IRAQI Academic Scientific Journals

Tikrit Journal of Engineering Sciences (2019) 26 (4) 26-31

ISSN: 1813-162X (Print) ; 2312-7589 (Online)

Tikrit Journal of Engineering Sciences

available online at: http://www.tj-es.com

TJES Tikrit Journal of Engineering Sciences

College of Engineering

Shareef MA. Assessment of Tigris River Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques. *Tikrit Journal of Engineering Sciences* 2019; **26**(4): 26-31.

Assessment of Tigris River Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques

Muntasir A. Shareef*

Water Resources Techniques Department , Institute of Technology-Baghdad, Middle Technical University, Baghdad, Iraq

***Keywords*:**

Tigris River
Multivariate Statistical Techniques
Factor Analysis
Water Quality

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 March 2019
Accepted 20 Jan. 2020
Available online 26 Jan. 2020

ABSTRACT

The present study uses the multivariate statistical techniques by applying the Factor Analysis (Principle component method) to explain the observed water quality data of Tigris river within Baghdad city. The water quality was analyzed at eleven different sites, along the river, over a period of one year (2017) using 20 water quality parameters. Five factors were identified by factor analysis which was responsible from the 72.291% of the total variance of the water quality in the Tigris river. The first factor called the pollution factor explained 34.387% of the total variance and the second factor called the surface runoff and erosion factor explained 11.875% of the total variance. While, the third, fourth, and fifth factors explained 10.213%, 8.861% and 6.956% of the total variance and called pH, Silica and nutrient factors, respectively. Multivariate statistical techniques can be effective methods to aid water resources managers understand complex nature of water quality issues and determine the priorities to sustain water quality.

@2019 TJES, College of Engineering, Tikrit University

DOI: http://doi.org/10.25130/tjes.26.4.04

Tikrit Journal of Engineering Sciences Tikrit Journal of Engineering Sciences Tnces Tikrit Journal of Engineering Sciences Tik

تقييم نوعية مياه نهر دجلة بأستخدام الأحصاء متعدد المتغيرات

منتصر عبد الحميد عبد/ الجامعة التقنية الوسطى، معهد التكنولوجيا-بغداد، قسم تقنيات الموارد المائية

الخلاصة

في هذه الدراسة استخدم الأحصاء متعدد المتغيرات عن طريق تطبيق التحليل العاملي (طريقة المركبات الأساسية) لتفسير بيانات نوعية المياه المقاسة على نهر دجلة في بغداد. رصدت نوعية المياه عن طريق أحد عشر موقعا على طول النهر لفترة سنة واحدة (2017) بأستخدام عشرين عنصرا من متغيرات نوعية المياه. عند تطبيق التحليل العاملي، حددت خمسة عوامل، وهي مسؤولة عن 72.291% من التباين الكلي لنوعية المياه لنهر دجلة. وقد سمي العامل الاول (التلوث) والذي يفسر 34.387% من التباين الكلي والعامل الثاني سمي عامل السيح السطحي والتعرية حيث يفسر 11.875% من التباين الكلي. أما العوامل (الثالث، الرابع والخامس) فقد ساهم بتفسير 10.213%، 8.861% و6.956% من التباين الكلي وسميت بعامل الأس الهيدروجيني و السيليكا والأورثوفوسفات على التوالي. يمكن أن تكون الأساليب الإحصائية متعددة المتغيرات طرقًا فعالة لمساعدة العاملين في موارد المياه على فهم الطبيعة المعقدة لقضايا جودة المياه وتحديد الأولويات للحفاظ على جودة المياه.

الكلمات الدالة: نهر دجلة، التحليل الاحصائي متعدد المتغيرات، تحليل العوامل، جودة المياه.

