دراسة الخصائص البيولوجية والتحليل الإحصائي لمياه الصرف الصحي المعالجة

آمال حمزة خليل — *كلية الهندسة جامعة بابل*
فلاح محمد حسن — *مركز بحوث البيئة*
محمد حسين كاظم — *مديرية مجاري بابل*
Amalhamza31@yahoo.com

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة الخصائص البيولوجية لمياه الفضلات المعالجة لمحطة معالجة المعميرة في محافظة بابل.
تم جمع بيانات مياه الفضلات بعد المعالجة للأوكسجين الحيوي المستهلك (BOD_5)، واستهلاك الاوكسجين الكيميائي (COD) المقاس للفترة من شهر حزيران ولغاية شهر أب للعام ٢٠٠٧.
أظهرت نتائج تحليل عينات مياه الفضلات المعالجة مستويات BOD_5 هي اقل من الحد المسموح به حسب المحددات العراقية.
تمت معاملة النتائج إحصائيا من خلال استخدام تحليل الانحدار الخطي وغير الخطي للمتغيري BOD_5 وCOD بعد المعالجة والتنبؤ بإيجاد العلاقة بينهما، حيث يعبر المتغيرين عن المحتوى العضوي لمياه الفضلات.
الكلمات المفتاحية: الإحصائي، BOD، COD، مياه الصرف الصحي والمياه الصناعية ومياه الصرف الصحي

Abstract

This paper consist of study the treated biological waste water properties for Al –Muamera waste water treatment plant in Babylon Governorate.

Effluent waste water data were weekly collected for BOD_5 and COD through the period between June to August – 2007.

The results of treated waste water samples analysis show that the levels of BOD_5 were smaller than the expectable limits, according to Iraqi limits.

The results have been treated statistically by using liner and nonlinear regression analysis for effluent BOD_5 and COD parameters to predict the relationship between the biochemical and chemical oxygen demand which they refereed to the organic matter content in waste water.
Key words: statistical, BOD, COD, sewage water, industrial water, waste water

مقدمة

أن مكونات المخلفات السائلة تتغير من وقت لأخر بتغير عدد السكان ونوعيتهم وفصول السنة (الفتلاوي، علاء.٢٠٠٠)، وفي المتوسط يتكون خليط المخلفات السائلة من (٩٩,٩ %) ماء و (٠,١ %) مواد صلبة وتتكون المواد ويعد الصرف الصحي للمخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمان توافر البيئة الصالحة للأفراد والأسرة.كما أن زيادة الاحتياج الى مصادر المياه بالنسبة للاستعمال (المنزلي) والاستعمال الصناعي، ونتيجة لذلك الاستعمال فان العديد من الملوثات تضاف الى الماء وتغير نوعيته نتيجة تغير واحد أو أكثر من معايير تلوث المياه المتمثلة بالكدرة، الأس الهيدروجيني، الايونات الموجبة والسالبة، كمية الاوكسجين المذاب، الملوحة والمسببات المرضية(العمر، مثنى عبد الرزاق.٢٠٠٠) مما أدى الى مشكلات في تنقية المياه ومعالجة المخلفات السائلة. ونظرا لقلة مصادر المياه وشحتها في كثير من أقطار العالم فان الاتجاه السائد حاليا يرمى الى عدم التخلص من المخلفات السائلة عشوائيا، بل أعادة استعمالها بعد معالجتها في مراحل تمنع حدوث أي ضرر من استعمالها (عبد الماجد، هجو ، ٢٠٠١).

الصلبة من مواد ذائبة ومواد عالقة. والمواد العالقة تشمل مواد يمكن ترسيبها في أحواض الترسيب كما تشمل مواد صغيرة الحجم يصعب ترسيبها. ويمكن، أيضا، تقسيم المواد الصلبة في المخلفات السائلة الى مواد عضوية. وغير عضوية والمواد العضوية تسمى أحيانا مواد طيارة أو غير ثابتة نظرا لتطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية. والمواد غير العضوية تسمى مواد معدنية او ثابتة، نظرا لثباتها وعدم تطايرها عند

التسخين لدرجة حرارة عالية. وتقدر نسبة المواد العالقة (العضوية وغير العضوية) بحوالي ٥٠ % من المواد الصلبة (عبد الماجد، هجو ، ٢٠٠١).

