

استخدام انحدار الحرف والإنتروبي العظمى العامة في تحليل التلوث
لمعمل اسمنت كركوك

د.صفاء يونس الصفاوي
أستاذ مساعد
قسم الإحصاء والمعلوماتية / كلية علوم الحاسبات والرياضيات / جامعة الموصل

مزاحم محمد يحيى
مدرس مساعد
جامعة الموصل

المستخلص:-

تناول البحث توصيف أنموذج اقتصادي للتلوث البيئي ممثلا بالنفايات الصلبه والإنبعاثات الغازية لمعمل اسمنت كركوك من خلال المتغيرات الداخلة في العملية الإنتاجية وهي الطاقة الكهربائية،النفط الأسود،التراب والأحجار الكلسية للمدة (1984-2006). نظرا لظهور مشكلة تعدد العلاقات الخطية التام بين المتغيرات التوضيحية للأنموذج، فقد تم استخدام طريقتي انحدار الحرف والإنتروبي العظمى العامة، باعتبار أن الطريقة الأولى من الطرق الشائعة في حل مشكلة تعدد العلاقات الخطية، والثانية باعتبارها من الطرق الحديثة فضلا عن كونها أكثر مرونة في التعاطي مع هذه المشكلة. تم الاعتماد على مؤشرات عوامل تضخم التباين (Variance Inflation Factors) والدليل الشرطي (Condition Index) فضلا عن نسب التباين (Variance Proptrtion) في عملية تشخيص مشكلة تعدد العلاقات الخطية. من خلال التحليل تم التوصل إلى أن تقديرات طريقة الإنتروبي لها أخطاء معيارية اقل، فضلا عن أنها متفقة مع المنطق، إذ تبين أن الأحجار لها الأثر الأكبر في التلوث بالنفايات الصلبه، وان متغيري النفط الأسود والطاقة الكهربائية (المتولدة من الوقود الاحفوري) يقفان في مقدمة المتغيرات المؤثرة في التلوث بالإنبعاثات الغازية.تم استخدام البرنامج الجاهز (SAS.9) في التحليل الاحصائي.

Using Ridge Regression & Generalized Maximum Entropy for
analyse the Environmental Pollution
for Kirkuk Cement Factory

ABSTRACT:

This papers specifying econometric model for environmental pollution such as solid waste & gas emissions for Kirkuk cement factory for the period (1984-2006) by the variables entered in the production process,which is electric power,black oil,clay and limestone.We used ridge regression & Generalized Maximum Entropy(GME) to solve the multicollinearity problem,because this problem is appeared between the variables of the model.The multicollinearity diagnostic is done by variance inflation factor,condition index and variance proportions. From the analysis,we obtained the GME as the best estimation with respect to standard error of the parameters and logic. The limestone is the largest influence in solid pollution & the black oil and electric power are the variables effects of gas emissions.The (SAS.9) is used in the statistical analysis.

المقدمة:-

تشكل مادة الاسمنت العنصر الرئيس في قطاع الإنشاءات والبناء، وتعود صناعة الاسمنت إلى مطلع القرن التاسع عشر، عندما قام العالم الإنكليزي جوزيف اسبين في عام 1824 بحرق مزيج من الحجر الكلسي الناعم مع التراب، ليؤسس بذلك صناعة مادة الاسمنت. تعتبر صناعة الاسمنت من الصناعات الكثيفة الاستهلاك للطاقة، فهي تستهلك الطاقة في عمليات تكسير وطحن المواد الأولية وفي حرق مزيج من الحجر الكلسي والتراب ضمن أفران خاصة وفي درجات حرارة عالية تصل إلى 1450 درجة مئوية، وينتج عن عملية الحرق ملوثات بيئية متنوعة مثل الغبار وغاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعد الأكثر تأثيراً على البيئة فضلاً عن غازات أخرى مثل أكاسيد الكبريت والنيتروجين، كما تساهم عملية تكسير المواد الخام وطحنها في إنتاج كميات كبيرة من الأتربة تنبعث من المداخل مسببة تلوثاً بيئياً كبيراً (الأمم المتحدة، 2005). بدأ العمل في معمل اسمنت كركوك في عام 1984 بطاقة إنتاجية فعلية قدرها (1170248 طن سنوياً) وكانت الطاقة المستهلكة من الكهرباء (181.4 ألف ميكا واط) ومن النفط الأسود (152.1 مليون لتر)، وكانت كميات المواد الأولية الداخلة في العملية الإنتاجية (1657320 طن من الأحجار و 966770 طن من التراب)، بينما بلغت الطاقة الإنتاجية الفعلية في عام 2006 (439355 طن سنوياً) وكانت الطاقة المستهلكة من الكهرباء (68.1 ألف ميكا واط) ومن النفط الأسود (57.1 مليون لتر)، وكانت كميات المواد الأولية الداخلة في العملية الإنتاجية (478696 طن من الأحجار و 279239 طن من التراب). وقد تباينت الطاقة الإنتاجية الفعلية للمعمل للمدة (1984-2006) بين الإنتاجية المتدنية إلى ما هو أعلى بقليل من الإنتاج الفعلي للعام 1984 دون أن يصل إلى الطاقة التصميمية للمعمل والبالغة (2000000 طن سنوياً)، ويعود السبب في ذلك إلى تقادم الأجهزة والآلات والمعدات وعدم تحديثها بسبب الظروف التي مر بها القطر فضلاً عن انخفاض كفاءة العاملين الفنية والهندسية بسبب ضعف التدريب (الطائي، 2007). مما انعكس سلباً على نظافة البيئة وتسبب في انبعاث الغازات والنفايات الصلبة بشكل أكبر مما هو مسموح به عالمياً.

هدف البحث:-

يهدف البحث إلى قياس اثر عوامل الإنتاج لمعمل اسمنت كركوك على التلوث البيئي ممثلاً بالنفايات الصلبة والانبعاثات الغازية للمدة (1984-2006).

1- الجانب النظري:-

1-1 التلوث:-

يعرف التلوث بأنه كل تغير كمي أو كيميائي في مكونات البيئة الحية وغير الحية لا تستطيع الأنظمة البيئية استيعابه من دون أن يختل توازنها (محمد، 2001)، كما وتعرف الملوثات بأنها أية مواد صلبة أو سائلة أو غازية وأية ميكروبات أو جزيئات تؤدي إلى زيادة أو نقصان في المجال الطبيعي لأي من المكونات البيئية (عوف، 2005).

1-2 أنواع التلوث البيئي:-

- تلوث الهواء.
- التلوث الضوضائي.
- التلوث المائي.
- تلوث التربة.
- التلوث الإشعاعي.
- التلوث الضوئي .

• التلوث البصري (التورنجي، 2008).

يعد تلوث الهواء والترربة فضلا عن التلوث البصري والضوضائي هي حالات متنوعة من التلوث الناتج عن معمل اسمنت كركوك. فالانبعاثات الغازية الناتجة من عملية تكسير الحجر وطحن التراب والتصهير ومن ثم إنتاج الكلنكر وأخيرا الاسمنت، فضلا عن الطاقة المستهلكة في العملية الإنتاجية (الكهرباء والنفط الأسود) تساهم جميعا فيما يعرف بتلوث الهواء. أما تلوث التربة فينتج عن تجريف الأراضي للحصول على الأحجار والتراب مما يؤدي إلى تحويل هذه الأراضي إلى وديان من الممكن أن تملأ بمياه الأمطار، الأمر الذي يساعد في أن تكون مرتعا للحشرات المسببة للكثير من الأمراض والتي تنتقل إلى القرى المجاورة للمعمل.

