

اومقارنة بين بعض التحاليل الإحصائية في دراسة لقوة الأس الهيدروجيني وتركيز ثاني أوكسيد الكربون في نهر دجلة خلال مدينة الموصل

مروان عبد العزيز دبذوب* زيد طارق صالح**

المستخلص

أشار السنجري (2001) إلى الأوساط الحسابية والانحرافات القياسية لقوة الأس الهيدروجيني (pH) وتركيز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) لمياه نهر دجلة في خمسة مواقع في مدينة الموصل وخلال عشرة أشهر، استخدمت هذه المعلومات لتوليد ثلاثين قيمة لكل موقع خلال كل شهر. تم استخدام البيانات المولدة لمقارنة نتائج بعض التحاليل الإحصائية وهي: جدول تحليل التباين الذي تبعه اختبار ستيودنت نيمن كويلز للمقارنة بين الأوساط الحسابية، والتحليل العاملي مع تدوير المحاور، ومعامل الارتباط البسيط واختبار فرضيته، كما وضحت النتائج على هيئة أشكال بيانية سهلت من عملية المقارنة البصرية. أعطت التحاليل والأشكال الإحصائية الاستنتاجات ذاتها. تبين أن مياه نهر دجلة في منطقة الدندان هي أكثر المناطق تأثيراً في درجة pH وتركيز CO_2 ، وقد لوحظت زيادة في المتغيرين (درجة pH وتركيز CO_2) في شهر أيلول، وأن تأثير المواقع في المتغيرين أكثر من تأثير الأشهر فيهما.

A Comparison between some Statistical Analyses in a Study of the Power of pH and the Concentration of CO_2 in Tigris River Through Mosul City

Abstract:

Al-Sanjary (2001) mentioned the values of mean and standard deviation of the power of hydrogen (pH) and concentration of carbon dioxide (CO_2) in the water of Tigris river in Mosul city, the study was applied over five locations during ten months. This information were used to simulate thirty values of each location during each month. The simulated data were used to compare some statistical analyses which are: analysis of variance followed by Student Newman Keules Test to compare between

* استاذ مساعد/كلية علوم الحاسوب والرياضيات/جامعة الموصل.
** مدرس مساعد/كلية علوم الحاسوب والرياضيات/جامعة الموصل.

the means, factor analysis with axes rotation and the simple correlation coefficient. The results are presented in figures and charts to simplify the visual comparisons. The statistical analyses approach to the same conclusions. It was concluded that the power of pH and the concentration of CO₂ were highly effective in the region of Danadan, also the two variables were increasing in September. However the regions affected the two variables more than that months did.

المقدمة

الماء هو من أهم عناصر الحياة وديمومتها، وأخذت دول العالم بالنظر إلى أهمية المياه والمحافظة عليها من التلوث والهدر وسوء الاستخدام، بل وصل الأمر إلى محادثات دبلوماسية ونزاعات بين الدول من أجل استثمار الثروة المائية والمحافظة عليها من التلوث الذي أصبح اليوم يهدد البشرية، وقد أشار Arias et al. (2010) إلى أن تلوث المياه يؤثر سلباً في الطبقات الجوفية وفي تنوع الكائنات الحية ويؤثر في الصحة العامة. إن التلوث البيئي بصورة عامة يمثل أحد التحديات التي تواجه البشرية في عصرنا الحاضر نتيجة للنشاط الإنساني المتزايد في المجالات كافة، وقد ادت التغيرات المناخية دوراً مهماً في جفاف العديد من المناطق والتسبب في رداءة نوعية المياه في مناطق أخرى وقد أشار النعمة وآخرون (2000) إلى تأثير شحة التساقط المطري في نوعية مياه نهر دجلة.

يتعرض نهر دجلة عند دخوله مدينة الموصل إلى تصريف كميات كبيرة من الفضلات الصناعية والمدنية السائلة ويسبب ذلك تلويثاً لمياه النهر مما يندرج بوقوع مشاكل بيئية قد يصعب السيطرة عليها (مصطفى وجانكير، 2007)، ولاحظ الأرياني (2005) ارتفاع الصفات الفيزيائية والكيميائية في مياه الفضلات المنزلية التي تصرف إلى النهر، وأشار الصفاوي (2008) إلى زيادة تركيز أغلب المعايير أثناء مرور النهر بمدينة الموصل وأن جودة ونوعية مياه نهر دجلة حسب التصنيف العالمي تتدهور عند مروره خلال المدينة.

لعلم الإحصاء الدور الرائد في دراسة العلوم التطبيقية ومنها علوم البيئة، فقد استخدم الحمداني (2010) اختبار الفرضيات والمقارنات المتعددة عند إجرائه مسحاً بيئياً لبعض مصادر المياه ومطروحات المجاري، وقد قارن إبراهيم (2011) بين عدد من الأساليب الإحصائية: وهي تحليل التباين والسيطرة النوعية والتحليل العنقودي التي طبقت على بعض الملوثات في نهر دجلة عند مناطق مختارة وتمكن من أن يفوض الإحصاء للتوصل إلى علاقات جيدة ساعدته أشكال توضيحية على طرح مناقشات بناء وإعطاء توصيات صائبة. وقد أشار Huang et al. (2010) إلى أهمية الطرائق الإحصائية لمتعدد المتغيرات في إدارة نوعية المياه ومراقبتها، ونشر Manly (2009) كتاباً يشير فيه إلى استخدامات الطرائق الإحصائية وأهميتها في الدراسات البيئية.

الهدف

استخدام بعض الطرائق الإحصائية والمقارنة بين نتائجها وهي: تحليل التباين الذي يتبعه اختبار ستيودنت نيمن كويلز لإجراء المقارنات المتعددة بين أزواج المتوسطات والتحليل العاملي واختبار معنوية معامل الارتباط، وتوضيح النتائج على هيئة أشكال بيانية لتسهيل عملية المقارنة البصرية واستخلاص الاستنتاجات. تطبق هذه الطرائق على خاصيتين كيميائيتين تتأثران بالتلوث هما قوة الأس الهيدروجيني (pH) وتركيز ثاني أكسيد الكربون (CO₂) في مياه نهر دجلة عند مروره في خمسة مواقع في مدينة الموصل وخلال عشرة أشهر.

تحليل التباين واختبار ستيودنت نيمن كويلز

يعد تحليل التباين أحد الاختبارات الإحصائية الذي يختبر فرضية تساوي متوسطات عدد k من المجتمعات ($H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$) التي تعود إليها عدد k من العينات. ويعود الفضل في هذا الأسلوب إلى R.A. Fisher الذي جزأ التباين الكلي للظاهرة المدروسة إلى عدد من المصادر أطلق عليها مصادر التباين، وقد عين فيشر أحد هذه المصادر لقياس كمية التباين الناتج عن طريق الصدفة وأطلق عليه البواقي (Residuals) ليكون هو الحكم في قبول أو رفض فرضية العدم عن طريق نسبة ما تفسره كل من المصادر الباقية، وهذه النسبة تماثل توزيع F بدرجات حرية للمصدر المختبر والبواقي (المشهداني، 2010).