* Corresponding Author: E-mail: muntasirshareef@yahoo.com

1. المقدمة

يُطرح في نهر دجلة كميات كبيره من مياه المبازل عدا عن مخلفات المصانع التي تستخدم المواد الكيميائية السامة، وهو ما يهدد الحياة المائية والثروة السمكية فيه. يتم تحديد نوعية مياه الأنهار بشكل عام عن طريق قياس بعض المتغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية وعادة ما تتأثر نوعية مياه الأنهار بالأنشطة الحضرية والصناعية والزراعية وكذلك العمليات الطبيعية مثل التغيرات في كميات هطول الأمطار. أن أكثر ما تعاني منه أنهار العراق هو تصريف المخلفات الصناعية والمنزلية الى النهر دون معالجة كافية وهذا بدوره يقلل امكانيه استخدامها في الشرب والصناعة والزراعة [1]. أن زيادة الطلب على المياه بسبب زيادة السكان وطرح الملوثات وعدم وجود أدارة للموارد المائية في مستجمعات المياه مسؤولة بشكل كبير عن التلوث الحاصل في

المسطحات المائية العراقية [2]. تلعب الأنهار والجداول دورًا رئيسيًا في نقل المياه العادمة البلدية والصناعية وكذلك الجريان السطحي من الأراضي الزراعية. يشكل تصريف مياه الصرف الصحي البلدية والصناعية مصدرًا ثابتًا للتلوث ، في حين أن الجريان السطحي ظاهرة موسمية ، تتأثر إلى حد كبير بالمناخ في حوض النهر .

تعتبر بغداد من أكبر مدن العراق من حيث التعداد السكاني وتعتمد على مياه نهر دجلة كمصدر رئيسي لأمدادات المياه والأستخدامات الاخرى مثل الري والصناعة. هناك العديد من الدراسات التي أجريت لتقييم مدى التلوث الحاصل في نهر دجلة وجودة مياهه لمختلف الاستخداما [6-3] وبعض الدراسات استخدمت أدوات في تقييم نوعية مياه النهر مثل مؤشرات نوعية المياه [11-7] أو الأحصاء المتقدم [1]. حيث قاموا [9] بتقييم نوعية مياه نهر دجلة الخام والمعالجة في سبع محطات لتصفية المياه واقعة على النهر بأستخدام التحليل العنقودي ومؤشر نوعية المياه، ولاحظوا تفاوتا ملحوظا في نوعية المياه بين المحطات بحيث كانت نوعية المياه رديئة نسبيا في محطات الرشيد، الدورة والقادسية بالمقارنة مع محطتي الكرخ وشرق دجلة. كما قاموا [8] بتطبيق مؤشر نوعية المياه الكندي لتقييم نوعية مياه نهر دجلة في بغداد في ثلاث محطات خلال الفترة مابين شباط الى كانون الأول سنة 2010. أبرز ماتوصلوا اليه هو أن نوعية المياه كانت رديئة في جميع المحطات المدروسة. أيضا، قام [11] بتقييم نوعية مياه نهر دجلة بأستخدام مؤشر نوعية المياه الهندي OIP في سبعة مواقع على طول النهر ببغداد، وكانت أبرز نتائجه ان نوعية المياه شديدة التلوث في محطتي الرشيد والدورة (جنوب بغداد).

تعتمد الدراسة الحالية في تقييم نوعية مياه نهر دجلة على تطبيق تقنية الأحصاء متعدد المتغيرات. يساعد تطبيق هذه التقنيات الإحصائية ، مثل التحليل العنقودي والتحليل العاملي، في تفسير مصفوفات البيانات المعقدة لفهم نوعية المياه والحالة الإيكولوجية لانظمه المياه المدروسة بشكل أفضل، مما يسمح بتحديد العوامل المحتملة أو المصادر التي تؤثر على أنظمة المياه، وتعتبر أداة قيمة للإدارة الموثوقة لموارد المياه بالإضافة إلى حل سريع لمشاكل النهر [1].

هناك العديد من الدراسات حول العالم والتي أستخدمت تقنية الأحصاء متعدد المتغيرات لتقييم نوعية الانهار في مختلف دول العالم [23-12]. تسمح هذه التقنيات باستخلاص المعلومات المخفية من مجموعة البيانات للحصول على معلومات حول التأثيرات المحتملة للبيئة على جودة المياه وتوفر إمكانيات أكبر للمساعدة في عملية مراقبه التغييرات في نوعيتها. يحاول التحليل العاملي شرح العلاقة بين المعلومات من حيث العوامل الأساسية ، والتي لا يمكن تحديد تلك العلاقه بشكل مباشر [24].

