مقارنة بين كفاءة ازالة مركبات النتروجين والفوسفات بين نظامي الجرعة والجرعة المتتابعة

زينة فخري اسماعيل الهاشمي
مدرس مساعد
مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث

الخلاصة

تعد مركبات الفوسفات والنتروجين من الملوثات المهمة التي يؤدي وجودها الى اخصاب البحيرات والانهار ذات الجريان البطئ بالطحالب . وقد تناولت الدراسة مطروحات المستشفيات كنموذج للمعالجة لكونها غنية بالمغذيات وقد اعتمد البحث على حوضين للمعالجة يعمل الأول بنظام الجرعة والثاني بنظام الجرعة المتتابعة ضمن زمن دورة 24 ساعة للحوضين. وقد تم خلال الدراسة المقارنة ما بين كفاءة ازالة الحوضين لمركبات الفوسفات والنتروجين وقد اظهرت النتائج زيادة معدل ازالة الفوسفات في حوض الجرعة المتتابعة عنه في حوض الجرعة ووصلت اعلى كفاءة ازالة بعد حوالي 12ساعة من التشغيل وتراوحت كفاءة الازالة مابين (40-82)% في حوض الجرعة المتتابعة ومابين (20-62)% في حوض الجرعة .اما بالنسبة للامونيا فلوحظ ان الازالة فيها تزداد مع انخفاض الحمل العضوي .كما ازدادت كفاءة الازالة في حوض الجرعة المتتابعة اذ وصلت اعلى كفاءة ازالة بعد حوالي 16 ساعة من التشغيل وثبتت بعدها تقريباً وتراوحت كفاءة الازالة ما بين (96-98)% اما في نظام الجرعة فتراوحت ما بين (90-95)% واقتصرت ازالة النترات في نظام الجرعة على فترة الترسيب في نهاية التفاعل اما في نظام الجرعة المتتابعة فساعدت الظروف اللاوكسجينية في حدوث عملية عكس النترجة بشكل كبير وازالة النترات وادت هذه العملية الى رفع قيم الـPH للمطروحات الخارجة .

الكلمات الدالة

(ازالـة الفوسـفات والنتـروجين بايولوجيـا ,الازالـة البايولوجيـة للمغـذيات بنظـامي الجرعـة والجرعة المتتابعة).

المقدمة

تتواجد مركبات النتروجين والفوسفات في مياه الفضلات المنزلية ويكون تركيز النتروجين فيها قليل مقارنة بمركبات الفوسفات والمواد العضوية وتعد البروتينات الحيوانية والنباتية مصدر رئيسي للنتروجين ويتواجد النتروجين اما بشكل نتروجين عضوي او امونيا التي تنتج من تفسخ المواد البروتينية بفعل البكتريا اما بالنسبة للفوسفات فيتواجد في المطروحات الخام بشكل مركبات الاورثوفوسفات[1] وتصل هذه المركبات الى المطروحات من مصادر مختلفة كالمنظفات التجارية المستخدمة في الغسل والتنظيف وبقايا الفضلات البشرية وبقايا الاطعمة الصادرة عن المطابخ.وبشكل عام فان وجود مركبات النتروجين والفوسفات في مياه المطروحات يساهم في اخصاب البحيرات والانهار وزيادة التلوث الحاصل فيها .لذلك اصبحت عملية ازالة هذه المغذيات من الامورالمهمة في الفترة الاخيرة نتيجة للتشدد في التشريعات البيئية الخاصة بالطرح وقد اعتمد سابقاً اسلوب الجرعة Batch كاحد اساليب المعالجة بالحماة المنشطة الذي يتميز بالبساطة وسهولة التشغيل الاان هذا النظام يعاني من مشاكل عديدة منها كفاءته المحدودة في ازالة المواد العضوية والازالة الجزئية فيه للمغذيات ولكن بمرور الوقت ونتيجة للتطور العلمي الحاصل في هذا المجال بدأ استخدام نظام الجرعة المتتابعة (SBR) مما جعل هذا الاسلوب حلاً امثل للمشاكل الحاصلة في الاسلوب التقليدي اذ ساعد هذا الاسلوب الذي يعتمد في تشغيله على توفير ظروف هوائية ولاهوائية او لااوكسجينية متتابعة وضمن خطة مناسبة للتشغيل على تحسين عملية الازالة البايولوجية للمغذيات فضلاً عن الازالة

البايولوجية للمواد العضوية لذلك هدفت الدراسة الى المقارنة بين كفاءة الازالة لمركبات النتروجين والفوسفات بين نظامي الجرعة والجرعة المتتابعة .

