JRUCS
Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)
مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

Available online at: https://www.jrucs.iq

AL- Rafidain University College

مؤشر جودة المياه في هور أبو زرك

بسمة صباح فرج	سهيل نجم عبود
basma.sabbah1301a@coadec.uobaghdad.edu.iq	suhnaj2005@coadec.uobaghdad.edu.iq
الجهاز المركزي للإحصاء- وزارة التخطيط، بغداد، العراق.	قسم الإحصاء- كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد، بغداد، العراق.

حيدر لفتة علي
hydar_e@yahoo.com
مركز إنعاش الأهوار العراقية والأراضي الرطبة (CRIMW)- وزارة الموارد المائية، بغداد، العراق

المستخلص

تعد الأهوار من أكثر النظم البيئية الغنية للتنوع الاحيائي. ويعتبر تغير المناخ والأنشطة البشرية من المشاكل الرئيسية التي أثرت على مناطق الأهوار. لذلك فإن تقييم جودة المياه أمر ضروري لمؤشر صحة الهور. اختيار هور أبو زرك الواقع في جنوب العراق لتقييم وتحليل جودة المياه وفق المعايير العراقية ومعايير منظمة الصحة العالمية. استخدمت البيانات المتوفرة لهور أبو زرك للمتغيرات (الاوكسجين المذاب والرقم الهيدروجيني ومجموعة المواد الصلبة والتوصيلية الكهربائية والعكارة).

استعملت ثلاث طرق في هذا البحث، مؤشر جودة المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية الامريكية (National Sanitation Foundation Water Quality Index, NSF)، ومؤشر جودة المياه الرياضي الموزون (Weighted Arithmetic Water Quality, WAWQI Index)، ومؤشر جودة المياه الكندي (Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index) (CCME WQI)

أظهرت النتائج أن أفضل مؤشر لقياس جودة المياه لهور أبو زرك كان باستخدام طريقة (NSF WQI) مقارنة بالطرق الأخرى لأن طريقة (NSF WQI) تعطي مرونة في تحديد أوزان المتغيرات حسب أهميتها.

معلومات البحث

تواريخ البحث
تاريخ تقديم البحث: 2023/1/12
تاريخ قبول البحث: 2023/3/3
تاريخ رفع البحث على الموقع: 2023/12/31

الكلمات المفتاحية
الاهوار، نوعية المياه، مؤشر، هور ابو زرك، الاوكسجين المذاب، مجموع المواد الصلبة الذائبة

للمراسلة:
بسمة صباح فرج
basma.sabbah1301a@coadec.uobaghdad.edu.iq

https://doi.org/10.55562/jrucs.v54i1.603

1. المقدمة

الأهوار تعرف على أنها مجموعة من المسطحات المائية التي تغطي الأراضي المنخفضة. تشكل هذه المستنقعات أكبر نظام بيئي للأراضي الرطبة في الشرق الأوسط وهي تشكل موردا اقتصاديا للعديد من السكان المحليين بالإضافة إلى قيمها الثقافية والسياحية [Al-Gburi et al 2017]. ودور هذه المسطحات المائية في تلطيف درجات الحرارة خلال ايام الصيف في مناطق جنوب العراق. ان الاهتمام بالأهوار كونها مصدر للثروة السمكية واراضي زراعية خصبة ومواد البناء (القصب والبردي) وكذلك السياحة من الناحية الترفيهية والعلمية بمراقبة هجرة اسراب الطيور المهاجرة.

تعد جودة المياه السطحية قضية حساسة للغاية، وضرورية للتنمية الاقتصادية طويلة الأجل، والرفاهية الاجتماعية، واستدامة البيئة. الارتفاع في الوعي والقلق بشأن تلوث المياه في جميع أنحاء العالم في السنوات الأخيرة نتيجة تطور الصناعة وازدياد عدد السكان ادى زيادة النشاطات الصناعية والزراعية والتنموية في عدة نواحي كان سبب في تلوث المياه. لذلك تم تطوير مناهج لتحقيق الإدارة المستدامة لموارد المياه على الصعيد العالمي. المراقبة المنتظمة لموارد المياه ضرورية للغاية لتقييم جودة المياه للاستعمالات المختلفة.

كمية ونوعية المياه لها دور مهم تؤثر على الانسان وصحته واحتياجاته اليومية من خلال العديد من القطاعات مثل التربة والزراعة والثروة الحيوانية وغيرها من الأنشطة، يعد تغير المناخ وزيادة عدد السكان والتصنيع والتحضر من أهم العوامل التي أدت إلى تدهور جودة المياه وكميتها [Tyagi et al., 2013]. المتغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية هي أهم المعايير التي قد تستعمل في تقييم جودة المياه. تؤثر قيم هذه المعايير على صحة الإنسان إذا تجاوزت الحدود المقبولة التي تنص عليها المعايير منظمة الصحة العالمية and [EPA,2009] [WHO,2012]. عند تلوث المياه يتأثر الاستهلاك البشري وتوزيع الكائنات الحية وسلوكها بشكل مباشر بالخصائص الفيزيائية للجسم المائي [Khudhur et al., 2020].

2. مشكلة البحث

ان التغيرات المناخية المتمثلة بقلة المياه الساقطة وارتفاع درجات الحرارة وزيادة الطلب على المياه العذبة بالإضافة الى تصريف مياه الصرف الصحي مباشرة للأنهار المغذية لعدم وجود محطات لمعالجة أثر على مياه هور أبو زرك استدعت الحاجة الى تقييم نوعية المياه من خلال مؤشر لجودة المياه بأقل الكلف من خلال الفحص الميداني للبيانات المتوفرة والمقاسة بشكل دوري.

3. الهدف

1. بناء مؤشر جودة المياه (Water Quality Index WQI) لهور أبو زرك باستعمال المتغيرات الفيزيائية والكيميائية.
2. جمع وتحليل البيانات وتصنيفها وفق محددات جودة نوعية المياه.
3. تطوير مؤشر جودة نوعية المياه (Water Quality Index WQI) حسب مؤشر جودة المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية (National Sanitation Foundation Water Quality Index NSF WQI)).
4. تطبيق مؤشر جودة المياه الرياضي الموزون (Weighted Arithmetic Water Quality Index WA WQI) ومؤشر جودة المياه لهيأة البيئة الكندية (Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index CCME WQI).
5. مقارنة وتحليل نتائج ثلاث مؤشرات مؤشر جودة المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية (NSF WQI) ومؤشر جودة المياه الرياضي الموزون (WA WQI) ومؤشر جودة المياه لهيأة البيئة الكندية (CCME WQI) لاختيار أفضل مؤشر جودة مياه.