عند اختبار معنوية الفروق بين متوسطي أكثر من مجتمعين تستخدم إحدى طرائق المقارنات المتعددة للتعرف على الفروقات بين توافيق أزواج الأوساط الحسابية للعينات المسحوبة من تلك المجتمعات، وإحدى هذه الطرائق اختبار ستيودنت نيمن كويلز Student Newman Keules (S.N.K.) Test الذي يستخدم جداول توكي Tukey لاستخراج قيم Studentized Significant Range (S.S.R.) وفق مديات تعتمد على عدد أزواج المقارنات (المشهداني، 2010)، وهذا بدوره يعمل على ثبات قيمة مستوى المعنوية (α) عند المستوى المطلوب. ويتم تعيين معنوية الفروقات بين أزواج الأوساط الحسابية عن طريق مقارنة تلك الفروقات مع قيمة أقل مدى معنوي (Least Significant Range (L.S.R.))، حيث أن:

$$L.S.R. = (S.S.R.)(S_{\bar{y}_i}) \quad \dots (1)$$

$$S_{\bar{y}_i} = \sqrt{\frac{MSe}{r}} \quad \dots (2)$$

$S_{\bar{y}_i}$: هي قيمة الخطأ القياسي للمعاملة (i).

MSe : متوسط مربعات الخطأ الذي يعطي قيمته جدول تحليل التباين.

r : عدد أفراد العينة والتي يفضل أن تكون $r_1 = r_2 = \dots = r_m$ لتسهيل العمليات الحسابية.

يعتبر الفرق بين أي متوسطين ذا دلالة إحصائية إذا كان يساوي أو يزيد عن قيمة $L.S.R.$

تحليل المكونات الرئيسية والتحليل العاملي

يعد تحليل المكونات الرئيسية مرحلة أولية للتحليل العاملي، ويستخدم لتحويل عدد m من المتغيرات المترابطة إلى نفس العدد من المتغيرات غير المترابطة (متعامدة) تسمى بالمكونات الرئيسية ويختار عدد k منها ($k < m$) لتشكيل تراكيب خطية مشتقة من المتغيرات الأصلية (Everitt, 2011). إن تباين المكون الرئيس z هو الجذر المميز z وأن مجموع تباينات المكونات الرئيسية يساوي مجموع الجذور المميزة ويساوي مجموع عناصر قطر المصفوفة التي تم تحليلها، إذا كانت الخطوة التالية هي التحليل العاملي عندئذ تستخدم مصفوفة الارتباط (R).

توضع البيانات في مصفوفة تدعى بمصفوفة البيانات $X = [X_{ij}]$ ، أعمدها تحتوي على المتغيرات ($j=1,2,\dots,m$) ومصفوفها تمثل المشاهدات ($i=1,2,\dots,n$)، من هذه المصفوفة تحسب مصفوفة التباين والتباين المشترك أو مصفوفة الارتباط ويطبق تحليل المكونات الرئيسية على إحداها حسب طبيعة البيانات ووحدات قياس متغيراتها، وبذلك يتم الحصول على m من الجذور المميزة الموجبة (λ_j) مرتبة تنازلياً $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_m$ ، ترافقها متجهات مميزة متعامدة (a_j)، توضع المتجهات المميزة كعوامل في تركيبة خطية للمتغيرات الأصلية نوات الوحدات القياسية

$$(z_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_{ij}) / s_j) \text{ لتعطي } (pc_{ij}) \text{ القيمة } i \text{ للمكون الرئيس } j:$$

$$pc_{ij} = a_{1j}z_{i1} + a_{2j}z_{i2} + \dots + a_{mj}z_{im} \quad \dots \quad (3)$$

ويمكن الحصول على متجه pc_j يحتوي على n من قيم المكون الرئيس j :

$$\underline{pc}_j = \underline{Z} \underline{a}_j \quad \dots \quad (4)$$

إذ أن \underline{Z} هي المصفوفة القياسية لمصفوفة البيانات X .

إن الأهمية النسبية للمكون الرئيس هي نسبة ما يفسره من التباين الكلي وتساوي نسبة قيمة جذره المميز إلى مجموع الجذور المميزة. على هذا الأساس يكون المكون الرئيس الأول أكثر أهمية يليه المكون الثاني،... الخ. يعتمد اختيار k من المكونات الرئيسية بالدرجة الأولى على رأي المختص في دراسة الظاهرة ومدى قناعاته بنسبة التباين المفسر (Huang et al., 2010).

يعتمد التحليل العاملي على نتائج المكونات الرئيسية ويتم اختيار عدد k من العوامل كما هو الحال في المكونات الرئيسية، كل عامل يحتوي على عدد m من تحميل العامل (factor loading) كل منها يدل على أهمية المتغيرات في ذلك العامل. تكمن مرونة التحليل العاملي في أنه لا يتطلب فرضيات حول طبيعة المتغيرات لهذا يستخدمه على نطاق واسع لتحليل عدد كبير من المتغيرات وإرجاعها إلى عدد أقل من العوامل التي تفسر معظم الاختلافات الموجودة في البيانات وتعطي النموذج الملائم لظواهر متعدد المتغيرات، يمكن التعبير عن هذه المتغيرات كدالة لعدد من العوامل (المعادلة 5) (Everitt, 2011):

$$X_j = p_{1j} F_1 + p_{2j} F_2 + \dots + p_{kj} F_k + U_j \quad \dots \quad (5)$$

F_1, F_2, \dots, F_k : العوامل المشتركة المختارة من بين m من العوامل.
 P_{ij} : تحميل العامل F_t في التركيب الخطي لـ X_j ، حيث أن: $t=1, 2, \dots, k$.
 U_j : تباين العامل في المتغير j .

معامل الارتباط

يقيس معامل الارتباط (r) قوة واتجاه العلاقة الخطية بين متغيرين، وهناك عدة أنواع من المقاييس أكثرها شيوعاً هو معامل ارتباط العزم الضربي لبيرسن Person Product-Moment Correlation Coefficient (PPMC)، وبحسب من بيانات العينة التي عدد أفرادها n وفق الصيغة الآتية:

$$r_{xy} = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad \dots \quad (6)$$

عندما تكون قيمة $r \neq 0$ فهناك حالتان: الأولى تعني أن قيمة r كافية لاستنتاج وجود معنوية إحصائية للعلاقة الخطية بين المتغيرين، الحالة الثانية أن قيمة r تعود إلى الصدفة. وللتعرف على إحدى الحالتين يجب اختبار الفرضية الآتية (Weiss, 2012):

$$H_o : \rho = 0 \text{ vs } H_A : \rho \neq 0$$

حيث أن ρ هي قيمة معامل الارتباط الخطي بين أفراد المجتمع الذي سحبت منه العينة. وأن المختبر الإحصائي سيكون:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad \dots \quad (7)$$

تقارن قيمة المختبر الإحصائي (t) مع القيمة الحرجة ($t(\alpha, n-2)$)، حيث ترفض فرضية العدم إذا تساوت أو تجاوزت قيمة (t) القيمة الحرجة.

