بناء منظومة معالجة بيولوجية مختبرية جديدة لخفض التلوث ببعض الملوثات اللاعضوية والعضوية في المياه الصناعية المصرفة

د.علي شهاب احمد* د. سامرة يونس يوسف*

تاريخ التسلم:2009/7/28
تاريخ القبول:2010/1/7

الخلاصة

تم بناء وتنفيذ منظومة معالجة بيولوجية مختبرية جديدة لخفض تلوث المياه الصناعية المطروحة ببعض الملوثات اللاعضوية (الامونيا ، النتريت ، النترات ، الكبريتات) والعضوية (الطلب الحياتي للاوكسجين ، BOD_5 و اليوريا والمواد العالقة الكلية وذلك من شركة إنتاج الأسمدة النتروجينية . لقد استخدمت أوساط زراعية محورة من قبلنا في تثبيت المتغيرات الخاصة بالدراسة . استخدمت تقنية تقييد الخلايا في جميع وحدات المنظومة المؤلفة من الوحدة الخليطة (Mixo-unit) ذات الفضاءات غير المفصولة ووحدة الدنترة ووحدة ازالة الكبريتات وشغلت المنظومة بنظام الوجبة الواحدة وانتخبت الوحدة الخليطة لتشغيلها بنظام التغذية بدفعات (Fed Batch Techique) للحجم التشغيلي الكلي . أزيلت الامونيا بتركيز ابتدائي 1300ملغم / لتر والكبريتات بتركيز 3800 ملغم / لتر من الوسط الزرعي المختبري (ND-A) وبنسبة 50% و45 % خلال 48 ساعة من تشغيل الوحدة الخليطة بتقنية الوجبة الواحدة ، وأنجزت الإزالة خلال سبعة أيام . اما بتقنية التغذية بالدفعات فقد حدد وقت الاحتباس الهيدروليكي المطلوب لإزالة الامونيا بتركيز 500 ملغم / لتر والكبريتات بتركيز 1300 ملغم / لتر بـ 40 ساعة. وبعد استخدام أربعة دفعات استقر وقت احتباس عند 25- 26 ساعة لازالة نفس التراكيز وبدون ظهور تراكيز غير مسموحة من النتريت والنترات فضلا" عن انخفاض قيم BOD الثابتة إلى الحدود المسموحة . أزيلت الامونيا والنتريت والنترات من المياه الصناعية المهيأة للمعالجة البيولوجية والمياه المطروحة بعد المعالجة باستخدام الوحدة الخليطة وبعد مرور أربعة أيام واقل من ثلاثة أيام على التوالي بنظام الوجبة الواحدة . أزيلت النترات بتركيز 500 ملغم / لتر في وحدة الدنترة خلال 48 ساعة باستخدام الوسط الزرعي المحور (O3a-A) . أما الكبريتات فقد أزيلت من الوسط المحور (C- medium) بتركيز 2129 ملغم / لتر وخلال ثلاثة أيام بنظام الوجبة الواحدة وظروف لا هوائية .

الكلمات المرشدة : بكتريا ذاتية التغذية ؛ بكتريا متعددة الايض ؛ وحدة متعددة ؛ ملوثات لاعضوية .

* كلية العلوم، جامعة بغداد / بغداد

https://doi.org/10.30684/etj.28.9.15
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Build a New Biological Treatment Laboratory System to Reduce Pollution of Some Inorganic and Organic Pollutants in Industrial Wastewater

Abstract

Instruction and implementation of a new laboratory biological treatment system -unit . The complete removing was achieved after 7 days . The hydraulic were achieved to reduce the pollution of industrial wastewater of artificial fertilizers company with some inorganic pollutants (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- AND SO_4^{2-}) and organic (Biological Oxygen Demand , BOD_5 ; urea and Total Suspended Solids ,TSS). The modified culture media ,by me , were used to optimize the specific variables related to this study . Immobilized technique was used in all units of biological system that consists of Mixo- unit with non discrete spaces, Denitrifying and Sulfate reducing units .

The mixo-unit was operated by Fed- batch technique of the whole volume meanwhile the other units by batch technique . In laboratory artificial medium (ND- A) the primary concentration of ammonium and sulfate were 1300 mg / l and 3800 mg / l and reduced to 50% and 45% respectively in Mixoretention time required to reduce 500 and 1300 mg / l of ammonium and sulfate respectively in fed- batch culture was 40 hr . The retention time of fed- batch became stable at a range of 25 -26 hr in removing the same concentrations and not across the environmental limitations of NO_2^- , NO_3^- , in addition to reduce the BOD to the allowable concentration . The ammonium , nitrite and nitrate were reduced after 4 and 3 days for pretreated and disposed treated wastewater respectively using Mixo- unit and batch technique . Nitrate was removed by concentration of 500 mg / l in denitrifying unit using the modified medium (O3a– A) . The sulfate was removed in modified medium (C- medium) by concentration of 2129 mg / l during 3 days using batch technique and anaerobic conditions.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المقدمة:

وضع مفهوم المعالجة البيولوجية ونقاط السيطرة فيها والتي تتمثل بتركيز مادة الأساس المحددة لنمو الكائن المجهري المنتخب ووقت الاستبقاء(Retention time) وعامل التحميل (Loading Factor) ، (Tyagi & Rittman,1992 ; Du,1994).

استخدمت عدة أنواع من منظومات المعالجة البيولوجية وبتقنيات مختلفة اعتمادا" على نوع الملوثات وتراكيزها في المياه الصناعية المطروحة ومن هذه المنظومات منظومات المعالجة الهوائية المعتمدة على تكوين لبدات طبيعية بهيئة اغشية حيوية (Biofilms) استخدمت من قبل Baladerston و Men (1976) لمعالجة التلوث باليوريا والامونيا وتحويلها إلى نترات .كما استخدمت تقنية تثبيت الخلايا على مواد تقييد طبيعية وصناعية . فقد استخدم Frick و Richard (1985) كسر الصخر كمرشح حيوي (Biofilter) لإزالة التلوث بالامونيا عن طريق النترجة والدنترة سواء في فضاءات منفصلة أو في خزان واحد (Thorn,1996) . كما استخدم Nenov (1992) مواد صناعية مثل Polyurthan في منظومة معالجة الامونيا بالنترجة والدنترة لمياه صناعية وباستخدام نوعين من البكتريا ذاتية التغذية Nitrosomonas europaea وعضوية التغذية Paracoccous denitrificans أما Grim وجماعته (1984) فقد استخدم حبيبات الالياف الزجاجية الصلبة لتقييد بكتريا اختزال الكبريتات (Sulfate Reducing Bacteria) في عمود لا هوائي لاختزال الكبريتات . أشار Focht وجماعته (1980) إلى أهمية تثبيت الخلايا على حامل (Support) حيث إنها تزيد عن فترة استبقاء الكتلة الحيوية وزيادة كفاءة الإزالة إلى عشرة أضعاف بالمقارنة مع المزارع السائلة .