4. منطقة البحث

هور أبو زرك أحد الاهوار الوسطى في جنوب العراق وبمساحة 125 كم2 يبعد 30 كم في شرق محافظة ذي قار وضمن الحدود الإدارية لناحية الاصلاح عند خط العرض ″31°09′54.9 شمالاً وخط الطول ″46°36′33 دقيقة [Affat 2021] مصدر مياههُ من نهر دجلة وتحديداً من الفرع الأسفل لنهر الغراف (شط أبو لحية) وتعرض للتجفيف خلال الثمانينات أدت عمليات التجفيف هذه إلى تغييرات جذرية في البيئة، وبعد سقوط النظام تم إعادة المياه ولكن التدهور في جودة المياه والنظام البيئي لا يزال قائما الشكل رقم (1) خارطة موقعية لهور أبو زرك. تم جمع مجموعة من عينات المياه لموقعين بداية الهور والموقع الاخر نهاية الهور الواقع في وسط جنوب العراق المنطقة الأولى المختارة للبحث في الجزء الشمال الغربي وتعتبر بداية الهور (شط أبو لحية) عند الاصلاح لتستمر القناة حتى تختفي في الاهوار الوسطى والمنطقة الأخرى هي الجزء السفلي، المرتبط بعدة قنوات وفتحات غير منتظمة الى نهاية الهور في منشأ AZ24.

شكل (1): خارطة موقعية لهور أبو زرك

استحصال العينات المفحوصة لمياه هور أبو زرك من مركز إنعاش الاهوار والأراضي الرطبة العراقية / وزارة الموارد المائية من منطقة الإصلاح لتكون بداية لهور أبو زرك والمنطقة الثانية في منشأ AZ24 نهاية الهور، لدراسة مؤشر جودة المياه للمتغيرات (الأكسجين المذاب DO بوحدات (mg/L)، ودرجة الحموضة pH بدون وحدات، ومجموع المواد الصلبة الذائبة TDS بوحدات (mg/L)، والعكارة Tur بوحدات (NTU) ودرجة حرارة الماء بوحدة C°). الجدول (1) يوضح ملخص التراكيز المقاسة لنوعية مياه هور أبو زرك.

تقييم تلوث المياه بطريقة مبسطة وبأقل تكلفة واقل جهد يتم عن طريق عمل مؤشرات جودة المياه وفق معايير منظمة الصحة العالمية من خلال ترجيح خصائص المياه الكيميائية والفيزيائية والاحيائية التي لها أثر على الانسان والبيئة.

في هذا البحث طور مؤشر جودة المياه خاص (WQI) بهور أبو زرك من خلال نموذج مؤشر نوعية المياه لمؤسسة الصرف الصحي (NSF WQI) وتطبيق مؤشر جودة المياه الموزون (WA WQI) ومؤشر جودة المياه لهيأة البيئة الكندية (CCME WQI)، مع مراعاة معايير جودة المياه العراقية.

جدول (1): ملخص التراكيز المقاسة لنوعية مياه هور أبو زرك

المتغيرات		الاوكسجين المذاب	الرقم الهيدروجيني	مجموع المواد الصلبة الذائبة	العكارة	درجة حرارة المياه
		DO (mg/l)	pH	TDS (mg/l)	Tur (NTU)	Temperature C°
بداية الهور	اقل قيمة	3.5	7.9	590	10	12
	اعلى قيمة	7.6	8.5	1309	45	33
	المعدل	6.1	8.1	925	22	23
نهاية الهور	اقل قيمة	3.1	7.6	580	9.8	11
	اعلى قيمة	7.8	9.17	4751	64	33
	المعدل	5	8	1645	34	23

5. مؤشر جودة المياه (Water Quality Index) (WQI)

يعد مؤشر جودة المياه أحد أكثر الأدوات فعالية لتحويل الكم الهائل من البيانات والخصائص المعقدة للمياه إلى معلومات سهلة وواضحة، مؤشر جودة المياه (WQI) طريقة بسيطة تستعمل كجزء من مسح جودة المياه العامة باستعمال مجموعة من المعايير التي تقلل كميات كبيرة من المعلومات إلى رقم واحد وبدون وحدات قياسية [Ewaid et al 2020]. الغرض الأساسي من حساب مؤشر جودة المياه (WQI) هو تسهيل عملية تقدير جودة المياه في أي منطقة محددة، يعطي مؤشر جودة المياه (WQI) فكرة عامة عن مشاكل المياه المحتملة يساعد في إنشاء سياسة مناسبة لتحسين جودة المياه.

أن طرق تحديد مؤشر جودة المياه تستعمل عدة نماذج غير محددة وفي بعض الأحيان توزن بحسب راي الخبراء او طرق إحصائية. بالمجمل تعتمد معاييرها على مقارنة قيم المتغيرات المحددة تجريبياً مع المقاييس الموضوعة كلا وفق تركيزها، من الصعوبة تقييم جودة المياه للعينات الكبيرة التي تحتوي على تراكيز للعديد من المتغيرات. ويمكن تلخيص الخطوات الأساسية لبناء مؤشر جودة المياه وكالتالي:

1. اختيار المتغيرات: اختيار المتغيرات التي لها تأثير كبير على جودة المياه وتم تحديدها من الخبراء الفنيين او المؤسسات الحكومية او الباحث، بطرق الاحصائية او حسب توفر المتغيرات وبدون قيد حسابي.
2. بناء المؤشرات الفرعية للمتغيرات: يتم تحويل تركيزات المتغيرات إلى وحدة نسبية (بدون وحدة قياس).
3. تخصيص وزن المتغير: يتم تعيين أوزان المتغيرات اعتمادًا على أهميتها للتقييم او حسب طرق إحصائية Uddin et al [2021].
4. بناء مؤشر عام باستعمال الوسط الحسابي المرجح مع استخراج صيغة التعبير لإعطاء تصنيف جودة المياه بناءً على قيمة المؤشر الإجمالية. [Akkaraboyina and Raju 2012].

