث  $Vi$  القيمة المقاسة للمعيار  $Vid$  القيمة المثالية للمعيار في الماء النقي. كل القيم المثالية تؤخذ صفر لمياه الشرب ماعدا لمعيار الأس الهيدروجيني PH ، للأس الهيدروجيني القيمة المثالية تكون 7 للمياه الطبيعية والنقية والقيمة المعيارية تكون 8.5 للمياه الملوثة وبالتالي معدل الجودة للأس الهيدروجيني يحسب من المعادلة التالية

$$q_{PH} = 100 \left[ \frac{V_{PH} - 7}{8.5 - 7} \right] \rightarrow (14)$$

والجدول 2 يمثل المعدلات الخمس لجودة المياه حسب طريقة مؤشر الجودة الحسابي المرجح [11]

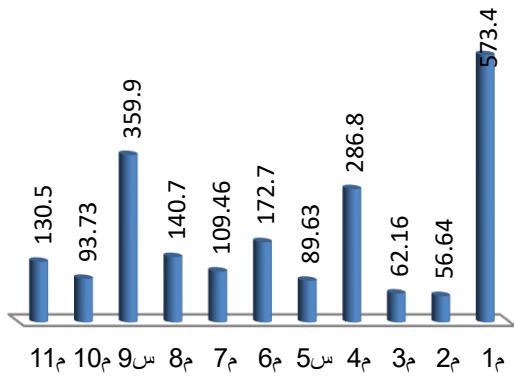
الجدول (2) مستوي مؤشر جودة المياه والحالة ودرجة الجودة [27,11]

| درجة الجودة | حالة جودة المياه     | مستوي مؤشر جودة المياه |
|-------------|----------------------|------------------------|
| A           | جودة مياه ممتازة     | 0 – 25                 |
| B           | جودة مياه جيدة       | 26 – 50                |
| C           | جودة مياه ضعيفة      | 51 – 75                |
| D           | جودة مياه ضعيفة جداً | 76 – 100               |
| E           | غير صالحة للشرب      | > 100                  |

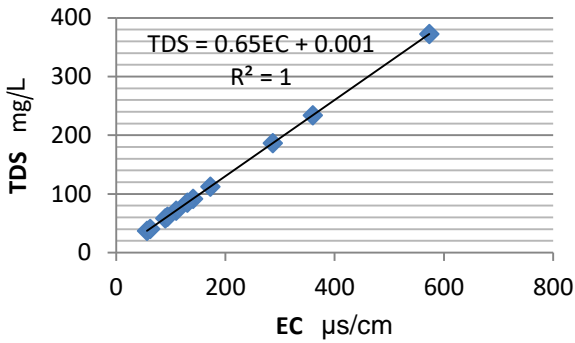
#### النتائج والمناقشة: Results and Discussion

##### الكثافة: Absolute density

نلاحظ من النتائج الموضحة في الشكل (1) أن قيم الكثافة لعينات الماء متفاوتة بشكل نسبي بسيط وسجلت العينتين 9م، 11م أعلى وأدنى قيمة علي التوالي وهذا بسبب الاختلاف في كميات الأملاح الذائبة فيها فالأملاح الذائبة تزيد من كتلة الماء دون أن تحدث تغير نو شأن في حجمه وتتأثر الكثافة بدرجة الحرارة فتزداد مع انخفاضها.



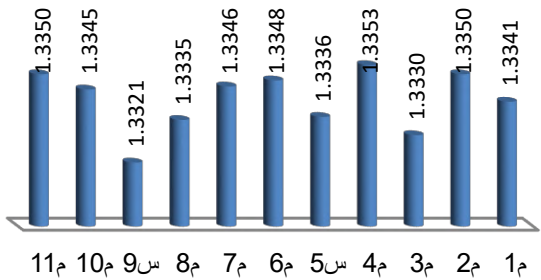
الشكل (4) قيم الموصلية الكهربائية للعينات بوحدة  $\mu\text{s/cm}$



الشكل (5) العلاقة الخطية بين TDS – EC للعينات قيد الدراسة.