يعد التلوث البصري احد أنواع التلوث الناتج عن معمل اسمنت كركوك، إذ ينشا من مرحلة إنتاج الكلنكر بعض القلويات التي لا تحترق، مما ينتج عنها نفايات صلبة تنقل خارج المعمل إلى المناطق المجاورة مسببة تشويه الصورة الجمالية للمنطقة (الطائي، 2007). أما التلوث الضوضائي، فهو على أنواع وأخطرها تعرض الفرد للضوضاء بصورة دائمة ومستمرة، مما يسبب ضعف مستديم في السمع.

1-3 تعريف مشكلة تعدد العلاقات الخطية:-

تحدث مشكلة تعدد العلاقات الخطية (Collinearity or Multicollinearity) عندما تكون العلاقة بين المتغيرات التوضيحية في الأنموذج اقرب إلى التراكيب الخطية (Linear Combinations)، وتؤدي هذه المشكلة إلى الحصول على تقديرات غير مستقرة (Unstable) ولها أخطاء معيارية (Standard errors) كبيرة (كاظم، 2005). ولغرض معالجة مشكلة تعدد العلاقات الخطية، فانه يتطلب تحديد المتغير (أو المتغيرات) المسبب لهذه المشكلة.

1-4 تشخيص مشكلة تعدد العلاقات الخطية:-

لغرض تشخيص مشكلة تعدد العلاقات الخطية في أنموذج يحتوي على متغيرين توضيحيين فأكثر، فانه يتطلب حساب الآتي (Belsley et al., 1980):-

(a) عامل تضخم التباين (Variance Inflation Factor) (VIF):-

يقيس هذا العامل التضخم في التباين للمعلمات المقدره لكل المتغيرات التوضيحية في الأنموذج، فإذا كانت ($VIF_j > 10$ where $J=1,2,\dots,n$) فانه يدل على أن هناك مشكلة التعدد الخطي، وتستخدم الصيغة الآتية في إيجاد قيم (VIF_j):-

$$VIF = \frac{1}{(1 - R_j^2)} \quad j = 1,2,\dots,n \quad \dots(1)$$

إذ أن:-

n :- عدد المتغيرات التوضيحية.

R_j² :- معامل التحديد (Coefficient of Determination) للمتغير التوضيحي x_j المستخرج من انحدار x_j على بقية المتغيرات التوضيحية في الأنموذج.

(b) العدد الشرطي (Condition number):-

وتأخذ الصيغة الآتية:-

$$f = \sqrt{\frac{1_{\max}}{1_{\min}}} \quad \dots(2)$$

إذ أن (1_{max}) الجذر المميز الأكبر وان (1_{min}) الجذر المميز الأصغر للمصفوفة (X'/X).

يستفاد من القيم الشرطية في تحديد درجة التعدد الخطي، فإذا كانت ($f > 100$) فهذا يعني وجود تعدد خطي عالي، أما إذا كانت ($30 \leq \sqrt{f} < 100$) فهذا يعني أن التعدد الخطي بدرجة متوسطة. (c) الدليل الشرطي أو ما يسمى نسبة القيم المميزة (Condition Index or Eigenvalue) (Ratio):- وتأخذ الصيغة الآتية:-

$$f_j = \sqrt{\frac{l_{\max}}{l_j}} \quad \dots(3)$$

يستفاد من الدليل الشرطي في قياس درجة التعدد الخطي بالاعتماد على قيمة الجذر المميز j . (d) نسب التباين (Variance Proportion):-

تحلل نسب التباين التغير في ($\text{Var}(\hat{b})$) بالاعتماد على المصفوفة ($X'X$) والتي يمكن كتابتها بالصيغة (VD^2V')، إذ أن V هي مصفوفة متعامدة (Orthogonal Matrix) أعمدتها المتجهات المميزة للمصفوفة ($X'X$) وان D هي مصفوفة قطرية (Diagonal Matrix) قطرها الرئيس يمثل القيم المميزة، وعليه فإنه يمكن كتابة $\text{Var}(\hat{b})$ بالصيغة الآتية:
 $\text{Var}(\hat{b}) = s^2(X'X)^{-1} = s^2VD^{-2}V' \quad \dots(4)$
أو لكل مكون من مكونات $\text{Var}(\hat{b})$ بالصيغة الآتية:-

$$p_{ji} = \frac{s^2 v_{ij}^2 / l_j}{\text{Var}(\hat{b}_i)} \quad \dots(5)$$

p_{ji} :- تمثل جزء من $\text{Var}(\hat{b}_i)$ الذي يعزى إلى الجذر المميز j من جذور المصفوفة ($X'X$).
 v_{ij} :- يمثل العنصر (i) من المتجه المميز v_j الذي يقابل الجذر المميز j .
 s^2 :- تباين الخطأ.

يستفاد من نسب التباين في التعرف على أي من ألك (\hat{b}_i) تأثرت بال (j) (لمزيد من التفاصيل راجع (Interiligator, Bodkin & Haiso, 1996).
5-1 انحدار الحرف (Ridge Regression):-
تستخدم طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (Ordinary Least Squares) (OLS) في تقدير نموذج الانحدار الخطي المتعدد الآتي:-

$$\hat{Y} = Xb + e \quad \dots(6)$$

إذ أن:-

\hat{Y} :- متجه مشاهدات متغير الاستجابة المقدرة، أبعاده ($N \times 1$).
 X :- مصفوفة مشاهدات المتغيرات التوضيحية ذات أبعاد ($N \times K$).
 e :- متجه البواقي العشوائية، أبعاده ($N \times 1$)، بافتراض أن $E(e) = 0$ و $\text{Var}(e) = I\sigma^2$.

b :-متجه المعلمات غير المعلومة، أبعاده (Kx1)، ولغرض تقديرها يتم استخدام طريقة (OLS) وحسب الصيغة الآتية:-

$$\hat{b} = (X'X)^{-1} X'Y \quad \dots(7)$$

في حالة وجود مشكلة تعدد العلاقات الخطية فان مقدرات معلمات الأنموذج الخطي (\hat{b}) وتباينه سيكونان غير ممثلين للظاهرة المدروسة، مما يتطلب المعالجة باستخدام إحدى طرق معالجة مشكلة تعدد العلاقات الخطية، والتي إحداها طريقة انحدار الحرف.

تتلخص طريقة انحدار الحرف بإضافة عدد موجب صغير إلى القطر الرئيس لمصفوفة ($X'X$)، إذ تعمل هذه القيمة الموجبة على تقليل تباين المعلمات المقدره، ولكن على حساب إدخال بعض التحيز (bias)(كاظم، 2005)، إلا أن متوسط مربعات الخطأ (Mean Square Error) لمقدرات انحدار الحرف اقل من متوسط مربعات الخطأ لطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية. إن الصيغة العامة لمقدرات انحدار الحرف هي:-

$$\hat{b}_k = (X'X + kI)^{-1} X'Y \quad \dots(8)$$

إذ أن I مصفوفة الوحدة (Identity matrix) وان $0 \leq k \leq 1$ ، فعندما تكون قيمة $k=0$ فان مقدرات \hat{b} ستؤول إلى مقدرات طريقة (OLS).