في هذا البحث تم اختيار مؤشرات جودة المياه الأكثر استعمالاً وبالطرق الاحصائية المختلفة لتقييم جودة المياه في هور أبو زرك لمتغيرات من عينات المياه داخل منطقتي الإصلاح ومنشأ (AZ24). اعتمادًا على أهم معايير جودة المياه المقاسة (الاوكسجين المذاب (DO)، الرقم الهيدروجيني (pH)، مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS)، التوصيلية الكهربائية (EC)، العكارة (Tur)، مع تحديد أكثر المتغيرات تأثراً.

هناك العديد من طرق بناء أنموذج لمؤشر جودة المياه مع الاختلافات في هيكل الأنموذج، والمتغيرات المتضمنة والأوزان المرتبطة بها، والطرق بناء المؤشر الفرعي وتجميعها [Abbasi and Abbasi 2012، A. Majeed 2018]. ظهرت طرق معدلة التي تناسب مصادر المياه الجارية والبحرية واختيار المؤشرات الأكثر شيوعا في دراسة تقييم مياه البحيرات.

5.1. مؤشر جودة المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية الامريكية

National Sanitation Foundation Water Quality Index((NSF WQI) [Brown et al. 1970].

$$WQI = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \quad (1)$$

(WQI) يمثل مؤشر جودة المياه
Qi تمثل مؤشر فرعي لمتغير جودة المياه.
Wi تمثل الوزن المرتبط بمتغير جودة المياه.
n تمثل عدد متغيرات جودة المياه.

$$WQI_{AZ} = \frac{\left[(WQI_{DO}W_{DO}) + (WQI_{pH}W_{pH}) + (WQI_{TDS}W_{TDS}) + (WQI_{EC}W_{EC}) + (WQI_{Tur}W_{Tur})\right]}{(W_{DO} + W_{pH} + W_{TDS} + W_{EC} + W_{Tur})} \quad (2)$$

5.2. مؤشر جودة المياه الرياضي الموزون
(Weighted Arithmetic Water Quality Index) (WAWQI)

$$WA\,WQI = \sum WiQi \quad (3)$$

يتم حساب وزن الوحدة Wi لكل معلمة جودة المياه في الصيغة التالية:

$$Wi = {}^{K}/_{Si} \quad (4)$$

K ثابت التناسب و باستعمال المعادلة التالية:

$$K = \frac{1}{\Sigma({}^{1}/_{Si})} \quad (5)$$

يتم حساب مؤشر الجودة الفرعية للمتغيرات Qi باستعمال التعبير الرياضي النسبي:

$$Q_i = 100 \times \left[{}^{(q_i - I_i)}/_{(S_i - I_i)} \right] \quad (6)$$

Qi هو مؤشر الجودة الفرعي.
q_i القراءات الحقلية.
I_i القيمة المثالية لهذا المتغير في الماء النقي $I_i = 0$. باستثناء الرقم الهيدروجيني (pH) = 7 والاوكسجين المذاب (DO) = 14.6 mg/L
S_i القيمة القياسية حسب المعايير المسموح بها للمواصفات العراقية.

5.3. مؤشر جودة المياه لهياة البيئة الكندية
(Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index) (CCME WQI)

يجمع مؤشر جودة المياه (CCME WQI) رياضيًا بين ثلاثة مقاييس للتباين (النطاق والتكرار والسعة) لإنتاج رقم واحد بدون وحدة يمثل جودة المياه الإجمالية في موقع ما بالنسبة للمعيار المختار. يتم تمثيل النتيجة النهائية كرقم واحد بدون وحدة يتراوح من 0-100 ويشير 100 إلى أن المتغيرات كانت مماثلة للمعايير المحددة أو أقل من المعيار. ان طريقة مقياس (CCME WQI) عبارة عن معادلات رياضية تساعد المستعملين على تقييم جودة المياه [Poonam et al. 2013] . يمكن الحصول على حساب درجات المؤشر في طريقة (CCME WQI) باستعمال الصيغة التالية:

$$WQI = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \quad (7)$$

F1 (النطاق Scope): يمثل نسبة عدد المتغيرات التي تحتوي قيما لم تكن ضمن القيمة القياسية،

$$F1 = \frac{\text{عدد المتغييرات المتجاوزة}}{\text{العدد الاجمالي للمتغيرات}} \times 100 \quad (8)$$

F2 (التكرار Frequency): يمثل نسبة عدد القيم التي لم تحقق القيم القياسية

$$F2 = \frac{\text{عدد الاختبارات المتجاوزة}}{\text{العدد الاجمالي للاختبارات}} \times 100 \quad (9)$$

F3 (السعة Amplitude): يمثل المقدار الذي المتجاوز المحددات القياسية، أي المقدار الذي لم تف به قيم الاختبار الفاشلة بإرشاداتها ويتم بثلاث خطوات:

أ. الانحراف ($excursion_i$) = [القيمة المتجاوزة/القيمة القياسية] − 1
ب. مجموع الانحرافات (nse)= [مجموع الانحرافات/العدد الاجمالي للاختبارات]
ج. يتم حساب F3 من خلال دالة مقاربة تقيس المجموع الطبيعي للانحراف بين القيمة القياسية واعطاء قيمة بين 0 و 100.

$$F3 = \frac{\text{nse}}{0.01\ \text{nse} + 0.01} \quad (10)$$

6. بناء مؤشرات الجودة الفرعية للمتغيرات

هي عملية الحصول على قيمة نسبية من تحليل العلاقة بين المتغيرات والمواصفات القياسية لجودة المياه لمنظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية العراقية لبناء أنموذج جودة المياه لهور أبو زرك كما موضح في الجدول (2) [EPA,2009] and [WHO,2012] هو الحد الأعلى المسموح بهِ للمتغيرات. باستعمال الانحدار في العلاقات بين المتغيرين بتقدير المعلمات واستخراج المعادلة التقديرية وتمثيلها بيانيا.