تهدف هذه الدراسة إلى استخراج معلومات حول تحديد المكونات الرئيسية لجوده المياه وأهم المتغيرات التي تسبب الاختلاف في نوعية مياه نهر دجلة لامتداد مدينة بغداد وتأثير المصادر المحتملة على جودة المياه. قد توفر نتائج هذه التحليلات دليلًا مساعدا لصانعي القرار لتحديد والسيطره على مصادر التلوث في نهر دجلة ضمن حدود محافظه بغداد.

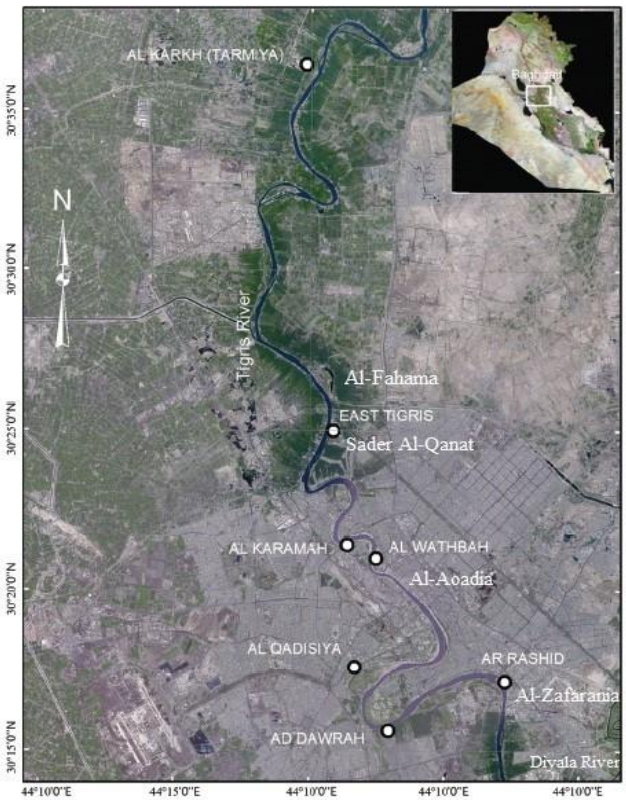
2. طرق العمل

2.1 منطقة الدراسة

يعد نهر دجلة أحد أكبر أنهار الشرق الأوسط الذي يمتد لأكثر من 1900 كم ، منها 1415 كم داخل العراق ، وتبلغ مساحة الجابية فيه 235000 كم2 [1]. يدخل نهر دجلة في بغداد من الشمال بمنطقة الطارمية ويمتد الى الجنوب ليقسم المدينة الى منطقتين وهما الكرخ (اليمين) والرصافة (اليسار). تتميز منطقة الدراسة بالمناخ الجاف إلى شبه الجاف مع الصيف الحار الجاف والشتاء البارد ويبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي حوالي 151.8 ملم [25]. يبلغ عدد سكان مدينة بغداد حوالي ثمانية ملايين نسمة، مما زاد الطلب على المياه ويعاني النهر في بغداد من تدهور نوعية مياهه بسبب تصريف المخلفات السائلة البلدية والصناعية مباشرة في النهر دون معالجة كافية.

2.2 جمع العينات وأجراء التحاليل

تم جمع عينات المياه شهريا من احدى عشرة محطة واقعة على نهر دجلة للعام 2017 وهي مشروع الكرخ، مشروع شرق دجلة، مشروع الصدر، مشروع البلديات، مشروع الوثبة، مشروع الكرامة، مشروع الكاظمية، مشروع القادسية، مشروع الدورة، مشروع الرشيد ومشروع الوحدة. مواقع هذه المحطات موضحة في شكل 1، أجري عشرون فحصا لمتغيرات نوعية المياه في مختبرات أمانة بغداد، دائرة أسالة بغداد وهي: درجة حرارة الماء، العكارة، القاعدية، العسرة الكلية، الكالسيوم، المغنيسيوم، الكلوريدات، آيون الهيدروجين، التوصيلية الكهربائية، المواد الصلبة العالقة، المواد الصلبة الذائبة، الكبريتات، الحديد، الفلوريد، الألمنيوم، النترات، النتريت، الأمونيا، سيليكا والفوسفاتية. التحاليل والأجهزة المختبرية التي استخدمت في هذا البحث موضحة بالجدول 1 حيث تم أجراؤها وفقا للجمعية الأمريكية للصحة العامة [26].