يلاحظ من المعادلة (8) أن قيمة k تضاف إلى القطر الرئيس في مصفوفة المعلومات ($X'X$)، ولغرض اختيار قيمة k فهناك عدة طرق ومنها الطريقة التكرارية (Iterative Method) التي تم اعتمادها في هذا البحث، وبموجبها يتم تحديد القيمة الابتدائية لـ k باستخدام الصيغة الآتية (Chattefuee, S. & Hadi, A., 2006):-

$$k_1 = \frac{p \hat{S}^2(0)}{\sum_{j=1}^p [\hat{q}_j(k_0)]^2} \quad \dots(9)$$

إذ أن:-

p :- عدد المتغيرات التوضيحية في الأنموذج.

$\hat{S}^2(0)$:- تباين الخطأ لطريقة (OLS).

$\hat{q}_j(k_0)$:- المعلمات المقدره للأنموذج بطريقة (OLS).

وتستخدم الصيغة (9) في حساب k_2 وحسب الصيغة الآتية:-

$$k_2 = \frac{p \hat{S}^2(0)}{\sum_{j=1}^p [\hat{q}_j(k_1)]^2} \quad \dots(10)$$

وبتكرار هذه العملية لغاية الوصول إلى ثبات المعلمات المقدره، فإذا استقرت المعلمات المقدره على الرغم من اختلاف قيم k فضلا عن أن قيمة عوامل تضخم التباين كانت قريبة من الواحد، عند ذاك يتم اعتماد قيمة k عند نقطة الاستقرار (Freund & Wilson, 1998).

6-1 طريقة الإنتروبي العظمى العامة (GME)(Generalized Maximum Entropy):

تعد طريقة (GME) تعميم لمقياس الإنتروبي المقدم من قبل شانون، وكذلك تعميم لمبادئ الإنتروبي العظمى المطورة من قبل (Jaynes 1957)، كما أنها طريقة بديلة لطريقة (OLS) لتقدير معلمات الأنموذج الخطي العام في حالة وجود مشكلة تعدد العلاقات الخطية، القيم الشاردة (Outliers)، عدد المعلمات المراد تقديرها أكثر من عدد المشاهدات، كما أنها أقل تحسناً تجاه الاضطرابات (noises) في المشاهدات الفردية لمتغيرات الأنموذج، لذا فهي حصينة (robustness) تجاه محدودية البيانات أو عدم اكتمالها جزئياً.

تعمل طريقة (GME) على توليد توزيع لكل معلمة من معلمات أنموذج الانحدار بالاعتماد على نقاط الدعم (Support Points) المعرفة من قبل الباحث، وان متوسط المجتمع لكل توزيع سوف يستخدم لتقدير المعلمات، هذه التقديرات تميل إلى التحيز، إلا أنها أقل تبايناً من نظرائها باستخدام طريقة (OLS).

لغرض توضيح هذه الطريقة، لنفرض أنه لدينا الأنموذج الخطي العام الآتي:-

$$y = XB + e \quad \dots (11)$$

إن طريقة (GME) تستند على إعادة صياغة (re-formulation) الأنموذج الخطي العام من خلال إعادة كتابة المعلمات (re-parameterization) غير المعلومة والأخطاء غير المعلومة على شكل صيغة احتمالية، إذ سيتم تعيين مجموعة من نقاط الدعم لكل من المعلمات والأخطاء غير المعلومة باستخدام الإنتروبي العظمى لتقدير الاحتمالية غير المعلومة مستندة في ذلك إلى نقاط الدعم (يمكن أن تكون نقاط الدعم عبارة عن معلومات مسبقة (priori Information)). لغرض تقدير معلمات الانحدار باستخدام مبادئ الإنتروبي العظمى، فإنه يتطلب كتابة المعلمات بالصيغة الاحتمالية.

إذا كانت (Z_{km}) تمثل نقاط الدعم، وان P_{km} تمثل الاحتمالية، فإنه يمكن كتابة المعلمات بالصيغة الاحتمالية وبالشكل الآتي:-

$$b_k = \sum_{m=1}^M Z_{km} P_{km} \quad \text{for } k = 1, 2, \dots, K \quad \text{where } M \geq 2 \quad \dots (12)$$

كما يمكن كتابة المعلمات بالصيغة الاحتمالية على شكل مصفوفة وكالاتي:-

$$b = ZP = \begin{pmatrix} \hat{z}_1 / & 0 & \dots & 0 & \hat{p}_1 \\ \hat{z}_0 & z_2 / & \dots & 0 & \hat{p}_2 \\ \hat{z}_0 & 0 & \dots & z_k / & \hat{p}_k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{p}_1 \\ \hat{p}_2 \\ \hat{p}_k \end{pmatrix} \quad \dots (13)$$

إذ أن (b) متجه المعلمات غير المعلومة، وان (Z) مصفوفة قطرية تمثل نقاط الدعم أبعادها $(K \times KM)$ ، وان (P) متجه الاحتمالية غير المعلومة أو الأوزان المرتبطة بنقاط الدعم. وان (P_k)

هو M من متجهات الاحتمالية، أي أن $P'_K = [p_{k1}, p_{k2}, \dots, p_{kM}]$ ، وان Z'_k هو M من

متجهات نقاط الدعم، أي أن $Z'_K = [z_{k1}, z_{k2}, \dots, z_{kM}]$.

يلاحظ مما سبق أن تطبيق صيغة الإنتروبي العظمى يتطلب من الباحث مجموعة من نقاط الدعم مستندة على معلومات مسبقة عن قيمة المعلمات المطلوب تقديرها، إلا أنه في معظم الأحيان، فإن الباحث لا يمكنه معرفة نوع الإشارة (sign) وقيمة المعلمة، لذا يتطلب تحديد نقاط الدعم بحيث تكون متماثلة حول الصفر فضلاً عن أنها تنتهي بقيم كبيرة (Golan et al., 1996) فمثلاً إذا كانت

$M=5$ فإن $Z'_K = [-C, -C/2, 0, C/2, C]$ ، إذ أن C قيمة عددية (Scalar).

بنفس الطريقة، يمكن تحويل الأخطاء غير المعلومة إلى الصيغة الاحتمالية وبالشكل الآتي:-

$$e_i = \sum_{j=1}^J v_{ij} w_{ij} \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, n \quad \text{where } j \geq 2 \quad \dots (14)$$

لغرض تحويل الأخطاء غير المعلومة إلى الصيغة الاحتمالية، فقد افترض كولان (Golan et al., 1996) أن الأخطاء تقع بين الصفر والواحد $[0, 1]$ من خلال مجموعة من نقاط الدعم

المتقطعة $V'_i = [v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{ij}]$ والتي تتوزع توزيعاً منتظماً (Uniform Distribution)

حول الصفر ويقابل نقاط الدعم هذه، الاحتمالية غير المعلومة

$(W_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{ij}]'$ where $j \geq 2$).