أزيلت مركبات النتروجين بتركيز 480-530 ملغم / لتر بوجود تركيز طلب حياتي للأوكسجين 3000 ملغم/ لتر من مخلفات التخمير عن طريق النترجة والدنترة في خزان واحد واستمرت المعالجة مدة أسبوعين (Hikuma, *et.al* , 1992) . أما Briglia و Verstraets (1995) فقد نجحا في تصميم منظومة معالجة للكبريتات في ظروف لا اوكسجينية (Anaerobic Condition) وجد Van-Niel وجماعته (1992) كفاءة بكتريا Alcaligenes faecalis على انجاز النترجة العضوية والدنترة الهوائية واللاهوائية باستخدام الخلات والامونيا وبينا إن حصول احد العمليات الايضية يعتمد على تراكيز الأوكسجين المذاب والمصدر العضوي ونواتج النترجة . وجد Kester وجماعته (1997) كفاءة بكتريا Ns. europaea على انجاز الدنترة وتحرير اكاسيد النتروجين الغازي N_2O و NO في ظروف تهوية جيدة كنواتج لعملية اكسدة الامونيا وان مصدر الغازات هذه هو النتريت .

ولابد من الإشارة إلى ما وجده Postgate (1984) من كفاءة بكتريا Desulfovibrio desulfuricans على اختزال الكبريتات التحطيمي (Dissimilatory) وإزالة تراكيز وصلت الى 300 ملغم / لتر وخلال 48 ساعة .

المواد وطرائق العمل
Materials and Methods

1- تعيين تراكيز الملوثات

م تعين تراكيز الملوثات NH_3 ؛ NO_2^- ؛ NO ؛ SO_4^{2-} ؛ الطلب الحياتي للاوكسجي ، BOD_5 والمواد العالقة الكلية Total Suspended Solids، استنادا" إلى (APHA,1985) . تم اعتماد اعتماد الطرق الضوئية والمحنيات القياسية لتعين الامونيا والكبريتات والنترتيت والنترات (Nesslerization ، 425 نانومتر ؛ Barium Chloride method ، 420

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نانومتر ؛ Diazotization ، 520 نانومتر ؛ Sulfamic acid method ، 206 نانومتر على التوالي) . تم تعيين BOD_5 باستخدام طريقة التسحيح الكيمائية اما المواد العالقة الكلية فقد استخدمت طريقة الترشيح الوزنية.

2- عزلات البكتريا

استخدمت عزلات بكتريا محلية وهي AN3 متعددة الانظمة ؛ seudomonas stutzeri (ASA-3) وبكتريا Desulfovibrio desulfuricans sub spp.A (ASA-4) والمعزولة من التربة من قبل احمد (2000) .

3- الأوساط الزراعية

استخدم وسط المرق المغذي (Nutrient broth) في تنشيط وتنمية عزلات بكتريا AN3 و ASA-3 . أما الوسط C-medium (Postgale,1984) فقد استخدم في تنمية بكتريا اختزال الكبريتات ASA-4 .

ولغرض اختبار كفاءة إزالة الامونيا والكبريتات فقد استخدام الوسط المحور الجديد ND-A المقترح من قبل احمد (2000) . أما اختزال النترات من قبل ASA-3 فقد استخدم الوسط (O3a-A) المقترح من قبل احمد (2000) ولاختبار اختزال الكبريتات من قبل بكتريا ASA-4 فقد استخدم الوسط الزرعي C-medium .

4- مصادر المياه الصناعية المطروحة

استخدمت المياه الصناعية المطروحة من شركة أسمدة الشمال وهي على نوعين هما المهيأة للمعالجة والمطروحة بعد المعالجة البيولوجية . كانت تراكيز الامونيا في هذه المياه 692 و 462 ملغم / لتر والنترات 6.8 و 150 ملغم / لتر والنتريت 40.0 و 38.0 ملغم / لتر على التوالي أما اليوريا فكانت تشكل 50% من تراكيز الامونيا .

5- مدعمات النمو

أضيفت المدعمات المؤلفة من دارئ الكاربونات 10 مليمولر والخلات بنسبة 1:2 (خلات : مادة أساس)؛ كلوريد الكالسيوم ، 0.02 ملغم / لتر؛ KH_2PO_4 ، 0.5 غم / لتر إلى المياه الصناعية بعد تعقيمها بالموصدة (121مْ لمدة 15 دقيقة).

6- تم تقدير المواد الصلبة الكلية (TSS) والطلب الحياتي للاوكسجين (BOD_5) بالاستناد إلى ما جاء في APHA (1985) وذلك للمياه الداخلة والخارجة من المنظومة .

7- تقييد الخلايا البكترية

تم تقييد الخلايا البكترية على مواد تقييد طبيعية وهي الفحم المحلي ويمثل الطور الطافي وكسر الحجر الجيري والذي يمثل الطور الغاطس.حيث حدد حجم مواد التقييد بـ 0.5- 1 سم^3 . تم تنشيط مواد التقييد بالغسل بمحلول ملحي 25% ثم الغسل لعدة مرات بماء مقطر لا ايوني والتجفيف (105مْ لمدة 12 ساعة) .

مزج عالق البكتريا مع مادة التقييد لمدة نصف ساعة ولعدة مرات خلال ساعتين وقد استخدمت ظروف لا هوائية لتقييد خلايا بكتريا اختزال الكبريتات (احمد، 2000) .

