

## توظيف مفهوم إنتروبي القانون الثاني لديناميكا الحرارية في تحديد مستويات المخاطر المصاحبة للمياه الجوفية ولمياه الشرب المعبئة بمرجعية نظيفة أساسها جودة ماء المطر

[www.doi.org/10.62341/asam1452](http://www.doi.org/10.62341/asam1452)

أ. عبد الباسط سالم عمار هويدي  
المعهد العالي لشؤون تقنيات المياه  
العجيلات - ليبيا

أ.د. عبد الحميد المبروك الدجن  
أستاذ الهندسة الكيميائية والبيئية  
الهيئة الليبية للبحث العلمي طرابلس - ليبيا

E-mail <mailto:bast22392@gmail.com>

### الملخص

مفهوم الإنتروبي كدالة حالة تم توظيفه في هذه الورقة بنظام تشيع مُصمم للتعامل مع دور الإضطراب الذري في تحديد مستويات تغير الإختراقات المادية للحالات المدروسة ومقارنة النتائج بحالة الطور النظيف. كل ذلك بدأ بعينات لإختبارات توصيف بتقنية العجيب للتشيع الكهرومغناطيسي. العينات شملت: (1) عينة من مياه المطر تم تجميعها بعناية فائقة في أول أسبوع من شهر فبراير 2024م لأخذها كطور مائي مرجعي يتميز عادةً بمستوى الجودة الطبيعية العالية و(2) عينة من بئر جوفي لمياه الشرب Water-GW عمقه 42 متر وهو بئر غوط الديس في منطقة العجيلات غرب مدينة طرابلس ليبيا و(3) عينة المياه المعبئة AA-WS3 Bottled-Waters المُتداولة في السوق الليبي. نتائج الإختبارات تمحورت في قيم الخاصية المادية ( $\tau_c$ ) كُمحددة مُستتبطة من العلاقة بين مُشغل الإنتروبي والزمن للعينات كبصمة مادية تتميز بدقة جس الإختراقات المادية المُضطربة. الدراسة إنتهت بجزء يربط بين خصائص الطور المرجعي الطبيعي ونتائج خصائص بصمة العينات المدروسة كمسلك يسمح بتحديد قيم الجودة لعينات المياه

المختبرة المقاسة على الطبيعة الكيموفيزيائية لجودة ماء المطر المثالية كل ذلك أدى إلى:  
(1) جودة ماء البئر الجوفي  $Q_{AA-WS2} = 76.92\%$  و(2) جودة الماء المُعبأ للتداول  
في السوق الليبي  $Q_{AA-WS3} = 74.57\%$  كُمستوى يُضیی على دور التكوين البوليمري  
في بلاستيك حاويات العبوات كدور مُضاف لدور جدران الإنشاءات المائية الحاضنة  
لمصادر المياه كما هو في حالة بئر الماء الجوفي المُعرض للتلوث.  
الكلمات المفتاحية: الاضطراب الذري و، الانتروبي، الهوية الكيميائية، التشيع الذري،  
الفجوات الموجية.

## Utilizing the Concept of Entropy in the Second Law of Thermodynamics to Determine Risk Levels Associated with Groundwater and Bottled Drinking Water Using Rainwater Quality as a Clean Reference

Abdulbaset Salem Huwaidy

Abdulhamid Mabruk Dajan

Advanced Institute for Water  
Technologies, Al-Ajaylat, Libya

Libyan Establishment for  
Scientific Research, Tripoli, Libya

E-mail <mailto:bast22392@gmail.com>

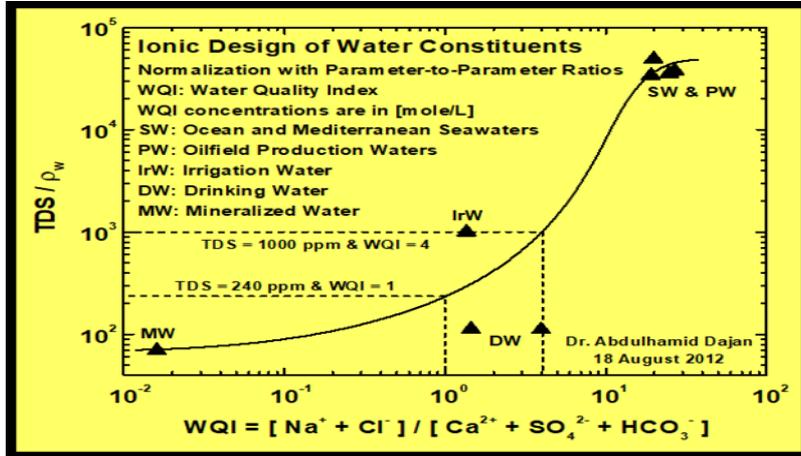
### Abstract

The concept of entropy as a state function is employed in this paper within a radiation system designed to address the role of atomic disturbance in determining the levels of physical permeability changes in the studied states, comparing the results with those of a clean phase. This investigation begins with samples prepared for characterization tests using a unique technique for electromagnetic irradiation. The samples included: (1) a rainwater sample carefully collected during the first week of February 2024, serving as a high-quality natural reference in its aqueous phase; (2) a sample from a 42-meter-deep drinking water well (GW) in Ghout al-Dees, west of Tripoli, Libya; and (3) a bottled water sample (AA-WS3) commonly available in the Libyan market. The test results focused on the values of the physical property ( $\tau C$ ), identified from the relationship between the entropy operator and time, as a physical fingerprint that accurately detects disturbed material permeability. The study concludes with a section linking the properties of the natural reference phase to the fingerprint characteristics of the studied samples, providing an approach to assess the quality of the tested water samples against the ideal chemophysical quality of rainwater. This led to findings that (1) the groundwater quality (QAA-WS2) was 76.92%, and (2) the quality of bottled water available in the Libyan market (QAA-WS3) was 74.57%, highlighting the role of the polymer composition in plastic container packaging as an additional factor, alongside the structures enclosing water sources, as in the case of the groundwater well exposed to contamination.