يمكن كتابة المعادلة (14) بصيغة المصفوفات وكالاتي:-

$$e = VW = \begin{pmatrix} \hat{v}'_1 & 0 & \dots & 0 & \hat{w}'_1 \\ \hat{v}'_2 & v'_2 & \dots & 0 & \hat{w}'_2 \\ \hat{v}'_3 & \cdot & \cdot & \cdot & \hat{w}'_3 \\ \hat{v}'_4 & \cdot & \cdot & \cdot & \hat{w}'_4 \\ \hat{v}'_5 & \cdot & \cdot & \cdot & \hat{w}'_5 \\ \hat{v}'_6 & \cdot & \cdot & \cdot & \hat{w}'_6 \\ \hat{v}'_7 & 0 & 0 & \dots & \hat{w}'_7 \end{pmatrix} \dots (15)$$

إذ أن (e) متجه الأخطاء العشوائية أبعاده $(N \times 1)$ ، (V) مصفوفة نقاط الدعم أبعادها $(N \times NJ)$ ، وان (W) متجه الاحتمالية غير المعلومة أو الأوزان المرتبطة بنقاط الدعم (V) .

إن عملية وضع حدود على نقاط الدعم للأخطاء يعد من المسائل الصعبة في التطبيق. عليه فقد

اقترح (كولان وآخرون) مجموعة من نقاط الدعم لكل خطأ (عندما $(J \geq 2)$)، والتي يجب أن تكون متماثلة حول الصفر وان تكون الأخطاء غير المعلومة محددة، فمثلاً إذا كانت $(j=5)$ فإن

$V'_i = (-3s_y, -1.5s_y, 0, 1.5s_y, 3s_y)$ ، إذ أن (s) تمثل الانحراف المعياري

(standard deviation) لـ (e) ، ولغرض التطبيق فإنه يتطلب تقدير قيمة (s) من العينة.

يمكن إعادة كتابة النموذج العام (6) بالصيغة الاحتمالية وبالشكل الآتي:-

$$y = XZp + Vw \quad \dots (16)$$

إذ أن:-

y, X, Z, V معلومة، وان هدفنا هو تقدير المتجهين p, w باستخدام انطروبي شانون لغرض تعظيم الدالة $H(P, W) = -p \cdot \ln p - w \ln w$ وفقا للمعادلات الآتية:-

$$\begin{aligned} y &= XZp + Vw \quad \ddot{u} \\ \mathbf{1}_K &= (\mathbf{I}_K \ddot{A} \mathbf{1}'_M) p \ddot{y} \quad \dots(17) \\ \mathbf{1}_T &= (\mathbf{I}_T \ddot{A} \mathbf{1}'_J) w \ddot{p} \end{aligned}$$

إذ أن:-

$\mathbf{1}_J, \mathbf{1}_M, \mathbf{1}_T, \mathbf{1}_K$:- متجهات عناصرها الواحد الصحيح أبعادها k, T, M, J على الترتيب.
 \ddot{A} :- مضروب كرونكر (Kronecker product).
 $\mathbf{I}_K, \mathbf{I}_T$:- مصفوفات أحادية (Identity matrix).

يمكن الوصول إلى حل للمعادلات (17) باستخدام طريقة لاكرانج (Lagrangeian method) التي تأخذ الصيغة الآتية:-

$$\begin{aligned} x &= H(p, w) + l' [y - XZp - Vw] + q' [\mathbf{1}_k - (\mathbf{I}_k \ddot{A} \mathbf{1}'_M) p] + \dots(18) \\ &+ T' [\mathbf{1}_T - (\mathbf{I}_T - (\mathbf{I}_T \ddot{A} \mathbf{1}'_J) w)] \end{aligned}$$

إذ أن كلا من l, q, T هي عبارة عن متجهات مضروب لاكرانج (Lagrangian multipliers) أبعادها $(T' \mathbf{1}, K' \mathbf{1}, T' \mathbf{1})$ على الترتيب.

وبأخذ المشتقة الجزئية للمعادلة (18) بالنسبة لكل من (p, l, q, T) ومساواتها بالصفر وفقا لشروط الامثلية (لمزيد من التفاصيل انظر Wu, 2009) نحصل على:-

$$\hat{p}_{km} = \frac{\exp(z_{km} X'_k \hat{I})}{W_k(\hat{I})} \quad \dots(19)$$

$$\hat{w}_{tj} = \frac{\exp(v_{tj} \hat{I})}{Y_t(\hat{I})} \quad \dots(20)$$

إذ أن:-

$$Y_t(\hat{I}) = \sum_{j=1}^J \exp(v_{tj} \hat{I}) \quad \text{وان} \quad W_k(\hat{I}) = \sum_{m=1}^M \exp(z_{km} X'_k \hat{I})$$

وعليه يمكن الوصول إلى مقدرات طريقة الانطروبي العظمى العامة وذلك بالضرب المسبق للمعادلة (16) بـ (X') نحصل على:-

$$X' y = X' XZp + X' Vw \quad \dots(21)$$

وبالتعويض عن (p, w) بمقدراتها (\hat{p}, \hat{w}) نحصل على:-

$$X' y = X' XZ\hat{p} + X' V\hat{w} = X' X\hat{b} + X' \hat{e} \quad \dots(22)$$

وان مقدرات طريقة الإنطروبي العظمى العامة يمكن تقديرها بوساطة الصيغة الآتية:-

$$\hat{b}_{GME} = (X' X)^{-1} X' y - (X' X)^{-1} X' \hat{e} = (X' X)^{-1} X' (y - \hat{e}) \quad \dots(23)$$

2- الجانب العملي:-

تم في هذا البحث بناء نموذج قياسي للمتغيرات المؤثرة على التلوث البيئي (النفائيات الصلبة والانبعاثات الغازية) الناتجة من العملية الإنتاجية لإنتاج الاسمنت في معمل كركوك للمدة من (1984-2006)، إذ أن إنتاج الاسمنت يتطلب مجموعة من المراحل، وان كلا منها يساهم في تلوث البيئة.

يتكون الاسمنت من مادتي الحجر والتراب، إذ يبدأ إنتاج الاسمنت بمرحلة تكسير الحجر وطحن التراب ومن ثم المزج لهذه المكونات وصهرها، وبعدها يتم إنتاج الكلنكر (وهي قطع سوداء صغيرة الحجم تنتج من تعريض المادة المنصهرة من درجة حرارة 1400⁰ م إلى حدود 400⁰ م)، الذي يتم طحنه فيما بعد ليصبح مادة الاسمنت.

إن كل مرحلة من مراحل إنتاج الاسمنت تساهم في إحداث التلوث بالنفائيات الصلبة والانبعاثات الغازية، فالتلوث بالنفائيات الصلبة، هي بعض القلويات الناتجة من عدم الاحتراق الكامل للأحجار والأترية التي تدخل في عملية إنتاج الكلنكر. أما الانبعاثات الغازية فتبدأ من مرحلة إنتاج الطاقة الكهربائية المستهلكة في معمل الاسمنت، فهذه الطاقة تنتج من الوقود الأحفوري (وهو وقود يتم استعماله لإنتاج الطاقة الكهربائية ويستخرج من المواد الأحفورية كالفحم الحجري، الفحم النفطي الأسود، الغاز الطبيعي) الذي يعدّ من العوامل الرئيسية لتلوث الهواء. فضلاً عن الطاقة الكهربائية هناك النفط الأسود الذي يستخدم في معظم مراحل الإنتاج وبالأخص منها مرحلة صهر المواد الأولية (الحجر والتراب)، كما أن مرحلة تكسير الحجر وطحن التراب، فضلاً عن طحن الكلنكر تساهم جميعاً في الانبعاثات الغازية.