شكل 1: مواقع أخذ العينات في منطقة الدراسة محدثة من [9]

جدول 1
التحاليل والأجهزة المختبرية المستخدمة في تحليل عينات مياه نهر دجلة

المتغير	الرمز	الوحدات	نوع الجهاز المستخدم أو التحليل
درجة حرارة الماء	WT	°C	ميزان الحرارة الزئبقي
العكارة	Turb	NTU	جهاز قياس العكارة
القاعدية	Alk	mg/L	طريقة التسحيح
العسرة الكلية	TH	mg/L	طريقة التسحيح مع EDTA
الكالسيوم	Ca	mg/L	طريقة التسحيح مع EDTA
المغنيسيوم	Mg	mg/L	طريقة التسحيح مع EDTA
الكلوريدات	Cl	mg/L	طريقة مور
آيون الهيدروجين	pH	-	جهاز رقمي لقياس الاس الهيدروجيني
التوصيلية الكهربائية	EC	µs/cm	جهاز قياس التوصيلة الكهربائية الرقمي
المواد الصلبة العالقة	TSS	mg/L	الطريقة التقليدية بأستخدام ورقة الترشيح
المواد الصلبة الذائبة	TDS	mg/L	الطريقة التقليدية بأستخدام الفرن
الكبريتات	SO4	mg/L	الطريقة الوزنية
الحديد	Fe	mg/L	بطريقة الفينانثرولين
الفلوريد	F	mg/L	جهاز المطياف الضوئي
الألمنيوم	Al	mg/L	جهاز المطياف الضوئي
النترات	NO3	mg/L	جهاز المطياف الضوئي
النتريت	NO3	mg/L	جهاز المطياف الضوئي
الأمونيا	NH4	mg/L	طريقة التقطير
سيليكا	SiO3	mg/L	طريقة المنحنى المعياري
الفوسفاتية	PO4	mg/L	الطريقة اللونية

2.3 الأحصاء متعدد المتغيرات

أن أستخدام الأحصاء متعدد المتغيرات أثبت نجاحه في العديد من التطبيقات والأختصاصات العلمية لسنوات عديدة. أما أستخدامه في مجال تقييم نوعية المياه السطحية فقد أستخدم بشكل واسع في العديد من الأبحاث والدراسات من أجل الحصول على معلومات أفضل عن نوعية المياه السطحية. هناك الكثير من التحاليل التي تعتمد الأحصاء متعدد المتغيرات مثل التحليل العاملي والعنقودي وتحليل التمييز وغيرها. يستخدم البحث الحالي طريقة التحليل العاملي في تفسير النتائج والذي يتميز بتفسير معقول لبيانات نوعية المياه المعقدة، قد يكون التحليل العاملي مفيد في البحث عن حلول لتحديات تلوث المياه ويمكن أن تكون أداة فعالة لإدارة موارد المياه. هناك ثلاث مراحل رئيسية لأجراء هذا التحليل وهي [1]:

1. تكوين مصفوفة الأرتباط لتحتوي على معاملات الأرتباط لجميع أزواج متغيرات نوعية المياه العشرين.
2. من مصفوفة الأرتباط يتم حساب العوامل وهناك أكثر من طريقة لأستخلاص هذه العوامل، أهمها وأكثرها أستخداما هي الأسلوب المعروف بأسم المركبات الرئيسية
3. هذه العوامل والتي يمكن النظر إليها على أنها محاور يتم تدويرها بهدف جعل العلاقات بين المتغيرات وبعض هذه العوامل أقوى ما يمكن، وهناك عدة طرائق لتدوير المحاور، أكثر هذه الطرائق شيوعًا هي طريقة تعظيم التباين المعروفة باسم (Varimax) وهي طريقة تدوير تتميز بأنها تحافظ على خاصية الاستقلال بين العوامل، وهذا يعني هندسيًا بقاء المحاور متعامدة أثناء عملية التدوير.