إن التحليل العاملي يتعامل مع مصفوفة الارتباط R التي عناصرها معامل ارتباط بيرسن بين m من أزواج المتغيرات، ولحساب R تحول مصفوفة البيانات X إلى المصفوفة H كخطوة أولى في مسار تحليل المكونات الرئيسية والتحليل العاملي (دبodob والشكرجي، 2007)، حيث أن:

$$\underline{H} = [h_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_{.j}) / (\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_{.j})^2)^{1/2}] \quad \dots \quad (8)$$

تجدد الإشارة هنا إلى أنه يجب أن يكون عدد المتغيرات m أقل من عدد المشاهدات n . وتحسب مصفوفة الارتباط كالاتي:

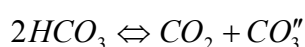
$$\underline{R}_{m \times m} = \underline{H}' \underline{H} \quad \dots \quad (9)$$

قوة الأس الهيدروجيني (pH) وتركيز ثاني أكسيد الكربون (CO₂)

من الخصائص الكيميائية التي تعكس مدى تلوث المياه هي قوة الأس الهيدروجيني power of the hydrogen (pH) وتركيز ثاني أكسيد الكربون concentration of carbon

dioxide (CO₂) (ملغم/لتر) الذائب في الماء، وسنلقي الضوء على هاتين الخاصيتين كما ذكرها كل من السنجري (2001) والحمداني (2010).

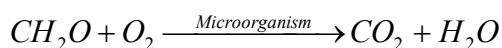
أ- قوة الأس الهيدروجيني (pH): هي وسيلة للتعبير عن نشاط وفعالية أيون الهيدروجين في الماء، تتراوح درجة pH بين صفر و14، الدرجة 7 هي نقطة تعادل، يعتبر الوسط قاعدياً عند زيادة الدرجة على 7، وحامضياً إذا قلت الدرجة عن 7. إن درجة pH التي تلائم معيشة الكائنات الحية تقع بين 7-9 (النعمي، 2010). إن وجود أيونات الكربونات والبيكربونات تجعل المياه تميل نحو القاعدية، كما أن استهلاك CO₂ الذائب من قبل الطحالب والهائمات النباتية يؤدي إلى تحلل الكربونات، وهذا بدوره يعمل على رفع درجة pH كما موضح في المعادلات:



ب- تركيز ثاني أكسيد الكربون (CO₂): له قابلية ذوبان عالية في الماء وهناك عدة مؤثرات على تركيزه منها تحلل قشور النواعم لاحتوائها على نسبة عالية من الكربون وتأثره بعملية التركيب الضوئي من قبل الهائمات النباتية. يتم استهلاك غاز CO₂ الذائب وأيونات البيكربونات من قبل النباتات المائية والطحالب لانجاز عمليات التركيب الضوئي، كما أن مهاجمة الأحياء المجهرية للملوثات العضوية كمياء المجاري تعمل على زيادة تركيز CO₂ وتزيد من حامضية المياه.

تعد درجة الحرارة من العوامل المؤثرة في تواجد الكائنات الحية وانتشارها وفعاليتها الحيوية وتدوير المغذيات والعوالق النباتية، كما أنها تؤثر في تحليل المواد العضوية وعمليات التنقية الذاتية وعمليات البناء الضوئي، الأمر الذي يؤثر في درجة pH وتركيز CO₂ فضلا عن تأثيرها في الصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه (طليع، 1999) و(طليع والبرهاوي، 2000).

إن نشاط الكائنات الحية والهائمات النباتية وكثافتها وانتشارها يزداد عند ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف ويقل في فصل الشتاء، لذا فهناك تذبذب لدرجات pH في الماء بسبب اختلاف تركيز CO₂ المتأثر بنشاط تلك الكائنات وكثافتها (مصطفى وجانكير، 2007):



بيانات البحث

قام السنجري (2001) بدراسة بيئة نهر دجلة ضمن مدينة الموصل استغرقت عشرة أشهر من أيلول وحتى نهاية شهر حزيران، وشملت الدراسة خمسة مواقع هي: الموقع الأول في منطقة الدرة جوخ قبل دخول نهر دجلة لمدينة الموصل، والموقع الثاني جسر الشهداء في بداية دخول النهر إلى المدينة، والموقع الثالث قرب جسر نينوى ويعد النقطة الوسطية لمرور النهر في المدينة، وفيه يكون النهر قد طرحت فيه مخلفات مياه الصرف الصحي لبعض مرافق المدينة، والموقع الرابع منطقة

الدندان عندها يخرج نهر دجلة من المدينة بعد أن مر بعدة قنوات للصرف الصحي، والموقع الأخير في منطقة يارمجة بعد خروج النهر من المدينة إلى الجنوب، ويوضح الشكل (1) خارطة للمواقع التي أخذت منها العينات في مدينة الموصل.



الشكل 1: خارطة المواقع الخمسة التي أخذت منها العينات.

من الخصائص الكيميائية التي تناولتها دراسة السنجري (2001) هي درجة pH وتركيز CO_2 الذائب في الماء، وأشار إلى الأوساط الحسابية والانحرافات القياسية لهاتين الخاصيتين، ومن هذه المعلومات وبالإستعانة بالبرنامج Minitab v.13.20 تمّ توليد ثلاثين مشاهدة لكل صفة في كل موقع خلال كل شهر، والجدول (1) يبين الوسط الحسابي والانحراف القياسي للبيانات المولدة في المواقع، والجدول (2) للأشهر.

الجدول 1: الوسط الحسابي والانحراف القياسي للبيانات المولدة للمواقع.

يارمجة	الندنان	جسر نينوى	جسر الشهداء	الدرنة جوخ		
7.6502	7.5937	7.6790	7.7240	7.7846	pH	الوسط
6.1870	6.9780	6.2000	5.8030	4.9310	CO ₂	الحسابي
0.2000	0.2312	0.1736	0.1867	0.1675	pH	الانحراف
2.8300	3.3770	3.2040	2.5330	2.0780	CO ₂	القياسي

الجدول 2: الوسط الحسابي والانحراف القياسي للبيانات المولدة للأشهر.

الانحراف القياسي		الوسط الحسابي		الأشهر
CO ₂	pH	CO ₂	pH	
2.2730	0.0441	11.2470	8.0284	أيلول
0.7920	0.0891	7.9527	7.7620	تشرين 1
0.9366	0.1078	7.9961	7.6237	تشرين 2
0.4817	0.1236	7.3483	7.6389	كانون 1
0.4888	0.0422	1.6045	7.6276	كانون 2
0.3599	0.1023	4.5367	7.7017	شباط
0.8697	0.0700	4.3344	7.8367	آذار
0.3741	0.0858	2.8042	7.7917	نيسان
0.8961	0.1169	5.0463	7.3119	أيار
1.3470	0.1078	7.3270	7.5406	حزيران

التحاليل الإحصائية ومناقشة النتائج

ستطبق التحاليل والأشكال الإحصائية على درجة pH وعلاقته مع تركيز CO₂.

درجة pH: طبق تحليل التباين باتجاهين، أحدهما المواقع الخمسة التي أخذت عندها العينات،

والاتجاه الآخر أشهر الدراسة العشرة، ووضحت نتائج التحليل في الجدول (3).

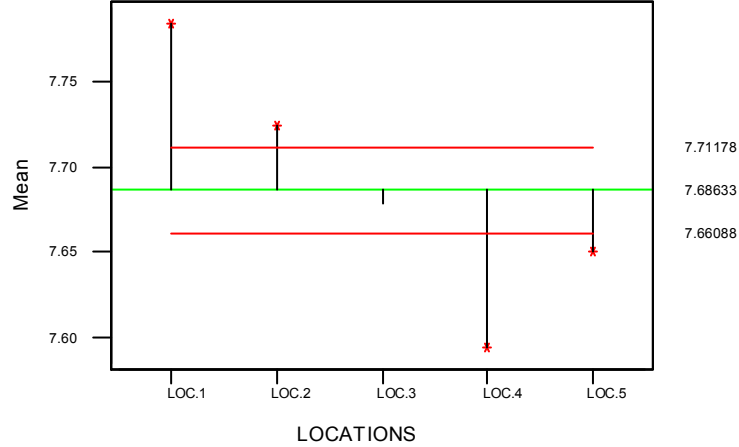
الجدول 3: نتائج تحليل التباين لدرجة pH للمواقع والأشهر والتداخل بينهما.