مما سبق يمكن تكوين معادلتين، الأولى تعبر عن النفائيات الصلبة، والثانية تعبر عن الانبعاثات الغازية وكالاتي:-

$$\hat{Y}_1 = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + e_1 \quad \dots(24)$$

$$\hat{Y}_2 = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + e_2 \quad \dots(25)$$

إذ أن:-

\hat{Y}_1, \hat{Y}_2 :- القيم التقديرية لمتجهي مشاهدات النفائيات الصلبة والانبعاثات الغازية على الترتيب.

X_1 : الطاقة الكهربائية، X_2 النفط الأسود، X_3 الأحجار، X_4 التراب.

(a_0-a_4) ، (b_0-b_4) :- المعلمات المطلوبة لتقديرها.

e_1, e_2 :- البواقي العشوائية.

1-2 الكشف عن مشكلة تعدد العلاقات الخطية:-

يلاحظ من الجدول (1) عدم معنوية المعلمات المقدرة لمعادلتي النفائيات الصلبة والانبعاثات الغازية لمتغيرات كل من النفط والكهرباء والأحجار (تم استبعاد التراب من التحليل بسبب التعدد الخطي التام بين المتغيرين التراب والأحجار)، فضلاً عن أن عوامل تضخم التباين تبدو مرتفعة جداً ولجميع المتغيرات، إذ بلغت (15812، 15580، 30.1) لكل من (الكهرباء، النفط، الأحجار) على الترتيب، ومن الجدول (2) يلاحظ أن قيمة معامل التحديد (R^2) بلغت (100%) للمعادلة الأولى و (35.88%) للمعادلة الثانية.

جدول (1)

تقدير معادلتى النفايات الصلبه والإنبعاثات الغازية باستخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية

Model	Variables	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	VIF
\hat{Y}_1	Intercept	B ^(*)	-0.36089	0.10793	-3.34	0.0034	
	X ₁	B	0.09114	0.11318	0.81	0.4306	15812
	X ₂	B	-0.11413	0.13383	-0.85	0.4044	15580
	X ₃	B	0.03750	6.21041E-7	60383.1	<.0001	30.1
	X ₄	
\hat{Y}_2	Intercept	B	1678.58	111.013	15.12	<.0001	0.0
	X1	B	-67.68	116.414	-0.58	0.5678	15812
	X2	B	73.12	137.656	0.53	0.6014	15580
	X3	B	0.00043	0.00063	0.68	0.5073	30.1
	X4	0	0.00				.

(*) (B) تعني أن التقديرات متحيزة. تعذر تقدير معاملات النموذج لكون العلاقة بين المتغيرين (X₃, X₄) علاقة خطية تامة، لذا تم حذف المتغير (X₄) من التحليل لنتمكن من تقدير المعلمات.

جدول (2)

تحليل التباين ومعامل التحديد

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
\hat{Y}_1	Model	10280567424	3426855808	3.66E10	<.0001
	Error	1.77969	0.09367		
	Corrected Total	10280567426		Root MSE	0.30605
				R-Square	1.0000
			Adj R-Sq	1.0000	
\hat{Y}_2	Model	1053463	351154	3.54	0.0343
	Error	1882807	99095		
	Corrected Total	2936270		Root MSE	314.79374
				R-Square	0.3588
			Adj R-Sq	0.2575	

يلاحظ من الجدول (3) ولكلتا المعادلتين، أن القيمة الأخيرة للجذور المميزة صغيرة جدا وقد بلغت (1E-12)، وقد اقترنت هذه القيمة بالدليل الشرطي المقابل لها والبالغة (2154216)، كما أن القيمة الأخرى للجذور المميزة والتي كانت قريبة من الصفر هي (0.00001219) وقد اقترنت بالدليل الشرطي المقابل لها والبالغة (616.975)، وهذه القيم تعكس الاعتماد المتبادل بين المتغيرات التوضيحية.

جدول (3)

الجذور المميزة والدليل الشرطي

Collinearity Diagnostics			
variables	Number	Eigenvalue	Condition Index
\hat{Y}_1	1	4.64065	1.00000
	2	0.34554	3.66473
	3	0.01380	18.33613
	4	0.00001219	616.975
	5	1E-12	2154216
\hat{Y}_2	1	4.64065	1.00000
	2	0.34554	3.66473
	3	0.01380	18.33613
	4	0.00001219	616.975
	5	1E-12	2154216

لغرض تحديد أي من المتغيرات التوضيحية المسببة لمشكلة التعدد الخطي فيستفاد من نسب تحليل التباين، إذ يلاحظ من الجدول (4) بان المتغيرين (X_4, X_3) لهما نسب تباين مساوية للواحد مقترنة بالقيمة المميزة ($1E-12$) والدليل الشرطي (2154216) (أكبر من 30)، مما يعني أن العلاقة بين المتغيرين (X_4, X_3) علاقة خطية تامة، كما أن هناك علاقة خطية شبه تامة بين المتغيرين (X_2, X_1)، إذ بلغت نسب التباين لهذين المتغيرين ($0.99807, 0.99812$) وبالقيمة المميزة (0.00001219) وبدليل شرطي (616.975)، عليه يمكن القول أن المتغيرات الأربعة هي المسببة لمشكلة تعدد العلاقات الخطية.

جدول (4)
نسب تحليل التباين

Variables	Number	Intercept	X_1	X_2	X_3	X_4
\hat{Y}_1	1	0.01126	0.0000011	0.00000113	9.0853E-14	9.0853E-14
	2	0.83431	0.0000017	0.00000180	3.0905E-13	3.0905E-13
	3	0.11235	0.0004513	0.00047257	3.4165E-11	3.4165E-11
	4	0.02056	0.99807	0.99812	1.0400E-12	1.0527E-12
	5	0.02152	0.00148	0.00140	1.00000	1.00000
\hat{Y}_2	1	0.01126	0.0000011	0.00000113	9.0853E-14	9.0853E-14
	2	0.83431	0.0000017	0.00000180	3.0905E-13	3.0905E-13
	3	0.11235	0.0004513	0.00047257	3.4165E-11	3.4165E-11
	4	0.02056	0.99807	0.99812	1.0400E-12	1.0527E-12
	5	0.02152	0.00148	0.00140	1.00000	1.00000

2-2 استخدام طريقة انحدار الحرف في تقدير معادلتى النفايات الصلبة و الإنبعاثات الغازية:-
لغرض معالجة مشكلة تعدد العلاقات الخطية، تم اللجوء إلى طريقة انحدار الحرف في تقدير معادلات التلوث بالنفايات الصلبة والإنبعاثات الغازية.
تعتمد طريقة انحدار الحرف على اختيار قيمة (k)، والتي تعمل على ثبات المعلمات التقديرية للأنموذج فضلا عن تقليل عوامل تضخم التباين لهذه المعلمات لقيم قريبة من الواحد. عليه تم استخدام الطريقة التكرارية في استخراج (10) قيم من قيم k بمقدار زيادة قدرها (0.01)، (أي أن $(0.1 \leq k \leq 0)$) ومقابل كل قيمة من قيم (k) تم إيجاد الانحراف المعياري للمعلمات المقدره وقيم (t) فضلا عن (VIF) وكما موضح ذلك في الجدول (5)، كما تم رسم المعلمات المقدره للمتغيرات التوضيحية مجتمعة مقابل قيم (K) ورسم قيم (VIF) وكما موضح ذلك في الأشكال (4-1).
من الشكلين (1) و (3) الذين يمثلان المعلمات المقدره لمعادلتى النفايات الصلبة والإنبعاثات الغازية عند كل قيمة من قيم (K)، يلاحظ عدم الاستقرار للمعلمات المقدره عندما ($K=0$) (تمثل المعلمات المقدره بطريقة (OLS))، وبعدها تتحرك المعلمات المقدره نحو الاستقرار بدءاً من ($K=0.01$)، مما يدل على أن العلاقة بين المتغيرات التوضيحية تقترب من التعامد ما بعد (0.01) ويعزز هذا الاستنتاج أن قيم (VIF) تتخفض بشكل كبير وتقترب من الواحد عندما ($K=0.06$) للمتغيرين (\hat{Y}_2, \hat{Y}_1) وكما موضح ذلك في الشكلين (2) و (4)، عليه سيتم اختيار هاتين القيمتين باعتبارهما القيمتين المثلتين.