لغرض وضع برنامج للفحص الدوري بالنسبة لأي محطة فيجب إن نجري فحص المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين (BOD_5) سيكون غير كافي بسبب طول الفترة الزمنية المطلوبة للتحلل لغرض الوصول إلى النتيجة الجيدة. وعليه من المهم إن تطور العلاقة بينBOD_5 و COD و(Tebbutt , 1998) .TOC .

تم دراسة خواص المياه المعدومة الناتجة عن عمليات المعالجة في محطة المعميرة إذ حددت أربعة مواقع رئيسية لجمع العينات، تبدأ بالمياه المعدومة الداخلة وتنتهي بالمياه الخارجة من المحطة، خلال الفترة ما بين شهر كانون أول لعام ٢٠٠٥ ولغاية شهر تموز لعام ٢٠٠٦، حيث أظهرت الدراسة نتائج البحث أن المحطة كفوءة في خفض قيم الكدرة، التوصيلية الكهربائية، تراكيز المواد الصلبة العالقة الكلية والقاعدية و BOD,DO. أما قيم COD كانت مرتفعة عند الموقع الأول وبالاستفادة من الهواء المضاف في حوض التهوية انخفضت تلك القيم لتكون اقل من ١٠٠ ملغم / لتر، الأمر الذي يعني تحلل جزء كبير من المواد الكيميائية الى مواد بسيطة اقل تعقيدا واقل تلوثا (العادلي، بتول واخزون،٢٠٠٦).

تم تحقيق أفضل إزالة للمحتوى العضوي (طلب الأوكسجين البايوكيميائي، BOD) باستخدام الشب والبورسلينايت من استخدام الشب فقط، حيث أعطى الشب المحلي كفاءة إزالة BOD بحدود (٤٦ %) بينما عند استخدام مادة البورسلينايت مع الشب فان كفاءة الإزالة BOD تزداد لتصبح (٦٠ %).(علي،رشا، ٢٠٠٨)

تم دراسة تحليل المخلفات الناتجة من الشركة العامة لمنتجات الألبان (أبو غريب) لإيجاد العلاقة بين استهلاك الاوكسجين الحيوي الممتص (BOD_5) و استهلاك الاوكسجين الكيميائي (COD). وتم إجراء تحليل إحصائي لقراءة شهرية وأوضحت الدراسة إن الانحدار غير الخطي يقلل من قيمة معامل التغيير، يجهز متبقيات بتوزيع طبيعي ونتائجه ذات دقة أعلى من الانحدار الخطي.(Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005) بواسطة التحليل الاعتيادي (BOD_5)، العملية تتوقف بعد خمسة أيام لذلك إن قيمة (BOD_5) يكون اقل من قيمة (COD)، لذلك يتم اكتمال عملية هضم المواد مثل كلكوز حيث تكون النسبة بين BOD/COD مساوية إلى (0.69) وان هذه النسبة تكون اقل بالنسبة لمياه المخلفات المعالجة. (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005)

وصف المشروع

مركز معالجة تصفية المياه الثقيلة في محافظة بابل الذي يعالج المياه الثقيلة المخدومة بشبكة مياه المجاري الثقيلة ومياه الإمطار والتي تشكل نسبة (% 10) من مركز المحافظة، ويتكون من مراحل المعالجة التالية:

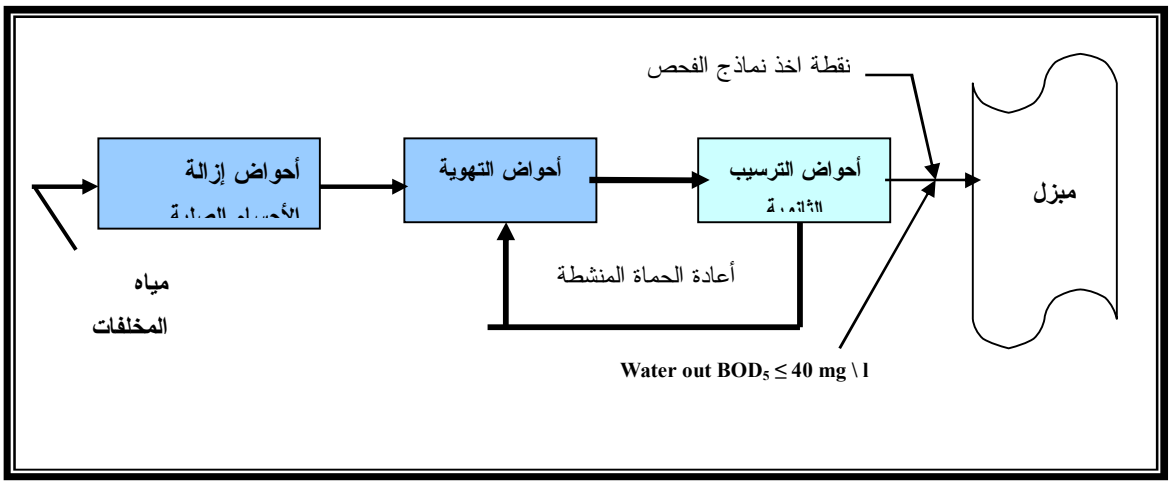
١- المرحلة الأولية: وتتم في هذه المرحلة عملية إزالة الرمل والحصى والمواد الطافية الكبيرة (حيوانات ميتة، أشجار عالقة).

٢- مرحلة التهوية: ويتم خلال هذه المرحلة ضخ الاوكسجين المذاب لإنعاش البكتريا الهوائية الموجودة لزيادة فعاليتها في تحليل المادة العضوية ويتم عن طريق مراوح تهوية موزعة على مسافات متساوية.

٣- أحواض الترسيب الثانوية: ويتم ترسيب المواد العالقة وتصفية المياه وإعادة الحماة المنشطة إلى أحواض التهوية مرة أخرى وبعد ذلك يتم طرح المياه المعالجة إلى المبزل قريب من مركز المعالجة.

يتم اخذ نماذج الفحص للبحث بعد أحواض الترسيب النهائية أي قبل طرحها إلى المبزل لغرض أجـراء فحص BOD_5 و COD والتي قيمتها مبينة في جدول (١) (مركز معالجة وتصفية المياه الثقيلة).

مخطط (١) يبين سير المراحل الأساسية لعمل مركز معالجة وتصفية المياه الثقيلة (المعميره).



شكل (١) مخطط سير عمليات المعالجة في مركز معالجة وتصفية المياه الثقيلة. (مختبر مركز تصفية المعميره)

هدف البحث: دراسة التحليل الإحصائي للمياه المعالجة بـين المتغيـر BOD_5 و COD بالنـسبة لمركـز معالجة وتصفية المياه الثقيلة لمحافظة بابل(المعميرة) خلال ثلاثة أشهر(تموز، أب، حزيران) لعام ٢٠٠٧.

منهاج العمل

١-**النمذجة الحقلية:** تم أجراء فحص عينات المياه المعالجة من قبل مركز معالجة وتصفية المياه الثقيلـة في محافظة بابل (المعميرة) وشملت الأوكسجين الحيوي الممتص(BOD_5)، واستهلاك الاوكسجين الكيميـائي (COD)، بآخذ نماذج أسبوعية من أخر مرحلة التصفية المياه الثقيلة (المياه المعالجة) وخـلال عـام ٢٠٠٧ ولمدة ثلاثة أشهر (تموز،أب،حزيران)، شكل (٢) يبين العلاقة بين الفتـرة الزمنيـة لأخـذ العينـات وقـيم الاوكسجين الحيوي الممتص(BOD_5) المقاسة من الموقع، بينما شكل (٣) يبين العلاقة بين الفترة الزمنية وقيم استهلاك الاوكسجين الكيميائي (COD) المقاسة خلال نفس الفترة الزمنية.