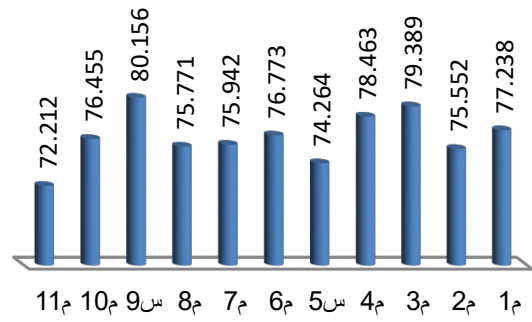
#### معامل الانكسار: Refractive index

نلاحظ من الشكل (6) أن قيم معامل الانكسار لعينات المياه متقاربة. قيم معامل الانكسار عادة ما تقاس عند درجة حرارة  $20^\circ\text{C}$  فدرجة الحرارة العالية تقلل من لزوجة وكثافة السائل وهذا مما يسبب انتقال الضوء بسرعة أكبر في الوسط ودرجة الحرارة المنخفضة تزيد من كثافة ولزوجة السائل وهذا يجعل انتقال الضوء في الوسط بطيء، وبالتالي فإن عامل درجة الحرارة يعتمد بدرجة كبيرة على نوع الجهاز المستخدم في قياس معامل الانكسار. أيضاً العناصر الذائبة تؤثر على خاصية انكسار الضوء، فكلما زاد تركيز المركب كلما ازداد معامل الانكسار.



الشكل (6) قيم معامل الانكسار للعينات.

#### العكارة: Turbidity



الشكل (3) قيم التوتر السطحي للعينات بوحدة  $\text{dyn/cm}$

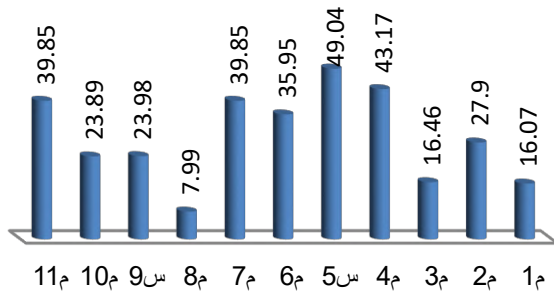
#### الموصلية الكهربائية: Electrical conductivity

يتبين من النتائج الموضحة بالشكل (4) أن هناك تباين في قيم الموصلية حيث سجلت أعلى قيمة للموصلية للعينه (1م) وأدنى قيمة سجلت للعينه (2م) وهذا يعزى إلى نسب الأملاح المتفاوتة في العينات ويمكن القول أن العينه 2م تحتوي على أقل تركيز أيوني بينما العينه 1م تحتوي على أعلى تركيز أيوني وهذا يدل على أن العينه 1م أنها ذات أعلى قيمة لمجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS Total dissolved solids). وتُظهر خاصية TDS – EC المبينة في الشكل (5) علاقة خطية بين المعيارين وهذا يتفق مع دراسة [17] للمياه الطبيعية. ومن الملاحظ أن هناك اختلافاً بين قيم الموصلية المسجلة عملياً والقيم المثبتة على العبوات (6م، 5م، 9م) حيث أن القيمة المثبتة على ديباجة العبوة 6م هي  $160 \mu\text{s/cm}$  في حين أن نتيجة الفحص العملي كانت  $172.7 \mu\text{s/cm}$  والقيمة المثبتة على العبوة 5م هي  $76 \mu\text{s/cm}$  والقراءة المسجلة عملياً هي  $89.63 \mu\text{s/cm}$  أما العبوة 9م فسجلت اختلافاً كبير نسبياً إذا ما قورن بالعبوتين السابقتين فقد ثبت على ديباجة العبوة  $541 \mu\text{s/cm}$  بينما القراءة العملية كانت  $359.9 \mu\text{s/cm}$ . الارتفاع الملحوظ لقيم الموصلية لبعض العينات يوشر على أن هذه العينات تحتوي على نسب أوفر من الأملاح. وقد ورد ذكر الموصلية على صنف محلي واحد والصنفين المستوردين وهذا يمثل 27% من المجموع الكلي للعينات. وهذا يتوافق مع ما توصلت إليه الدراسة [5,2]. إن سبب هذا الاختلاف بين القيم المقاسة والقيم المذكورة على ملصق هذه العبوات قد يرجع إلى طبيعة مصادر المياه المستخدمة في الإنتاج وتركيز الأملاح فيها وكذلك قد يعود إلى عوامل فنية تتعلق بجودة عمليات المعالجة المتبعة.

