المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (12) 2007
ص ص [98-113]

دراسة تاثير التلوث البيئي في الامطار لمدينة الموصل باستخدام السيطرة النوعية

صفاء يونس الصفاوي* بان غانم العاني**

المستخلص:

تهدف هذه الدراسة الى دراسة الخصائص النوعية لمياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل ومقارنتها مع المواصفات القياسية الطبيعية للدالة الحامضية (PH) الشتوية والربيعية باستخدام لوحات السيطرة النوعية وذلك بتكوين نموذج الانحدار الخطي المتعدد باستخدام تحليل المركبات الاساسية .

ABSTRACT

The objective of this paper to study the Quality of characteristics of the falling rains in Mosul and comparison with standard characteristics of (PH) in winter and spring. By using the Quality control chart and constitutions the model of multiple linear regression by using principle components analysis.

المقدمة :

البيئة بكل ما فيها من مكونات ومقومات هي الوطن العام البيئي للانسان ولقد اوجدها الله بحكمته وذللها بقدرته فجعل الارض بساطا وقدر فيها الارزاق لما فيها حاجة الاحياء التي على ظهرها بدءا بالكائنات الدقيقة وانتهاءا بالانسان كما انزل من السماء ماءا عذبا طهورا لكي يحيي به النباتات والانسان والحيوان فكل

* استاذ مساعد/ كلية علوم الحاسبات والرياضيات-قسم الاحصاء والمعلوماتية
** مدرس مساعد/ كلية علوم الحاسبات والرياضيات-قسم الاحصاء والمعلوماتية.
تاريخ التسلم : 7 /2007/5 ـــــــــــــــــــــــ تاريخ القبول : 11 /2007/9

هذا النعيم وغيره مما لا يعد ولا يحصى ولا يوصف يجري بانتظام وحكمة دقيقة وفقا لقوانين الله الثابتة المفردة في هذا الكون الفسيح .

يعتبر الانسان هو الركيزة الاساسية لمكونات البيئة الطبيعية وانه في سعيه لتسيير سبل معيشته وتوفير احتياجاته استخدم الطبيعة بما فيها من موارد استخداما رئيسيا وكثرت مخلفاته وبقايا انشطته الانتاجية والاستهلاكية مما ادى هذا الى التغيير في البيئة وحدوث المشاكل البيئية او ما يسمى بالتلوث البيئي وهو احداث تغير في البيئة التي تحيط بالكائنات الحية بفعل الانسان وانشطته اليومية مما ادى الى ظهور بعض الموارد التي لا تتلاءم مع المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي ويؤدي الى اختلاله بمعنى اخر هو كل ما يفسد ايا من عناصر البيئة سواء اكان هذا العنصر كائنا حيا انسانا ام حيوانا ام نباتا ام مكونا طبيعيا غير حي كالهواء والماء والتربة وغيرها. لذا فان الانسان هو السبب الرئيس الاساسي في احداث عملية التلوث في البيئة وظهور جميع الملوثات بانواعها المختلفة. ويعتبر المطر الحامضي من اخطر المشاكل البيئية التي نواجهها ويؤثر في قطاع كبير في البيئة فالمطر الحامضي هو المطر الذي يكتسب الصفة الحامضية ويصبح هكذا من الغازات التي تتحلل في ماء المطر وتكون الاحماض العديدة المختلفة . المطر بطبيعته حامضيا بنسبة ضئيلة بسبب ثاني اكسيد الكربون الذي يخرج من تنفس الحيوانات وينحل في المطر ، والعامل الذي يقيس درجة الحامضية للمطر (PH) وفي الحالة الطبيعية نجد هذا المعامل في المطر تتراوح قيمته بصورة عامة بين نسبتي (4.5-7)[1] لذا نجد ان مصطلح المطر الحامضي يستخدم ليصف فقط المطر الذي يحتوي على (PH) بنسبة (4.5) وما تحت هذه النسبة.

