The International Innovations Journal of Applied Science (IIJAS) Vol. 1, No.2, 15-09-2024
المجلد الأول العدد الثاني 15-9-2024 (IIJAS) مجلة ابتكارات الدولية للعلوم التطبيقية
https://doi.org/10.61856/heythw05

The International Innovations Journal of Applied Science

Journal homepage: https://iijas.eventsgate.org/iijas

ISSN: 3009-1853 Online

SCIENTIFIC EVENTS GATE

دراسة بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه زمزم المعبأة

وفاء محمد عبد الغفور*[1] و أبو عاقلة يوسف احمد [2]
[1] كلية الدراسات العليا ،جامعة البحر الأحمر، السودان
[2] كلية التربية، جامعة الجزيرة، السودان

معلومات المقال

تواريخ المقال:
تم الاستلام: 8 أكتوبر 2024
تم التنقيح: 29 أكتوبر 2024
تم القبول: 11 سبتمبر 2024
متوفر على الانترنت: 15 سبتمبر 2024

الكلمات المفتاحية
مياه الشرب
مياه زمزم
قياسلت فيزيائية
قياسات كيميائية

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى قياس بعض القياسات الفيزيائية والخواص الكيميائية لمياه زمزم المعبأة ومقارنتها بالمواصفات الوطنية والعالمية لمياه الشرب. تم جمع عينات مياه زمزم المعبأة من منطقة مكة المكرمة. أجريت التحاليل المعملية في معامل شركة المياه الوطنية بالجوف – المملكة العربية السعودية. متوسط النتائج المتحصل عليها للقياسات الفيزيائية كانت كالآتي7.930 (pH) :، الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S. 864.66 mg/l)، القلوية الكلية (T.Alka 230.00 mg/l)، العسر الكلي (T.H. 300.0 mg/l)، الموصلية الكهربية (E.C. 1296.00 µs/cm)، والعكارة (Tur. 1.28 NTU).أما متوسط التراكيز للخواص الكيميائية (الكاتيونات): ملجم/لتر، الماغنيزيوم (Mg2+ 120)، الكالسيوم (Ca2+ 180)، المنجنيز (Mn2+ 0.106)، والحديد (Fe2+ 0.11)، وللأنيونات: ملجم/لتر، الفلوريد (F- 0.94)، الكلوريد (Cl- 128)، النتريت (NO2- 0.0223)، النترات (NO3- 46.26)، والكبريتات (SO4 2- 78.66).النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة تمت مقارنتها مع المعايير السعودية والأردنية ومنظمة الصحة العالمية لمياه الشرب وبعض الدراسات المنشورة، حيث أظهرت الدراسة توافقاً جيداً معها. بناءً على النتائج المتحصل عليها، توصي الدراسة بتحليل بقية الخواص الكيميائية ودراسة النشاط الحيوي لمياه زمزم المعبأة ضد البكتيريا والفطريات.

Study of Some Physical and Chemical Properties of Bottled Zamzam Water

Wafaa Mohamed AbdAlghfer*[1] Abuagla Yousif Ahmed [2]
[1] Faculty of Graduate Studies, Red Sea University, Sudan.
[2] Faculty of Education, Aljazeera University, Sudan .

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 8 Oct. 2024
Revised: 29 Oct. 2024
Accepted: 11 Sep. 2024
Available online: 15 Sep. 2024