الشكل (8) قيم الأس الهيدروجيني للعينات.

#### مؤشر جودة المياه: (WQI) Water Quality Index

تبين من خلال الحسابات التي أجريت لمؤشر جودة المياه الموضحة في الشكل (9) أن العينات كانت في المعدل ما بين 7.99-49.04 واستناداً علي الجدول (2) فإن العينات 1م، 3م، 8م، 9م، 10م درجة جودتها (A) وباقي العينات درجة جودتها (B). من خلال مؤشر الجودة الحسابي المرجح فإن ما نسبته 46% من العينات كانت ضمن جودة مياه ممتازة و 54% ذات جودة مياه جيدة. وبالتالي فإن كل الأصناف المقيمة هي مياه آمنة وصالحة للشرب. وهذا يتشابه مع الدراستين [11,10]

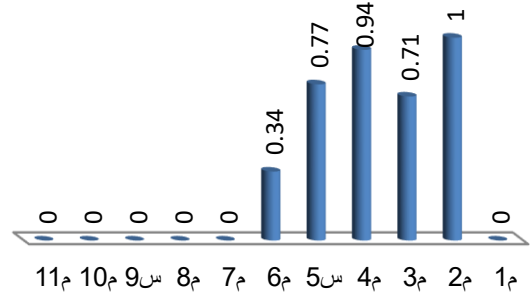


الشكل (9) مؤشر جودة المياه للعينات.

#### التحليل الإحصائي للخصائص الفيزيائية للعينات:

أجري التحليل الإحصائي للنتائج باستخدام برنامج SPSS - 20 VER حيث يتضح من (الجدول 3) أن قيم الكثافة لعينات المياه المعبأة سجلت متوسطاً (0.998) وانحراف معياري (0.010) وكانت أعلى قيمة للعينات 9م وهذا يعزى إلى مجموع الأملاح الذائبة فيها. بينما سجلت قيم اللزوجة متوسط مقداره 1.013 بانحراف معياري 0.014. علماً بأن القيمة المعيارية للزوجة الماء عند درجة حرارة 20°C هي CP 1.002 وطبقاً لذلك فإن العينتين (6م)، (8م) مطابقتين تماماً للقيمة المعيارية.

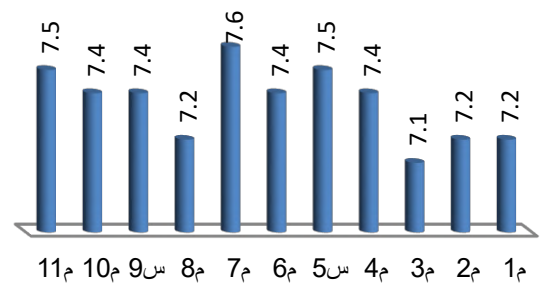
تشير النتائج المبينة في الشكل (7) أن معيار العكارة تراوح بين NTU (0-1) وهي في المدى المسموح به للعكارة ونلاحظ أن قيم العكارة للعينات (2م، 3م، 4م، 5م، 6م) متقاربة مما يعني احتوائها على نسب متقاربة من المكونات العالقة في حين أن باقي العينات كانت خالية من العوالق. والعكارة المرتفعة تزيد من درجة حرارة الماء لان الجسيمات العالقة تكون أكثر امتصاصاً للحرارة وهذا يخفض من تركيز الأوكسجين المذاب في الماء. وسجلت العينات في معيار العكارة والتي كانت خالية من العوالق تماماً ما نسبته 55% من مجموع العينات الكلي. ولم يرد ذكر خاصية العكارة على ديباجة أي من العبوات المحلية والمستوردة. وهذا النقص في المعلومات عن معيار العكارة أشارت إليه كل من الدراستين [9,8].