8- بناء منظومة المعالجة البيولوجية المختبرية

تم بناء المنظومة من قبلنا . يوضح كل من المخطط (1) والشكل رقم (1) المنظومة. تألفت المنظومة من الوحدة الخليطة Mixo-Unit بحجم تشغيلي 2.5 لتر وهي من نوع النظام المفتوح ثلاثي الأطوار تحتوي على مواد مقيدة بنسبة 80% من حجم الوحدة . تم ضخ المياه من الأعلى (down-flow) . كما تم ضخ هواء مرشح عبر مرشح غشائي بحجم (1 vvm) . وهناك نظام إعادة تدوير لغرض التجانس . استخدم الفحم المحلي وكسر حجر الكلس كأطوار طافية وغاطسة على التوالي . استخدمت عزلة البكتريا AN3 في هذه الوحدة (احمد ، 2000) .

أما وحدة الدنترة فصممت لتعمل بتقنية المرشح الحيوي Biofilter وبحجم تشغيلي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.5 لتر واستخدم كسر الحجر بنسبة 80% من حجم الوحدة التشغيلي وكانت الوحدة تعمل في ظروف لا هوائية . واستخدمت عزلة البكتريا ASA-3 المقيدة .

أما الوحدة إزالة الكبريتات فهي عبارة عن حاوية بحجم تشغيلي 2.5 لتر استخدم فيه كسر الحجر بنسبة 90% محمل ببكتريا اختزال ASA-4 في ظروف لا هوائية باستخدام البرافين السائل المعقم .

تم ربط وحدات المنظومة بشبكة من التوصيلات الزجاجية والمرنة وعبر صمامات ثنائية وثلاثية حيث يمكن تشغيل المنظومة ككل أو بشكل منفصل وتنتهي المنظومة بمرسب Settler يرتبط بجميع الوحدات .

النتائج والمناقشة Results and discussion

أ - تشغيل وحدات المنظومة بتقنية الوجبة الواحدة باستخدام الأوساط المختبرية والمياه الصناعية .

1- الوحدة الخليطة

يوضح الشكل-2 إزالة الامونيا والكبريتات بتراكيز أولية 1329 و3800 ملغم / لتر على التوالي في الوحدة الخليطة بتقنية الوجبة الواحدة باستخدام عزلة البكتريا AN3 المقيدة على الفحم وكسر الصخر وبعدد خلايا 9.8 *10^9 خلية / سم2 . استمرت الوجبة فترة 8 أيام أزيلت الامونيا خلالها بنسبة 91.7% والكبريتات بنسبة 56% والطلب الحياتي للأوكسجين (BOD_5) من 600 ملغم / لتر إلى 25.5 ملغم / لتر بعد مرور 6 أيام واستمر ثبات المواد العالقة الكلية (TSS) والكثافة الضوئية للنمو Optical Growth Density (O.D.) في الدفق الخارج Effuent بعد اليوم الرابع .

يلاحظ من الشكل انخفاض الامونيا والكبريتات بنسبة 50% خلال 48 ساعة ولم تظهر تراكيز غير مسموحة من النتريت والنترات خلال مدة التشغيل فضلا" عن عدم تحرير غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S بسبب استهلاك الكبريتات . إن تصميم برنامج رياضي للوحدة الخليطة يعتمد على المحددات الخارجية فقط ولا يمكن اعتماد أي برنامج رياضي محدد لوجود أطوار متعددة في نفس الحوض وهذا ما أكده Tyagi و Du (1994) في عدم إمكانية تثبيت نموذج رياضي للمرشح الحيوي لوجود المتغيرات الكثيرة الداخلة في الدراسة . لذلك استخدمت علاقات BOD_5 مع إزالة الملوثات جميعها في عمليات أكسدة واختزال متداخلة بفعل نوع واحد من الأحياء المجهرية متعددة الايض (AN3) أما TSS و DO فهي تمثل ما موجود في الدفق الخارجي فقط وليس للمنظومة ككل وقد استخدمت كمقياس غير مباشر لمراقبة العلاقة بين النمو وإزالة الملوثات . أما نواتج إزالة الملوثات فلم تعبر عن عمليات تنفسية فقط وذلك لانخفاض تراكيزها المطروحة (NO_3, NO_2, H_2S).

أزيلت الملوثات من المياه الصناعية المهيأة للمعالجة خلال فترة أربعة أيام وللمياه المعالجة خلال يومين وكانت بحدود 500 ملغم / لتر للامونيا وخلال يومين فقط (الأشكال 3،4) . إن اختلاف فترة إزالة الامونيا يعزى الى تراكيز اليوريا الموجودة والتي من الممكن أن تتحلل إنزيميا" لينتج عنها ضعف تراكيزها من الامونيا . كما يلاحظ أن إزالة النترات في المياه المطروحة بعد معالجة قد استغرق مدة 24 ساعة (الشكل-4) . إن ما يميز الوحدة الخليطة عن بقية الوحدات هي نواتج إزالة الملوثات وتراكيز نواتج ايض هذه الملوثات بفعل نوع واحد من البكتريا .

2- وحدة الدنترة

يوضح الشكل-5 إزالة النترات في الوسط المختبري O3a-A المحور من قبل احمد (2000) . ازيلت النترات خلال فترة اقل من 98 ساعة بوجود عدد خلايا مقيدة 2*10^9 خلية / $سم^2$. كانت نواتج اختزال النترات هي تحرر غازات النتروجين

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بالدرجة الاساس استنادا" الى الفحوصات النوعية المنفذة سابقا".

يلاحظ من الشكل انخفاض BOD بشكل موازي لانخفاض النترات بسبب استخدامه كمصدر مانح للالكترونات لانجاز اختزال النترات . وقد تحققت المستويات المسموحة من النترات و BOD خلال 48 ساعة .

3- وحدة إزالة الكبريتات

أزيلت الكبريتات بفعل بكتريا Desulfovibrio desulfuricans sub spp.A (ASA-4) المقيدة على كسر الحجر بعدة $2*10^8$ خلية / سم^2 باستخدام الوسط الزرعي الصناعي C-medium المحور من قبل احمد (2000) وبتركيز كبريتات اولي 2129 ملغم / لتر (الشكل-6) . كانت الإزالة خلال فترة ثلاثة أيام والى المستوى المسموح به (400 ملغم / لتر). كانت إزالة الكبريتات بتقنية تقييد الخلايا أكفئ من إزالتها بتقنية المزرعة الحرة للخلايا المستخدمة من قبل Postgate (1984) وهي 1200 ملغم / لتر .