Keywords
Drinking water
Zamzam water
Physical measurements
Chemical measurements

ABSTRACT

This study aims to measure certain physical and chemical properties of bottled Zamzam water and compare them with national and international standards for drinking water. Samples of bottled Zamzam water were collected from the Makkah Al-Mukarramah region. Laboratory analyses were conducted at the National Water Company laboratories in Al-Jouf, Saudi Arabia. The average results obtained for the physical measurements were as follows: pH (7.930), total dissolved solids (TDS) (864.66 mg/l), total alkalinity (T.Alka) (230.00 mg/l), total hardness (T.H) (300.0 mg/l), electrical conductivity (E.C) (1296.00 µs/cm), and turbidity (Tur) (1.28 NTU). For chemical properties (cations), the average concentrations in mg/L were: magnesium (Mg2+ 120), calcium (Ca2+ 180), manganese (Mn2+ 0.106), and iron (Fe2+ 0.11). For anions in mg/L, the average concentrations were: fluoride (F- 0.94), chloride (Cl- 128), nitrite (NO2- 0.0223), nitrate (NO3- 46.26), and sulfate (SO42- 78.66). The results obtained from this study were compared with Saudi, Jordanian, and World Health Organization standards for drinking water, as well as some published studies. The study showed good agreement with these standards. Based on the results obtained, the study recommends analyzing the remaining chemical properties and studying the biological activity of bottled Zamzam water against bacteria and fungi.

* Corresponding author.
E-mail address: omsadeem73831@gmail.com

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

https://doi.org/10.61856/heythw05

1-المقدمة Introduction

الماء من أهم المركبات الموجودة في الطبيعة، والتي تحافظ على بقاء الإنسان والمصادر الأساسية للمياه العذبة مصادر طبيعية كالأنهار والأمطار والمياه الجوفية مما يضمن توفير المياه للاستهلاك البشري وغيرها من الاستخدامات الأخرى (Al-Mūsawī Wa-Ākharūn, 2011). تختلف أنواع المياه حسب مصادرها وحسب تراكيبها الكيمائية نظرا لاختلاف المناطق الهيدروجيولوجية والطبوغرافية (Islām wa-ʻimārat, 2006)، من بين أنواع المياه الموجودة في الطبيعة، المياه المعدنية التي يتم استخراجها مباشرة من المصادر الطبيعية، إذ تحتوي هذه المياه على كمية وافرة من المعادن الذائبة، و غالبا "ما نجدها تحتوي كذلك على بعض من الغازات الذائبة كذلك (Rayyān wrshydh, 2021).

هنالك نوع آخر من المياه الموجودة في الطبيعة هي من أفضل المياه من ناحية الجودة والفائدة لجسم الإنسان، هي مياه زمزم التي يوجد مصدرها في الأراضي المقدسة في مكة المكرمة فهي خير ماء على وجه الأرض ولا يتم معالجتها كما هو الحال مع المياه المعدنية والمياه التي تضخ للمدن .ونظرا لهذه المكانة العظيمة لماء زمزم في نفوس المسلمين فقد حرص الناس على التزود منها وحتى حين مغادرة مكة المكرمة (Abd al-Nāṣir, 2007). وضعت مواصفات وحدود لخصائص مياه الشرب من قبل الهيئات الوطنية والإقليمية والدولية أهمها منظمة الصحة العالمية (Munaẓẓamat al-Ṣiḥḥah al-ʻĀlamīyah, 1989).

تهدف هذه الدراسة إلى قياس بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه زمزم ومقارنتها بالدراسات العالمية والمعايير الدولية لمياه الشرب.

2-المواد و طرائق العمل Materials and Methods

تم جمع عينات مياه زمزم في عبوات بلاستيكية، مصدرها بئر زمزم بمكة المكرمة.أجريت التجارب المعملية في معامل شركة المياه الوطنية بالجوف –المملكة العربية السعودية وفق البروتوكول الخاص بالطرق القياسية لتحاليل المياه والمياه الراجعة وفقاً للجمعية الأمريكية للصحة العامة (APHA, 2017)، بما في ذلك اخذ العينات وحفظها وتجهيزها و عملية القياس و المواد والأجهزة المستخدمة و القوانين الرياضية المستخدمة.