جدول (2) المواصفات القياسية العراقية ومنظمة الصحة العالمية

المتغيرات	الوحدة	المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية	المواصفات القياسية العراقية
الاوكسجين المذاب DO	mg/L	5	5
الرقم الهيدروجيني pH	–	8.5	8.5
مجموع المواد الصلبة الذائبة TDS	mg/L	500	1500
العكارة Tur	NTU	5	5

مقاييس المتغيرات التفسيرية الاوكسجين المذاب والرقم الهيدروجيني والمجموع المواد الصلبة الذائبة والعكارة وعلاقتها بمعايير جودة المياه تمثل مؤشر الجودة الفرعي (المتغير التابع) وتم بناء المؤشر الفرعي لكل متغير حسب تصنيفها والقابل للتطوير حسب تطور معايير مواصفات جودة المياه العالمية او المحلية وكما موضح في الجدول (3)، اما تصنيف المؤشرات موضح في الجدول (8).

جدول (3): تصنيف المتغيرات وفق المواصفات العالمية والعراقية

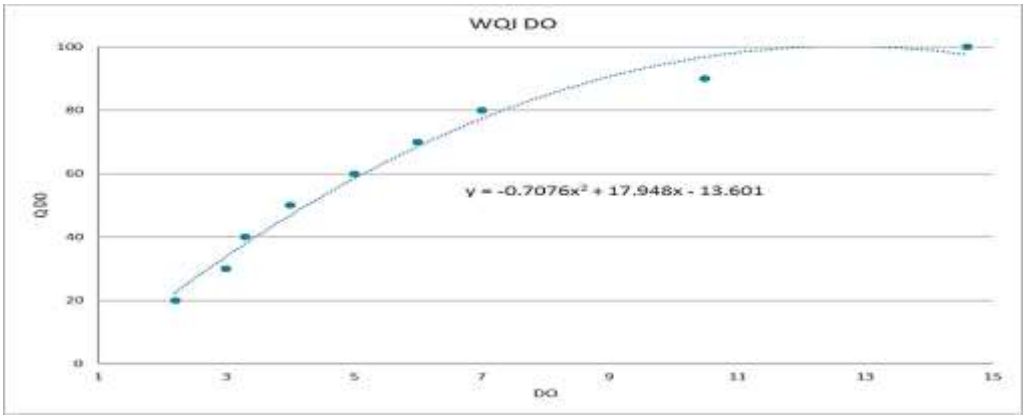
جودة قيمة المؤشر	الاوكسجين المذاب DO	الرقم الهيدروجيني pH	مجموع المواد الصلبة الذائبة TDS	العكارة Tur	تقييم نوعية المياه
100	14.6 -10.5	7-7.5	50-100	3-5	ممتاز
80	7-6	7.8-8	200-300	10-13	جيد
60	5-4	8.3-8.5	500-1000	15-17.5	متوسط
40	3.3-3	8.7-9	2000-3000	20-25	ضعيف
20	2.2	9.5	4000	30	ملوث

- تمثل أنموذج مؤشر الاوكسجين المذاب المعادلة متعدد الحدود (التربيعية) (11) أفضل أنموذج للحصول مؤشر جودة الأوكسجين المذاب ($\hat{y}$= WQI_{DO})، وجدول (4) يوضح من خلال تطبيق معادلة المؤشر الفرعي لمتغير (DO) تقدير المعلمات والاختبار المعنوي والتمثيل البياني للمعادلة موضحا بالشكل (2).

$$WQI_{DO} = -13.601 + 17.948DO - 0.708DO^2 \quad \textbf{(11)}$$

جدول (4) تحليل مؤشر الاوكسجين المذاب

المتغيرات التفسيرية	المعالم المقدرة	اختبار t	المعنوية	معامل التحديد R2	اختبار F	المعنوية
الحد الثابت	-13.601	-2.424	.002	.992	178.86	.000
DO	17.948	10.55	.000			
DO^2	-.708	-7.039	.000			



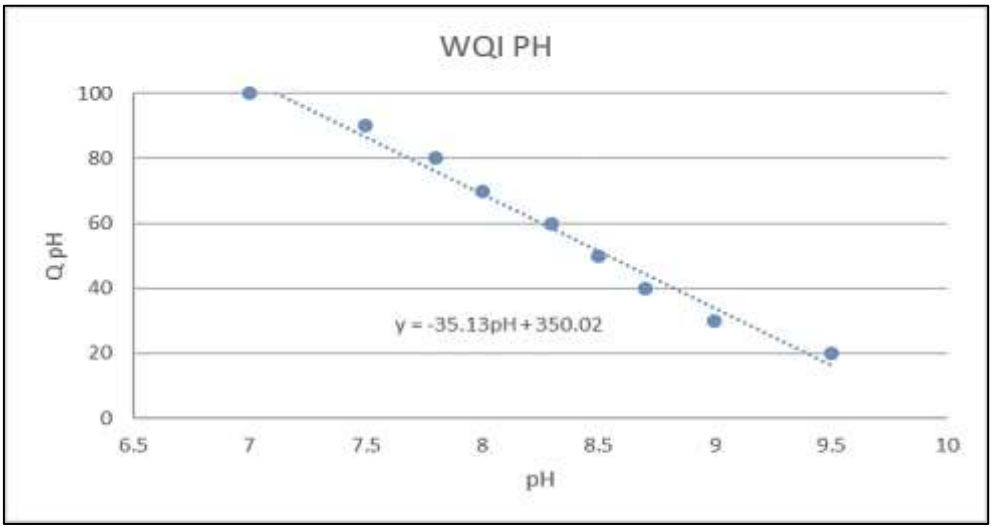
شكل (2): بناء مؤشر جودة الاوكسجين المذاب

- تمثل أنموذج مؤشر الرقم الهيدروجيني في المعادلة الخطية (12) أفضل نموذج للحصول مؤشر الرقم الهيدروجيني (ŷ=WQIpH)، وجدول (5) يوضح من خلال تطبيق معادلة المؤشر الفرعي لمتغير (pH) تقدير المعلمات والاختبار المعنوي والتمثيل البياني للمعادلة موضحا بالشكل (3).