يستخدم التحليل الصيغة التالية كمفهوم أساسي وهي:

$$z_j = a_{j1} f_1 + a_{j2} f_2 + \ldots + a_{jf} f_m + e_{ij};\ j = 1,2,\ldots,p$$

حيث تمثل z القيمة المقاسة مختبريا، f تمثل درجة العامل، a يمثل تشبع العامل، e يمثل حساب الأخطاء أو مصادر التباين الأخرى، i يمثل رقم العينة، j يمثل رقم المتغير أما m فيمثل عدد العوامل. قبل البدء بأجراء التحليل العاملي، تم التحقق من التوزيع الطبيعي للمتغيرات بأستخدام أختبار Shapiro-Wilk وقد وجد بأن هناك بعض المتغيرات لاتتوزع طبيعيا. لذلك تم تحويل البيانات الأصلية لهذه المتغيرات الى النمط اللوغارتمي، ولوحظ أن جميع المتغيرات تم تطبيعها وبالتالي، لم يتم أستبعاد اي متغير. تم أجراء أختبار Shapiro-Wilk والتحليل العاملي بأستخدام البرنامج الأحصائي IBM SPSS 24.

3. النتائج والمناقشة

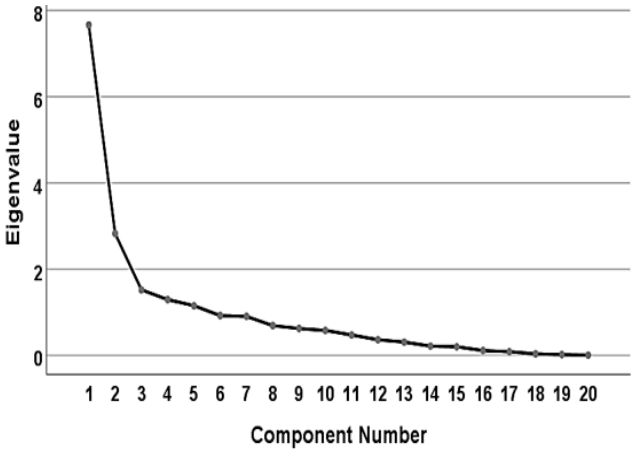
يوضح الجدول 2 نتائج التحاليل المختبرية لنوعية مياه نهر دجلة في بغداد لعام 2017 لأحدى عشرة محطة على شكل أحصاء وصفي. تم تطبيق التحليل العاملي على عشرين متغيرا لنوعية المياه من احدى عشرة محطة لرصد جودة المياه السطحية الواقعة في نهر دجلة داخل امتداد بغداد خلال عام 2017. أنشأت مصفوفة الارتباط بين المتغيرات وأستخلاص العوامل بطريقة المركبات الأساسية التي تم تدويرها بواسطة طريقة تعظيم التباين. يعطي الجذر التخيلي Eigenvalue مقياسا لأهمية العامل حيث كلما زاد الجذر التخيلي زادت أهمية العامل. في

الدراسة الحالية تم أعتماد الجذور التخيلية التي قيمها أكبر او تساوي واحد فقط. لذلك تم أعتماد الخمسة عوامل الأولى فقط (لها جذر تخيلي أكبر من واحد)

جدول 2

الأحصاء الوصفي للنتائج المستحصلة لنوعية مياه نهر دجلة لعام 2017 في أحدى عشرة محطة [1]

المتغيرات	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الأنحراف المعياري
درجة حرارة الماء	2.00	36.00	21.8005	6.05821
العكارة	6.00	1750.00	82.1717	220.63494
القاعدية	96.00	200.00	148.5278	17.05261
العسرة الكلية	204.00	473.00	320.1869	61.53921
الكالسيوم	46.00	134.00	80.9697	19.11985
المغنيسيوم	22.00	115.00	67.4419	19.38991
الكلوريدات	13.00	50.00	29.2500	6.76444
آيون الهيدروجين	7.49	8.40	7.9470	0.16586
التوصيلية الكهربائية	470.00	1298.00	853.0884	176.21283
المواد الصلبة العالقة	40.00	396.00	188.9015	68.86772
المواد الصلبة الذائبة	290.00	869.00	568.4773	120.31298
الكبريتات	9.00	1800.00	82.9116	161.43355
الحديد	0.09	10.00	1.2859	1.19371
الفلوريد	0.01	0.25	0.1190	0.05061
الألمنيوم	0.01	0.07	0.0120	0.00666
النترات	0.00	0.04	0.0082	0.00555
النتريت	0.11	1.95	0.8025	0.29645
الأمونيا	0.01	1.48	0.1091	0.12665
سيليكا	1.30	9.30	4.3770	1.51037
الأورثوفوسفات	0.01	0.48	0.0457	0.05467