ب- إزالة الملوثات اللاعضوية (الامونيا والكبريتات) في لوحدة الخليطة بتقنية التغذية بدفعات (Fed batch Technique).

استثمرت محددات تقنية الوجبة الواحدة في الوحدة الخليطة (شكل-2)وهي تراكيزالامونيا والكبريتات المزالة وحركيات نمو البكتريا (أقصى معدل نمو نوعي -max μ 2) للكثافة الضوئية للنمو في الدفق الخارج وأقصى معدل نمو نوعي للمزرعة ككل max-2 μ والذي استخرج من العلاقة بين الاستهلاك الزمني لمواد الأساس الداخلة والمتبقي في الدفق الخارج .وفي ضوء الحسابات حدد وقت الاحتباس الهيدروليكي المطلوب لإزالة 500 ملغم / لتر من الامونيا و1000 ملغم / لتر من الكبريتات وكان الوقت 40 ساعة في حين ان وقت الاحتباس الهيدروليكي المطلوب لإزالة نفس التراكيز بالاعتماد على حسابات معدل النمو للدفق الخارج فقط (max-1 μ) هو 76.9 ساعة وبذلك ترجع الإزالة العالية للملوثات إلى الخلايا المقيدة بالدرجة الأولى وهذا تأكيد لما أشار إليه Focht وجماعته (1980) إلى تاثيرالخلايا المقيدة بكثافتها العالية على إزالة الملوثات بفترة زمنية اقل بسبب تضاعف سرعة النمو إلى عشرة أضعاف نمو الخلايا الحرة .

توضح نتائج التغذية بدفعات للحجم التشغيلي الكلي (2.5 لتر) في الجدول -1 انخفاض وقت الاحتباس من 40 ساعة ليستقر عند 25-26 لإزالة نفس التراكيز من الامونيا والكبريتات وهذا يعني الوصول إلى حالة الاستقرار Steady State لنمو الأحياء المجهرية وتكوينها لسمك ثابت من الغشاء الحيوي وكان الاستقرار بعد الوجبة الرابعة . و يلاحظ من النتائج ارتفاع معدل النمو النوعي ليستقر على 0.048 ساعة$^{-1}$ بدلا" من 0.025 ساعة$^{-1}$ في الدفعة الأولى ويعزى سبب ذلك إلى ثبات سمك الغشاء الحيوي وزيادة تراكيز واستبقاء الملوثات يلاحظ من الجدول -1 أيضا" الإزالة الثابتة لـ BOD في كل دفعة وعدم ظهور تراكيز غير مسموحة من النترات والنتريت .

المصادر

1. **احمد ، علي شهاب** .2000.المعالجة البيولوجية لبعض الملوثات الكيمياوية اللاعضوية في المياه الصناعية المطروحة . اطروحة دكتوراه . جامعة بغداد ، كلية العلوم ، قسم التقنيات الاحيائية.

References

APHA.(1985).Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th edn. . American Public Health Association. AWWA.WPCF,NF,Washington .

Balderston,. W.L. & Men,J .(1976). Nitrate removal in closed system equaculture by Columnar

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

nitrogen elimination pross . Biotech. Bioengi . 40 (1) : 130 .

Kister, R.A. ; Boer, W. de. & Laand broak, H.J. (1997). Production of NO & N2O by pure cultures of nitrifying and denifying bacteria during changes in aeration . Appl.Environ. Microbiol. 63 (10): 3827.

Nenov,V. ; Dobrevsky, I. & Turmanov , S. (1992) . Carries with internally entrapped nitrifying biomass 2 ert. Was. Abwo. Fors.25(4) :239.

Postgate , J.R. (1984). The Sulfate – Reducing Bacteria , 2 Edn.London , New York.

Ritttmann , B . (1992) . Innovation in biological processes for pollution control . P: 256 – 258 . Wiley – liss , Inc . Illinois .

Tyagi , R & Du , Y . (1994) . Modelling of west treatment system . In " process coputation in biotechnology . P: 280 . T. K. Ghose . (edt) . New York .

denitrification .Appl.Environ. Microbial.32(6): 808 .

Briglia, M. & Verstraete. W. (1995). Occurrence of sulphate Reducing Bacteria in natural and Artificial ecological miches.Universiteit-gent(Belgium).60(4b):2653 .

Focht,D;.Valoras,N& Letey,J.(1980). Use of interfaced gas chromatography-mass spectrometry for detection of concurrout mineralization and dentrification in soil,J.Environ. Qual.9:218.

Frick,B.R. & Richard, (1985). Experience with biological dentrification full scale drinking water treatment plant..Vom. Wasser,64:145.

Grim,D.;Cork, D. & Uphaus,R. (1984). Optimization of Desulfobacter for sulfate reduction . Develp.Indust.Microbiol. 26:709 .

Hikuma, M.; Mastsuok, H. ; Kawarou,M. & Karube,I. (1992) . Use of microbial electrodes for observation of microbiological

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول(1) ازالة الامونيا والكبريتات بتقنية التغذية بدفعات (Fed batch technique) في الوحدة الخليطة باستخدام بكتريا AN3 المقيدة [1] .