**Keywords:** atomic disturbance, entropy, chemical identity, atomic irradiation, wave gaps

### 1. جودة المياه

التعريف العلمي لجودة المياه يستند بالدرجة الأولى على مدى مُلائمة الخصائص الكيموفيزيائية والحيوية للإستخدام المُستهدف من خلال مؤشر الجودة (WQI) كمُحددة مُفاضلة إختبارية تم صياغتها في العام 2012م لتوصيف العلاقة الأيونية التي تربط مكونات مُلوحة الماء بالتكوين الجيولوجي الحاضن للماء. الشكل 1 يوضح دور مؤشر الجودة في فهم العلاقة بين مُلائمة خصائص الماء ومجال الإستخدام بنهج تطبيع المُحددات كما هو في المحور العمودي الذي يُمثل العلاقة الغير بُعدية بين مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS) وكثافة الماء ( $\rho_w$ ). هذا النهج ساهم في صياغة مؤشر الجودة الذي يُمثل المحور الأفقي في الشكل 1 كعلاقة نسبية غير بُعدية تجمع بين أيونات الملوحة وأيونات التكوين الجيولوجي كما يفصلها الجدول 1 [1]. القيمة العلمية لنتائج توصيف حدود مُلائمة إستخدام المياه بمؤشر الجودة (WQI) كما في الشكل 1 تتمحور في حساسية المؤشر لأي تغير في مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS) المُتوزعة على مُنحني ضيق عالي الحساسية.



الشكل 1: توزيع مجموع المواد الصلبة الذائبة على مُنحني مؤشر جودة المياه WQI–Curve

[1].

تم استلام الورقة بتاريخ: 2024/10/2م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 2024/ 10/ 31م

الجدول 1: التعريف بالهوية الكيميائية (Chemical Identity) لمكونات العلاقة الأيونية الغير بُعدية المُمثلة بالمحور الأفقي في الشكل 1.

Water Salinity (مُلوحة الماء)	Sodium Na <sup>+</sup>	Chloride Cl <sup>-</sup>
Geo-Ionic Formation (GIF)	Calcium Ca <sup>2+</sup>	Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>

أهمية نتائج توصيف جودة المياه في الشكل 1 تكمن في أن مُنحنى توزيع الجودة يُغطي مدى واسع لتتبع يشمل: (1) مياه الري Irrigation Waters – IrW و (2) مياه البحر Seawaters – SW و (3) المياه المُصاحبة لإنتاج النفط Oilfield Production Waters – OPW في حقل جالو ليبيا [1].

## 2. تجميع العينات المائية

الجدول 2 يعرض الإجراءات العملية التي تم إتباعها في خطة تجميع العينات كمرحلة أساسية يتم فيها الحرص على صلاحية العينة من حيث: (1) المُحافظة على الظروف التي تكفل بقاء تمثيل العينة لواقع حالتها المادية أثناء عملية التجميع و (2) حماية العينة من المؤثرات الخارجية في الفترة الزمنية التي تسبق إختبارات التوصيف الكيموفيزيائي.

الجدول 2: خطة تجميع عينات المياه المُجهزة لإختبارات توصيف الجودة بتقنية العجيب

للتشيع بالموجات الكهرومغناطيسية

تاريخ تجميع العينة	مصدر العينة وإشتراطات التجميع	الرمز الإشاري للعينة
4_فبراير_2024م	عينة ماء المطر ( Rain-Water Sample ) كحالة لجودة ماء طبيعية (Natural Water Quality) تطلب تجميعها التقيد بالتالي: (1) غزارة المطر بهطول يُقلل من تركيز المُلوّثات في الهواء الجوي و (2) الفترة الزمنية الطويلة لهطول المطر تُساهم في خفض تأثير المُلوّثات و (3) أفضل نقطة لتجميع عينة ماء المطر هي في موقع بأحد أراضي الأنشطة الزراعية	AA-WS1

	المُتميزة.	
5_فبراير_2024م	عينة أُخذت من بئر جوفي لمياه الشرب بعمق 42 متر في موقع معروف محلياً ببئر غوط الديس في منطقة العجيلات غرب طرابلس ليبيا. إشرطات تجميع العينة شملت: (1) البئر الجوفي العميق يُساهم في إطالة زمن تعامل التكوين الجيولوجي مع الملوثات المُتغلغة بواسطة المياه السطحية ومياه الصرف الصحي و(2) عمق سطح الماء في البئر الجوفي يحمي الجسم المائي من مخاطر مُلامسة جدران الإنشاءات المائية.	AA-WS2
4_فبراير_2024م	عينة من مياه الشرب في العبوات المُتداولة في السوق الليبي. صلاحية هذه العينة تشترط حماية من التعرض لمصادر الضوء كإجراء يُقلل من هجرة مُكونات كيمياء البوليمر في بلاستيك الحامل نحو الماء المحمول [2].	AA-WS3