من الجدول (5) يلاحظ أن المعلمات المقدره للمعادلة الأولى معنوية تحت مستوى (1%) كما أنها متفقة مع المنطق. أما المعلمات المقدره للمعادلة الثانية فيلاحظ أنها غير معنوية، فضلا عن أنها غير متفقة مع المنطق، ذلك أن زيادة وحدة واحدة من الطاقة الكهربائية يؤدي إلى انخفاض الإنبعاثات الغازية بمقدار (1.54) وحدة، وان زيادة وحدة واحدة من النفط الأسود، يؤدي إلى انخفاض الإنبعاثات الغازية بمقدار (1.76). كما يلاحظ أيضا أن المعلمات المقدره للمتغيرين (X_4, X_3) مساوية للصفر.

جدول (5)

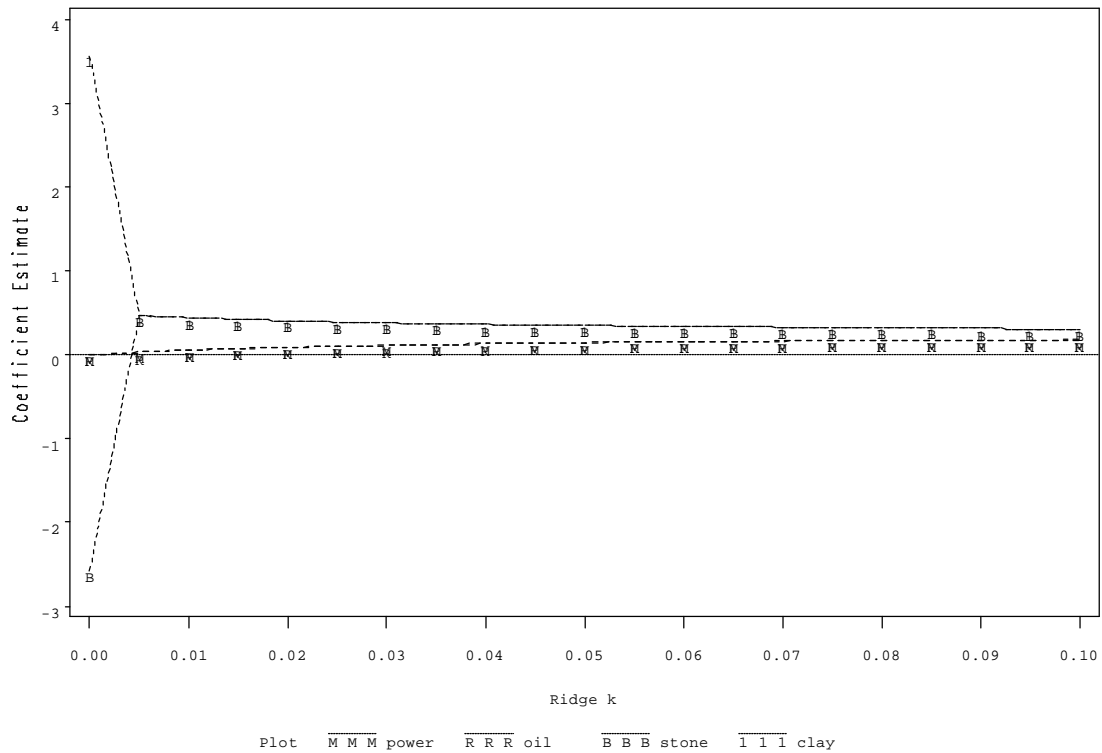
التقديرات بطريقة انحدار الحرف

Model	Variables	K	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	VIF
\hat{Y}_1	Intercept	0.6	-298.799	478.755	-0.624	0.01	-
	X ₁		46.42	4.31	10.77	0.01	1.02
	X ₂		54.80	5.21	10.51	0.01	1.05
	X ₃		0.01266	0.00054	23.44	0.01	1.03
	X ₄		0.02170	0.00093	23.33	0.01	1.03
\hat{Y}_2	Intercept	0.6	1645.84	108.28	15.2	0.01	-
	X ₁		-1.54	0.97	-1.58	*	1.02
	X ₂		-1.76	1.18	-1.49	*	1.05
	X ₃		0.00	0.00	0.00	*	1.03
	X ₄		0.00	0.00	0.00	*	1.03

(*) المعلمات غير معنوية تحت مستوى (5%).

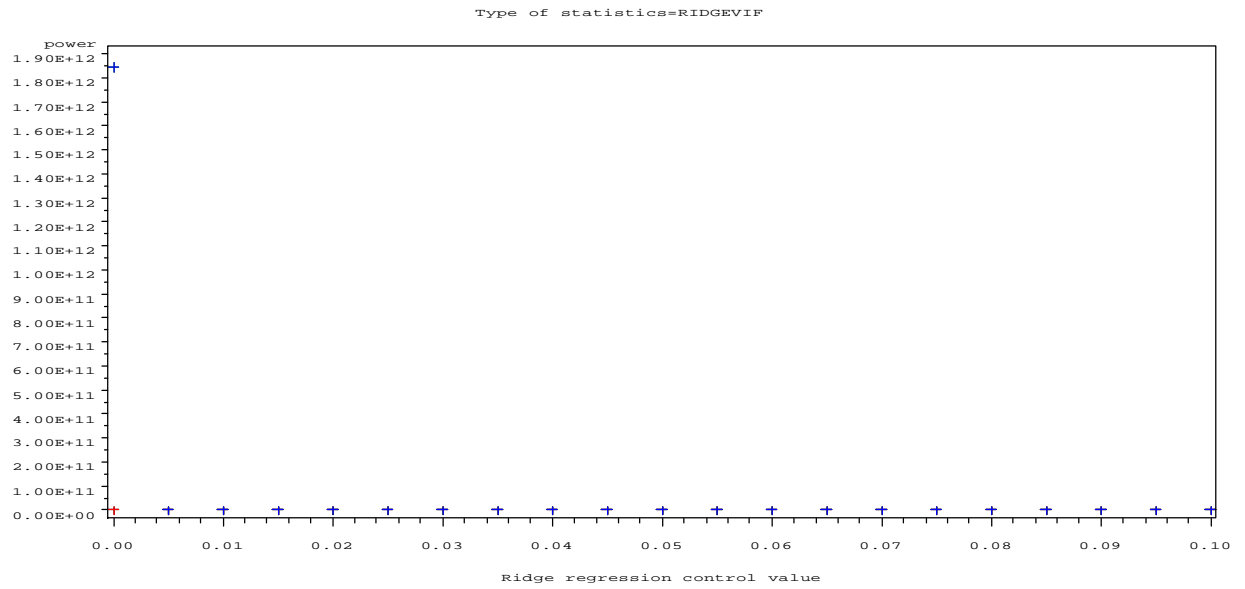
شكل رقم (1)
اثر استخدام انحدار الحرف في المعلمات المقدرة لمعادلة التلوث بالنفثيات الصلبه