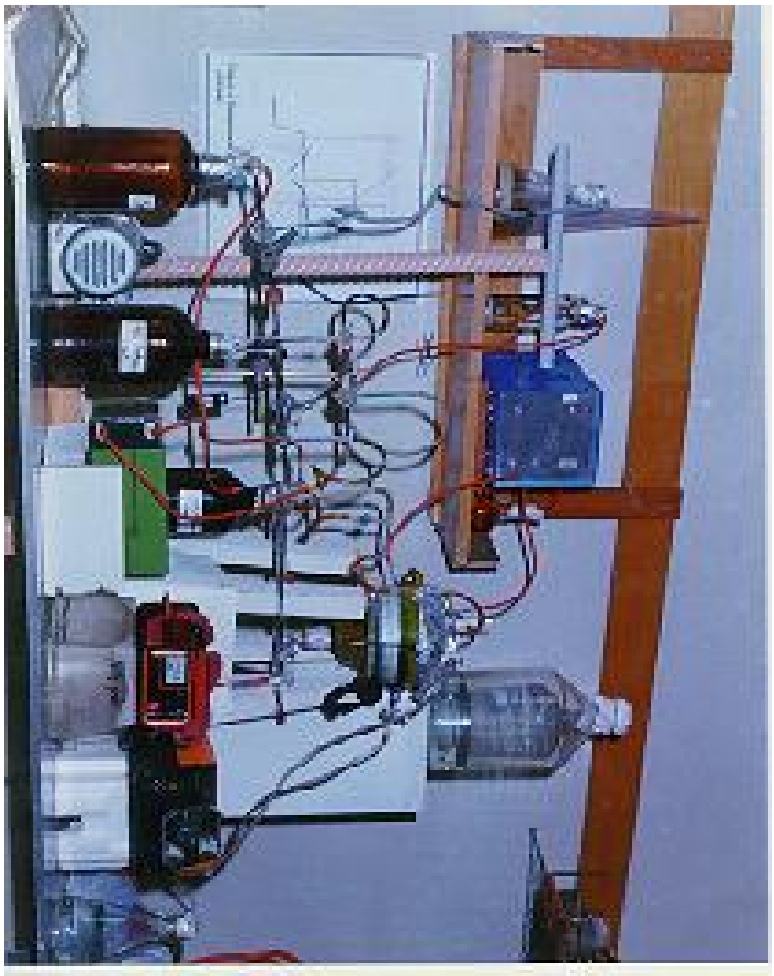
رقم الدفعة	الوقت ساعة[2]	(pH)	كثافة النمو (O.D) [3]	المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) (ملغم/لتر)	الامونيا (ملغم/لتر)	النتريت (ملغم/لتر)	النترات (ملغم/لتر)	الكبريتات (ملغم/لتر)	(BOD) (ملغم/لتر)
1	**0**	**8.2**	**0.19**	**100**	**505.6 (%93.7)**	**0.500**	**5.20**	**1300.0 (%74.6)**	**600**
	40	**7.7**	**0.450**	**200**	**35.2**	**0.30**	**3.68**	**330.0**	**37.0**
2	**0**	**8.2**	**0.092**	**70**	**510.2 (%95.5)**	**0.095**	**6.90**	**1320.0 (%71.2)**	**500**
	34	**7.6**	**0.446**	**210**	**23.5**	**0.002**	**5.70**	**380**	**62.5**
3	**0**	**8.1**	**0.100**	**90**	**512.4 (%92.2)**	**0.060**	**5.70**	**1350.0 (%75.9)**	**462.5**
	26	**7.4**	**0.460**	**210**	**40.1**	**0.020**	**2.16**	**343.0**	**50.6**
4	0	8.0	0.110	80	516.0 **(%95.7)**	0.060	3.66	1400 (%87.4)	510.0
	25	7.4	0.460	200	28.68	0.020	3.40	176.2	42.6

(1): الوسط الزرعي ND-A بتركيز امونيا 500 ملغم/لتر وكبريتات 1300 ملغم/لتر.

(2): تم تحديد الوقت باستخدام جهاز فحص الامونيا ذو المتحسس.

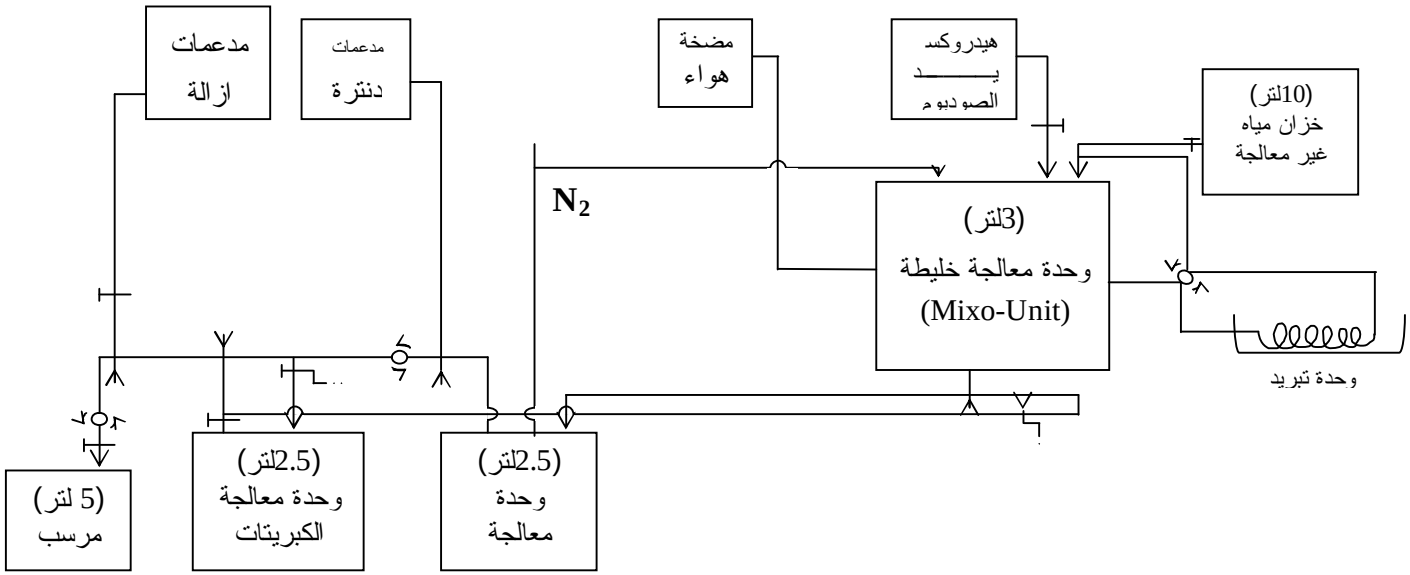
(3): كثافة النمو في الدفق الخارج (Effluent) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