٢- **نظرية العمل الإحصائي:** إن معرفة دقة نتائج أي نظام لتحليل الإحصائي بالاعتمـاد علـى معامـل التغيير، متبقيات توزيع طبيعي والتي يمكن الحصول عليها من خلال الطريقة المدرجة أدناه وكما يلي.) (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005

أ- **الانحدار الخطي Linear regression model** (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005)

$$Y= a +b X + \text{error term}$$

حيث إن:

X: independent variable (COD) mg/l.
Y: dependent variable (BOD_5) mg/l.
a: Intercept.
b: regression coefficient (or slope).
S: Standard error of the estimate.

التخمين بواسطة طريقة المربعات الصغرى نحصل على المعادلة الإحصائية الآتية:

$BOD_5 = 0.016 + 0.402\ COD$ .....(1)

ب- **التحليل غير الخطي Nonlinear regression.** (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005)

X: COD

Y: Ln (BOD_5

التخمين بواسطة طريقة المربعات الصغرى نحصل على المعادلة الآتية:

$Ln\ BOD_5 = 1.824 + 0.023\ COD$ ..... (2)

التحليل الإحصائي

تم اعتماد التحليل الإحصائي الذي سبق وصفه في نظرية العمل ومن خلال البرنامج الجاهز (Spss, version 11) أنجزت جميع العمليات الإحصائية المطلوبة والمتمثلة بالجدول (٢) وذلك باستخدام طريقة المربعات الصغرى للبيانات الموضحة في جدول (١) وحسب اسلوب تحليل المتبع من قبل (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005) وكانت نتائج كما مبينة في جدول (٢).

أفضل معلومات (data) تعطي أفضل نتائج للموديل عندما يكون قيمة عالية إل (R^2)، واقل قيمة Std error of the estimate، والأقل قيمة mean square error،وقيمة جيدة لكل من t, F على التوالي. حيث إن قوة تثبيت الموديل يحدده معامل التحديد R^2 وذلك لانه مؤشر مهم جداً في تحديد دقة الموديل، وعليه يكون الموديل ذات دقة جداً عالية عندما يكون معامل R^2 مساوياً إلى (٠,٩٧)، وفي هذه الدراسة كان معامل R^2 النسبة للانحدار الخطي مساوي إلى (٠,٩٦) والانحدار غير الخطي كان (٠,٩٦٥) تم الاعتماد بالتحليل على ما تم ذكره من قبل قبل (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005).

معيار أخر يحدد قوة الموديل هو المعيار الخطأ المخمنStandard error of the estimate وكان قيمة للانحدار الخطي مساوية إلى (٠,١١٢)، في حين الانحدار غير الخطي كان (٠,٠٦٥).

أهمية الموديل تكون من خلال اختبار(F _ test) عند مستوى معنوية (٥%) المعتمدة على درجة الحرية (n – q –1) ومقارنتها مع قيمة Fالجدولية، وكانت قيمة F لمعادلة الانحدار الخطي مساوية إلى (٨٠٨٨٦) و غير الخطي (٧٤٧) والمبينة في جدول (٢)، وحيث كانت القيمة F المحسوبة لكلا النموذجين اكبر من قيمة {F الجدولية(0.05,1,27)=4.21}.

لتحديد دقة التنبؤ يمكن من خلال حساب معدل المطلق للخطأ النسبي (average absolute relative error)

والمعرفة من خلال المعادلة (٣) قبل (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005).

$$AARE = \frac{1}{n}\sum_{i\approx 1}^{n}\left|\frac{Yi}{Yi} - \frac{Yi^{\wedge}}{Yi}\right| \quad .....(3)$$

حيث إن

Y_i: قيم BOD_5 المقاسة

$Y_i^{\wedge}$: قيم BOD_5 المتوقعة

N: حجم العينة (٢٩)

حيث إن قيمة AARE يكون (٠,١٥٣٨)، يشير إلى إن الأخطاء المتوقعة تكون بمعدل (١٥,٣٨%) للقيم المتوقعة يمكن اعتبارها نتائج جيدة.بالنسبة لمعادلة الانحدار الخطي، بينما كان للانحدار غير الخطي (١,٤٠٥٧).