الاسباب التي تودي الى تكون المطر الحامضي :

يتكون هذا المطر كما ذكرنا من قبل بفعل الغازات التي تنحل في ماء المطر لتكون انواعا مختلفة من الاحماض ،ومن انواع هذه الغازات :

1. غاز ثاني اوكسيد الكبريتيد
2. اكاسيد النتروجين

3. ثاني اوكسيد الكربون
4. الكلور

والتفاعلات الاتية توضح كيفية تكون مثل هذا النوع من الامطار

- يتفاعل ثاني اكسيد الكبريتيد مع الماء ليكون حامض الكبريتيك
- تتفاعل اكاسيد النتروجين مع الماء لتكون حماض النيتريك
- يتفاعل ثاني اوكسيد الكربون مع الماء ليكون الحامض الكربوني
- يتفاعل الكلور مع الماء ليكون حامض الهيدروكلوريك

يؤثر المطر الحامضي بشكل كبير بل خطير في البيئة بما فيها الانسان ، فالمطر يزيد من حامضية مياه الينابيع والبحيرات فيضر بالتربة والحياة النباتية ،ويعمل على اتلاف المواد البنائية بل والآثار كما يضر بصحة الانسان من خلال التاثير السلبي لهذه الامطار في البيئة.

ولخطورة هذه المشكلة جاء هدف دراستنا لدراسة الخصائص النوعية لمياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل اذ تعاني من مشاكل التلوث البيئي نتيجة الحصار والحروب التي ادت الى تدمير البنية التحتية وضعف الخدمات التي ادت الى تراكم النفايات فضلا عن انتشار المولدات الكهربائية بسبب عدم توافر الطاقة الكهربائية فضلا عن استخدام المركبات القديمة وعدم صيانتها مما ادى الى زيادة الغازات السامة .

ولاجل اختبار ان الدالة الحامضية (PH) في مياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل ضمن المواصفات القياسية الطبيعية وهي (4.5–7) تم استخدام لوحات السيطرة النوعية وتم الاعتماد على المكونات الحامضية لمياه الامطار وهي ايونات الكبريتات والكلوريدات والنترات الشتوية والربيعية (المتغيرات التوضيحية)، وبسبب وجود تعدد خطي بين هذه المتغيرات استخدمنا اسلوب تحليل المكونات الاساسية لتقدير نموذج الانحدار الخطي المتعدد. تهدف هذه الطريقة الى ايجاد تراكيب خطية (Linear combinations) مابين متغيرات الظاهرة الاصلية المدروسة وهذه العوامل تدعى بالمكونات الرئيسية (P.C)[1]

وقد قام العديد من الباحثين باجراء الدراسات والبحوث في هذا المجال نورد منهم :

Z.Wang,A.C.Chang,L.Wu,D.Crowley.(2003)[8], Kourti,T.;MacGregor,J.F.(2004)[9] , ASHOK A., RAKESH K. S., AND DAVID R. N.(2003)[10]

وصف العينة:

تم اخذ البيانات من اطروحة الدكتوراه "التلوث البيئي لمدينة الموصل وطرق المعالجة" [3] اذ تم تحديد (14) موقعا وهي (ناحية بعشيقة،حي الكرامة،كراج الشمال،حي المالية،حي الوحدة،الدندان،باب الطوب،باب الجديد،باب البيض،كراج بغداد،رأس الجادة،شارع فاروق،الشيخ فتحي،17تموز)لجمع عينات من مياه الامطار الساقطة على مدينة الموصل للفترة مابين شهر تشرين الثاني 2002 الى شهر نيسان 2003 لتغطي معظم مناطق مدينة الموصل . وبعد جمع عينات الامطار تم تحليل مياه الامطار مختبريا وقد شمل التحليل الاتي :

1. قياس (3) متغيرات تخص المكونات الحامضية لمياه الامطار وهي ايونات الكبريتات والكلوريدات والنترات الشتوية والربيعية
2. تم تقدير هذه التراكيز باجهزة ومقاييس خاصة قام بها الباحث وبوحدة قياس الملغم / لتر . كما تم الاعتماد على المواصفات القياسية الطبيعية وهي الحد الاعلى (7) والحد الادنى(4.5) لاختبار هل ان الدالة الحامضية PH ضمن السيطرة النوعية ام لا.