$$WQI_{pH} = 350.019 - 35.130pH \quad (12)$$

جدول (5) تحليل مؤشر الرقم الهيدروجيني

المتغيرات التفسيرية	المعالم المقدرة	اختبار t	المعنوية	معامل التحديد R^2	اختبار F	المعنوية
الحد الثابت	350.019	24.66	.000	.984	420.955	.000
pH	-35.130	-20.517	.000			



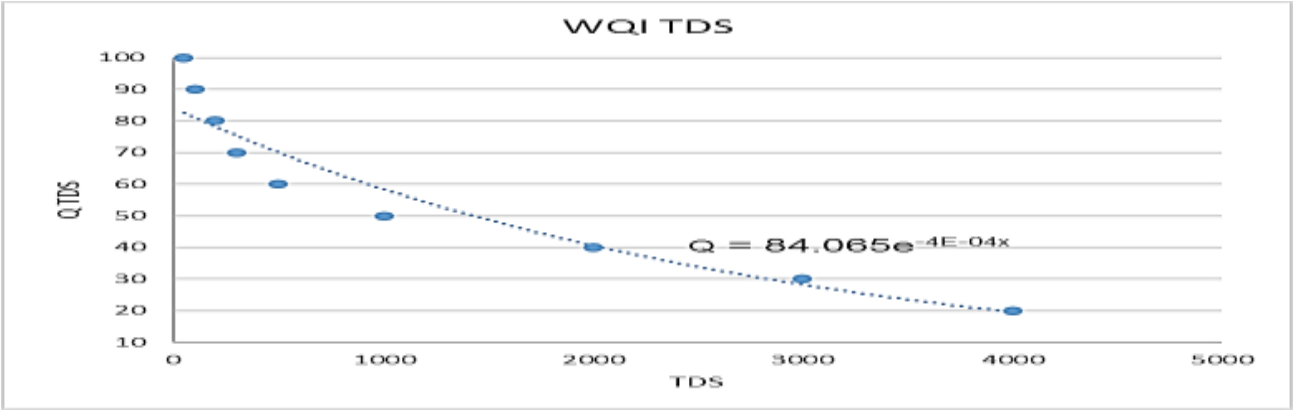
شكل (3) بناء مؤشر الرقم الهيدروجيني

- تمثل أنموذج مؤشر مجموع المواد الصلبة الذائبة بالمعادلة الاسية (1-13) أفضل أنموذج لمؤشر جودة المواد الصلبة الذائبة (ŷ = WQI TDS)، وجدول (6) يوضح من خلال تطبيق معادلة المؤشر الفرعي لمتغير (TDS) تقدير المعلمات والاختبار المعنوي والتمثيل البياني للمعادلة موضحا بالشكل (4).

$$WQI_{TDS} = 86.35e^{(-0.0004\,TDS)} \quad (13)$$

جدول (6) تحليل مؤشر مجموع المواد الصلبة الذائبة

المتغيرات التفسيرية	المعالم المقدرة	اختبار t	المعنوية	معامل التحديد R^2	اختبار F	المعنوية
الحد الثابت	84.065	17.968	.000	.954	144.318	.000
TDS	-0.00036	-12.013	.000			



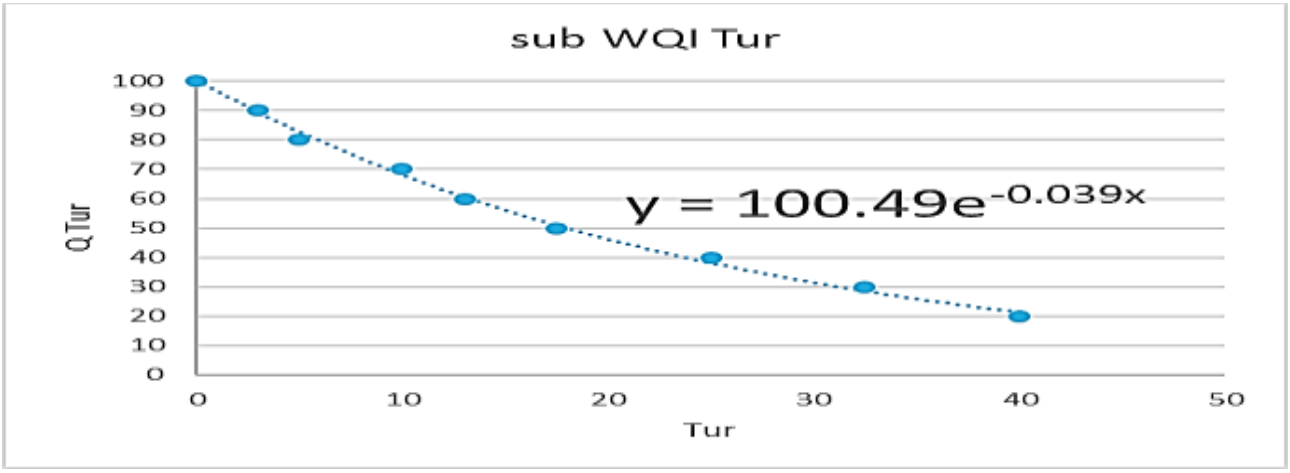
شكل (4) بناء مؤشر مجموع المواد الصلبة الذائبة

- يمثل نموذج لمؤشر العكارة بالمعادلة الاسية (1-14) أفضل أنموذج مؤشر جودة العكارة (WQI Tur= ŷ)، وجدول (7) يوضح من خلال تطبيق معادلة المؤشر الفرعي لمتغير (Tur) تقدير المعلمات والاختبار المعنوي والتمثيل البياني للمعادلة موضحا بالشكل (5).

$$WQI_{Tur} = 100.49e^{(-0.039\,Tur)} \quad (14)$$

جدول (7): تحليل مؤشر العكارة

المتغيرات التفسيرية	المعالم المقدرة	اختبار t	المعنوية	معامل التحديد R^2	اختبار F	المعنوية
الحد الثابت	100.487	46.508	.000	995	1406.521	.000
Tur	-0.039	-37.504	.000			