### 3. تقنية التشعيع الكهرومغناطيسي

تقنية العجيب للتشعيع بالموجات الكهرومغناطيسية تجمع بين المبادئ النظرية والأدوات التجريبية في عملية توليد إنتروبي كدالة حالة يعتمد تغيرها على زمن التغير في المُستويات الحرارية كما هو في النظام الحراري اللاعكوس. أول تطبيق عملي لهذه التقنية كان بتاريخ 26\_11\_2013م كحصيلة لأعمال بحثية بدأت في 20\_3\_2012م في حقل جالو النفطي التابع لشركة الواحة للنفط (ليبيا) كما هو موثق في المرجع [1]. من هنا، استمر العمل بمفهوم إنتروبي القانون الثاني للديناميكا الحرارية كأساس لفهم دور الإضطراب الذري في تحديد مُستويات الإختراقات المادية الحادثة في أنظمة المُكونات النظيفة بأطوارها الطبيعية من الصلب والسائل والغازي. كل ذلك ساهم في إنجاز العديد من دراسات تقييم

الأثار البيئية والإستشارات العلمية والمُحاضرات التعليمية. الأهمية العلمية لتقنية العجيب للتشيع بالموجات الكهرومغناطيسية تبرز بوضوح في الفرق الجوهرية بين نتائج توصيف مُستويات مخاطر الإختراق المادي بنسب مئوية (R%) ونتائج الدراسات الإحصائية التي تستند على حدود لنهايات تعرض والتي تعتمد صحتها على المُستويات السفلى والعليا لأضرار الإختراقات المادية. زد على ذلك، نجد أن هذه الحدود يتم نشرها في وثائق رسمية كنهايات قياسية غير مفهومة لشريحة كبيرة جداً من مُجتمع إعتاد على فهم شدة الخطر بنسبة مئوية واحدة. بالإضافة إلى ذلك، أنجزت تقنية العجيب أعمال في مجال تقييم فعالية مُعالجة التُرب المُلوثة التي تشتهر بالرمز %E كمُحددة تصميم في العمليات الهندسية (والتي بدونها تصبح كل عمليات المُعالجة في حالة الشك).

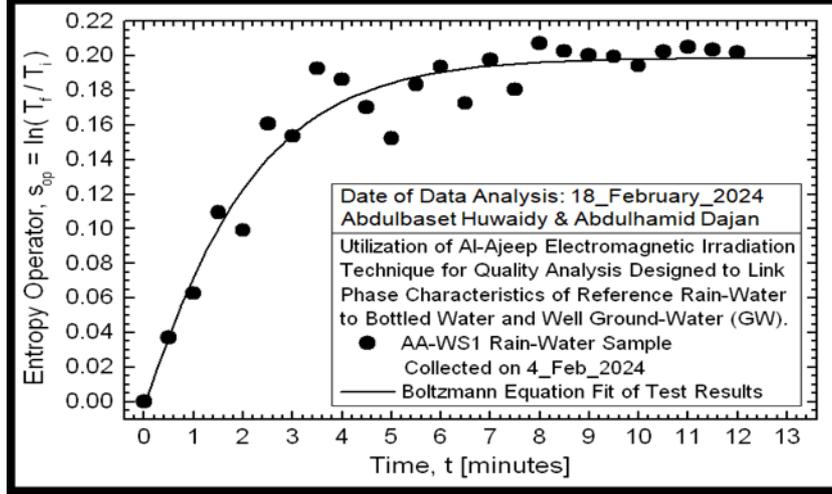
المعادلة 1 تعطي الصيغة الرياضية للقانون الثاني للديناميكا الحرارية الذي تم استخدامه لإستخلاص مُشغل الإنترنتي (SOP) بعملية التكامل التي أنتجت المُعادلة 2 والتي يتشكل بها مُنحنى التمايز الزمني للعينات المُختبرة.

$$\text{Entropy Change, } \Delta s = C \int_i^f \frac{dT}{T} = C \ln \frac{T_f}{T_i} = C s_{op} \quad (1)$$

$$\text{Entropy Operator, } s_{op}(t, T) = \ln \frac{T_f}{T_i} \quad (2)$$

#### 4. نتائج عينة ماء المطر المرجعي

هذا الجزء الهام من الدراسة يبدأ بنتائج توصيف الحالة المائية النظيفة التي تؤخذ في تحليل النتائج كنظام طبيعي مرجعي والتي على أساس جودة تكوينها يتم تحديد مُستويات الإختراق المادي القائمة في مصادر المياه المُرتبطة بالآبار الجوفية وبعيوات القنينات البلاستيكية المُتداولة في السوق. الشكل 2 يوضح العلاقة بين مُشغل الإنترنتي وزمن تعرض العينة المُختبرة للموجات الكهرومغناطيسية.



الشكل 2: نتائج مُشغل الإنتروبي الإختبارية المربوطة بمُعادلة بولتزمان المُتمثلة لجودة عينة ماء المطر المرجعية.