وسوف نقوم بتطبيق طريقة المركبات الرئيسية لتقدير نموذج الانحدار الخطي المتعدد على هذه المتغيرات . وعليه يمكن توصيف النموذج للمكونات الحامضية بالشكل الاتي :

$$Y_i = B_0+B_1X_{i1}+B_2X_{i2}+B_3X_{i3}+U_i \qquad i=1,2,3$$

حيث ان :

X_1: ايونات الكلوريدات

X_2: ايونات الكبريتات

X3: ايونات النترات

وبشكل مصفوفة:

$$Y_{(14*1)} = X_{(14*3)}\, B_{(3*1)} +U$$

حيت ان Y متجه مشاهدات متغير الاستجابة وهو الدالة PH و X تمثل مصـــفوفة مشاهدات المتغيرات المفسرة وهي المكونات الحامضية لمياه الامطـــار حيـــث ان عمودها الاول عبارة عن متجه الوحدة ذات البعد (1*14).

B :متجه المعلمات التي سيتم تقديرها اما U فهو متجه الاخطاء العشوائية.

الكشف عن التداخلات الخطية :

تم فحص معاملات الارتباط البسيط بين المتغيرات التوضيحية من خلال مصـــفوفة معاملات الارتباط وعلى النحو الاتي:

اولا : المكونات الحامضية (الشتوية):

$$X' X = \begin{array}{c} \begin{matrix} CL & SO_4 & NO_3 \end{matrix} \\ \begin{pmatrix} 1 & 0.786 & 0.798 \\ & 1 & 0.647 \\ & & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

ولاجل معرفة معنوية الارتباط بين المتغيرات حسب الفرضية:

$$H_0= \rho\ (X_i, X_j)=0 \quad v.s \quad H_1= \rho\ (X_i, X_j)\neq 0$$

تم استخدام المختبر الاحصائي[4]

$$t_{cal} = \frac{r\sqrt{n-2}}{1-r^2}$$

وكانت القيم كالاتي :

t(CL,SO) = 4.404
t(CL,NO) = 4.586
t(SO,NO) = 2.939

وبمقارنة t المحسوبة مع المجدولة عند مستوى معنوية (0.05) وبدرجة حرية (12) وهي t(12,0.025)=2.179 نلاحظ ان $t_{cal}>t_{tab}$ وعليه ترفض الفرضية وذلك لوجود فروق معنوية وتقبل الفرضية البديلة القائلة بان المتغيرات مرتبطة مع بعضها

وبما ان المتغيرات مرتبطة مع بعضها تم تحويل المتغيرات التوضيحية الى المركبات الرئيسية بحيث تكون مؤهلة لتفسيرمعظم التباين الكلي للقيم الاصلية بحيث لايوجد ارتباط بينها .

حساب المكونات الرئيسية للحد الادنى للدالة الحامضية (الشتوية) وكما موضحة في الجدولين (1) و (2).

الجدول (1) يبين الجذور المميزة ونسبة التباين للحد الادنى

Variable	Eigen value	Percent
CL	9.064	97%
SO	0.208	2%
NO	0.060	1%

الجدول (2) يبين المتجهات المميزة:

variable	PC1	PC2	PC3
CL	-0.181	0.951	0.251
SO	-0.978	-0.201	0.057
NO	-0.105	0.235	-0.966

نلاحظ من خلال الجدول (1) ان المكون الاول يفسر وحده 97% من التباين الكلي وجذره المميز اكبر من الواحد 9.064 وعليه يمكن استخدام المكون الرئيسي الاول PC1 في تلخيص البيانات التي تخص الحد الادنى للمكونات الحامضية (الشتوية) .

ولوصف معادلة الانحدار المتعدد الاتية :

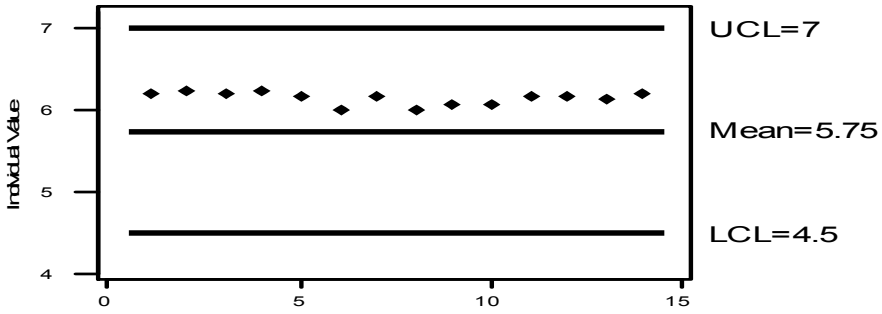
$Y=B_0 + B_1PC1$

وباستخدام نظام minitab تم احتساب معادلة الانحدار اعلاه وكانت كالاتي :

$$\hat{Y} = 6.40 + (0.026)PC1$$

نعوض عن قيمة PC1 وعن قيم X في معادلة الانحدار اعلاه ونحصل على قيم Yالمقدرة

باستخدام لوحات السيطرة النوعية (لوحة القيم المنفردة X) تم اختبار قيم Y المقدرة والتي تمثل قيمة الحد الادنى للدالة الحامضية PH (الشتوية) بالاعتماد على المواصفات القياسية للدالة الحامضية وهو الحد الاعلى (7) والحد الادنى (4.5)