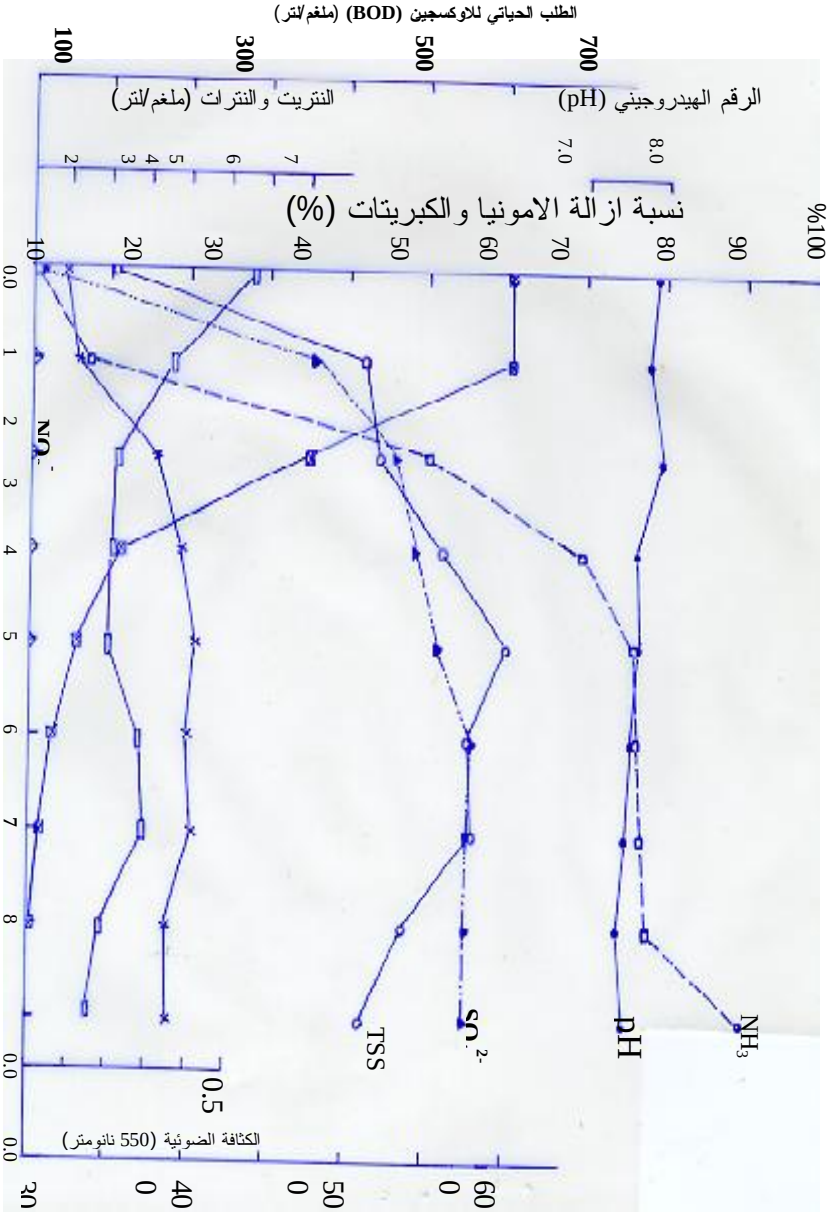
الشكل –1 : منظومة المعالجة البيولوجية المختبرية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



المخطط - 1 : منظومة المعالجة البيولوجية المختبرية

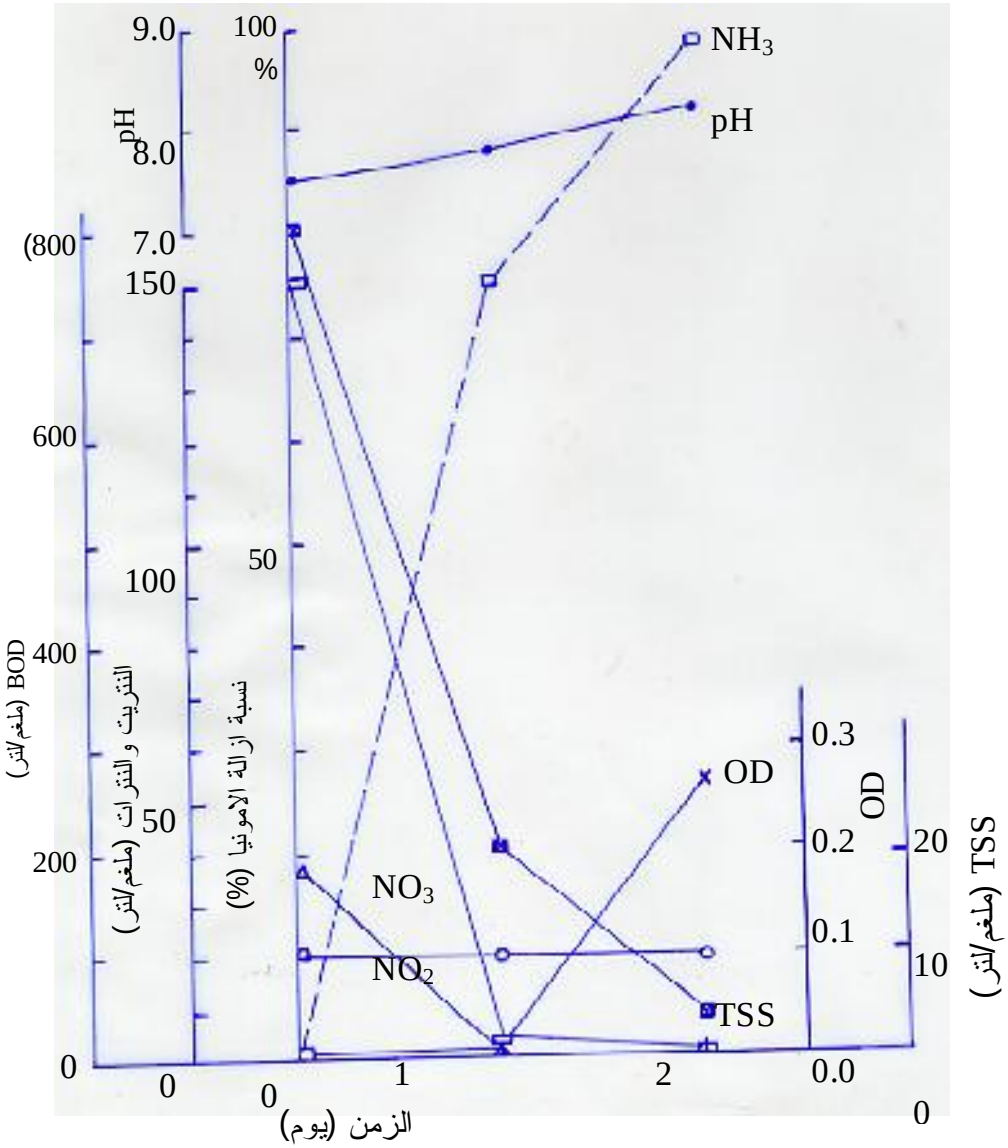
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل – 2 : ازالة الامونيا والكبريتات بواسطة بكتريا AN3 في الوحدة الخليطة بتقنية الوجبة الواحدة