شكل (5): بناء مؤشر العكارة

جدول (8): تصنيف مؤشرات جودة المياه حسب كل طريقة

جودة المياه	قيمة مؤشر جودة المياه حسب (NSF WQI)	قيمة مؤشر جودة المياه حسب (WA WQI)	قيمة مؤشر جودة المياه حسب (CCME WQI)
ممتاز	100-91	0-25	100-95
جيد	90-71	26-50	94-80
متوسط	70-51	51-75	79-65
ضعيف	50-26	76-100	64-45
ملوث	25-0	101-	44-0

7. النتائج

7.1. نتائج مؤشر جودة المياه لمؤسسة الصرف الصحي

National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF WQI)

نتائج مؤشرات العامة لمنطقة الإصلاح (بداية هور أبو زرك) مع اقل قيمة مؤشر واعلى قيمة والمعدل العام. في جدول (9) يبين القراءة الحقلية لمتغيرات والمؤشرات الفرعية ونتائج المؤشرات الفرعية مضروبا بالوزن المتغير. نلاحظ القيمة الصغرى لمؤشر جودة المياه العام ($NSF\ WQI_{AZ}$) هي (49) بتصنيف العام لمؤشر جودة المياه (NSF WQI) في جدول (4) قيمة (26-50) بسبب القراءة الحقلية للعكارة وبمؤشر فرعي ضمن الحد الملوث (19) والأوكسجين المذاب (40.5) ضمن الحد الضعيف لمقاييس مواصفات الجودة واما القراءات للمواد الصلبة الذائبة كانت من ضمن المتوسط الذي جعل قيمة المؤشر جودة المياه العام ضعيف وقد تعود الأسباب قلة المياه في تلك الفترة وزيادة بالملوثات وارتفاع درجات الحرارة، القيمة العليا للمؤشر جودة المياه (70) تقع ضمن تصنيف (51-70) اي مؤشر جودة المياه في المستوى المتوسط لارتفاع مؤشر جودة الاوكسجين المذاب الذي ساعد على تحسين نوعية المياه. المعدل العام لمؤشر جودة المياه لبداية هور أبو زرك (61.3) هي ضمن الحد المتوسط لجودة المياه.

وصف بيانات نهاية الهور في جدول (10) نلاحظ القيمة الصغرى لمؤشر جودة المياه العام (43.2) بتصنيف العام لمؤشر جودة المياه (NSF WQI) قيمة (26-50) بسبب القراءة الحقلية العكارة ضمن الحد الملوث لمقاييس المواصفات الجودة ومؤشر المواد الصلبة الذائبة والأوكسجين المذاب ضمن الحد المتوسط فالعكارة الذي جعل قيمة المؤشر جودة المياه العام ضعيف، القيمة العليا للمؤشر جودة المياه (68.4) تقع ضمن تصنيف (51-70) اي مؤشر جودة المياه متوسط لانخفاض مؤشر المواد الصلبة الذائبة ضمن الحد الضعيف والرقم الهيدروجيني والتعكر ضمن الحد المتوسط اما الاوكسجين المذاب يكون ضمن الحد الجيد، المعدل العام لمؤشر جودة المياه لبداية هور أبو زرك (52.9) وهي ضمن الحد المتوسط لجودة المياه. وان فرق القيم بين بداية الهور والنهاية يوضح بيئة الهور في ترد لوجود انشطة بشرية ومياه البزل وارتفاع درجات الحرارة وقلة المياه وجريانها جعلها بيئة مائية ضعيفة الجودة. كما في جدول (11).

جدول (9): قراءات ومؤشرات جودة المياه (NSF WQI) في بداية هور أبو زرك

بداية الهور	pH	TDS (mg/l)	Tur (NTU)	DO (mg/l)	Min $NSF\ WQI_{AZ} = \sum QW/\sum W$
القيم الحقلية	7.9	773	43	3.5	
المؤشر الفرعي	72.5	63	19	40.5	
المؤشر الفرعي* الوزن	8	5	1.5	6.9	49
القيم الحقلية	8.1	970	10	7.3	Max $NSF\ WQI_{AZ} = \sum QW/\sum W$
المؤشر الفرعي	65.5	59	68.2	79.7	
المؤشر الفرعي* الوزن	7.2	4.7	5.5	13.6	70
المعدل ($NSF\ WQI_{AZ}$)					61.3

جدول (10): قراءات ومؤشرات جودة المياه (NSF WQI) في نهاية هور أبو زرك

نهاية الهور	pH	TDS (mg/l)	Tur (NTU)	DO (mg/l)	Min $NSF\ WQI_{AZ} = \sum QW/\sum W$
القيم الحقلية	8	1288	61	3.3	
المؤشر الفرعي	69	52.6	9.4	37.9	
المؤشر الفرعي* الوزن	7.6	4.2	0.8	6.4	43.2
القيم الحقلية	8	1590	10	7.1	Max
المؤشر الفرعي	69	47	68	78	$NSF\ WQI_{AZ} = \sum QW/\sum W$
المؤشر الفرعي* الوزن	7.6	3.8	5.5	13.3	68.4
المعدل ($NSF\ WQI_{AZ}$)					52.9

جدول (11): معدلات المؤشر ضمن تصنيف مؤشر جودة المياه (NSF WQI)

الموقع	(NSF WQI) Value	Rating of Water Quality
بداية الهور (الإصلاح)	61.3	متوسط
نهاية الهور(AZ 24)	52.9	متوسط

7.2. نتائج مؤشر جودة المياه الرياضي الموزون
(Weighted Arithmetic Water Quality Index) (WAWQI)

نلاحظ ان المعدل لمؤشر جودة المياه العام الموزون (WA WQI) ملوث خارج الحدود القياسية كما في جدولين (13 و14). وان سبب ارتفاع مؤشر جودة المياه هو متغير العكارة لذا تم بناء مؤشر اخر بدون قيمة العكارة كما في جدول (15) فالقيّم مؤشر (WA WQI) في بداية الهور (84.2) اما نهاية الهور (90.4) التي تقع ضمن حدود المياه الضعيفة، وتم توضيح النتائج في جدول (16).