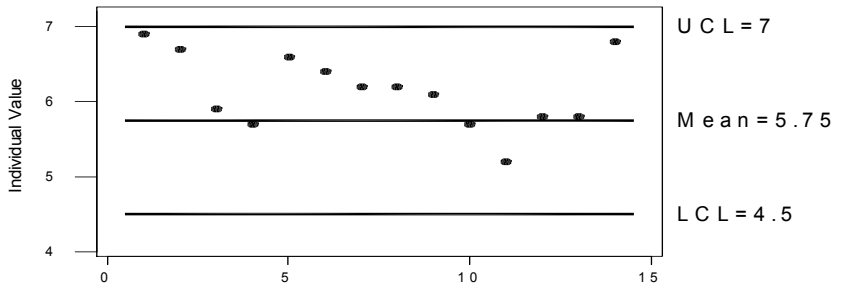


فكانت النتائج كالاتي :

من خلال ملاحظتنا اللوحة نجد ان الدالة الحامضية للحد الادنى (الشتوية) لجميع المناطق كانت ضمن المدى الحامضي (حامضية طبيعية) وهذا يعود الى تاثير العوامل الثلاثة الايونات الثلاثة مع انخفاض تاثير العوامل المضادة للحامضية مثل ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم وهذا ما اشار اليه Ezcurra[5](1988) اذ اشارالى وجود علاقة قوية ما بين حامضية مياه الامطار وايونات الكبريتات والنترات والكلوريدات. ولكن عند النظر الى توزيع النقاط داخل حدي السيطرة نجد انها لاتتبع نمط التوزيع الطبيعي اذ ان جميع النقاط تقع فوق خط الهدف أي جميعها اعلى من المعدل وهذا ما يجعل العملية خارج السيطرة أي ان الدالة الحامضية

لاتتوزع بشكل طبيعي على مناطق مدينة الموصل.ولكن كما اشرنا سابقا جميعها ضمن المدى الحامضي.

اما عند رسم قيم Y لمشاهدات العينة باستخدام لوحات السيطرة النوعية والتي تمثل قيمة الحد الادنى للدالة الحامضية PH (الشتوية) بالاعتماد على المواصفات القياسية للدالة الحامضية فكانت النتائج كالاتي:



من خلال ملاحظتنا الى اللوحة نجد ان الدالة الحامضية للحد الادنى (الشتوية) لجميع المناطق كانت ايضا ضمن المدى الحامضي (حامضية طبيعية).ولكنها ايضا لاتتوزع بين حدي السيطرة حسب التوزيع الطبيعي اي انها خارج السيطرة النوعية.

وبنفس الطريقة نجد الحد الاعلى للدالة الحامضية (الشتوية) وكانت النتائج كما مبينة في الجدولين (3) و (4) الاتيين:

الجدول (3) يبين الجذور المميزة ونسبة التباين للحد الاعلى

Variable	Eigen value	Percent
CL	35.776	86%
SO	5.219	12%
NO	0.617	2%

الجدول (4) يبين المتجهات المميزة

variable	PC1	PC2	PC3
CL	-0.548	0.797	0.254
SO	-0.826	-0.564	-0.015

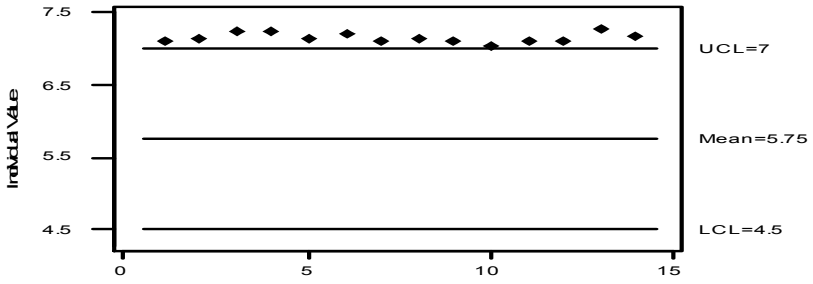
NO	-1.31	0.218	-0.967

نلاحظ من خلال الجدول (3) ان المكون الاول يفسر وحده 86% من التباين الكلي وجذره المميز اكبر من الواحد 35.776 والمكون الثاني جذره 5.219 ويفسر 12% من التباين الكلي وعليه يمكن استخدام المكون الرئيسي الاول PC1 والمكون الثاني PC2 في تلخيص البيانات التي تخص الحد الاعلى للمكونات الحامضية (الشتوية). وعلية فان معادلة الانحدار المتعدد لوصف النموذج تكون:

$$\hat{Y} = 7.21 - 0.0022\,PC1 - 0.028\,PC2$$

نعوض عن قيمة PC1 و PC2وعن قيم X في معادلة الانحدار اعلاه ونحصل على قيم Yالمقدرة

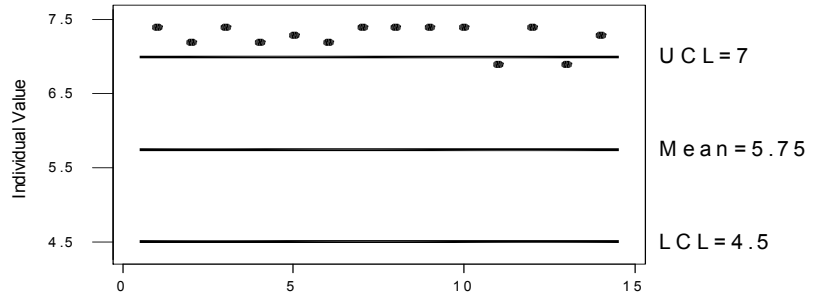
باستخدام لوحات السيطرة النوعية (لوحة القيم X المنفردة) تم اختبار قيم Y المقدرة التي تمثل قيمة الحد الاعلى للدالة الحامضية PH (الشتوية) بالاعتماد على المواصفات القياسية العالمية للدالة الحامضية [1] وهو الحد الاعلى (7) والحد الادنى (4.5) فكانت النتائج كالاتي :



من خلال ملاحظتنا للوحة نجد ان قيمة (PH) اعلى من(7) قليلا بالرغم من وجود الايونات المسببة للحامضية أي انها خارج السيطرة ويعود ذلك الى تاثير الايونات القاعدية المضادة الى للحامضية اذ ان هبوب الرياح من مناطق مختلفة بسبب الانخفاض الشديد بالضغط الجوي على المنطقة مؤديا الى هبوب رياح من جهات مختلفة اذ تهب رياح من المناطق الصحراوية والجافة محملة بالاتربة والغبار الغنية بالمركبات القاعدية وكذلك رياح من البحر محملة بالغيوم فتتحد هذه الرياح مؤدية

الى حدوث تفاعل بين مسببات القاعدية والحامضية ومن ثم الى زيادة تاثير المسببات القاعدية بحيث يفوق تاثير مسببات الحموضة مما يودي الى ظهور تاثيرها (Linواخرون 1999)[6]

اما عند رسم قيم Y لمشاهدات العينة باستخدام لوحات السيطرة النوعية والتي تمثل قيمة الحد الاعلى للدالة الحامضية PH (الشتوية) بالاعتماد على الموصفات القياسية للدالة الحامضية فكانت النتائج كالاتي:



من خلال ملاحظتنا للوحة نجد ان قيمة (PH) ايضا اعلى من(7) قليلا أي خارج السيطرة ما عدا منطقتين فقط وهذا مما جعلها تميل الى الحامضية الطبيعية نسبيا لبعض المناطق.