شكل 2: مخطط للجذور التخيلية لكل عامل تم استخلاصه

ان العوامل الخمسة التي حددت في هذه الدراسة مسؤولة عن تفسير 72.291% من التباين الكلي لنوعية المياه لنهر دجلة. حيث ساهم العامل الأول بتفسير 34.387% من أجمالي التباين والعامل الثاني كانت نسبته 11.875% أما العوامل (الثالث و الرابع والخامس) فقد ساهم بتفسير 10.213%، 8.861% و6.956% على التوالي (جدول 3). تم أعتبار قيم معامل الأرتباط مهمة وقوية أذا كانت القيمة تساوي 0.75 أو أكثر. يوضح الجدول 3 نتائج التحليل العاملي ويمكن ملاحظة المتغيرات المهمة لكل عامل مستخلص والتي لها قيم تشبع موجبة عالية، حيث أحتوى العامل الأول على المتغيرات: العسرة الكلية، الكالسيوم، المغنيسيوم، الكلوريدات، التوصيلية الكهربائية، المواد الصلبة العالقة والذائبة (جدول 3). يمثل هذا العامل التلوث الحاصل في نهر دجلة بسبب طرح المخلفات الى النهر في مدينة بغداد. من جانب أخر وجود متغيرات مثل المواد الصلبة الذائبة والتوصيلية الكهربائية يمكن ان يشير الى مشكلة شحة المياه في النهر بسبب نقصان التصاريف والتي ادت الى زيادة ملوحة النهر. لذلك يمكن تسمية هذا العامل بعامل التلوث والذي ساهم بأكبر نسبة من قيمة التباين الكلية. أما العامل الثاني فقد كانت المتغيرات: العكارة، الكبريتات والحديد لها قيم تشبع عالية (جدول 3). تزداد عكارة الماء بزيادة سرعة المياه في الأنهار بالاضافة الى عوامل أخرى مثل تعرية التربة لذلك عادة ماتزداد في مواسم سقوط الأمطار أما الكبريتات فأهم مصادرها هو أستخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية ودخوله المياه أثناء السيح السطحي، كما أن وجود الكبريتات في المياه بنسبة عالية في مياه الشرب يمكن ان تسبب الأسهال للبشر والماشية كما تسبب في أنسدادت شبكات المياه في التراكيز العالية. أما وجود الحديد فممكن أن يشير الى التلوث بالمعادن الثقيلة التي تأتي بسبب طرح المخلفات الصناعية الى النهر. يمكن تسمية العامل الثاني بعامل السيح السطحي والتعرية. وهذا ما توصلوا اليه [1] في نتائج دراستهم عند تقييمهم لنوعية المياه في النهر بأستخدام التحليل العاملي.

العوامل الثلاثة الاخرى كانت مساهمتها أقل من العاملين السابقين حيث احتوى العامل الثالث على قيم تشبع عالية لدالة الأس الهيدروجيني، أما الرابع فكان يمثل السيليكا والخامس أرتبط بالأورثوفوسفات. بالرغم من ان وجود السليكا في الماء ليس لها تأثير صحي يذكر ولكن وجودها في المياه المستخدمة في المرجلات البخارية في المصانع قد يسبب مشاكل ترسبها في التوربينات حيث تزداد قابلية ذوبان السيليكا في البخار مع زيادة درجة الحرارة. وأخيرا العامل الخامس الذي يمثل الأورثوفوسفات والذي بأعتبارها الأكثر أهمية وتأثيرا على نوعية المياه في نهر دجلة كما موضحة في شكل 2.

كان له أقل تأثيرا مقارنة بالعوامل الأربعة السابقة. يمكن تسمية العامل الثالث عامل الأس الهيدروجيني، العامل الرابع بعامل السيليكا والعامل الخامس عامل المغذيات. قام [1] بتحديد ثلاثة عوامل فقط وكانت مسؤولة عن تفسير تقريبا 87% من التباين الكلي.