الشكل (7) قيم العكارة للعينات بوحدة NTU

#### الأس الهيدروجيني: PH

بينت النتائج أن قيم PH تراوحت ما بين 7.1-7.5 وهذا يشير إلي أن قيم PH للعينات كانت ضمن المعدلات الطبيعية المسموح بها من قبل IBWA, WHO. وكانت قيم الأس الهيدروجيني المثبتة على ديباجة العبوات مطابقة تقريباً لقيم القراءات المسجلة عملياً. وهذه يتطابق مع النتائج التي وردت في الدراستين [7,6]



الجدول (3) بعض المقاييس الإحصائية للخصائص الفيزيائية قيد الدراسة

| المقاييس | الكثافة | اللزوجة | التوتر السطحي | الموصلية الكهربائية | معامل الانكسار | العكارة | الأس الهيدروجيني |
|----------|---------|---------|---------------|---------------------|----------------|---------|------------------|
| Min      | 0.983   | 0.995   | 72.212        | 56.640              | 1.332          | 0.000   | 7.10             |
| Max      | 1.015   | 1.039   | 80.156        | 573.400             | 1.335          | 1.000   | 7.50             |
| المتوسط  | 0.998   | 1.013   | 76.565        | 188.693             | 1.334          | 0.342   | 7.31             |
| الوسيط   | 0.994   | 1.010   | 76.455        | 130.500             | 1.335          | 0.000   | 7.30             |
| SD       | 0.010   | 0.014   | 2.264         | 158.569             | 0.001          | 0.426   | 0.15             |
| WHO      | -       | -       | -             | 1000                | -              | 1-5     | 6.5- 8.5         |
| L.S      | -       | -       | -             | -                   | -              | 1       | 6.5- 8.5         |



|          |   |       |   |      |       |       |      |
|----------|---|-------|---|------|-------|-------|------|
| 6.5- 8.5 | - | -     | - | -    | -     | -     | IBWA |
| -        | - | 1.333 | - | 72.8 | 1.002 | 0.998 | S.V  |

SD الانحراف المعياري L.S. المعايير الليبية S.V. القيمة المعيارية.

للمواصفات والمعايير القياسية [30,28,2] وهي ما بين 8.5 - 6.5 وسجلت القيم المتحصل عليها متوسطاً (7.355) بانحراف معياري (0.15) وبصورة عامة فإن قيم PH للماء التي تكون أقل من 6.5 يعد الماء حمضياً بينما القيم الأكبر من 8.5 تعد قاعدية.

#### تحليل الارتباط بين المتغيرات:

تم إيجاد العلاقة بين المتغيرات باستخدام تحليل الارتباط (معامل ارتباط بيرسون Pearson Correlation). وهي تقنية تستخدم لفحص العلاقة بين المتغيرات. وهي أداة مفيدة لتحديد ما إذا كانت هناك علاقة بين متغيرين. وتم استخدامه لمعرفة اتجاه زيادة أو نقصان المعايير الفيزيائية للعينات. ويسمح لنا باستنتاج مدى ارتباط المتغيرين ببعضهما البعض من حيث الحجم والاتجاه. تم حساب معامل الارتباط (r) بين المتغيرات وقيمتها المقابلة في الجدول (4). ويتضح من خلال حساب معامل الارتباط بين متغيرات الدراسة أن EC و TDS يظهران ارتباطاً تاماً (r = 1.000) وهذا يتطابق تقريباً مع القيمة التي توصلت إليها الدراسة [6] أما التوتّر السطحي والكثافة يظهران ارتباطاً ايجابياً قوياً (r=0.916) والأس الهيدروجيني يظهر ارتباطاً متوسط موجب مع معامل الانكسار (r = 0.403) ، في حين أن اللزوجة سجلت ارتباطاً متوسط سالب مع الكثافة، التوتّر السطحي، والموصلية الكهربائية ، كما أظهر معامل الانكسار والأس الهيدروجيني مع التوتّر السطحي ارتباطاً متوسطاً سالباً أما العكارة فأظهرت ارتباطاً منخفضاً وضعيفاً مع جميع المتغيرات التي تم فحصها.