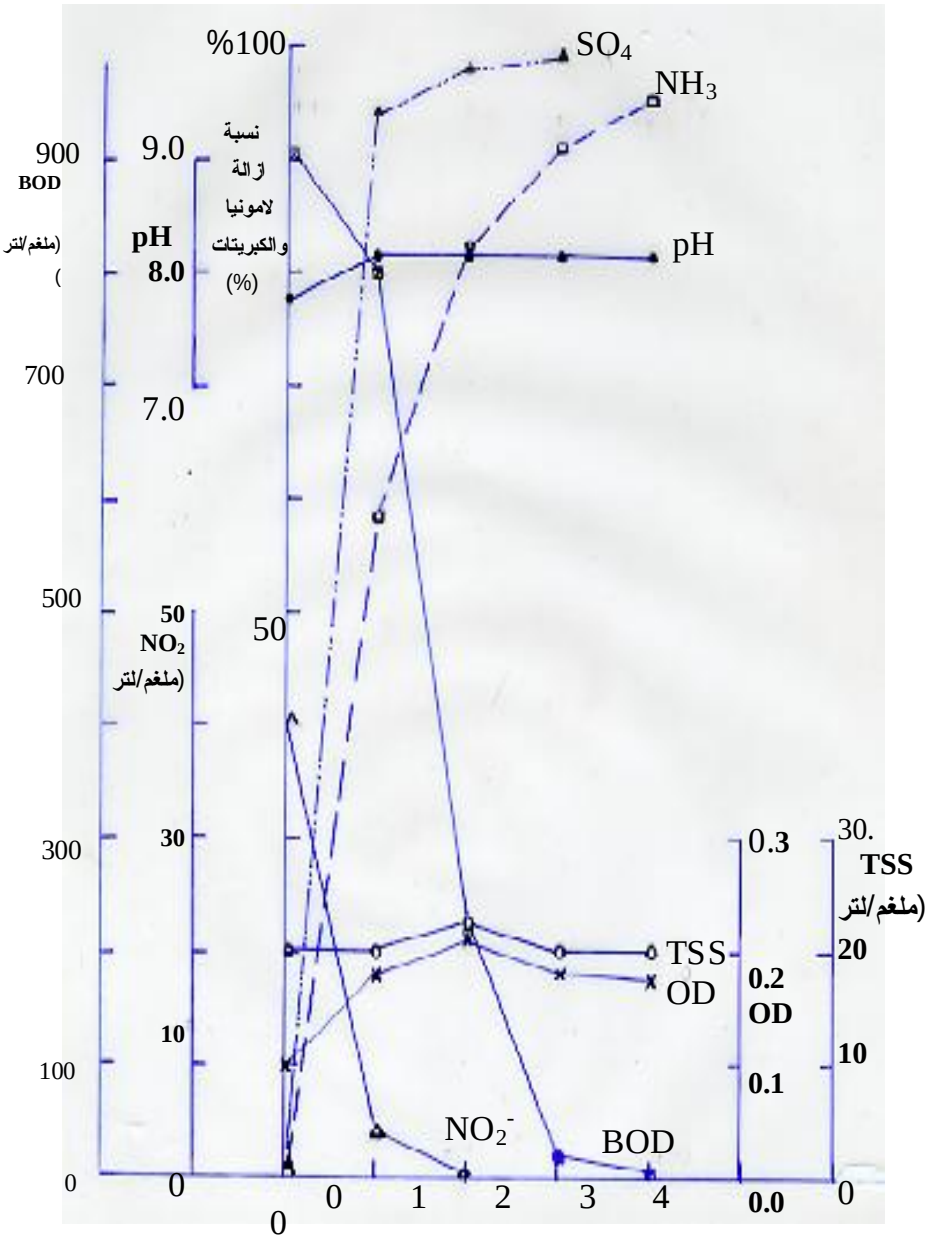
* كلية العلوم، جامعة بغداد / بغداد

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل – 4 : المعالجة البيولوجية لمياه صناعية (معالجة) في وحدة المعالجة الخليطة بتقنية الوجبة الواحدة بوساطة بكتريا AN3 .