أولا :المقاييس الفيزيائية Physical Parameters

الأس الهيدروجيني pH

أضيف محلول العينة في كاس زجاجي glass beaker، غسل القطب الكهربائي بالماء المقطر electrode، من ثم تم تشغيل الجهاز وانزل القطب الكهربائي في داخل محلول العينة مع تحريكه وترك حتى ثبات القراءة ومن ثم اخذ قيمة الأس الهيدرجيني pH من شاشة جهاز pH Meter.

الأملاح الذائبة الكلية : Total Dissolved (TDS) salts

تم قياس الأملاح الذائبة الكلية عن طريق تجفيف العينة وحساب الفرق في الوزن، حيث وضعت العينات بفرن التجفيف لمدة لا تقل عن ساعة واحدة في درجة حرارة 103 – 105°C ، ومن ثم تم تبريد العينة ووزنت. تم حساب المواد الصلبة الذائبة وفق المعادلة التالية:

$$\text{mg total solids/L} = \frac{(A-B)\times 1000}{\text{sample volume, mL}}$$

where: A = mg final weight of dried residue + dish, B = mg weight of dish

https://doi.org/10.61856/heythw05

القلوية الكلية Alkalinity Total

تم قياس القلوية الكلية Total Alkalinityعن طريق المعايرة باستخدام محلول حامض الكبريتيك القياسي ،الذي تمت معايرته ضد محلول Na_2CO_3 وبالتالي حساب عياريته .تم حساب القلوية الكلية وفق المعادلة التالية:

Total alkalinity, mg $CaCO_3$/L

$$= \frac{(2B-C)\times N\times 50000}{\text{mL sample}}$$

where:

B = mL titrant to first recorded pH (pH 4.3 to 4.7)

C = total mL titrant to reach pH 0.3 unit lower (reduce the pH exactly 0.3 pH unit after the first volume record B)

N = normality of acid

العسر الكلي Hardness Total

تم قياس العسكر الكلى لعينات المياه بإتباع طريقة المعايرة (Titration Method) باستخدام محلول (EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid, العيارى، و الدليل .Eriochrome Black Tتم حساب العسر الكلي وفق المعادلة التالية:

Hardness (EDTA) as mg $CaCO_3$/L $= \frac{A\times B\times 1000}{\text{mL sample}}$

where:

A= mL titration for sample, B= mg $CaCO_3$ equivalent to 1.00 mL EDTA titrant.

ثانيا :القياسات الكيميائيةChemical Parameters

الماغنيزيوم والكالسيوم والمنجنيز

تم هضم العينات بواسطة محلول حامض (HNO3). لقياس الماغنيزيوم والكالسيوم والمنجنيز، تم استخدام جهاز (ICP-OES, Thermo 7000) عند طول موجي (nm 297.08) للماغنيزيوم، (nm 317.93) للكالسيوم، و (nm 257.61) للمنجنيز.

الحديد

تم تنقية عينات المياه والمياه المقطرة باستخدام مرشح . أضيفت 25ml من محلول الكالسيوم إلي 100ml من العينة مع خلطها جيدا .تم قياس امتصاصية العينات والمياه المقطرة والمحاليل القياسية باستخدام جهاز الطيف الضوئيspectrophotometer موديلdr5000عند طول موجي 248.3 nmبعد 10إلي 20دقيقة.ومن ثم تم قراءة تراكيز الحديد في عينات المياه مباشرة من الجهاز.

الفلوريد

تم هضم أيونات الفلور في العينات بواسطة محلول حامض (HNO3) باستخدام المايكروويف (Microwave digestion). تمت معايرة جهاز (ICP-OES, Thermo 7000) وتم تحليل العينات عن طريق جهاز (ICP, Inductively Coupled Plasma) عند طول موجي (nm 317.93)، ومن ثم تم أخذ قراءات تراكيز الفلور من الجهاز ومقارنتها مع قراءات المياه المقطرة والمحاليل القياسية.