و أن أعلى قيمة للتوتّر السطحي كانت للعينة س9 وأدنى قيمة للعينة (م11) وبمتوسط 76.56 وبانحراف معياري 2.264 والعينة (م11) تعتبر مطابقة تقريباً للقيمة المعيارية للتوتّر السطحي للماء عند درجة حرارة 20°C وهي  $72.8 \text{ dyne/cm}$  [14]، وبشكل عام فإن ارتفاع درجة الحرارة يقلل من التوتّر السطحي للسائل. كما كانت أعلى قيمة للموصلية في عينة الماء (م1) بينما أقل قيمة كانت في عينة الماء (م2) وكانت القيمة الوسيطة للعينات هي 130.500. إن قيم الموصلية المقررة للمياه الصالحة للشرب يجب أن تكون بين  $(400 - 50) \mu s/cm$  وفي هذا المدى تعتبر المياه المعبأة مياه ممتازة طبقاً لـ WHO [29] إن زيادة الموصلية تتناسب مع تركيز الأملاح المذابة في الماء حيث أن زيادة تركيز الأيونات تعني أن الماء أكثر موصلية للتيار الكهربائي وعلى هذا الأساس يمكن إيعاز ارتفاع قيم الموصلية في العينة (م1) إلى وجود الأملاح المذابة. كما تبين أن كل العينات كانت مطابقة للقيمة المعيارية لمعامل الانكسار للماء وهي 1.33 ومتوسط العينات 1.334 وبانحراف معياري 0.001. و قيم العكارة في مياه الشرب يجب أن تكون ضمن المدى (5-1) NTU طبقاً لـ WHO [30]. وكحد أقصى مسموح به 1NTU طبقاً لـ م م ق ل [2]. وحسب النتائج فإن العينات كانت ضمن الحدود المسموح بها من قبل م م ق ل 10 و مطابقة لـ WHO وسجلت العينات انحرافاً معيارياً وقدره 0.426 ومستوى العكارة مهم جداً لتقييم عمليات المعالجة التي تتم على المياه. تبين من خلال النتائج المتحصل عليها لعينات مياه الشرب المعبأة أن كل قيم PH كانت ضمن الحدود المسموح بها من قبل WHO, IBWA, والمركز الوطني

#### الجدول (4) مصفوفة معامل الارتباط بين متغيرات الدراسة.

| Parameters | Den            | Vis    | ST     | EC             | RI            | TU     | PH     | TDS |
|------------|----------------|--------|--------|----------------|---------------|--------|--------|-----|
| Density    | 1              |        |        |                |               |        |        |     |
| Viscosity  | -0.557         | 1      |        |                |               |        |        |     |
| S.Tension  | <b>0.916**</b> | -0.563 | 1      |                |               |        |        |     |
| EC         | 0.183          | -0.529 | 0.393  | 1              |               |        |        |     |
| RI         | -0.522         | 0.024  | -0.511 | -0.171         | 1             |        |        |     |
| Turbidity  | 0.030          | 0.263  | 0.112  | -0.313         | 0.229         | 1      |        |     |
| PH         | -0.333         | 0.275  | -0.464 | -0.121         | <b>0.403*</b> | -0.043 | 1      |     |
| TDS        | 0.183          | -0.529 | 0.393  | <b>1.000**</b> | -0.171        | -0.313 | -0.121 | 1   |

#### الاستنتاجات: Conclusions:

العينات تقريباً هي في الحدود المسموح بها باستثناء التوتّر السطحي الذي كان أعلى قليلاً في بعض العينات.

- وجود تباين بين قيم الموصلية الكهربائية المقاسة والقيم المذكورة على ملصق العبوات التي ورد ذكر

يمكن تلخيص أهم استنتاجات هذه الدراسة فيما يلي.

- أظهرت مقارنة نتائج هذه الدراسة مع القيم المعيارية للكثافة، اللزوجة، التوتّر السطحي ومعامل الانكسار للماء أن تركيزات هذه الخصائص الفيزيائية في جميع

مراقبة الجودة والهوية من قبل السلطات المعنية لحماية صحة المستهلك.