ثانيا : المكونات الحامضية (الربيعية):

وبنفس الطريقة السابقة نجد الدالة الحامضية الربيعية وكانت نتائج مصفوفة معاملات الارتباط كالاتي:

$$X' X = \begin{array}{c} \begin{matrix} CL & SO_4 & NO_3 \end{matrix} \\ \begin{pmatrix} 1 & 0.610 & 0.128 \\ & 1 & 0.108 \\ & & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

ولاجل معرفة معنوية الارتباط بين المتغيرات تم استخدام المختبر الاحصائي t وكانت القيم كالاتي :

t(CL,SO) = 3.365
t(CL,NO) = 0.450
t(SO,NO) = 0.378

وبمقارنة t المحسوبة مع المجدولة عند مستوى معنوية (0.05) وبدرجة حرية (12) وهي t(12,0.025)=2.179 نلاحظ ان الارتباط معنوي بين ايونات الكلوريدات والكبريتات فقط

تم حساب المكونات الرئيسية للحد الادنى للدالة الحامضية (الربيعية) وكما موضحة في الجدولين (5) و (6) :

الجدول (5) يبين الجذور المميزة ونسبة التباين

Variable	Eigen value	Percent
CL	3.259	68%
SO	1.534	31%
No	0.166	3%

الجدول (6) يبين المتجهات المميزة

variable	PC1	PC2	PC3
CL	-0.519	0.843	-0.139
SO	-0.852	-0.524	0.004
No	-0.069	0.121	0.990

نلاحظ من خلال الجدول (3) ان المكون الاول يفسر وحده 68% من التباين الكلي وجذره المميز اكبر من الواحد 3.259 والمكون الثاني يفسر 31% وجذره المميز اكبر من الواحد 1.534 وعليه يمكن استخدام المكون الرئيسي الاول PC1 والثاني PC2 في تلخيص البيانات التي تخص الحد الادنى للدالة الحامضية (الربيعية) .

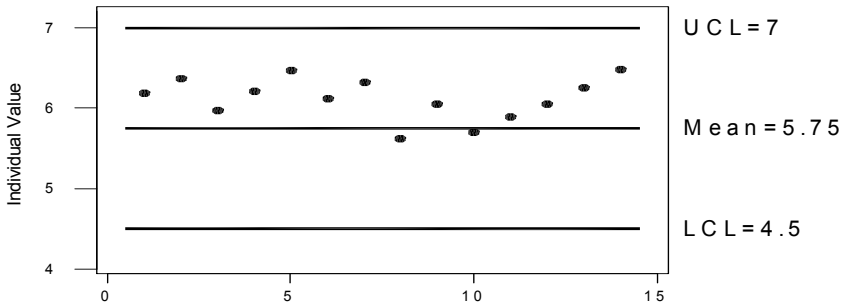
الان نوصف معادلة الانحدار المتعدد الاتية :

$Y=B_0 + B_1PC1+B_2PC2$

وعلية فان معادلة الانحدار المتعدد لوصف النموذج تكون:

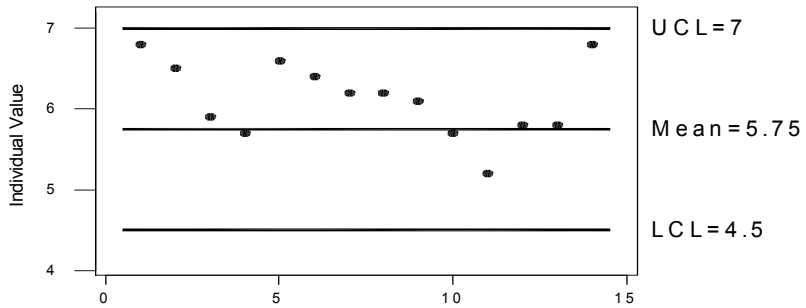
$$\hat{Y} = 7.10 + 0.103\ PC\ 1 - 0.148\ PC\ 2$$

نعوض عن قيمة PC1 و PC2 وعن قيم X في معادلة الانحدار اعلاه ونحصل على قيم Yالمقدرة وباستخدام لوحات السيطرة النوعية (لوحة القيم المنفردة) تم اختبار قيم Y المقدرة والتي تمثل قيمة الحد الادنى للدالة الحامضية PH (الربيعية) فكانت النتائج كالاتي :



من خلال ملاحظتنا اللوحة نجد ان الدالة الحامضية للحد الادنى (الربيعية) لجميع المناطق كانت ضمن المدى الحامضي (حامضية طبيعية) وهذا يعود الى تاثير العوامل الثلاثة الايونات الثلاثة مع غياب تاثير العوامل المضادة للحامضية مثل ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم.ولكن توزيع النقاط لايتبع نمط التوزيع الطبيعي مما يجعل العملية خارج السيطرة ايضا ولكن الدالة الحامضية لجميع المناطق تقع ضمن المدى الحامضي.