الكلوريد

تم قياس الكلور الحر باستخدام جهازمقياس اللون Photoelectric Colorimeter موديل .AP-101تم معايرة جهاز مقياس اللون بمحاليل الكلور وبرمنجنات البوتاسيوم القياسية.

https://doi.org/10.61856/heythw05

النترات

لتجهيز العينة تم إضافة 1مل من محلول حمض HClإلي 50مل محلول العينة النقي المرشح .ومن ثم تم قياس امتصاصية العينات باستخدام جهاز الطيف الضوئيSpectrophotometer (موديل (5000 drعند طول موجي 220 nmبعد معايرته بمحاليل قياسية للنترات وتم حساب التركيز من المنحني القياسي.

النتريت

أضيفت 2 ml من حمض HClالي 50 ml من محلول العينة ومن ثم تم قياس امتصاصية العينات باستخدام جهاز الطيف الضوئيSpectrophotometer (موديل (dr 5000عند طول موجي 643 nmبعد معايرته بمحاليل قياسية للنتريت وتم حساب التركيز من المنحني القياسي.

الكبريتات

لتحضير العينة، تم إضافة 20 مل من محلول (KNO3 + CH3COOH + CH3COONa.3H2O + MgCl2.6H2O) إلى 100 مل من محلول العينة مع التحريك باستخدام جهاز التحريك المغناطيسي (Magnetic stirrer)، ثم أضيفت ملعقة من بلورات (BaCl2) مع استمرار التحريك. تم قياس امتصاصية العينات باستخدام جهاز الطيف الضوئي (spectrophotometer) موديل (DR5000) عند طول موجي (420 nm) بعد معايرته بمحاليل قياسية للكبريتات، وتم حساب التركيز من المنحني القياسي.

التحليل الإحصائي Statistical Analysis

تم إجراء التحليل الإحصائي التقليدي للبيانات باستخدام برنامج (Excel)، وتضمن حساب المتوسط والانحراف المعياري. تم كذلك حساب الانحراف المعياري النسبي (Relative Standard Deviation, RSD) (أمين، 2007)، والذي يعطي دقة النتائج كنسبة مئوية من المتوسط (البيانات الأكثر دقة تعطي نسبة مئوية أقل).

3-النتائج والمناقشة Results and Discussion

الجدول (1) يوضح النتائج المتحصل عليها للقياسات الفيزيائية لعينات مياه زمزم، التراكيز بوحدة ملجم /لتر ما عدا قيمة الـ pHوالموصلية الكهربية (µs/cm) والعكارة Nephlometric Turbidity Units (N.T.U.). كما هو واضح من الجدول (1) ان قيمة الانحراف المعياري النسبي للقياسات أعطت نسب مئوية منخفضة مما يشير إلي تقارب نتائج التجارب .بينما الجدول (2) يوضح النتائج المتحصل عليها للقياسات الكيمائية لعينات مياه زمزم، التراكيز بوحدة ملجم /لتر .كما هو واضح من (الجدول (2 أن قيمة الانحراف المعياري النسبي للقياسات أعطت نسب مئوية منخفضة مما يشير إلي تقارب نتائج التجارب.

https://doi.org/10.61856/heythw05

الجدول (1): يوضح نتائج التحاليل الفيزيائية لعينات مياه زمزم

رقم التجربة	pH	T.D.S. (mg/l)	T. Alkalinity mg/l))	T. H mg/l))	E.C (µs/cm)	Turbidity NTU))
1	7.99	860	300	300	1288	1.20
2	7.90	874	300	300	1300	1.34
3	7.90	860	300	300	1300	1.30
المتوسط	7.930	864.66	230.00	300.00	1296.00	1.28
الانحراف المعياري	0.52	8.08	0.00	0.00	6.92	0.07
الانحراف المعياري النسبي	6.56 %	0.93%	-	-	0.53 %	5.46 %

تُعتبر هذه النتائج متوافقة مع مواصفات مياه الشرب الأردنية (2008)، والسعودية (SASO 1994)، ومنظمة الصحة العالمية (WHO 2011).