#### المراجع: References

- [1]- العدواني، علي. 2015. مياه الشرب المعبأة النمو المتسارع في السوق العالمية ، مجلة علوم وتكنولوجيا ، معهد الكويت للأبحاث العلمية العدد (240): 38-43
- [2]- المواصفة الليبية القياسية، 2016 (م. م. ق. ل 10) المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية الإصدار الثاني.
- [3]- الأميري، نجله. عصام علي، الشطي، صباح. 2013. تقييم نوعية مياه الشرب المعبأة المحلية والمستوردة المعروضة في محافظة البصرة لأغراض الشرب، مجلة البصرة للعلوم الزراعية، المجلد 26 (1): 387-400
- [4]- ادبارة ، أزهار . الكيلاني، رفيق. السيد، جمعة. 2019. تقييم جودة المياه المعبأة الليبية والمستوردة في بعض المناطق الغربية (ليبيا) ، المؤتمر الثاني للعلوم الهندسية والتقنية، جامعة صبراته. CEST02-228
- [5]- Semerjian, L. A. 2011. Quality assessment of various bottled waters marketed in Lebanon, Environ. Monit Assess 172, 275-285.
- [6]- Rabee, A.M., Emran, F.K., Hassoon, H.A., and Al-Dhamin, A.S. 2012. Evaluation of the Physico-chemical Properties and Microbiological Content of Some Brands of Bottled Water in Baghdad, Iraqi, ABR (Advances in Bioresearch) Society of Education. Volume 3(4) 109-115.
- [7]- Ezeldin, M. 2016 Some Physicochemical Characteristics of Bottled Drinking Water Samples, American Journal of Chemistry. 6(1): 12-17.
- [8]- Salih, N.M., Zana HG. Ahmad and Zhino K. Muhammad 2015. Study of some Physicochemical Parameters of Plastic Bottled Drinking Water from different sources (Manufactured Brands) in Kurdistan Region-Iraqi, International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences. Volume-5, Issue-4, pp. 129-133.
- [9]- Michalski, R., Jabłońska, M., Szopa, S., and Lyko, A. 2018 Analysis of commercially available bottled water in Poland. Environmental Engineering and Management Journal. Vol.17, No. 7, 1667-1677
- [10]- Janan, J.T., Rezan S.A., and Zhakaw K.A., 2013. Application of Water Quality Index for Assessment Water Quality in Some Bottled Water Erbil City, Kurdistan Region, Iraq Journal of Advanced Laboratory Research in Biology Volume 4, Issue 4, PP 128-134
- [11]- Elisabet Y., Feleke, Z., and Bhagwan, S.C. 2019. Assessment of the Quality of Bottled Water Marketed in Addis Ababa, Ethiopia. Bull. Chem. Soc. Ethiop. 33(1), 21-41

الموصلية علي ملصقاتها وهذا يشير إلى عدم دقة الشركات المنتجة للمياه المعبأة في التعبير عن المحتوى الحقيقي.

- مقارنة بمواصفات مياه الشرب المعبأة الصادرة عن المركز الوطني للمقاييس والمعايير ومنظمة الصحة العالمية، حققت أصناف مياه الشرب المعبأة المنتجة محلياً والأصناف المستوردة التي تضمنتها هذه الدراسة مستوى جيداً من الجودة في جميع المعايير الفيزيائية .
- بناء على التحليل الإحصائي فإن جودة مياه الأصناف المحلية لا تختلف عن جودة الأصناف المستوردة في المعايير التالية الرقم الهيدروجيني، الموصلية، العكارة .
- تراوحت نوعية عينات مياه الشرب المعبأة التي تم فحصها وحسب مؤشر WQI بين نوعية مياه ذات جودة جيدة ونوعية مياه ضمن جودة مياه ممتازة.

#### التوصيات: Recommendations

- إلزام مصانع المياه المعبأة بذكر المعلومات التالية على عبوات المياه مصدر المياه ونوعية المعالجة ومعياري العكارة والموصلية نظراً لأن أغلب شركات التعبئة غير ملتزمة بذكر هذه المعلومات والخصائص على ديباجتها.
- تشديد الرقابة من الجهات المختصة بإجراء اختبارات دورية على المياه المنتجة من مصانع التعبئة والتأكد من مطابقتها للمواصفات ومدى مطابقة محتوى المياه كما هو مذكور على العبوة.
- إلزام الشركات المنتجة للمياه المعبأة بإنشاء مختبرات فيها لفحص المنتجات بصورة دورية للتأكد من الشروط الصحية والبيئية.
- إنشاء موقع على شبكة الإنترنت يتضمن قاعدة معلومات عن جميع أصناف المياه المعبأة المتوفرة في الأسواق المحلية وتبيان مدى مطابقتها للمواصفات الليبية والدولية، ليكون الأفراد والهيئات مصدر رقابة بعد تملكهم للمعلومات
- بشكل عام توصي هذه الدراسة بالحاجة المنتظمة لإجراء مسح شامل علي مستوي الدولة الليبية حول جودة المياه بما في ذلك مياه الشبكات العامة والمياه الجوفية وجميع المياه المعبأة التي يتم تسويقها من أجل