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F	P
Locations	4	6.30648	1.57662	625.87	0.00
Months	9	49.15747	5.46194	2168.21	0.00
Interaction	36	2.94281	0.08174	32.45	0.00
Error	1450	3.6527	0.00252		
Total	1499	62.05946			

كنتيجة لما عرضه الجدول (3) من وجود اختلافات ذات دلالة إحصائية ($\alpha < 0.01$) بين متوسطات المواقع فقد أجري اختبار S.N.K.، ويبين الجدول (4) نتائج الاختبار التي تشير إلى وجود اختلافات ذات دلالة إحصائية ($\alpha < 0.01$) بين متوسطات درجة pH بين المواقع وليس للموقعين الثالث والخامس (جسر نينوى ويارمجة) مثل تلك الاختلافات، وتتضح هذه النتيجة في الشكل (2) عند إسقاط الأوساط الحسابية لدرجة (pH) حول الوسط الحسابي العام للمواقع.

الجدول 4: نتائج S.N.K. لمقارنة متوسطات درجة pH في المواقع.

مستوى المعنوية (α) = 0.05 و 0.01				المواقع
4	3	2	1	
			7.5937	4
		7.6502		5
		7.6790		3
	7.7240			2
7.7846				1

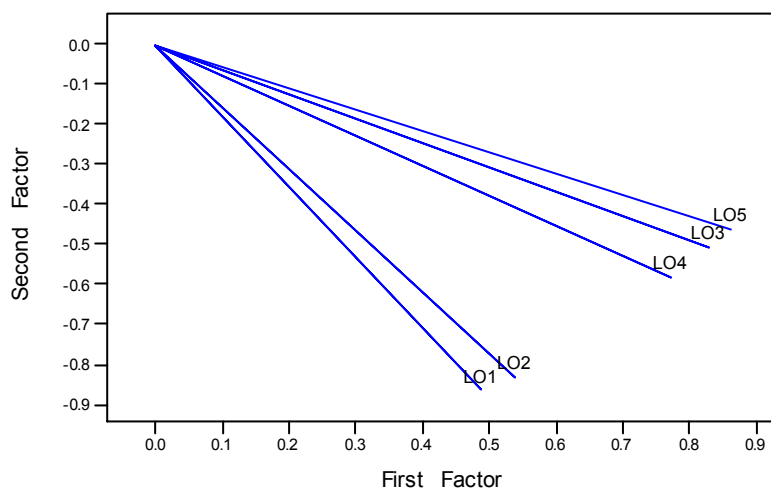


الشكل 2: إسقاط قيم الأوساط الحسابية لدرجة pH للمواقع حول الوسط الحسابي العام. التحليل الإحصائي الثاني الذي طبق على درجة pH في المواقع هو التحليل العاملي مع تدوير المحاور الذي أعطى عاملين فسرا 96.4% من التباين الكلي (الجدول 5) ليعكس مدى تأثير المواقع في الاختلافات في درجة pH.

الجدول 5: نتائج التحليل العاملي لدرجة pH في المواقع الخمسة.

Variable	Factor1	Factor2	Communality
LO5	0.862	0	0.959
LO3	0.829	0	0.948
LO4	0.773	-0.582	0.937
LO1	0	-0.867	0.989
LO2	0	-0.833	0.984
Variance	2.5566	2.2611	4.8177
% Var	0.511	0.452	0.964

يتضح من الجدول (5) أن الموقعين الثالث والخامس لهما أعلى قيم تحميل في العامل الأول، أما في العامل الثاني فقد اجتمع الموقع الأول والموقع الثاني ليكون لهما أعلى قيمة تحميل في العامل وبأعلى كميات شيوخ، في حين ظهر تأثير الموقع الرابع في كلا العاملين ليعكس تأثيره في درجة pH لكونه أكثر المواقع تلوثاً بعد أن استقبل نهر دجلة لمياه الصرف والملوثات الأخرى بعد أن أكمل مروره عبر مدينة الموصل. يوضح الشكل (3) إسقاط نقاط قيم تحميل العامل الأول والثاني.

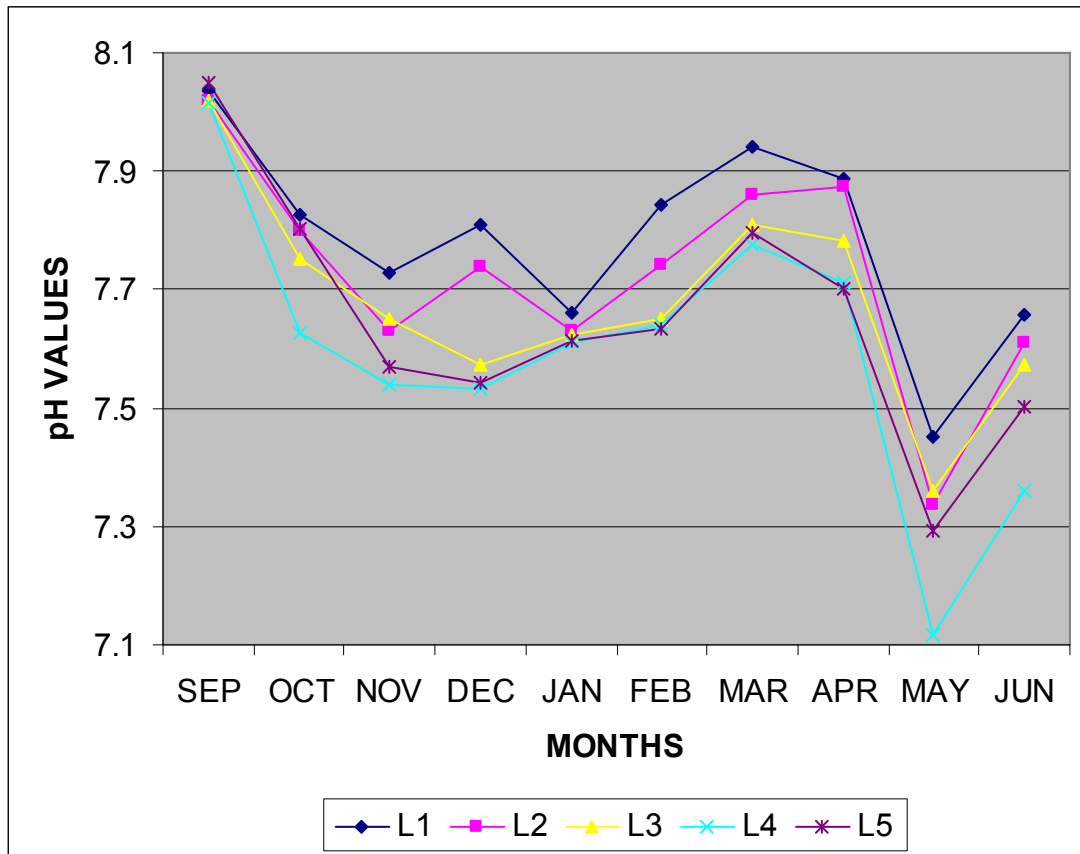


الشكل 3: إسقاط قيم تحميل العاملين الأول والثاني لدرجة pH في المواقع.