الجدول (2): يوضح نتائج التحاليل الكيميائية لعينات مياه زمزم بوحدة (ملجم/لتر)

رقم التجربة	Mg^{+2}	Ca^{+2}	Mn^{+2}	Fe^{+2}	F^{-1}	Cl^{-1}	NO_2^{-1}	NO_3^{-1}	SO_4^{-2}
1	120	180	0.10653	0.12	1.00	130	0.024	46.80	80
2	120	180	0.106	0.10	0.94	126	0.020	46.00	78
3	120	180	0.106	0.10	0.88	128	0.024	46.00	78
المتوسط	120	180	0.106	0.11	0.94	128	0.0223	46.26	78.66
الانحراف المعياري	0.00	0.00	0.00	0.011	0.06	2.00	0.0023	0.46	1.15
الانحراف المعياري النسبي	-	-	-	10 %	6.38 %	1.56 %	10.31	0.99 %	1.9 %

تُعتبر هذه النتائج متوافقة مع مواصفات مياه الشرب الأردنية (2008)، والسعودية (SASO 1994)، ومنظمة الصحة العالمية (WHO 2011).

https://doi.org/10.61856/heythw05

مقارنة النتائج المتحصل عليها ببعض الدراسات المنشورة و المقاييس العالمية

النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة، قياسات فيزيائية وكيميائية، تمت مقارنتها ببعض الدراسات المنشورة والمقاييس العالمية، من الجدول (3) والذي يشير إلي مقارنة متوسط النتائج لمياه زمزم مع هذه الدراسات يمكن ملاحظة الآتي :

أولاً: المقارنة مع الدراسات العلمية المنشورة (جدول3):

- أظهرت الدراسة توافقاً كبيراً في قيم:الـ pH، T.D.S، T.H، EC، Fe^{+2} و Mn^{+2} مع الدراسات السابقة

(Khalid ; AlZuhair and Khounganian 2000; et al. 2014;Shomar 2012 & Lutfiah 2020 (Dania and Mortada 2021.

-
- أظهرت الدراسة قيم أعلى بالمقارنة مع نفس الدراسات المذكورة بالنسبة لقيمT. Alkalinity:

Mg^{+2} $^{+2}$Ca ،Fe^{+2} NO_2^{-1}

- بينما كانت القيم أدنى بالنسبة للمقاييس: Cl^{-1} ، F^{-1} ، NO_3^{-1} و SO_4^{-2} بالمقارنة مع نفس الدراسات المذكورة.

ثانياً :المقارنة مع المقاييس العالمية (جدول3):

- بالمقارنة مع مواصفات مياه الشرب الأردنية (2008)، والسعودية (1994)، ومنظمة الصحة العالمية (WHO 2011)، أظهرت الدراسة توافقاً كبيراً في قيم: pH، T.D.S.، T.H.، Mn+2.
- بينما كانت اعلي بالنسبة لقيم: T. Alkalinity، Mg^{+2} ، Ca^{+2}
- في المقابل أوضحت الدراسة قيم أدنى كما في: SO_4^{-2}، NO_3^{-1}، NO_2^{-1}، Cl^{-1} ، F^{-1}، Fe^{+2} ، Tur، EC .

https://doi.org/10.61856/heythw05

الجدول (3): مقارنة النتائج المتحصل عليها لمياه زمزم ببعض الدراسات المنشورة و المقاييس العالمية