المُعادلة 3 تُمثل الصيغة المُقاسة لنموذج بولتزمان كنتيجة لعملية تقييس رياضي إنتهت بأربعة ثوابت تربط مفهوم الإنتروبي بالإضطراب الذري الواضح بين مسار خط بولتزمان المُترايد ونتائج إختبار عينة ماء المطر (AA-WS1 Rain-Water Sample) كما يلي:

$$\text{Entropy Operator, } s_{op}(t, T) = 0.19878 - \frac{0.83024}{1 + e^{\frac{(t+1.95582)}{1.7231}}} \quad (3)$$

هذا الجزء الحاسم في الدراسة يُمثل ركيزة مادية مثالية أساسها نتائج توصيف لحالة مائية نظيفة تُؤخذ في إختبارات جودة المياه كنظام طبيعي مرجعي ( Natural Reference System) يتم بخصائصه المادية تحديد مُستوى التدخل (Interference Level) في التكوين المادي لأي حالة مائية [3]. كل ما تقدم ينتهي بقيمة الخاصية المادية (Characteristic Time,  $\tau C$ ) كبصمة مادية تتميز بدقة جسيها لأي إختراق مادي أو تدخل غريب يطرأ على التكوينات الطبيعية والنظيفة والمُضطربة والغير مُضطربة. معنى البصمة في حالة ماء المطر توضحه المُعادلة 4 كبصمة رقمية بوحدة الزمن التي تُتيح

مُقارنتها بمُتغيرات لأنظمة مادية دالة في الزمن والتي في حالة ماء المطر تُمثل قيمة لسلوك كيموفيزيائي طبيعي يتميز بنقاوة تكوينية عالية الجودة كما هو في التالي:

$$\text{Characteristic Time for Rain Water, } \tau_{C,Ref} = 21.455 \text{ minutes (4)}$$

قيمة بصمة ماء المطر في المُعادلة 4 تعكس صحة خطوات تجميع العينة التي بالتالي إنعكست إيجابياً على نتيجة البصمة. هذه النتيجة تتوافق أيضاً مع خطة تجميع عينات المياه في الجدول 2 التي تُشدد على توقيت جمع ماء المطر وطول الفترة الزمنية المُتعلقة بتخزين العينة. هنا تجدر الإشارة إلى أن دقة قيمة الخاصية المادية في المُعادلة 4 ساهم فيها نموذج بولتزمان لمُشغل الإنترنت كمسلك رياضي يتميز بنتائج تقييس عالية الدقة.

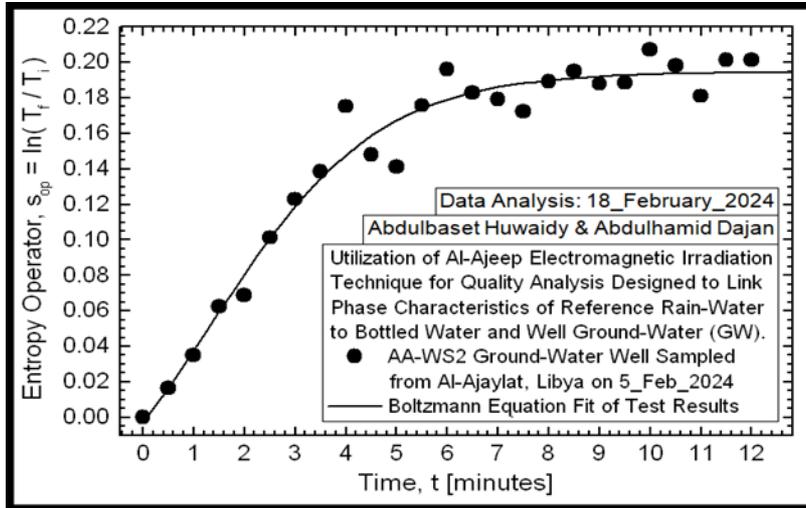
#### 5. نتائج عينة ماء البئر المُختبرة

الإهتمام بجودة المياه الجوفية (Interest in Groundwater Quality) بدأ بقوة منذ عقد السبعينات من القرن الماضي كموضوع للعديد من أعمال دراسية وأبحاث علمية [4,5] خلصت بتوصيات من أهمها: (1) الحماية من المُلوثات الموجودة تحت سطح الأرض Subsurface Contaminants و(2) تجميع السائل القمامي Waste Leachate الناتج عن التحلل الكيمويوي للقمامة بواسطة شبكات عزل مُثبتة على أرضية مكبات المُخلفات البلدية الصلبة Municipal Solid Wastes [6] و(3) تبطين آبار مياه الصرف الصحي بطبقة أسمنتية مُغلقة بمادة بوليمرية من بلاستيك عديد الإثيلين العالي الكثافة HDPE و(4) توزيع الإنشاءات المائية المُحيطة بالآبار السوداء المُلحقة بالمنازل السكنية في إتجاه يكفل الحد من تغلغل المُلوثات Infiltration of Pollutants نحو المياه الجوفية. نتذكر هنا أن كل 31 منزل في منطقة سكنية بمدينة تاجوراء تطفو فوق بُحيرة من مياه الصرف الصحي مساحتها 553 متر مربع [5]. إلى هذا الحد يُمكن التأكيد على أن مؤشر الجودة (Quality Indicator) للمياه الجوفية في هذا الموقع تحول من موضع التهديد إلى موضع الخطر الشديد. بالنسبة لموقع العينة AA-WS2 المُمثلة لحالة مياه الشرب الجوفية في بئر غوط الديس بمنطقة العجيلات، نجد أن قيمة الخاصية