مع ذلك، الأختلاف في تحديد عدد العوامل منطقي لأن الدراسة الحالية تعتمد على عشرين عنصرا لنوعية المياه بينما في دراسة [1]، أعتمدوا على قياس اربعة عشر عنصرا فقط.

جدول 3
نتائج التحليل العاملي (العوامل المستخلصة لها جذور تخيلية أكبر من واحد)

المتغيرات	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	العامل الرابع	العامل الخامس
درجة حرارة الماء	.4900-	.0570	.3700	.3690	.3710
العكارة	.0070-	.8540	.0920	.0580	.0650-
القاعدية	.5160	.4140	.4210	.1700	.0510
العسرة الكلية	.9540	.0600-	.1770	.0740	.0500
الكالسيوم	.9000	.0610-	.1260	.1410	.1930
المغنيسيوم	.9240	.0210-	.1500	.2140	.0760
الكلوريدات	.7890	.0330	.4370	.0110	.0150-
آيون الهيدروجين	.2800	.1470	.7600	.2190	.0320-
التوصيلية الكهربائية	.9660	.0350-	.1320	.1270	.0340
المواد الصلبة العالقة	.9180	.0450-	.1290	.0600	.0950
المواد الصلبة الذائبة	.9570	.0240-	.1580	.1520	.0070
الكبريتات	.0310-	.8940	.0660	.0290	.0940
الحديد	.1410-	.7070	.1080	.0990	.1560
الفلوريد	.3440	.0020-	.6820	.0140	.0450
الألمنيوم	.1750	.2030	.0520	.2050-	.6830
النترات	.3620	.1800	.0540	.6560	.0880-
النتريت	.0990	.2450	.5590	.2920-	.0890
الأمونيا	.2960	.0230	.1210-	.5130	.0210-
سيليكا	.0070-	.0570	.0960	.7630	.0900
الفوسفاتية	.0830	.0080-	.0100	.1650	.8150
الجذور التخيلية	6.877	2.375	2.043	1.772	1.391
نسبة التباين	34.387	11.875	10.213	8.861	6.956
النسبة المئوية التراكمية	34.387	46.262	56.475	65.336	72.291

4. الأستنتاجات والتوصيات

أن تطبيق التحليل العاملي لتقييم جودة مياه نهر دجلة على امتداد بغداد أعطى نتائج مهمة لإدارة جودة مياه النهر وللحصول على معلومات أفضل عن نوعية المياه في نهر دجلة. حيث كشفت النتائج أنه يمكن تجميع عشرين متغيرًا للجودة تحت خمسة عوامل هي: عامل التلوث، عامل السيح السطحي والتعرية، عامل الأس الهيدروجيني، عامل السيليكا وعامل المغذيات. وقد فسرت هذه العوامل 72.291% من أجمالي التباين الكلي ويعتقد أن هذه الطرائق تساعد صانعي القرار في تقييم جودة المياه وتحديد الأولويات في جهود منع التلوث.

يمكن اعتماد التحليل العاملي لتحديد المصادر التي تؤثر على جوده المياه وكيفيه السيطره عليها او الحد من تاثيرها السلبي على نوعيه مياه الانهار .

5. المصادر

1. Ismail AH, Abed BS, Abdul-Qader S. 2014. Application of multivariate statistical techniques in the surface water quality assessment of Tigris River at Baghdad stretch. *Journal of Babylon University* 2014; 22: 450-462.
2. Ismail AH, Muntasir AS, Mahmood M. Hydrochemical characterization of groundwater in Balad district, Salah Al-Din Governorate, Iraq. *Journal of Groundwater Science and Engineering* 2018; 6: 306-322.
3. Mutlak SM, Salih BM, Tawfiq SJ. Quality of Tigris River passing through Baghdad for irrigation. *Water, Air, and Soil Pollution* 1980; 13: 0049-6979
4. Zowain A, Ismail AH. Management of Salinity Issues in Iraq's Agricultural Sector Using SWOT Analysis. *Engineering and Technology Journal* 2015; 33: 644-658.
5. Al-Obaidi AH. Evaluation of Tigris River Quality in Baghdad for the period between (November 2005- October2006), *Eng. & Tech. Journal* 2009; 27: 1736-1745.
6. Al-Shami A, Al-Ani N, Al-Shalchi KT. Evaluation of environmental impact of Tigris river pollution (between Jadirriya and dora bridges). *Journal of Engineering* 2006; 3: 844-861.
7. Aenab AM, Singh SK, Al-Rubaye AAM. Evaluation of Tigris River by Water Quality Index Analysis Using C++ Program. *Journal of Water Resource and Protection* 2012; 4: 523-527.