شكل (٤) يبين العلاقة بين القيم المتوقعة وبين قيم المتبقيات، ويشير إن دقة الموديل بالنسبة للقيم المتوقعة تبين إن هنالك علاقة بين القيم المتوقعة مع المتبقيات (Residuals) بالنسبة لنموذج الانحدار الخطي ويعتبر هذا الموديل جيد للتنبؤ.

شكل (٥) يبين العلاقة بين القيم المتوقعة وبين قيم المتبقيات، ويشير إن دقة الموديل بالنسبة للقيم المتوقعة تبين انه لا توجد علاقة بين القيم المتوقعة (المخمنة) مع المتبقيات (Residuals) بالنسبة لنموذج الانحدار غير الخطي.

تم اعتماد فحص البواقي (residual test) لفحص دقة الموديل الرياضي (العلاقة) بين BOD_5 و COD. حيث يبين الشكل (٤) و (٥) فحص البواقي للانحدار الخطي وغير الخطي على التوالي والذي يشير كل منهما الى عشوائية البواقي أي لا توجد علاقة بين قيم البواقي والقيم المتوقعة (المحسوبة من خلال الموديل)) (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005)

اختبار معامل Durbin _ Watson (d)، والذي يوضح الارتباط الذاتي. حيث تكون قيمته تتراوح بين (4 _ 0)، القيم التي تقترب من (٠) تشير إلى أقصى ارتباط ذاتي موجب (extreme positive autocorrelation)، وعندما يكون قريب من (٤) يشير إلى أقصى ارتباط ذاتي سالب (extreme negative autocorrelation)، وعندما يكون قريب إلى (٢) يشير إلى انه توجد ارتباط ذاتي غير متتابع أو متسلسل (no serial autocorrelation). إذا قيم إل (d) تكون بين ١,٥ و ٢,٥ تشير إلى استقلالية المشاهدات (independence of observation) (www2.chass.ncsu.edu / garson / pa765 / regress.htm).

حيث كانت قيم d بالنسبة للانحدار الخطي d= 1.89 فيشير إلى انه يوجد ارتباط ذاتي غير متسلسل وذلك لانه قريب من (٢) (No serial autocorrelation). أما بالنسبة للانحدار غير الخطي حيث كانت قيمة d = 1.284 فهذا يشير إلى استقلالية المشاهدات.) (Al – Samawi.A.A, *et al.*, 2005).

الاستنتاجات

١- إن التحليل الإحصائي للانحدار الخطي أعطى أفضل تنبأ للمتبقيات وكان يوجد ارتباط ذاتي غير متسلسل، وكان رسم العلاقة بين المتبقيات وقيم المتوقعة توجد علاقة بينهما، وكان قيمة AARE= 15.38، Std.error of the estimate = 0.112، V.C% = 32.48، وقيمة F= 80886، adjusted R square = 0.999.

المصادر

الفتلاوي، علاء حسين وادي (٢٠٠٠)." خصائص مياه الفضلات البلدية في العراق خلال عام ١٩٩٩"، الندوة العلمية الأولى عن التلوث البيئي في محافظة بابل، كلية العلوم _ جامعة بابل.

عبد الماجد، هجو محمد (٢٠٠١)." مخلفات الصرف الصحي: الخواص والمعالجة وإعادة الاستخدام " الطبعة الأولى، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.

العمر، مثنى عبد الرزاق (٢٠٠٠)." التلوث البيئي " الطبعة الأولى، دار وائل للطباعة والنشر، الأردن.

Tebbutt ,T.H.Y.(1998)." Principles of the water quality control " ,Butterworth Heineman.

العادلي، بتول محمد؛ حمزة، حازم عزيز ؛ هادي، زينب مهدي (٢٠٠٦)." خواص المياه المعدومة الناتجة عن عمليات المعالجة في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المعميرة " وقائع المؤتمر العلمي السنوي الثاني لبحوث البيئة، مركز بحوث البيئة، جامعة بابل.

Ali, Rash.(2008)." Effect of using of porcelanite on the performance of water and waste water treatment " .M.Sc. Thesis, college of engineering , University of Babylon, Iraq.