المادية ( $\tau_{C,AA-WS2}$ ) في المعادلة 5 المُعطاة أدناه تُشير إلى وجود هبوط ملحوظ في مستوى الجودة الكيموفيزيائية للمياه الجوفية بسبب إختراقات من التكوين المادي للبئر الحاضن نحو الماء الجوفي:

$$\text{Characteristic Time for Groundwater, } \tau_{C,GW} = 27.89 \text{ minutes} \quad (5)$$

مُقارنةً بقيمة الخاصية المادية لعينة ماء المطر المرجعية ( $\tau_{C,AA-WS1} = 21.455$  minutes) نلاحظ وجود تغير كبير في قيمة الخاصية المادية لعينة ماء البئر الجوفي ( $\tau_{C,AA-WS2}$ ) الواضح في المعادلة 5 وفي نتائج السلوك الكيموفيزيائي للماء الجوفي في الشكل 3.



الشكل 3: نتائج إختبار التشعيع الكهرومغناطيسي لعينة الماء الجوفي ( Groundwater (AA-WS2).

التغير الملحوظ في قيم الخاصية المادية في المُعادلات 4 و5 يرجع إلى أن الماء الجوفي تعرض لتدخلات كثيفة من التكوينات الطبيعية والإنشائية التي تسببت في إضطرابات ذرية ظهرت كقمم حادة مُكررة في مدى زمن المنطقة المُسطحة بعد ثلاثة دقائق من بداية

إختبار التشيع كما هو في الشكل 3. أهمية هذا المدى الزمني في العمل الإختباري تكمن في علاقته بعملية التحول المادي للعينات المُختبرة من حالة الشبه مائع إلى حالة الصلب. هذا يعني أن المدى الزمني للمسطح يُؤخذ كمُحددة طور تتحدد بها نقطة زمن دخول العينة للمنطقة المُسطحة.

نختتم هنا بالإضاءة على خط بولتزمان المثالي في الشكل 3 كمسلك يتم به التعرف على شدة الإضطرابات الذرية وكأنها ملفوفة حول هذا الخط بقمم حادة مصحوبة بتجاويف موجية.

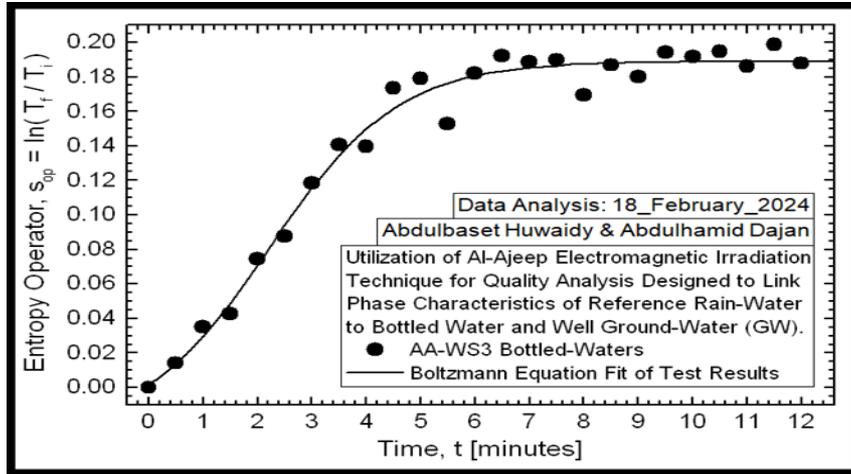
## 6. نتائج عينة ماء الشرب المُعبئة

تضمن عينات لعبوة ماء الشرب من القطاع التجاري في خطة العمل الدراسي المُدرجة في الجدول 2 تحت الرمز الإشاري AA-WS3 يهدف إلى قياس مُستويات المخاطر المُصاحبة لهجرة كيمياويات المُضافات من الجدران البلاستيكية لِقنينات المياه المُتعرضة لأشعة الشمس أثناء بقاؤها أمام مقرات التسويق وتخزينها في ظروف حرارية مُتباينة. فآلية هجرة المُضافات تعني تحرر كيمياويات ضارة من الحامل إلى المحمول وهي تُستخدم كمُحسّنات أداء مُصاحبة لسلسلة التكوين البوليمري لبلاستيك الجدار حيث تنطلق بفعل درجة حرارة الإنتقال الزجاجي (Tg). هذه العملية تحدث في المدى الحراري Tg Range  $70-80^{\circ}\text{C}$  = كخاصية حرارية لبوليمر عديد الإثيلين ترفثاليت (PET). عند هذا المدى، تدخل السلاسل البوليمرية في مرحلة المرونة الديناميكية التي بسببها تنطلق المُضافات الكيمايائية في عملية إخلاء نحو الوسط المائي المحمول وهو ما يُعرف بالهجرة. نُنبه هنا إلى أن المواد المُضافة ليست جزء من التكوين البوليمري الأساسي في الجدار البلاستيكي لقنينة الماء وأن إرتباطها بسلاسل البوليمرات هو رباط ضعيف ويزداد ضعفاً مع إرتفاع درجات الحرارة وصولاً إلى حالة التهشم الحراري عليه، فإنه من المُتوقع أن يُصاحب ذلك تغير في جودة الماء بفعل هجرة المُضافات الملوثة للماء وأن مُستوى التغير الكيموفيزيائي يتناسب مع كمية المواد المُضافة [7]. لهذه الأسباب، تم التحذير في خطة تجميع العينات في الجدول 2 من تعريض ماء الشرب المُعبأ في قنينة بلاستيكية لأشعة الشمس أو لأي مصدر لإنبعاثات حرارية. الشكل 4 يعطي نتائج إختبار التشيع بالموجات