- [21]- Upadhyay, M., and Lego, S. 2017. Refractive Index of Acetone-Water mixture at different concentration American International Journal of Research in Science, Technology, Engineering & Mathematics, 20(1). pp. 77-79
- [22]- Sadar, M.J. 1998. Turbidity Science; Technical Information Series, Booklet 11; Hach Company: Loveland, CO, USA. pp 7-12
- [23]- Afrin, R., and Chowdhury, R.S. 2017. Environmental Engineering- Lab I Lab Manual, Ahsanullah University of Science and Technology, pp. 7-21
- [24]- Karastogianni, S., Grousi, S., and Sotiropoulos, S. 2016. PH: Principles and Measurement, The Encyclopedia of Food and Health. vol. 4, pp. 333-338
- [25]- Paun, L., Cruceru, L.V., Chiriac, F.L., and Niculescu, M. 2016. Water Quality Indices Methods for Evaluating the Quality of Drinking Water,, INCD ECOIND – International Symposium– SIMI: pp. 395-402
- [26]- Bousalah, S., Lakhdar, D., and Larbi, H. 2017. Water quality index assessment of Koudiat Medouar Reservoir, northeast Algeria using weighted arithmetic index method, Journal of Water and Land Development. No. 35 (X-XII): 221-228.
- [27]- Chandra, D.S., Asadi, S., and Raju, M.V. 2017. Estimation of Water Quality Index by Weighted Arithmetic Water Quality Index Method: A model Study, Civil International Journal of Engineering and Technology (IJCET), Volume 8, Issue 4, :pp. 1215-1222.
- [28]- IBWA International Bottled Water Association, Alexandria, 2004. VA 22314.
- [29]- WHO: World Health Organization (1998). Guidelines for drinking water quality second Edition. Volume 2 p. 2-94. Geneva.
- [30]- WHO: World Health Organization (2017). Guidelines for drinking water quality Fourth Edition. pp. 226a-228.
- [12]- Bhavin, D. 2019. Textbook of physical chemistry practices. Lab Lambert Academic Publishing, pp. 122-137
- [13]- Cibulka, I. 1993. Saturated liquid densities of I-alkanols from C<sub>1</sub> to C<sub>10</sub> and n-alkanes from C<sub>5</sub> to C<sub>16</sub>: critical evaluation of experimental data. Fluid Phase Equilibria 89, 1-18
- [14]- Lide, D.R.; Kehiaian, H.V. (1994): CRC Handbook of Thermophysical and Thermochemical Data. CRC Press, Boca Raton. p:203 & p:409
- [15]- Thakur, M., and Wadhwa, H. 2017. Experimenting with stalagmometer and viscometer on day to day drinking liquids, International Journal of Applied Research; 3(7): 478-481
- [16]- Atekwana, E.A., Estella, A., Roweb, R.S., Werkema Jr., Dale, D., and Legall, F.D. (2004). The relationship of total dissolved solids measurements to bulk electric conductivity in an aquifer contaminated with hydrocarbon. Journal of Applied Geophysics, 56(4): 281-294.
- [17]- Thirumalini, S., and Kurian, J. 2009. Correlation between electrical conductivity and total dissolved solids in natural waters, Malaysian J. Sci. **28** 55-61.
- [18]- Mcneil, V.H., and Cox, M.E. (2000). Relationship between conductivity and analyzed composition in a large set of natural surface water samples, Queensland, Australia. Environmental Geology, 39: 1325-1333
- [19]- Hp Technical Assistance (1999). Understanding electrical conductivity, hydrology project, World Bank & Government of the Netherlands funded, New Delhi, India : 30pp.
- [20]- APHA: American Public Health Association (2017). Standard methods for examination of water and wastewater, 23rd., Washington DC, USA.