اما عند رسم قيم Y لمشاهدات العينة باستخدام لوحات السيطرة النوعية والتي تمثل قيمة الحد الادنى للدالة الحامضية PH (الربيعة) بالاعتماد على المواصفات القياسية للدالة الحامضية فكانت النتائج كالاتي:



من خلال ملاحظتنا اللوحة نجد ان الدالة الحامضية للحد الادنى (الربيعية) لجميع المناطق كانت ايضا ضمن المدى الحامضي (حامضية طبيعية) ولكنها لاتتوزع داخل حدي السيطرة حسب نمط التوزيع الطبيعي مما يجعلها خارج السيطرة.
اما المكونات الرئيسية للحد الاعلى للدالة الحامضية (الربيعية) والموضحة في الجدولين (7) و (8) فهي :

الجدول (7) يبين الجذور المميزة ونسبة التباين

Variable	Eigen value	Percent
CL	39.266	87%
SO	5.802	12%
NO	1.26	3%

الجدول (8) يبين المتجهات المميزة

Variable	PC1	PC2
CL	0.69	0.718
SO	0.724	-0.656
NO	-0.002	-0.120

نلاحظ من خلال الجدول (5) ان المكون الاول يفسر وحده 87% من التباين الكلي وجذره المميز اكبر من الواحد 39.266 والمكون الثاني يفسر 12% وجذره المميز اكبر من الواحد 5.802 والمكون الثالث يفسر 3% وجذره المميز اكبر من الواحد 1.26 عليه يمكن استخدام المكون الرئيسي الاول PC1 والثاني PC2 والثالث PC3في تلخيص البيانات التي تخص الحد الاعلى للدالة الحامضية (الربيعية) .
الان نوصف معادلة الانحدار المتعدد الاتية :

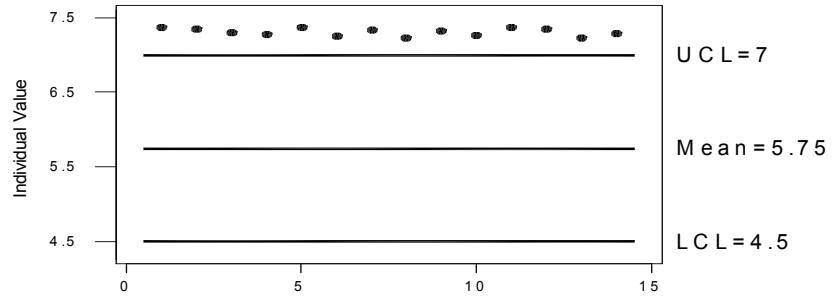
$$Y=B_0 + B_1PC1+B_2PC2+B_3PC3$$

وعلية فان معادلة الانحدار المتعدد لوصف النموذج تكون:

$$\hat{Y} = 7.44 - 0.010\,PC1 + 0.0156\,PC2 + 0.0005\,PC3$$

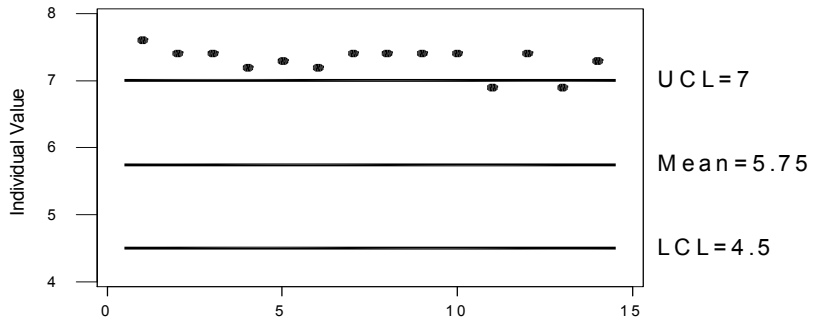
نعوض عن قيمة PC1 و PC2 وعن قيم X في معادلة الانحدار اعلاه ونحصل

على قيم Yالمقدرة وباستخدام لوحات السيطرة النوعية (لوحة القيم المنفردة) تم اختبار قيم Y المقدرة التي تمثل قيمة الحد الاعلى للدالة الحامضية PH (الربيعية) فكانت النتائج كالاتي :