الكهرومغناطيسية لعينة من ماء الشرب المُعبأ في قنينة بلاستيكية كنموذج يُمثل العديد من عبوات الماء المُتداولة في السوق الليبي. اللافت للنظر في هذه النتائج يكمن في درجة التشابه العالية بين السلوك الكيموفيزيائي لعينة عبوة الماء المُتداول والسلوك الكيموفيزيائي لماء البئر الجوفي كما هو في الأشكال 3 و4.

$$\text{Characteristic Time for Bottled Water, } \tau_{C,BW} = 28.77 \text{ minutes} \quad (6)$$

هذه المُشاهدة يُمكن حسمها بدراسة مسار العلاقة بين مُشغل الإنترنت (SOP) وزمن تعرض العينة للتشيع (Time, t) التي تنتهي بتحديد قيمة الخاصية المادية (AA-WS3) كبصمة كيموفيزيائية تُدلل على مُستوى التدخل المادي. المُعادلة 6 تعطي قيمة هذه المُحددة لعينة الماء المُعبأ التي مُستوى التدخل فيها قريب جداً من حالة التغير في عينة ماء البئر الجوفي وهو ما يؤكد على وجود تشابه كيموفيزيائي بين العينتين في الأشكال 3 و4.

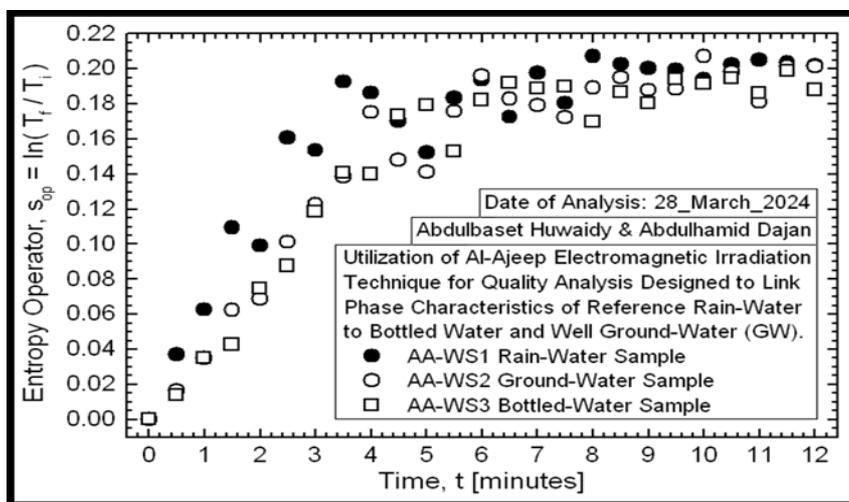


الشكل 4: العلاقة بين مُشغل الإنترنت (Sop) وزمن تشيع عينة عبوة ماء الشرب AA-WS3.

## 7. ربط المخاطر بجودة المياه

هذا الجزء يهتم بتطبيق نتائج خصائص الطور المادي المُعطاة في المُعادلات 4 و5 و6 كحصول دراسة تُتيح للباحث الأساس العلمي المطلوب لتحديد مُستويات التدخل المادي

في التكوينات الكيموفيزيائية للمياه المختبرة. فبالقياس على النظام الطبيعي المرجعي الذي يُمثله ماء المطر، يُمكن إعتبار هذا النوع من التدخلات في العينة AA-WS2 والعينة AA-WS3 كتدخلات غير مرغوب فيها وسوف تؤخذ كمصادر خطر يُشار إليها في كل ما يلي بمستويات المخاطر (R%) في عينة المياه الجوفية وعينة مياه الشرب المُعبئة [8]. الشكل 5 يعطي الصورة الشاملة لكل ما حدث بين التركيب الطبيعي لعينة ماء المطر AA-WS1 والعينات المُختَرقة بمُكونات مُتدخلَة في أصل تركيب الماء الجوفي AA-WS2 وماء الشرب المُعبأ AA-WS3. هذا الإختلاف المادي بدأ مُبكراً عند نقطة النصف دقيقة  $t = 0.5$  [min.] من تعرض العينات لمُعدلات التشعيع بالموجات الكهرومغناطيسية حيث قفز مُشغل الإنترنتري الإختباري لماء المطر إلى مُستوى إضطراب ذري أقل بكثير مما هو في عينات الماء الجوفي والماء المُعبأ، أي بمعنى أن ماء المطر يُمثل الطور المادي المُتجانس الخالي من المُكونات الدخيلة التي في أغلب الحالات تتسبب في تلويث التكوينات المُفترض أن تكون نظيفة. كما هو في عينات ماء البئر الجوفي والماء المُعبأ في قنينات بلاستيكية.



الشكل 5: الصورة الشاملة لسلوك العينات المائية الثلاثة أثناء التعرض للتشعيع الكهرومغناطيسي.

السلوك المتجانس لعينة ماء المطر AA-WS1 في الشكل 5 إستمر بمسار يتميز بالتباعد المتسارع عن مسار سلوك عينات المياه المختزقة AA-WS2 و AA-WS3 بأكبر زاوية على محور الزمن (t-Axis) كما هو واضح في توزيع البيانات الإختبارية. الأبعاد العملية لتباين السلوكيات الكيموفيزيائية لعينات المياه يُلخص حصيلتها الجدول 3 من حيث مستويات المخاطر والجودة.