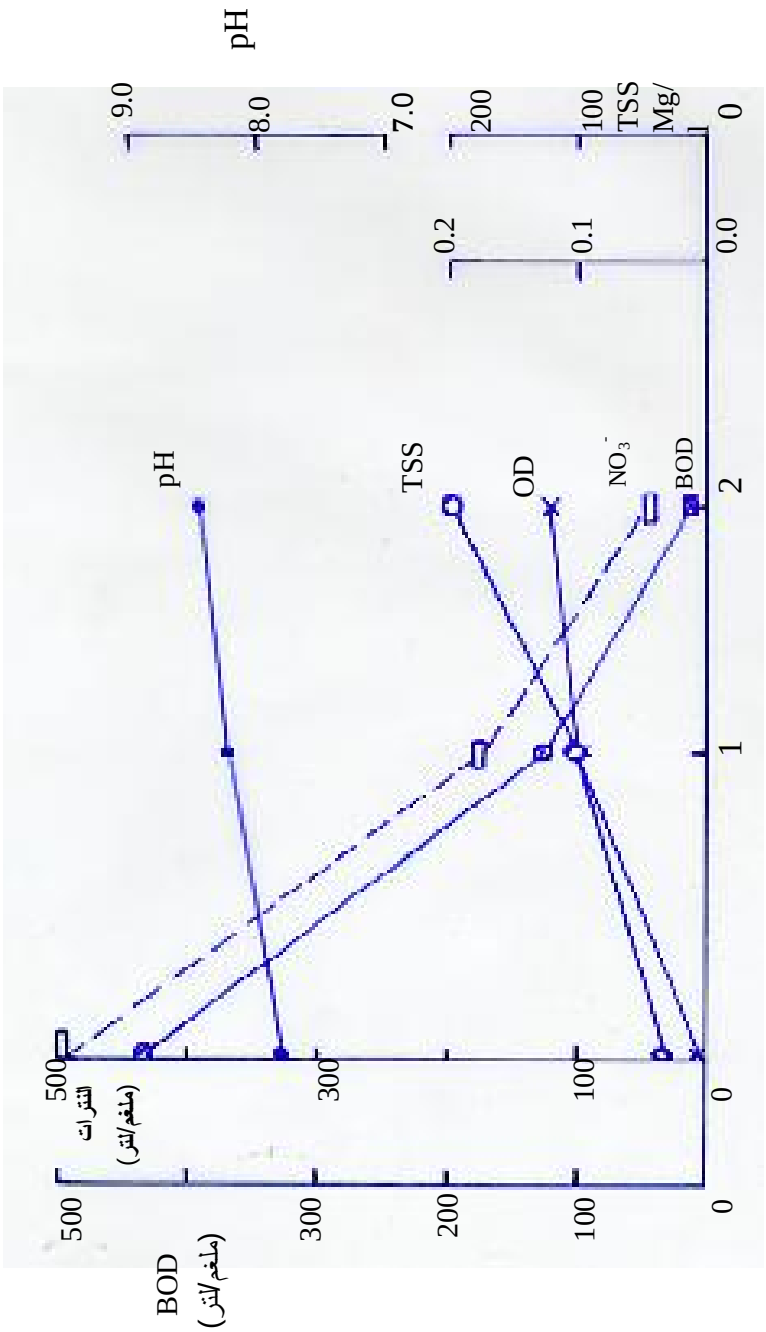
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الزمن (يوم)

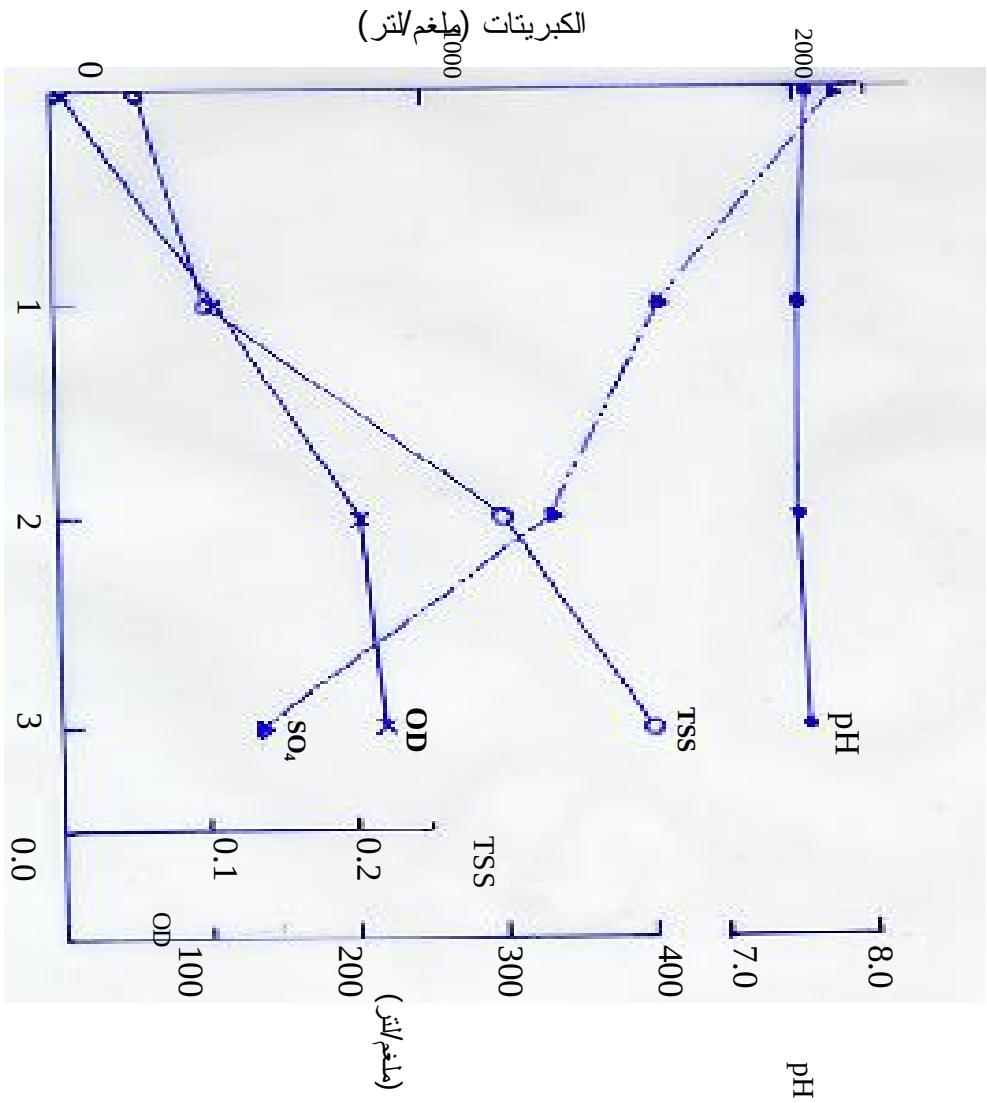
الشكل - 3 : المعالجة البيولوجية لمياه صناعية (غير معالجة) في وحدة المعالجة الخليطة المختبرية بتقنية الوجبة الواحدة بوساطة بكتريا AN3 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل- 5: ازالة النترات في وحدة النترة بتقنية الوجبة الواحدة بوساطة بكتريا ASA-3 في الوسط الزرعي O3a-A

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل – 6 : ازالة الكبريتات في وحدة ازالة الكبريتات بوساطة بكتريا ASA-4 باستخدام الوسط الزرعي(C)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com