عناصر التحليل	مياه زمزم الدراسة (الحالية)	Lutfiah, 2020))	Shomar, 2012))	Dania and Mortada, (2021)	Khalid etal. (2014)	AlZuhair and Khounganian, (2000)	SASO (1994)	المواصفات الأردنية (2008)	WHO (2011)
pH	7.93	7.73	8 ± 0.2	7.6 ±0.1	7.73	8	6.5–8.5	6.5–8.5	6.5–8.5
T.D.S	864.66	840	-	812±14	1000	835	1000–700	1000 ≤	1000 (1)
T.Alka..	230.00	110	188 ± 32	184.0±11.6	110	195.4	-	-	30 (3)
T.H.	300.00	300	-	-	300	-	300	500 ≤	500 (2)
EC	1296.00	1390	1280 ± 154	-	-	-	-	-	2000
Tur.	1.28	-	-	-	-	-	-	5 ≤	5 (1)
Mg^{2+}	120.00	80	19.0 ± 3	18.5 ± 1.4	80	38.88	30	-	30
Ca^{2+}	180.00	96	62 ± 6	74.0 ± 7.3	220	-	75	-	50
Mn^{2+}	0.10	-	0.69 ± 0.2	0.002 ± 0.0002	-	-	-	0.1	0.4
Fe^{2+}	0.10	0.06	0. 012 ± 0.001	0.1 ± 0.06	0.06	-	0.3	≤ 1.0	0.3
F^-	0.94	0.59	0.1 ± 0.01	-	0.59	0.72	0.6–1.0	1.5	1.5
Cl^-	128.00	159.7	133 ± 23	149.5 ± 6.5	260	163.3	250	500 ≤	250
NO_2^-	0.0226	-	0.01	-	-	-	-	2.0	-
NO_3^-	23.14	126.1	105 ± 15	-	31.6	124.8	45	50	50
SO_4^{2-}	78.66	180	135 ± 23	96.5 ± 13.0	180	124	250	500 ≤	250

https://doi.org/10.61856/heythw05

الاستنتاجات

1- من خلال نتائج هذه الدراسة وبمقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات من ماء زمزم المعبأة مع مواصفات مياه الشرب المحلية والعالمية، توصلت الدراسة إلى مطابقتها للمواصفات والمعايير المطلوبة وبالتالي صلاحيتها للشرب .

2- تحتوي مياه زمزم علي بعض المواد المعدنية المفيدة لجسم الإنسان بتراكيز جيدة مثل الكالسيوم والماغنسيوم.

4- الخاتمة و التوصيات Conclusion and Recommendations

الخاتمة

في هذه الدراسة تم قياس الأس الهيدروجيني (pH)، الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S.)، القلوية الكلية (T.Alka.)، العسر الكلي (T.H.)، الموصلية الكهربية (E.C)، والعكارة (Tur.) كقياسات فيزيائية. وتم قياس الماغنيزيوم (Mg2+)، الكالسيوم (Ca2+)، المنجنيز

(Mn2+)، الحديد (Fe2+)، الفلوريد (F-1)، الكلوريد (Cl-1)، النتريت (NO2-1)، النترات (NO3-1)، والكبريتات (SO4-2) في عينات من مياه زمزم المعبأة والتي مصدرها منطقة مكة المكرمة. أظهرت نتائج الدراسة توافقاً كبيراً مع المقاييس العالمية المحددة لتراكيز المواد في المياه، مثل المواصفات الأردنية والسعودية ومنظمة الصحة العالمية، كما توافقت مع عدد من الدراسات المنشورة في هذا المجال مما يشير إلى جودة مياه زمزم وصلاحيتها للشرب.

التوصيات

مما سبق وبناء على النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة يمكن إن نوصي بالآتي:

1- التوعية بأهمية مياه الشرب من حيث أنواع وتركيز المواد الموجودة فيها مما يضمن اختيار المنتج الصحي والجيد الموافق للمعايير الدولية.

2- المراقبة الدورية لمياه زمزم خاصة المياه المعبأة والمنقولة عبر الأنابيب للتأكد من مطابقتها للمواصفات العالمية لمياه الشرب.

3- استكمالاً للقياسات الفيزيائية والكيميائية لابد من قياس تركيز العناصر الثقيلة والعناصر المشعة لما لها من تأثر كبير علي تلوث المياه خاصة المياه المعبأة والمنقولة عبر الأنابيب.