ridge regression



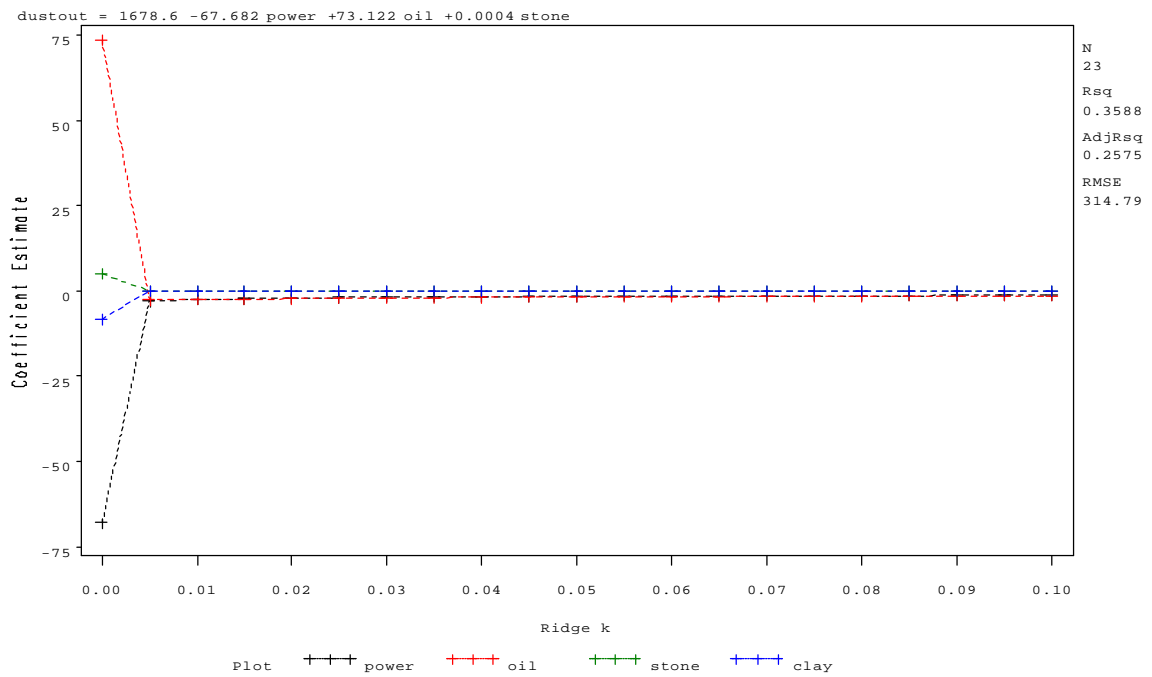
شكل رقم (2)

اثر استخدام انحدار الحرف في تصغير عوامل تضخم التباين للمتغيرات التوضيحية لمعادلة التلوث بالنفايات الصلبة



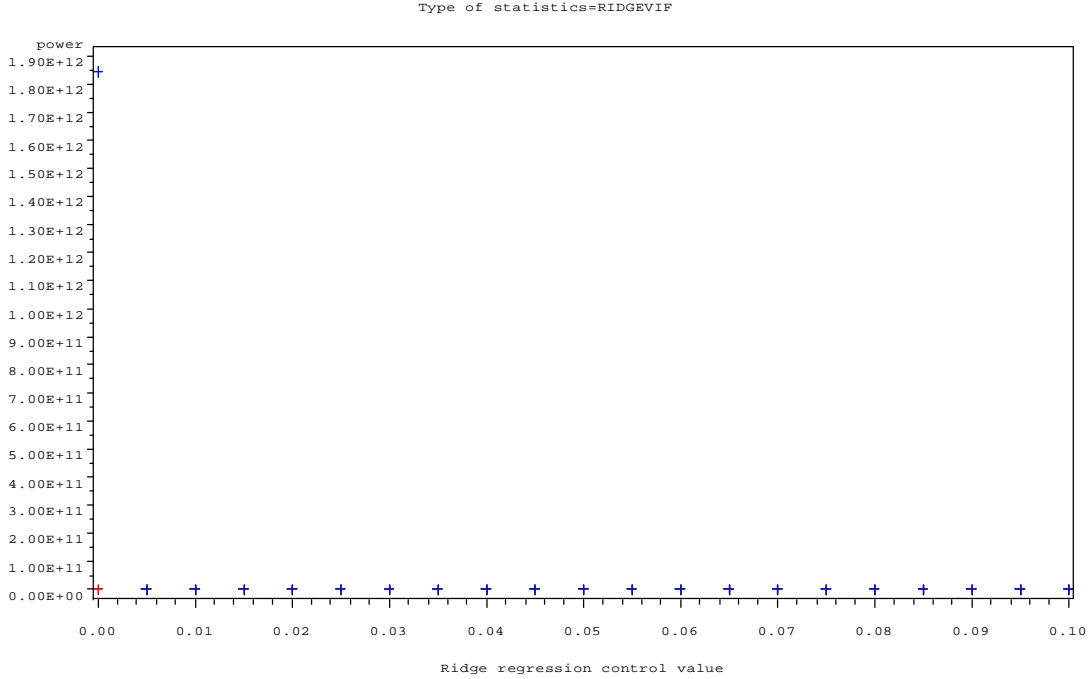
شكل رقم (3)

اثر استخدام انحدار الحرف في المقلبات المقدرة لمعادلة التلوث بالانبعاثات الغازية



شكل رقم (4)

اثر استخدام انحدار الحرف في تصغير عوامل تضخم التباين للمتغيرات التوضيحية لمعادلة التلوث بالإنبعاثات الغازية



3-2 استخدام طريقة الانتروبي العظمى العامة في تقدير معادلتى النفايات الصلبه و الإنبعاثات الغازية:-

مما تقدم يتضح عدم إمكانية الوصول إلى تمثيل حقيقي لمعادلة التلوث بالإنبعاثات الغازية باستخدام طريقتي انحدار الحرف والمربعات الصغرى الاعتيادية، عليه تم استخدام طريقة الإنتروبي العظمى العامة في إيجاد التقديرات لكلتا المعادلتين، وكما موضح ذلك في الجدول (6). من الجدول (6) يلاحظ أن المعلمات معنوية تحت مستوى (0.01) فضلا عن أنها متنقفة مع المنطق ولكلتا المعادلتين، إذ ظهر أن زيادة وحدة واحدة من الطاقة الكهربائية، النفط الأسود، الأحجار والتراب يؤدي إلى زيادة في التلوث بالنفايات الصلبه بمقدار (0.0003) ، (0.000365) ، () و (3.51E-12) على الترتيب.

أما المعادلة الثانية، فتبين أن زيادة وحدة واحدة من الطاقة الكهربائية، النفط الأسود، الأحجار والتراب تؤدي إلى زيادة في التلوث بالإنبعاثات الغازية بمقدار (4.189) ، (4.71) ، (1.03E-6) و (5.54E-14) على الترتيب.