الجدول 3: الأبعاد العملية للسلوكيات الكيموفيزيائية لعينات المياه المختزقة بالتشعيع الكهرومغناطيسي.

العينة AA- WS3	العينة AA- WS2	العينة AA- WS1	
28.77	27.89	21.455	الخاصية المادية $\tau C$ [min.]
25.43	23.08	Reference	نسبة المخاطر Risk, R [%]
74.575	76.922	Reference	نسبة الجودة Quality, Q [%]

## 8. النتائج

نتائج العلاقة بين المخاطر R% وجودة المياه Q% في الجدول 3 أبرزت الدور الهام لتقنية العجيب في إدارة مياه الشرب ( Role of Al-Ajeep Technique in Management of Drinking Water ) وذلك من حيث دقة توصيف الإرتباطات القياسية (Characterization of Standard Links) بين المُحددات الحاكمة (Governing Parameters) في مجال سلامة المياه (Safety of Waters) التي نُضِيء عليها هنا بعدد من مداخل دراسية (Scholarly Entries) نُلخصها في التالي: م\_1. الإختلاف الجوهرى Fundamental Difference بين نسب المخاطر R% المرتبطة بمستويات جودة المياه في الجدول 3 ونتائج الدراسات المنشورة في المراجع [9,10,11,12] يكمن في: (1) تجزئة عملية توصيف المخاطر إلى مراحل إحصائية أساسها بيانات الأثر السلبي Adverse Effect Data التي يتم تقييم عواقبها

Consequences بمُحددات تكرار الحدوث Frequency of Occurrence أو  
إحتمالية الحدوث Probability of Occurrence و(2) نتائج المخاطر في المرجع  
[11] تستند على نموذج التوزيع العمودي للإحتمالية Normal Probability  
Distribution كمسلك إحصائي يستند على تمثيل البيانات بالمقياس العمودي  
للإحتمالات Normal Probabilities Scale.

م\_2. الدور الكيموفيزيائي Chemo-Physical Role في تحديد مستويات المخاطر  
الحقيقية في الأطوار المادية الصلبة والسائلة والغازية يغيب عن الدراسات التي تم الإطلاع  
عليها إلى تاريخ إعداد هذه الدراسة. أهمية هذا الدور تتلخص في: (1) توفير معارف  
علمية مفتاحية Key Scientific Knowledge لكل صانعي القرارات المتعلقة بإدارة  
جودة المياه Water Quality Management وذلك بنتائج مُماثلة لدقة النتائج في  
الجدول 3 و(2) المساهمة في مجال التنمية المُستدامة Sustainable Development  
من خلال برامج رصد Monitoring Programs تتم بها مُراقبة صلاحية المياه  
المُستخدمة بالدرجة الأولى في الشرب والصناعات الغذائية والطبية Food and  
Medical Industries وفي الأنشطة الزراعية التي تهتم بطبيعة التربة وجودة مياه الآبار  
الجوفية.

م\_3. مُساندة خطط الوقاية والحماية Support of Prevention and Protection  
Plans بتدابير فنية Technical Measures تشمل: (1) مُتابعة مراحل خطة المُعالجة  
Treatment Plan لأي من الأطوار المادية الثلاثة المُشتبه في تلوثها بمُلوثات مثل ما  
هو في الهواء الجوي Ambient Air أو في طبقات التربة Soil Layers أو في السوائل  
Liquids وذلك بواسطة عينات يتم جمعها دورياً لإختبارات تحديد المخاطر بالتشيع  
الكهرومغناطيسي و(2) دعم مفهوم المُعالجة الإيجابية للتكوينات الشديدة التلوث بنتائج  
يتم بها تحديد مدى فعالية المُعالجة % -ε Range of Treatment Effectiveness  
كحصىلة لإختبارات توصيف مخاطر الإختراقات المادية المُرتبطة بهندسة العمليات  
Engineered Processes.

## 9. الخلاصة

الإستنتاجات التالية تُلخص دور حالة الإضطراب الذري ( State of Atomic Disorder) التي تُمثلها الصيغة الرياضية لإنتروبي القانون الثاني (Mathematical Form of Entropy) لديناميكا الحرارية في توصيف المخاطر المُهددة لجودة مياه الآبار الجوفية ولجودة مياه الشرب المُعبئة:

1. مؤشر جودة المياه (WQI) المُصاغ في العام 2012م [1] يُتيح إمكانية التعرف على حدود مُلائمة إستخدام المياه في مُنحى توزيع جودة الماء Profile of Water Quality Distribution الذي يتميز بالتنوع المائي في مدى ضيق عالي الحساسية والذي يبدأ تصاعدياً من مياه الشرب مروراً بمياه الري.

2. الحرص على تطبيق خطة تجميع وتخزين عينات المياه ساهم في نجاح إختبارات التشعيع بالموجات الكهرومغناطيسية في التوصيف الكيموفيزيائي لواقع الحالة المائية في المصدر.