تشير نتائج التحاليل والأشكال الإحصائية المذكورة انفاً إلى تذبذب متوسطات درجة pH في مواقع الدراسة، حيث أن الموقع الأول (الدرنه جوخ) ولعدم دخول النهر إلى المدينة بعد فهو أقل تلوثاً من باقي المواقع، إذ كان متوسط درجة pH في تلك المنطقة أعلى من باقي المتوسطات (7.7846). أخذ متوسط درجة pH بالانخفاض قليلاً عند الموقع الثاني (7.7240) في بداية دخول النهر إلى المدينة ومروره على بعض المعامل وبعض الأحياء الصغيرة على أطراف المدينة،

لذا ما زالت مياه النهر عند هذا الموقع أقل تلوثاً ودرجة pH فيه ما زالت مرتفعة. انخفض متوسط درجة pH بشكل ملحوظ (7.6502) عند الموقع الثالث (جسر نينوى) إذ يتوسط هذا الموقع المدينة ويكون النهر قد مر على بعض المستشفيات ومجاري تصريف المياه، ويزداد هذا الانخفاض حتى يصبح بأقل درجة (7.5937) عند مغادرة النهر للمدينة عند الموقع الرابع (الدندان). ومنذ ترك النهر المدينة وبسبب عاملي الانتشار والتخفيف (إبراهيم 2011) تعود درجة pH إلى الارتفاع قليلاً (7.6790)، ويلاحظ ذلك جلياً عند الموقع الخامس (يارمجة) ليتساوى إحصائياً متوسط درجة pH في هذا الموقع مع درجة pH في الموقع الثالث.

إن متوسطات درجة pH لم تتأثر فقط بالمناطق التي يمر بها النهر خلال المدينة بل هنالك تأثير الظروف الجوية المختلفة خلال أشهر الدراسة العشرة (الشكل 4).



الشكل 4: مسار متوسطات درجة pH للمواقع الخمسة خلال أشهر الدراسة.

يلاحظ من الشكل (4) أن الموقع الأول انفرد بأعلى درجة pH خلال الأشهر العشرة، في حين أشار الموقع الرابع إلى أقل درجة pH، كما يلاحظ وجود بعض التداخلات خاصة بين المواقع الثاني والثالث والرابع مع الأشهر.

بعد ما تم الاطلاع على نتائج التحاليل الإحصائية الخاصة بالمواقع نتطرق إلى بعض نتائج التحاليل الإحصائية المطبقة على بيانات الأشهر.

يلاحظ من الجدول (3) وجود اختلافات ذات دلالة إحصائية ($\alpha < 0.01$) بين متوسطات أشهر الدراسة العشرة، وفي ضوء ذلك تم تطبيق اختبار S.N.K. للتعرف على متوسطات درجة pH في الأشهر ذات الاختلافات المعنوية فيما بينها وتلك التي لا توجد بينها مثل تلك الاختلافات، والجدول (6) يشير إلى نتائج تلك المقارنات المتعددة.

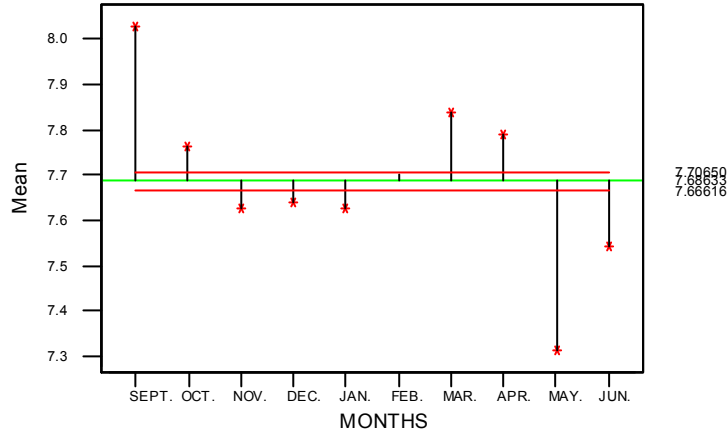
الجدول 6: نتائج S.N.K. لمقارنة متوسطات درجة pH خلال الأشهر.

مستوى المعنوية (α) = 0.05 و 0.01								الأشهر
8	7	6	5	4	3	2	1	
							7.3119	أيار
						7.5406		حزيران
					7.6237			تشرين 1
					7.6276			كانون 2
					7.6389			كانون 1
				7.7017				شباط
			7.7620					تشرين 2
		7.7917						نيسان
	7.8367							آذار
8.0284								أيلول

يتبين من الجدول (6) أن أعلى متوسط pH كان خلال شهر أيلول، وقد يعزى ذلك إلى انقطاع الأمطار لفترة طويلة خلال فصل الصيف وارتفاع درجة الحرارة فيه وزيادة تبخر المياه، وقد أشار الحمداني (2010) إلى أن درجة الحرارة من العوامل البيئية المؤثرة بشكل كبير في درجة pH من خلال تأثيرها في تواجد الكائنات الحية وفعاليتها الحيوية وانتشارها، ومن ثم تؤثر في تحليل المواد العضوية الذي بدوره يؤثر في ارتفاع درجة pH. كما يلاحظ أن أقل درجة pH كانت عند شهر أيار وقد يعزى ذلك إلى سقوط الأمطار التي ساعدت في جرف وإذابة بعض المواد التي عملت على انخفاض درجة pH، خاصة وأن درجة حرارة ماء النهر لم ترتفع بشكل كافٍ لكي تساعد في نمو وانتشار الأحياء المجهرية والهائمات النباتية التي تعمل على رفع درجة pH (النعمة وآخرون، 2000).

يشير الجدول (6) إلى أنه ليس هناك اختلافات ذات دلالة إحصائية بين متوسطات الأشهر الثلاثة: تشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني، وذلك لعدم ملائمة درجات الحرارة للفاعليات

الحيوية للأحياء المجهرية والهائمات النباتية مع وجود الأمطار في هذه الأشهر والتي تعمل على زيادة منسوب المياه مسببة بعض التجانس والانخفاض النسبي للملوثة في النهر. إن ما أظهرته نتائج اختبار S.N.K يمكن ملاحظته جلياً من خلال إسقاط الأوساط الحسابية للأشهر حول الوسط الحسابي العام للبيانات الموضحة في الشكل (5).