4- إجراء مزيد من الدراسات من قبل الباحثين بخصوص قياس النشاطات الحيوية للبكتريا والفطريات وغيرها في مياه زمزم.

5-المراجع:

Arabic References

ʿAbd al-Nāṣir, Balīḥ. (2007). Zamzam wa-dhikr faḍāʾilihi. Dār al-ʿUlūm lil-Nashr wa-al-Tawzīʿ, Dammām, Al-Mamlakah al-ʿArabīyah al-Suʿūdīyah.

Al-Mūsawī, Ī. M., Hātim, Q., & Ibrāhīm, A. A. (2011). Dirāsah baʿḍ al-khawāṣ al-fīziyāʾīyah wal-kīmīāʾīyah li-maḥaṭāt mukhtārah li-miyāh al-shurb fī Muḥāfaẓat Bābil. Majallat Jāmiʿat Bābil lil-ʿUlūm al-Handasīyah, 1 (20), 397–411.

Amīn, ʾUsāmah Rabīʿ. (2007). Al-taḥlīl al-ʾiḥṣāʾī bi-istikhdām barnāmij SPSS (2nd ed.). Jāmiʿat al-Manūfīyah, Miṣr.

Lutfiah, H. (2020). The scientific analysis of Zamzam water in the perspective of hadith Prophet Muhammad SAW. As-Salam, IX (1), January-June Edition.

Saudi Arabian Standards Organization (SASO). (1994). Bottled and unbolted drinking water (Standard No. 409). Kingdom of Saudi Arabia.

Shomar, B. (2012). Zamzam water: Concentration of trace elements and other characteristics. Chemosphere, 86 (5), 600-605.

World Health Organization (WHO). (2011). Guidelines for drinking-water quality (4th ed.). World Health Organization, Geneva.

Islām, A. M., & ʿAmārah, M. M. (2006). Kīmīyāʾ al-bīʾah (1st ed.). Dār al-Fikr al-ʿArabī, Cairo, Egypt.

Muʾassasat al-Mawāṣafāt wa-al-Maqāyīs al-ʾUrdunīyah. (2008). Al-Mawāṣafāt wal-muqāyīs al-ʾUrdunīyah li-miyāh al-shurb (8th ed.). ʿAmmān.

Munaẓẓamat al-Ṣiḥḥah al-ʿĀlamīyah. (1989). Dalāʾil jawdat miyāh al-shurb “al-juzʾ al-thānī.” Al-Maktab al-Iqlīmī lil-Baḥr al-Mutawassiṭ, Alexandria, Egypt.

Rayyān, K., & Rashīdah, Muḥajjar. (2021). Dirāsah kīmīāʾīyah wa-hīdro-kīmīāʾīyah li-ʿīnah min māʾ Zamzam wa-muqāranatuhā bi-baʿḍ al-miyāh al-maʿdanīyah al-maḥallīyah. Risālah muqaddamah li-nayl darajat al-mājistīr, Jāmiʿat Qāsidī Marbāḥ Warqalā, Al-Jazāʾir.

English References

Al Zuhair, N., & Khounganian, R. (2000). A comparative study between the chemical composition of potable water and Zamzam water in Saudi Arabia. King Abdul Aziz City of Science and Technology.

American Public Health Association (APHA). (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.). American Public Health Association, Washington, DC, USA.

Dania, F. A., & Mortada, W. I. (2021). Chemical composition of Zamzam water: A comparative study with international standards of drinking water. Heliyon, 7 (e06038).

Khalid, N., Ahmad, A., Khalid, S., Ahmed, A., & Irfan, M. (2014). Comparative study on chemical composition and quality of Zamzam water and other bottled drinking waters. International Journal of Food Properties, 17, 661–677. Taylor & Francis Group, LLC.