3. أهمية التطبيق الصحيح لخطة تجميع العينات والمُحافظة عليها إتضح في نتيجة الخاصية المادية لماء المطر  $\tau_{C,Ref.} = 21.455 \text{ min}$  كحالة للجودة الطبيعية (Natural Quality) التي خصائصها تُمثل النظام المرجعي التنظيف (Clean Reference System) الذي بدرجة نقاوته يتم تحديد مُستويات المخاطر (Risk Levels) في ماء البئر الجوفي ومياه الشرب المُعبئة.

4. بصمة الخاصية المادية لعينة ماء البئر الجوفي وصلت إلى  $\tau_{C,GW} = 27.89 \text{ min}$  كنتيجة تُشير إلى أن أصل هذه العينة تعرض لإختراق مادي كبير وأن هذا التدخل الغير مرغوب فيه تُصاحبه مخاطر يصل مُستواها إلى  $RGW = 23.08\%$  حيث  $GW$  تعني ماء جوفي Ground-Water.

5. وصول بصمة عينة مياه الشرب المُعبئة إلى المُستوى  $\tau_{C,BW} = 28.77 \text{ min}$  كقيمة قريبة جداً من المُستوى الكيموفيزيائي لعينة ماء البئر الجوفي يُضئ على دور كيمياء تكوين حاضنات المياه في حالات التلوث التي هنا تُمثلها هجرة المُضافات الكيميائية في التكوين البلاستيكي لجدران القنينات نحو الماء أثناء التعرض لإجهادات

حرارية (Thermal Stresses). حصيلة ذلك زيادة في مُعدلات إختراق تتسبب في إرتفاع نسبة المخاطر إلى  $RBW = 25.43\%$  حيث BW تعني ماء القنينة Bottled–Water.

6. نهج الربط بين خصائص الحالة المائية الطبيعية المرجعية وخصائص عينات المياه المُختبرة أدى إلى تحديد مُستويات الجودة Quality Levels كما يلي: (أ) جودة ماء البئر الجوفي  $QGW = 76.92\%$  و(ب) جودة المياه المُعبأة في القنينات المُتداولة في السوق الليبي  $QBW = 74.57\%$ .

#### المراجع

- [1]. Abdulhamid M. Dajan and Muhsen A. Emtair, “Chemo–Dynamic Treatment of Oil Production Waters at Jalou Oilfield of Waha Oil Company”, Workshop on Environment Protection, 23–24 April 2013, Jalou Oilfield, Libya.
- [2]. Ghozlan Al–Hemmali, Mahasen Al–Khabat, Abdulhamid Dajan, and Muhammed Khalifa, “Standardization of the Migration of Additives from Plastic Bottles to Water”, 1st Annual Conference on Environmental Risk Management Under Technological Aspects, Modern Academy, 27–28 November 2004, Cairo, Egypt.
- [3]. Abdulhamid M. Dajan, “Measurement of Risk Levels of Emitted Lead-Pb Dust in Ambient Air at Sardalees Company's Plant for Recycling of Used Batteries”, A Study Report, Al–Ajeep Engineering and Technical Consultancy Company, 22 Sept 2022, Tripoli, Libya
- [4]. R. Allan Freeze and John A. Cherry, “Groundwater”, Classic Book on Physical and Chemical Groundwater, 1979, Prentice–Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J. 07632, United States of America
- [5]. Abdulhamid M. Dajan and Abdulazziz M. Omran, “Geochemical Mapping of the Infiltration of Blackwell Waters in the Residential and Public Lands in Tajouraa City”, 1<sup>st</sup> National Conference on the Technologies of Wastewater Treatment, Environment General Authority and World Health

- Organization (WHO), 6–8 June 2005, Benghazi, Libya.
- [6]. . Bethany Forde and Abdulhamid Dajan, “The Effect of Waste Leachate on the Mechanical and Rheological Properties of Landfill Plastic Liners”, Research Report, Department of Chemical Engineering, University of Queensland, Brisbane, Australia, 27 October 2000
- [7]. Abdulhamid M. Dajan, “Environmental Impact Assessment (EIA) of Elwefaq Company for Manufacturing of Plastic Covers”, Environment General Authority (EGA), 23 August 2009, Janzour, Tripoli, Libya.
- [8]. . Abdulhamid M. Dajan, “Role of Entropy of Second Law of Thermodynamics in Characterization of Phase Interference in Environment and Climate”, A Research Paper for Workshop on Deteriorated Environment and Climate and Their Effects on Sustainable Development, Institute of Planning, Sustainable Development Committee (SDC), 22 November 2022, Tripoli, Libya.
- [9]. P. Skivington, “Risk Assessment for Water Quality Management”, Final Report to Water Research Commission, WRC Project No. TT 90/97, Republic of South Africa.
- [10]. Water for Africa (WfA), “Summary of Water Quality Risks”, Review of Water Quality Reports & Catchment Management Plans, February 2010, Pretoria, South Africa.
- [11]. A. V. Yalaletdinova<sup>1</sup>, E. A. Kantor<sup>1</sup>, and Yu O. Galimova, “Drinking-Water Quality Risk Assessment Based on Parameters with Organoleptic (Taste and Odor) Effects Observed in Water from Surface Water Intake and Infiltration Water Intake Facilities”, IOP Conference Series, Earth and Environmental Science, 2021, 670-012046.
- [12]. Reza Aghlmand, Saeed Rasi Nezami, and Ali Abbasi, “Evaluation of Chemical Parameters of Urban Drinking-Water Quality along with Health Risk Assessment: A Case Study of Ardabil Province, Iran”, International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18, 5179.