AL-Samawi ,A.A; Majeed ,N.A; and Shareef, S.F (2005)." Regression analysis for the organic characteristics of Abu_ Ghraib dairy waste water" , conferences the first in Babylon University , Environmental search center locally.

مديرية مجاري بابل _ مركز معالجة وتصفية المياه الثقيلة _ قسم السيطرة النوعية.

Table (1) weekly values of BOD_5 and COD effluent of Al –Muamer waste water treatment plant (مركز معالجة وتصفية المياه الثقيلة)

date	BOD_5	COD
3/7/2007	19	49
4/7/2007	٢١,٥	٥٣
11/7/2007	١٢	٣٠
15/7/2007	٨	٢٠
19/7/2007	١٢	٣٠
23/7/2007	٢٥	٨١
26/7/2007	22	75
30/7/2007	١٣	٣٢
1/8/2007	٢٠,٥	٥١
3/8/2007	19	٤٠
5/8/2007	١٦,٥	٤١
9/8/2007	٢٠	٥٠
12/8/2007	١٤	٣٥
19/8/2007	١٦	٤٠
22/8/2007	٢٢	٥٥
26/8/2007	١٧	٤٢
30/8/2007	١٤,٥	٣٦
31/8/2007	١٣,٥	٣٣
2/9/2007	١٤,٥	٣٦
4/9/2007	٢٠,٥	٥١
9/9/2007	٢٥,٥	٦٣
11/9/2007	22	٤٣
16/9/2007	٢٥,٥	٦٣
18 /9/2007	٢١,٦	٥٤
21 /9/2007	٢٥	٦٢
23 /9/2007	٢٧	٦٧
25 /9/2007	٢٦	٦٥
27 /9/2007	٢٣	٥٧
30 /9/2007	٢٤	٦٠

جدول(٢) يبين الخصائص الإحصائية للمعادلات الخطية واللاخطية.

Model summary

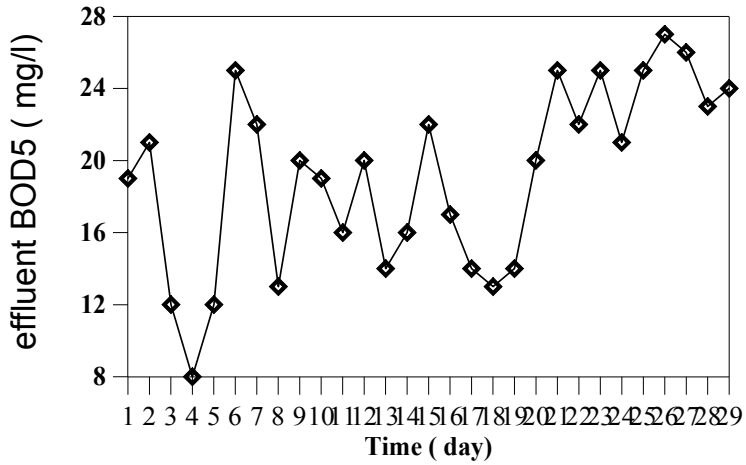
model	R	R_ square	Adjusted R_ square	Std Error of the estimate	Durbin _ Watson
Linear	0.999	0.999	0.999	0.11235	1.89
Non _linear	0.982	0.965	0.964	0.065619	1.284

ANOVA

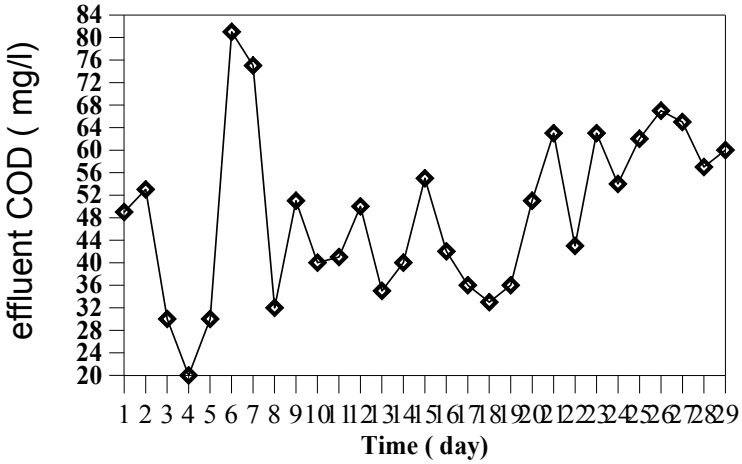
model		Sum of squares	df	Mean square	F	Sig
Linear	Regression	1020.987	1	1020.978	80886.082	0.000
	Residual	0.341	27	0.013		
	Total	1021.319	28			
Non_ linear	Regression	3.219	1	3.219	747.641	0.000
	Residual	0.116	27	0.004		
	Total	3.336	28			