جدول (6)
التقديرات بطريقة الإنتروبي العظمى العامة

	Variable	Estimate	Std Err	t Value	Approx Pr > t	
Entropy (7.812875)	\hat{Y}_1	Intercept	7.05E-6	1.93E-7	36.52	0.01
		X ₁	0.0003	8.24E-6	36.40	0.01
		X ₂	0.000365	0.000010	36.5	0.01
		X ₃	0.033202	0.000754	44.05	0.01
		X ₄	3.51E-12	9.65E-14	36.37	0.01
Entropy (8.04708)	\hat{Y}_2	Intercept	1.268	0.3027	4.189	0.01
		X ₁	4.189	1.001	4.184	0.01
		X ₂	4.71	1.12	4.205	0.01
		X ₃	1.03E-6	2.47E-7	4.290	0.01
		X ₄	5.54E-14	1.32E-14	4.196	0.01

الاستنتاجات:-

- إن من أهم الاستنتاجات التي تم التوصل إليها:-
1. أظهرت نتائج التحليل تفوق طريقة الإنتروبي العظمى العامة في تمثيل الظاهرة قيد الدرس على طريقتي انحدار الحرف والمربعات الصغرى الاعتيادية من ناحيتي الانحراف المعياري للمعاملات المقدره فضلا عن الإشارات الجبرية والتي كانت متفقة تماما مع المنطق وملكنا المعادلين.
 2. اظهرت نتائج التحليل باستخدام طريقة انحدار الحرف أن الإشارات الجبرية لمتغيرات نموذج التلوث بالنفايات الصلبه متفقة تماما مع المنطق فضلا عن أنها معنوية وتحت مستوى المعنوية (1%)، أما التلوث بالإنبعاثات الغازية فتبين أن المعاملات المقدره غير معنوية فضلا عن أنها غير متفقة مع المنطق، إذ ظهر أن الزيادة في استخدام الطاقة الكهربائية والنفط الأسود يؤدي إلى انخفاض التلوث بالإنبعاثات الغازية وهذا يتناقض تماما مع المنطق. كما يلاحظ أن الأحجار والتراب لم يكن لهم اثر على التلوث بالإنبعاثات الغازية، وهذا أيضا يتناقض مع المنطق ذلك أن الإنبعاثات الغازية في جزء منها ناتج عن تكسير الأحجار وطحن التراب.
 3. اظهرت نتائج التحليل باستخدام طريقة الإنتروبي العظمى العامة أن الإشارات الجبرية لمتغيرات نموذج التلوث بالنفايات الصلبه والانبعاثات الغازية متفقة تماما مع المنطق فضلا عن أنها معنوية وتحت مستوى المعنوية (1%)،

التوصيات:-

1. ضرورة إجراء دراسة جدوى اقتصادية للمعمل نتيجة للاستخدام المفرط للطاقة الكهربائية فضلا عن النفط الأسود واللذين يعتبران من المواد الأولية عالية التكاليف، فضلا عما يسببانه من آثار سلبية تلحق بالبيئة.
2. مراقبة نسب التلوث في العملية الإنتاجية والعمل على أن تتناسب مع النسب المسموح بها عالميا.

جدول (7)

بيانات التلوث بالنفايات الصلبة وانبعاث الغازات والمواد الأولية الداخلة في العملية الإنتاجية لمعمل اسمنت كركوك للمدة 1984-2006

السنة	الانبعاثات الغازية (طن)	النفايات الصلبة (طن)	التراب (طن)	الأحجار (طن)	النفط الأسود (مليون لتر)	الطاقة الكهربائية (الف ميكا واط)
1984	884	62149	966770	1657320	152.1	181.4
1985	920	70623	1098595	1883306	212.4	253.2
1986	968	50614	787333	1349714	159.3	189.9
1987	971	17302	269157	461412	83.9	99.1
1988	1018	40311	627071	1074979	132.1	158.6
1989	984	60222	936797	1605938	167.1	199.3
1990	1031	58628	911998	1563425	168.6	200.1
1991	1154	598	9304	15949	20.3	24.2
1992	1254	11259	175141	300241	35.1	42.9
1993	1350	7420	115424	197870	30.1	36.9
1994	1356	8027	124876	214073	25.7	30.6
1995	1339	5866	91260	156446	11.2	13.3
1996	1380	5055	78636	134804	16.8	19.1
1997	1763	7443	115788	198493	26.2	31.2
1998	1913	7676	119405	204695	21.0	25.1
1999	1854	15490	240970	413092	47.9	57.0
2000	2040	24242	377108	646470	64.3	76.8
2001	1947	25587	398034	682344	82.8	98.7
2002	1592	35421	551008	944585	112.8	134.3
2003	1734	12027	187093	320730	35.8	42.7
2004	1350	11625	180841	310013	27.1	33.3
2005	1602	12782	198841	340870	48.6	57.1
2006	1556	17951	279240	478697	57.1	68.1

المصدر: (الطائي، 2007).

المصادر:-

1. الأمم المتحدة (2005)، "تحسين كفاءة الطاقة واستخدامات الوقود الأحفوري الأنظف في قطاعات مختارة في بعض بلدان الإسكوا" اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، نيويورك،
2. التورنجي، عبدالوهاب عبدالله قاسم(2008)، " التكاليف المالية للتلوث الضوضائي وأثارها الإجتماعية على الوحدات الاقتصادية (معمل أسمنت سرجنار العراق نموذجاً)،رسالة ماجستير، كلية الإدارة والاقتصاد،الأكاديمية العربية المفتوحة في الدانمارك.
3. الطائي،محمد فتحي شاكر (2007)، "آثار مستويات التلوث البيئي لمعمل اسمنت كركوك وتوقعاته المستقبلية)،رسالة ماجستير غير منشورة،كلية الإدارة والاقتصاد،جامعة الموصل،العراق.
4. عوف،احمد محمد(2005)، "المفسدون في الأرض:رؤية معاصرة للمشاكل البيئية والسكانية"،ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
5. كاظم، أموري هادي (2005)، " مقدمة في القياس الاقتصادي"، الطبعة الأولى، مطبعة جامعة الموصل، العراق.
6. محمد، صباح محمود (2001)، " تلوث البيئة " ،مؤسسة الوراق للنشر، الطبعة الأولى ، دمشق.
7. Belsley, D A. Kuh, E and Welsch, R E (1980) Regression Diagnostics. John Wiley. New York.
8. Chattefuee,S.&Hadi,A.(2006):"Regression Analysis by Example" , 4th edition, John Wiley & Sons, Inc New York.
9. Freund R.J & Wilson W.J.,(1998)"Regression analysis:Statistical modeling of a response variable.Acadimic press,San Diego, California ,USA.
10. Golan, A., Judge, G., Miller, D. (1996), Maximum Entropy Econometrics: Robust Estimation with Limited Data, Chichester, England: John Wiley & Sons.
11. Interiligator M.D.,Bodkin R.G. & Haiso C.(1996)"Econometric Models,Techniques,& Applications",Prentice-Hall,Inc.USA.
12. Jaynes, E.T. (1957), "Information of Theory and Statistical Mechanics," Physics Review, 106, 620-30.
13. Wu,Ximing ,2009:" A Data-Driven Weighted Generalized Maximum Entropy Estimator",
www.be.wvu.edu/divecon/econ/douglas/seminar/wuMaxEntropy.pdf