جدول (12): استخراج اوزان المتغيرات حسب المقاييس العراقية باستبعاد العكارة

المتغيرات	القيمة القياسية Si	1/ Si	k=1/∑1/Si	الوزن لكل متغير Wi=k/Si
الاوكسجين المذاب DO	5	0.2	3.137	0.002
الرقم الهيدروجيني pH	8.5	0.118		0.002
مجموع المواد الصلبة الذائبة TDS	1500	0.0007		0.369
التوصيل الكهربائي EC	2000	0.0005		0.627
المجموع		**0.319**		**1.00**

جدول (13) قراءات ومؤشرات جودة المياه الموزون بداية الهور.

بداية الهور	DO (mg/l)	pH	TDS (mg/l)	(µS/cm) EC	Tur (NTU)	MIN WA WQI = ∑QW
القيم الحقلية	7.3	8.1	970	1020	10	
المؤشر الفرعي	76	73.3	64.7	51	200	
المؤشر الفرعي* الوزن	29.3	16.6	0.8	0.05	77	123.2
القيم الحقلية	3.5	7.9	791	1336	53	MAX WA WQI = ∑QW
المؤشر الفرعي	115.6	60	79.1	66.8	1060	
المؤشر الفرعي* الوزن	44.1	13.6	0.07	0.06	346.7	404.6
المعدل (WA WQI)						222

جدول (14): قراءات ومؤشرات جودة المياه الموزون نهاية الهور.

نهاية الهور	DO (mg/l)	pH	TDS (mg/l)	(mS/cm) EC	Tur (NTU)	Min (WA WQI) =∑QW
القيم الحقلية	7.1	8	1590	2160	10	
المؤشر الفرعي	78.1	66.7	106	108	200	
المؤشر الفرعي* الوزن	30.1	15.1	10.	0.1	77	123
القيم الحقلية	3.4	8	1120	1970	64	Max (WA WQI) =∑QW
المؤشر الفرعي	116.7	66.7	74.7	98.5	1280	
المؤشر الفرعي* الوزن	44.9	15.1	0.1	0.1	493.1	553
المعدل (WA WQI)						320

جدول (15): قراءات ومؤشرات جودة المياه الموزون باستبعاد العكارة

WA WQI =∑QW	(µS/cm) EC	TDS (mg/l)	pH	DO (mg/l)	
73	2100	1160	8.1	7.6	القيم الحقلية / بداية الهور
96.9	1240	955	8.5	5.4	القيم الحقلية / بداية الهور
84.2	المعدل (WA WQI) باستبعاد العكارة				
59.3	1200	640	7.6	7.8	القيم الحقلية / نهاية الهور
111.1	3262	1800	9.17	5.83	القيم الحقلية / نهاية الهور
90.4	المعدل (WA WQI) باستبعاد العكارة				

جدول (16): معدلات المؤشر ضمن تصنيف مؤشر جودة المياه (WA WQI)

Rating of Water Quality	معدل المؤشر (WA WQI)	بداية الهور
ملوث	222	مؤشر الجودة (WA WQI)
ضعيف	84.2	مؤشر الجودة باستبعاد العكارة(WA WQI)
نهاية الهور		
ملوث	320	مؤشر الجودة (WA WQI)
ضعيف	90.4	مؤشر الجودة باستبعاد العكارة(WA WQI)

7.3. نتائج مؤشر جودة المياه الكندية

(Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index) (CCME WQI)

جدول (17): تحليل مؤشر جودة المياه الكندية (CCME WQI)

نهاية الهور	بداية الهور		
5	3	x	عدد المتغيرات المتضمنة قيم خارج عن الحد القياسي
5	5	y	مجموع المتغيرات الكلي
277	126	E	عدد القيم الخارج عن الحد القياسي في العينة
450	490	Z	مجموع القيم الكلي للعينة
100	60		النسبة المئوية لعدد المتغيرات المتجاوزة F1=(x/y)*100
50.4	25.7		النسبة المئوية لعدد القيم في العينة F2=(E/Z)*100
591	341.6		Excursion =c (القيمة المتجاوزة الحد القياسي/القيمة القياسية)-1
1.3	0.7		∑c/z = nse
56.8	41.1		nse /0.01nse+0.01= F3
10000	3600		F1^2
2544.6	661.2		F2^2
3222.9	1687.3		F3^2
125.6	77.1		√∑ Fi
28	55		100-((√ F1^2+ F2^2 +F3^2)/1.732) = (CCME WQI)

تعتمد عملية حساب مؤشر جودة المياه الكندي على القيم الحقلية خارج الحد القياسي. وعدد المتغيرات المحتوية على القيم الملوثة، متغيرات البحث (Y) في منطقة بداية الهور لرقم الهيدروجيني ومجموع المواد الصلبة الذائبة هي ضمن الحد القياسي اما الاوكسجين المذاب والتوصيلية الكهربائية والعكارة تتضمن مقاييس خارج الحد القياسي، اما نهاية الهور كانت جميع المتغيرات تتضمن مقاييس

خارج الحد القياسي، نتائج تطبيق مؤشر جودة المياه الكندي، يبين الجدول (17) ان مؤشر جودة المياه الكندي في بداية الهور (55) ضمن الحد القياسي الضعيف ولنهاية الهور (28) ضمن الحد الملوث.
جدول (18) يوضح ملخص الطرق الثلاث المستخدمة لجودة نوعية المياه في بداية ونهاية الهور وأفضل مؤشر جاء باستخدام (NSF) مقارنة مع بقية الطرق.

جدول (18) المعدل العام لمؤشرات جودة المياه لهور أبو زرك

مؤشرات الجودة	بداية الهور		نهاية الهور	
(NFS WQI)	61	متوسط	53	متوسط
(CCME WQI)	55	ضعيف	28	ملوث
(WA WQI)	222	ملوث	320	ملوث
(WA WQI) باستبعاد العكارة	84	ضعيف	90	ضعيف