case study of the Alqueva's reservoir, Portugal. *Environ Monit Assess* 2010; 165 :539–552.
19. Sargaonkar A, Deshpande V. Development of an overall index of pollution for surface water based on a general classification scheme in Indian context. *Environmental Monitoring and Assessment* 2003; 89: 43–67.
20. Shrestha S, Kazama F. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling & Software* 2007; 22: 464–475.
21. Simeonov V, Einax JW, Stanimirova I, Kraft J. Environmetric modeling and interpretation of river water monitoring data. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 2002; 374: 898–905.
22. Singh KP, Malik A, Sinha S. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques—A case study. *Analytica Chimica Acta* 2005; 538: 355–374.
23. Singh KP, Malik A, Mohan D, Sinha S. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India):Acase study. *Water Research* 2004; 38: 3980–3992.
24. Wunderlin DA, Diaz MP, Ame MV, Pesce SF, Hued AC, Bistoni MA. Pattern recognition techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality. A case study: Suquia river basin (Cordoba, Argentina). *Water Research* 2001; 35: 2881–2894.
25. Al-Adili AS. Geotechnical Evaluation of Baghdad Soil Subsidence and their Treatments Ph.D. Thesis, University of Baghdad, Iraq.
26. APHA Standard methods for the examination of water and waste water, 21st edn. American Public Health Association, Washington DC 2005
8. Al-Janabi Z, Al-Kubaisi A, Al-Obaidy AMJ. Assessment of Water Quality of Tigris River by using Water Quality Index (CCME WQI). *Journal of Al-Nahrain University* 2012; 15: 119-126.
9. Alobaidy AMJ, Maulood BK, Kadhem AJ. Evaluating Raw and Treated Water Quality of Tigris River within Baghdad by Index Analysis. *J. Water Resource and Protection* 2010; 2: 629-635.
10. AL Suhaili RHSH, Nasser NOA Water quality indices for Tigris river in Baghdad city. *Journal of Engineering* 2008; 3: 6262-6222.
11. Ismail AH. Applicability of Overall Index of Pollution (OIP) for Surface Water Quality in Assessment of Tigris River Quality within Baghdad. *Engineering and Technology Journal* 2014; 32: 74-90.
12. Ahmed S, Hussain M, Abderrahman W. Using multivariate factor analysis to assess surface/logged water quality and source of contamination at a large irrigation project at Al-Fadhli, Eastern Province, Saudi Arabia. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 2005; 64: 232–315.
13. Monica N, Choi K. Temporal and spatial analysis of water quality in Saemangeum watershed using multivariate statistical techniques. *Paddy Water Environ* 2016; 14: 3–17
14. Kumar V, Sharma A, Chawla A, Bhardwaj R, Thukral AK. Water quality assessment of river Beas, India, using multivariate and remote sensing techniques. *Environ Monit Assess* 2016; 188: 137
15. Singaraja C, Chidambaram NJE, et al. Taxonomy of groundwater quality using multivariate and spatial analyses in the Tuticorin District, Tamil Nadu, India. *Environ Dev Sustain* 2016; 18: 393–429
16. Varekar V, Karmakar S, Jha R. Seasonal rationalization of river water quality sampling locations: a comparative study of the modified Sanders and multivariate statistical approaches. *Environ Sci Pollut Res* 2016; 23: 2308–2328
17. Sharma M, Kansal A, Jain SSP. Application of Multivariate Statistical Techniques in Determining the Spatial Temporal Water Quality Variation of Ganga and Yamuna Rivers Present in Uttarakhand State, India. *Water Qual Expo Health* 2015; 7: 567–581
18. Palma P, Alvarenga P, Palma VA, Fernandes RM, Soares AMVM, Barbosa IR. Assessment of anthropogenic sources of water pollution using multivariate statistical techniques: a