Coefficient

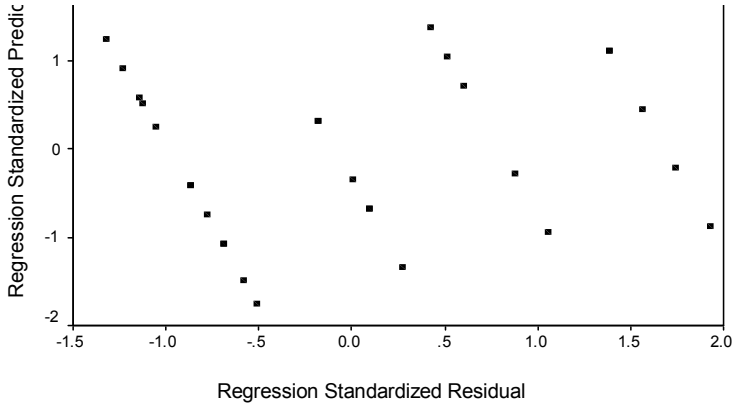
model		Unstandardized Coefficient		standardized Coefficient	t	Sig
		B	Std. Error	Beta		
Linear	1 (constant)	0.016	0.069	1.00	0.24	0.00
	X	0.402	0.001		284.405	0.00
Non _ Linear	1 (constant)	1.824	0.04	0.982	45.557	0.00
	X	0.023	0.001		27.343	0.00



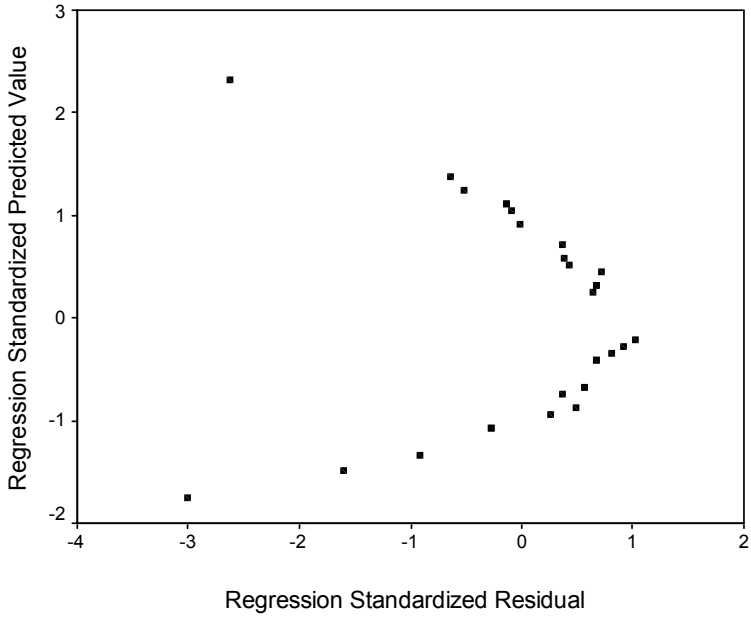
شكل (٢) يبين العلاقة بين الفترة الزمنية وقيم الاوكسجين الحيوي المستهلك(BOD_5) المقاسة



شكل (٣) يبين العلاقة بين الفترة الزمنية وقيم استهلاك الأوكسجين الكيميائي المقاسة (COD)



شكل (٤) يبين العلاقة بين القيم المتوقعة و قيم المتبقيات بالنسبة للانحدار الخطي



شكل (٥) يبين العلاقة بين القيم المتوقعة و قيم المتبقيات بالنسبة للانحدار غير الخطي