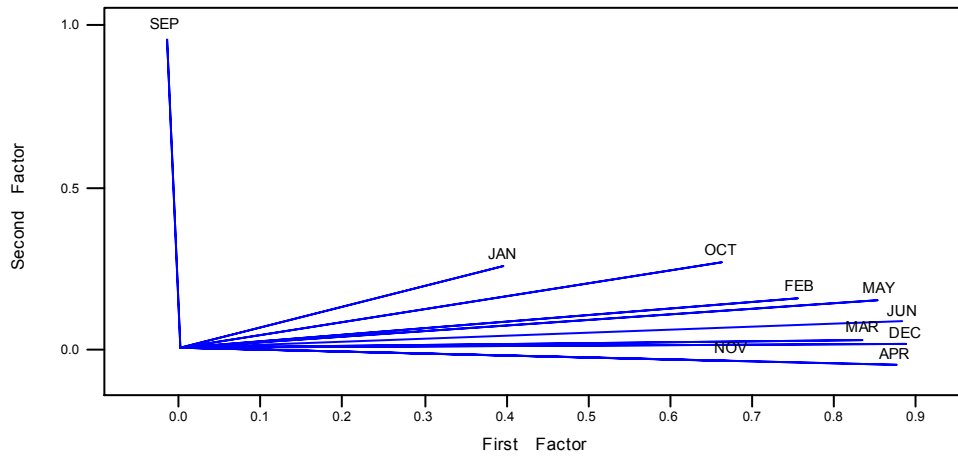
الشكل 5: إسقاط قيم الأوساط الحسابية لدرجة pH في الأشهر حول الوسط الحسابي العام.

إن للتحليل العملي أهمية في تفسير معظم الاختلافات الموجودة في البيانات ويعطي نموذجاً ملائماً لظاهرة الاختلافات في درجة pH من خلال عدد قليل من العوامل، ويبين الجدول (7) اختيار عاملين يفسران 65.2% من التباين الكلي الذي تسببه الأشهر.

يتضح من الجدول (7) أن العامل الأول تقارب فيه تحميل شهري تشرين الأول وتشرين الثاني وكان لهما أقل قيمة تحميل وأقل كميات شيوع، وتقارب تحميل الأشهر الباقية عدا شهر كانون الثاني الذي لم يكن له أية أهمية في كلا العاملين، في حين ظهر شهر أيلول منفرداً في العامل الثاني بأعلى تحميل للعامل مقداره 0.966 وبأعلى كمية شيوع مقدارها 0.934 ليوضح مدى تأثير هذا الشهر في درجة pH، وقد تبين من نتائج التحاليل الإحصائية السابقة ارتفاع درجة pH في هذا الشهر. ويوضح الشكل (6) إسقاط قيم تحميل العاملين وكيف أن شهر أيلول انفرد دون بقية الأشهر.

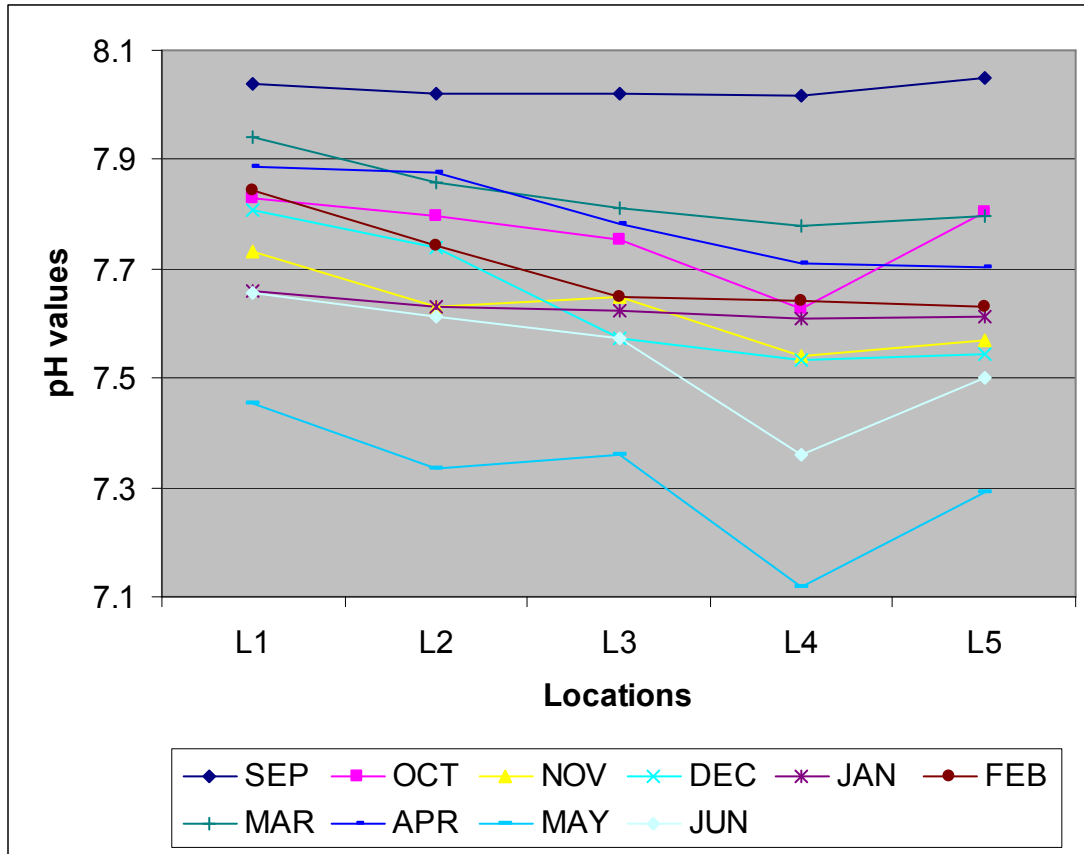
الجدول 7: نتائج التحليل العاملي لدرجة pH خلال الأشهر العشرة.

Variable	Factor1	Factor2	Communality
DEC	0.8890	0.0000	0.7900
JUN	0.8830	0.0000	0.7870
APR	0.8760	0.0000	0.7700
MAY	0.8550	0.0000	0.7540
MAR	0.8340	0.0000	0.6970
FEB	0.7570	0.0000	0.5980
NOV	0.6740	0.0000	0.4560
OCT	0.6630	0.0000	0.5120
SEP	0.0000	0.9660	0.9340
JAN	0.0000	0.0000	0.2220
Variance	5.3895	1.1322	6.5217
% Var	0.5390	0.1130	0.6520



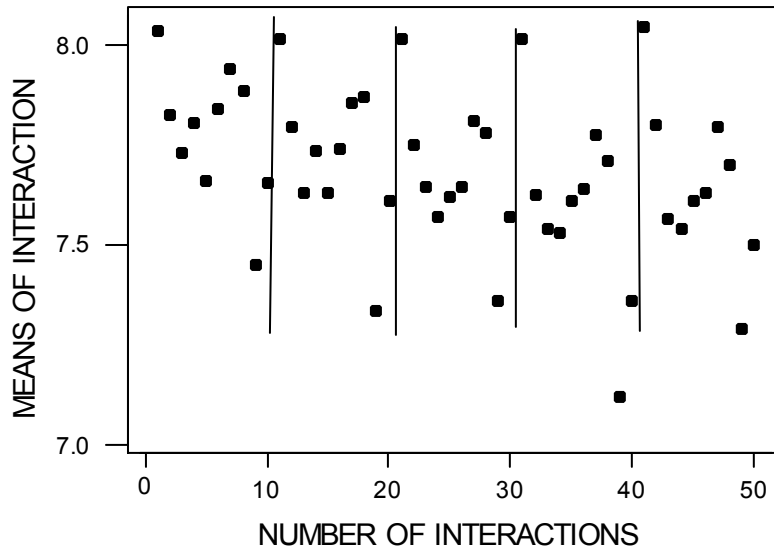
الشكل 6: إسقاط قيم تحميل العاملين الأول والثاني لدرجة pH في الأشهر.