من خلال ملاحظتنا للوحات الحد الادنى والاعلى لـــ PH بالنسبة الى الامطار الربيعية لوحظ هناك تذبذب في قيم PH نحو القاعدية مما يجعلها خارج السيطرة والذي يعود الى تكرار سقوط الامطار الحاوية على الغبار والمواد الطينية (امطار حمراء) وهذا مالاحظه الباحث خلال فترة الدراسة بحيث كان الجو خلال بعض الفترات محمرا وهذا يوكد زيادة كميات الايونات المسببة للقاعدية مما يكون تاثيرها عالياً في كبح تاثير مسببات الحامضية (الحموضة) وارتفاع قيمة PH نحو القاعدية وهذا يعتمد على كمية الغبار وشدة انخفاض الضغط الجوي في المنطقة [3] وهذا ما اكده Ganor&Mamane (1980)[7] اذ اشار الى زيادة تركيز الايونات المسببة للقاعدية مثل الكالسيوم والمغنيسيوم من خلال فصل الربيع في مياه الامطار والذي يعزى الى هبوب العواصف الترابية القادمة من المناطق الصحراوية الغنية بمركبات الكالسيوم والمغنيسيوم.

اما عند رسم قيم Y لمشاهدات العينة باستخدام لوحات السيطرة النوعية التي تمثل قيمة الحد الاعلى للدالة الحامضية PH (الربيعة) بالاعتماد على المواصفات



القياسية للدالة الحامضية فكانت النتائج كالاتي

من خلال ملاحظتنا للوحة نجد ان قيمة (PH) ايضا اعلى من(7) قليلا ما عدا منطقتين فقط وهذا مما جعلها قاعدية ايضا ويجعلها خارج السيطرة .

الاستنتاجات:

1. كانت الامطار الحامضية الشتوية الساقطة على مدينة الموصل طبيعية (حامضية طبيعية) للحد الادنى للدالة الحامضية PH وهذا يعني انخفاض تاثير العوامل المضادة للحامضية اما الحد الاعلى للدالة الحامضية فكانت اعلى من (7) بقليل وهذا يعني زيادة المسببات القاعدية مما جعل الحد الادنى للدالة الحامضية في فصل الشتاء قاعدية.
2. كانت الامطار الربيعية بصورة عامة قاعدية ويعود السبب الى سقوط الامطار الحاوية على الغبار والمواد الطينية نتيجة للعواصف الترابية.

المصادر:

1. الجبوري:شلال حبيب صلاح حمزةعبد (2000)،"تحليل متعدد المتغيرات"، بغداد ،دار الكتب للطباعة والنشر .
2. الراوي:خاشع محمود (1987)،"الدخل الى تحليل الانحدار"جامعة الموصل،دار الكتب للطباعة والنشر.
3. الصفاوي:عبد العزيز يونس طليع(2006)"التلوث البيئي لمدينة الموصل وطرق المعالجة" اطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة الموصل.
4. سعيد:هيفاء عبد الجواد(1996)"طرق التعرف على تعدد العلاقة الخطية وكيفية معالجتها بطرائق التقدير المتحيزة" رسالة ماجستير،كلية الادارة والاقتصاد،جامعة الموصل.
5. Ezcurra, A., Casado, H. ,Lacaux, J. P. and Garcia, (1988)"Relationships between meteorological situations and acid rain in Spanish Basque country , Atmo. Environ., 22(12):2779-2786.
6. Lin, N. H., Lee, H. M. and Chang, M. B., (1999). "Evaluation of the characteristics of acid precipitation in Taipei, Taiwan using cluster analysis", Water ,Air and Soil Pollution , 113:241-260.
7. Ganar,E. and Mamane,Y.(1982)"Transport of sharan dust across the eastern Mediterranean", Atmospheric Environ., 16(3):581-587.
8. Z. Wang, A.C. Chang, L. Wu, D. Crowley.(2003)" Assessing the soil quality of long-term reclaimed wastewater-irrigated cropland", Geoderma 114: 261– 278
9. Kourti,T.;MacGregor,J.F.(2004) " Multivariate Statistical Process Control and Industrial Applications", Toronto, Ontario, Canada, Vol. 58, No. 0, pp. 449-452
10. ASHOK A., RAKESH K. S., AND DAVID R. N.(2003)" New Semen Quality Scores Developed by Principal Component Analysis of Semen Characteristics", Journal of Andrology, Vol. 24, No. 3: :343–352