8. الاستنتاجات

1. بناء مؤشر جودة المياه لتحليل بيانات المياه متعددة المتغيرات إلى درجات مكونة من رقم واحد هو دور رئيسي في تقييم جودة مياه هور أبو زرك.
2. استعمال مؤشرات جودة المياه المختلفة والأكثر استعمالاً في المسطحات المائية لمعرفة مدى صحة الهور.
3. تم تجمع البيانات المتوفرة لهور أبو زرك بحدود 188 قراءة لكل من المتغيرات (DO, pH, TDs, Ec, Tur) لبناء مؤشر جودة المياه.
4. نتائج استعمال مؤشر جودة المياه (NSF WQI) لهور أبو زرك (61 و53) وعلى التوالي في بداية ونهاية الهور عند المستوى المتوسط مقارنة مع تصنيف المؤشر.
5. أظهرت النتائج استعمال مؤشر جودة المياه الرياضي الموزون (WAWQI) في المستوى الملوث وبمعدلات 222 و320 في بداية ونهاية الهور وعلى التوالي اما عند رفع متغير العكارة Tur من المعادلة تكون النتائج (84 و90) في المستوى الضعيف وفق تصنيف المؤشر لذلك فأن استبعاد مؤشر العكارة يؤثر على قيمة المؤشر جودة المياه العام بسبب ارتفاع القراءة الحقلية للعكارة.
6. نتائج استعمال مؤشر جودة المياه هيأه البيئة الكندية (CCME WQI) عند المستوى الضعيف وبمعدل (55) في بداية الهور اما نهاية الهور بمعدل (28) وعند المستوى الملوث لوجود قيم خارج الحد القياسي في جميع المتغيرات.
7. مؤشر جودة المياه (NSF WQI) أفضل مقارنة مع الطرق الأخرى كون تحديد وزن المتغير بحسب الأهمية البيئية أحدث اختلاف في قيمة المؤشر.
8. جودة مياه هور أبو زرك منخفضة ويجب معالجتها قبل الاستعمال.
9. المياه ملوثة بسبب التصريف مياه الصرف الصحي والأنشطة البشرية والاستغلال السيء.

9. التوصيات

1. نوصي باستمرار مراقبة ودراسة نوعية المياه وإدخال متغيرات اخرى لتقييم مؤشر جودة المياه.
2. دراسة مؤشر جودة المياه وتأثيراته على التنوع الاحيائي في الهور.
3. استعمال مؤشر جودة المياه كمقارنة في الدراسات المستقبلية.
4. دراسة تحديد كمية ونوعية المياه المناسبة لتحافظ على جودة المياه داخل هور.
5. دراسة جودة المياه قبل وصول الماء الى بداية الهور وبعد الهور لتحديد المصادر الملوثة للمياه.
6. معالجة مياه الصرف الصحي قبل التصريف المباشر لمجرى النهر.

المصادر

[1] Al-Gburi, H. F. A., Al-Tawash, B. S., & Al-Lafta, H. S. (2017). "Environmental assessment of Al-Hammar marsh, southern Iraq". Heliyon, 3(2), e00256.

[2] Abbasi T, Abbasi SA (2012), Water quality indices. Elsevier, Amsterdam, p 26 27

[3] Affat, S. S. (2021). "Evaluation of Abu Zirig Marsh water quality for irrigation". Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 25(6), 3283-3302.

[4] Akkaraboyina, M. K., & Raju, B. S. N. (2012). A Comparative study of water quality indices of River Godavari. International Journal of Engineering Research and Development, 2(3), 29-34.

[5] A Majeed, S. (2018). "Comparison of Water Quality Indices (Bani-Hassan River as a Case Study)". Journal of kerbala university, 14(1), 53-65.

[6] Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). "A water quality index-do we dare". Water and Sewage Works, 117(10).

[7] EPA, (2009). United State EPA 816-F-09-004, May 2009, Available at: http://water.epa.gov/drink/contaminants/upload/mcl-2.pdf

[8] Ewaid, S. H., Abed, S. A., Al-Ansari, N., & Salih, R. M. (2020). "Development and evaluation of a water quality index for the Iraqi rivers". Hydrology, 7(3), 67.

[9] Khudhur, Z. A., Dawood, A. S., & Arab, S. A. (2020, July). "Forecasting of Dissolved Oxygen in Shatt Al-Arab River Based on parameters of water quality Using Artificial Neural Networks". In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 888, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.

[10] Poonam, T., Tanushree, B., & Sukalyan, C. (2013). "Water quality indices-important tools for water quality assessment: a review". International Journal of Advances in chemistry, 1(1), 15-28.

[11] Tyagi, S., Sharma, B., Singh, P., & Dobhal, R. (2013). "Water quality assessment in terms of water quality index". American Journal of water resources, 1(3), 34-38.

[12] Uddin, M. G., Nash, S., & Olbert, A. I. (2021). "A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality". Ecological Indicators, 122, 107218.

[13] WHO (World Health Organization), (2012). Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition, ISBN 978 92 4 154815 1. 2012.

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences (2023); Issue 54; 330 – 342

AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Water Quality Index for Abu Zark Marsh

Basma S. Faraj	Suhail N. Abood
basma.sabbah1301a@coadec.uobaghdad.edu.iq	suhnaj2005@coadec.uobaghdad.edu.iq
Central Statistical Organization (CSO), Ministry of Planning, Baghdad, Iraq	Department of Statistics, College of Administration and Economics, Baghdad University, Baghdad, Iraq

Hydar L. Ali

hydar_e@yahoo.com

Centre for the Restoration of the Iraqi Marshlands and Wetlands (CRIMW), Ministry of Water Resources, Baghdad, Iraq

Article Information

Article History:
Received: January, 13, 2023
Accepted: March, 3, 2023
Available Online: December, 31, 2023

Keywords:
Marshland, Water Quality, Index, Abu Zark Marsh, Do, TDS

Correspondence:
Basma S. Faraj
basma.sabbah1301a@coadec.uobaghdad.edu.iq

Abstract

The marshlands are among the richest ecosystems of biological diversity. The two main issues affecting the marshlands are human activity and climate change. Therefore, the health of the marsh depends on the evaluation of the water quality. The water quality at Abu Zark Marsh, which is in southern Iraq, was assessed and analyzed in accordance with both Iraqi and WHO standards. The study employed the following available data for Abu Zark Marsh: dissolved oxygen, power of hydrogen, electrical conductivity, total dissolved solids, and turbidity. This study included three methodologies: The Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI), the Weighted Arithmetic Water Quality Index (WA WQI), and the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF WQI). The results show that the best water quality index for Abu Zark marsh was with using the NSF WQI method compared with other methods because the NSF WQI method allowed for flexibility in determining variable weights according to their importance.

https://doi.org/10.55562/jrucs.v54i1.603