يوضح الشكل (7) مسار متوسطات درجة pH خلال الأشهر عند مواقع أخذ العينات، إذ يشير إلى انفراد شهر أيلول بأعلى درجة pH في المواقع كافة، وانخفاضها في شهر أيار الذي انفرد بعيداً عن بقية الأشهر، في حين كان مسار الأشهر الثمانية الباقية دليلاً على وجود تداخلات بين الأشهر والمواقع، كما يلاحظ بصورة عامة انخفاض درجة pH في الموقع الرابع.



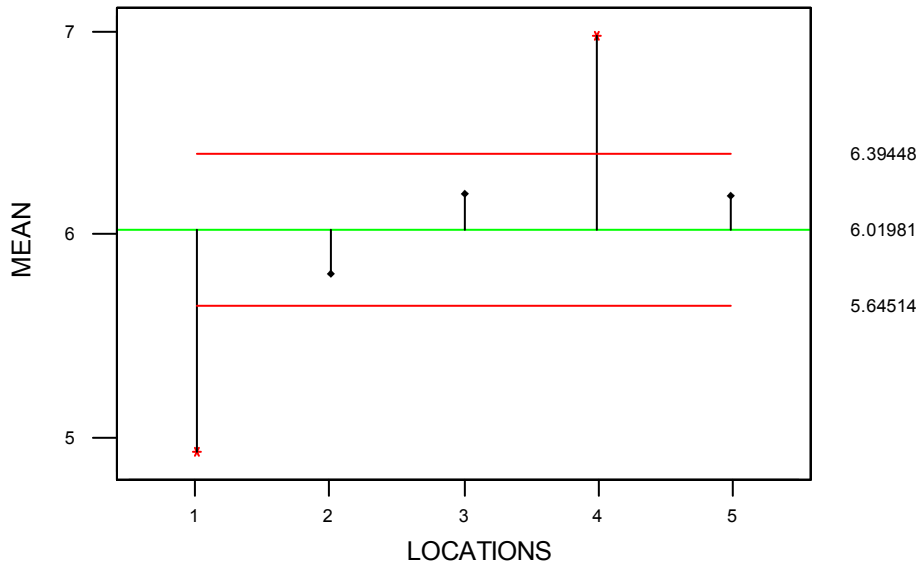
الشكل 7: مسار متوسطات درجة pH خلال الأشهر عند كل موقع.

من الجدول (3) الخاص بتحليل التباين يتبين وجود تداخل ذي دلالة إحصائية ($\alpha < 0.01$) بين المواقع التي أخذت منها البيانات والأشهر التي طبقت عليها الدراسة، وهذا ما لوحظ أيضاً من الشكلين (4 و 7)، وقد أشار التحليل العاملي الى أن عاملين فسرا 96.4% من التباين الكلي لدرجة pH في المواقع وهو أكبر من نظيره في الأشهر الذي مقداره 65.2%، وهذا يعني أن تأثير التداخل بين المواقع والأشهر في درجة pH تؤدي المواقع فيه دوراً أساسياً لما تحتويه من تلوث أكثر من تأثير الأشهر التي تتميز باختلافات في الظروف المناخية كاختلاف في درجات الحرارة وكمية الأمطار وغيرها من المؤثرات المناخية على البيئة. ويمكن عرض التداخل بين المواقع والأشهر وفق أوساطها الحسابية كما في الشكل (8) الذي يشير إلى انفراد شهر أيلول بأعلى متوسطات تداخل مع المواقع، وقد انفراد شهر أيار بأقل متوسط لدرجة pH، أما بقية الأشهر فقد تبعثرت متوسطات تداخلاتها مع المواقع، ويلاحظ محافظة المواقع بصورة عامة على تأثير التلوث فيها في درجة pH.



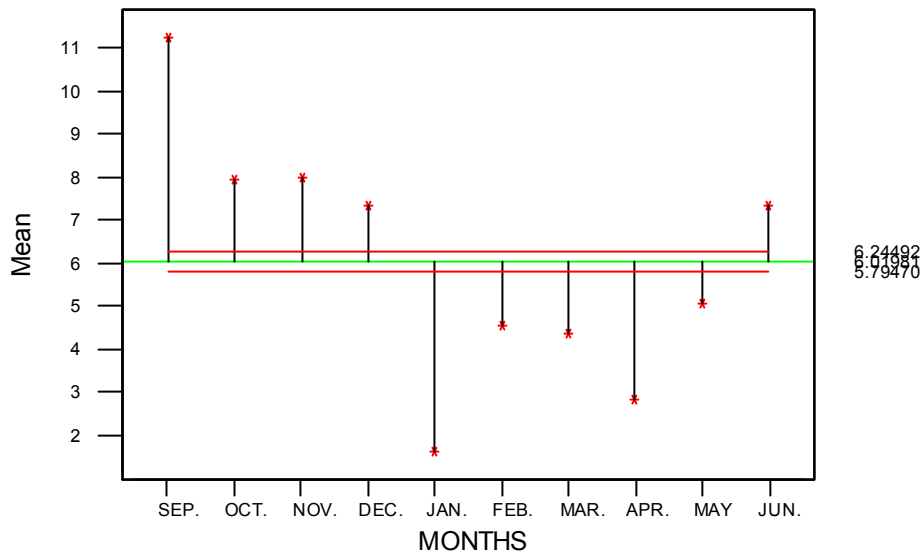
الشكل 8: الأوساط الحسابية للتداخل بين المواقع والأشهر في درجة pH.

تركيز CO_2 وعلاقته بدرجة pH: يوضح الشكل (9) إسقاط الأوساط الحسابية لتركيز CO_2 في المواقع، حيث يتبين انخفاض التركيز في الموقع الأول وارتفاعه في الموقع الرابع.



الشكل 9: إسقاط الأوساط الحسابية لتركيز CO_2 في المواقع.

من ملاحظة الأشكال البيانية واختبار معنوية معامل الارتباط يمكن تكوين فكرة عن العلاقة بين درجة pH وتركيز CO₂، فبمقارنة الشكل (9) مع نظيره الشكل (2) الذي يبين إسقاط متوسطات درجة pH في نفس المواقع، يلاحظ أن نقاط الإسقاط جاءت بصورة معاكسة بين الشكلين، وهذا ما أيده معامل الارتباط بين متوسطي pH و CO₂ في المواقع، حيث أعطى معامل الارتباط البسيط قوة واتجاها مقدارها (-0.980) وهي تشير إلى علاقة ذات اتجاه عكسي ذي دلالة إحصائية ($\alpha < 0.01$)، وهذه النتيجة تتفق مع ما ذكره السنجري (2001) ومصطفى وجانكير (2007) من وجود علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية بين درجة pH وتركيز CO₂، وقد ذكر الحمداني (2010) أن زيادة ونقصان كل من درجة pH وتركيز CO₂ في المياه ترتبط بزيادة ونقصان الملوثات وما يصاحب ذلك من نمو وانتشار الأحياء والهائمات النباتية. أما فيما يتعلق بتأثير الأشهر في تركيز CO₂، فإن الشكل (10) وضح مسار الأوساط الحسابية لتركيز CO₂، احتوى شهر أيلول على أعلى تركيز وأخذ هذا التركيز بالانخفاض حتى صار أقل تركيز خلال شهر كانون الثاني وبقي التركيز أقل من الوسط الحسابي العام حتى شهر أيار ليأخذ بالارتفاع مع ارتفاع درجة الحرارة في شهر حزيران.



الشكل 10: إسقاط الأوساط الحسابية لتركيز CO₂ في الأشهر.

عند مقارنة مسار متوسطات درجة pH في الشكل (5) مع ما يوضحه الشكل (10) من مسار متوسطات تركيز CO₂ يلاحظ وقوع الأوساط الحسابية لبعض الأشهر بصورة متخالفة، وكانت قيم واتجاه معاملات الارتباط بين متوسطات درجة pH وتركيز CO₂ في كل شهر كالاتي: أقل قيمة

مقدارها (-0.3410) عند شهر تشرين الأول، وأعلى قيمة (-0.8420) عند شهر أيار، وبين هاتين القيمتين وقعت قيم معامل الارتباط لبقية أشهر الدراسة حيث كانت العلاقة عكسية ذات دلالة إحصائية ($\alpha < 0.01$)، باستثناء شهري أيلول وكانون الثاني اللذين لم يظهرهما علاقة ذات دلالة إحصائية.

من نتائج معامل الارتباط واختبار فرضيته ومقارنة الأشكال (2 و 9، 5 و 10) يتبين أن المواقع ذوات مستويات تلوث مختلفة وهي المؤثر الرئيس في درجة pH وتركيز CO₂ في مياه نهر دجلة، بينما تحنل الأشهر وما تحمله من اختلافات في الظروف البيئية المرتبة الثانية في تأثيرها في درجة pH وتركيز CO₂ في نهر دجلة عبر مدينة الموصل.

الاستنتاجات:

1- إن الطرائق الإحصائية التي اتبعت وهي: تحليل التباين والذي تبعه اختبار S.N.K والتحليل العاملي ومعامل الارتباط واختبار فرضيته، كان لها ترابط في إعطاء تفسير ومناقشة الاختلافات الحاصلة في درجة pH وتركيز CO₂ في مياه نهر دجلة خلال مروره عبر مدينة الموصل.

2- ساعدت الأشكال في دعم التحاليل الإحصائية وعكس صورة واضحة عن العلاقات الإحصائية بين المواقع والأشهر فيما يخص التغيرات في درجة pH وتركيز CO₂.

3- تتغير الخصائص الكيميائية المتمثلة بدرجة pH وتركيز CO₂ لمياه نهر دجلة عند مروره عبر مدينة الموصل، ويؤيد هذا استرجاع مياه النهر لبعض من خصائصه الجيدة بعد خروجه من مدينة الموصل إلى منطقة يارمجة وذلك نتيجة للانتشار والتخفيف.

4- هنالك تأثير للأشهر في درجة pH وتركيز CO₂ لما لكل شهر من ظروف بيئية خاصة به، ويبقى هذا التأثير ثانوياً إذا ما قورن بتأثير المواقع المختلفة التي يمر بها نهر دجلة عبر مدينة الموصل لما تحتويه المواقع من الملوثات.

التوصيات:

إن الدراسات البيئية تعتمد على جمع المعلومات المتمثلة بالبيانات، ولكل دراسة طبيعتها وبياناتها الخاصة، وعادة ما تتطلب الدراسات والبحوث البيئية أموالاً كثيرة وجهوداً مضمناً ووقتاً طويلاً لإنجازها، وحتى لا يقع الباحث في حرج عند مناقشة النتائج نوصي الباحث أن يدقق ويتمعن في اختيار الطريقة الإحصائية المناسبة لتحقيق هدف الدراسة، وعادة ما توصل الطرائق المختلفة التي يتم اختيارها بصورة علمية صحيحة إلى نتائج يمكن الاعتماد عليها في المناقشات واتخاذ قرارات صائبة، وتساهم الأشكال البصرية في تسهيل ذلك.

المصادر

- 1- إبراهيم، سبأ عبد آلله، 2011، "مقارنة بين تحليل التباين وبعض لوحات السيطرة النوعية والتحليل العاملي مع التطبيق على بعض الملوثات في نهر دجلة عند مناطق مختارة"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل.
- 2- الارباني، عادل قائد، 2005، "تقدير الخصائص النوعية والعناصر الأثرية والثقيلة في ترب ومياه مجاري مدينة الموصل وفي النباتات المروية بها وتحديد كفاءة زهرة الشمس *Helianthus annulus L* في إزالتها"، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل.
- 3- الحمداني، إبراهيم عمر، 2010، "مسح بيئي لبعض مصادر المياه ومطروحات المجاري و المعالجة النباتية في الموصل وضواحيها"، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة تكريت.
- 4- دبوب، مروان عبد العزيز والشكرجي، ذنون يونس، 2007، "الانتقال المختصر بين نتائج R-mode و Q-mode في التحليل العاملي"، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد 11، المجلد 7، 153-174.
- 5- السنجري، مازن نزار، 2001، "دراسة بيئية لنهر دجلة ضمن مدينة الموصل"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل.
- 6- الصفاوي، عبد العزيز يونس، 2008، "ملائمة نوعية مياه نهر دجلة في مدينة الموصل والفضلات السائلة المصرفة إليه لإغراض الري"، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، العدد 2، المجلد 13، 78-84.
- 7- طليح، عبد العزيز يونس، 1999، "تلوث مياه نهر دجلة ببعض الفضلات الصناعية والسكنية جنوب مدينة الموصل"، مجلة التربية والعلم، العدد 35، 51-59.
- 8- طليح، عبد العزيز يونس والبرهاوي، نجوى إبراهيم، 2000، "تلوث مياه نهر دجلة بالفضلات السكنية شمال مدينة الموصل"، مجلة التربية والعلم، العدد 41، 4-31.
- 9- المشهداني، كمال علوان، 2010، "تصميم وتحليل التجارب"، الطبعة الأولى، مكتب الجزيرة للطباعة والنشر، بغداد، العراق.
- 10- مصطفى، معاذ حامد وجانكير، منى حسين، 2007، "التباين النوعي لموقعين على نهر دجلة ضمن مدينة الموصل"، مجلة علوم الرافدين، العدد 1، المجلد 18، 111-124.

11-النعمة، بشير علي ونصوري، غادة أبلحد والدباغ، عمار غانم، 2000، "تأثير شحة التساقط المطري على نوعية مياه نهر دجلة ضمن محافظة نينوى"، مجلة علوم الرافدين، العدد 2، المجلد 2، 79-93.

12-Arias, H.; Quintana, C.; Castro J.; Quintana R. and Gutierrez, M.; 2010; "Contamination of the Conches River in Mexico: Does It Pose a Health Risk to Local residents?"; Int. J. Environ. Res. Public Health; Switzerland; 7, 2071-2084.

13-Everitt, B. and Hothorn, T.; 2011; "An Introduction to Applied Multivariate Analysis wit R"; Springer; U.S.A. .

14-Huang, Y.; Yang, C.; Lee, Y.; Tang, P. and Hsu, W.; 2010; "Variation of Groundwater Quality in Seawater Intrusion Area Using Cluster and Multivariate Factor Analysis"; 6th International Conference on Natural Computation; Pingtung; Taiwan; 3021-3025.

15-Manly, B.; 2009; "Statistics For Environmental Science and Management"; 2nd Edition; Chapman & Hall Book, London.

16-Weiss, N.; 2012; "Introductory Statistics"; 9th Edition; Addison-Wesley; U.S.A. .