الازالة البايولوجية للنتروجين

تتم عملية الازالة البايولوجية لمركبات النتروجين ضمن مرحلتين تتضمن عملية النترجة ونزع النترجة وتتم عملية النترجة ضمن الظروف الهوائية وبفعل بكتريا Nitrosomonas التي تقوم بتحويل الامونيا الى نتريت والذي يكون مركب قلق سرعان ما يتحول الى نترات بفعل بكتريا Nitrobacter كما موضح بالمعادلات التالية:

$$NH_4 + \frac{3}{2}O_2 \xrightarrow[\text{Bacteria}]{\text{Nitrosomonas}} NO_2^- + 2H^+ + H_2O \quad \ldots\ldots(1)$$

$$NO_2^- + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[\text{Bacteria}]{\text{Nitrobacter}} NO_3^- \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

وتحتاج عملية النترجة الى كميات كبيرة نسبياً من الاوكسجين وتعتمد العملية على اعداد بكتريا النترجة التي تكون بطيئة النمو مقارنة ببكتريا متغيرة التغذية الخاصة بازالة المواد الكاربونية وتكون سرعة التفاعل بطيئة ايضاً وتعتمد هذه البكتريا في عملها على ظروف عديدة منها درجة الحرارة وتركيز الامونيا والمادة العضوية وقيمة الpH وتركيز الاوكسجين المذاب وعمر الحمأة .ولاجل الحفاظ على تجمعات بكتريا النترجة في نظام النمو يجب توفير الظروف الملائمة لها اذ تثبط عملية النترجة عند درجات الحرارة المنخفضة اذ يجب ان لاتقل درجات الحرارة عن ^{o}C (15) وقد وجد ان افضل درجات حرارة تحدث فيها عملية النترجة تتراوح مابين ^{o}C (30-35)[2] كما ان وقت مكوث الحمأة يجب ان يكون طويلاًبحيث انه لايقل عن (10) ايام او اكثر. اما عملية نزع النترجة فتحدث هذه العملية بشكل قليل في نظام الحمأة المنشطة التقليدية اذ تحتاج هذه العملية الى ظروف لاهوائية(Anaerobic) او لااوكسجينية (Anoxic) لحدوثها من قبل

بكتريا (Psedomonas) متغيرة التغذية او متحولة (Faculative hetrotrophic) وتحصل على الطاقة اللازمة لهذه العملية من خلال المحتوى العضوي للمطروحات حيث يتم خلال هذه العملية تحويل النترات الى غاز النتروجين عندما يقترب الاوكسجين المذاب من الصفر [3]كما موضح بالمعادلة التالية:

$NO_3^- + Organics \longrightarrow Cells + NO_2 + CO_2$ .....(3)

$NO_2 + Organics \longrightarrow Cells + N_2 + CO_2$ ..... (4)

وتعتمد هذه العملية على تركيز النترات وتركيز المادة العضوية فضلاً عن تركيز الاحياء المجهرية الخاصة بنزع النترجة [4] وتجرى العمليات في نظام (SBR)بشكل متتابع وبمساعدة جهاز المعالج الدقيق(Microprocesser) الذي يسيطر على العمليات باقل كلف[5].

الازالة البايولوجية للفسفور

تحتاج الاحياء المجهرية الى الفسفور بنسب قليلة للنمو اذ لاتتجاوز حاجتها عن 3% بينما تصل حاجتها للكاربون العضوي الى 50% و15%للنتروجين [3]. وتستند عملية الازالة البايولوجية للفسفور على اجبار الاحياء المجهرية على تراكم الفسفور اكثر مما هو مطلوب داخل جسم الخلية اذ تتم عملية خزن الفسفور داخل الخلية بعد ان يتم امتصاصه من خلال الجدار الخارجي للخلية البكتيرية ويطلق على هذه العملية بالاخذ المترف او (Luxury uptake).وتحدث الية الازالة عن طريق بكتريا (Acintobacter) التي تنتشر في الظروف الهوائية واللااوكسجينية عند غياب النترات والاوكسجين المذاب وتصل كفاءة الازالة الى 70%. ولقد تم تطوير عملية الازالة البايولوجية للفسفور باستخدام نظام ال(SBR) اذ ساعدت الظروف التشغيلية الخاصة بهذا النظام التي تتضمن ظروف هوائية (Aerobic) ولاهوائية (Anaerobic)او لااوكسجينية (Anoxic) متعاقبة في تحقيق الازالة البايولوجية للفسفور[6]. ان الاحياء المجهرية التي تاخذ الفسفور اكثر من حاجتها الغذائية تخزنها داخل الخلية على

هيئة(Polyphosphate) وتزال بعدها من نظام المعالجة عند طرح الحمأة الغنية بالفسفور وقد حددت الجهات البيئية العالمية تراكيز الفسفور الخارج من وحدة المعالجة يجب ان لايتجاوز (1 mg/l) [3].

الدراسات السابقة

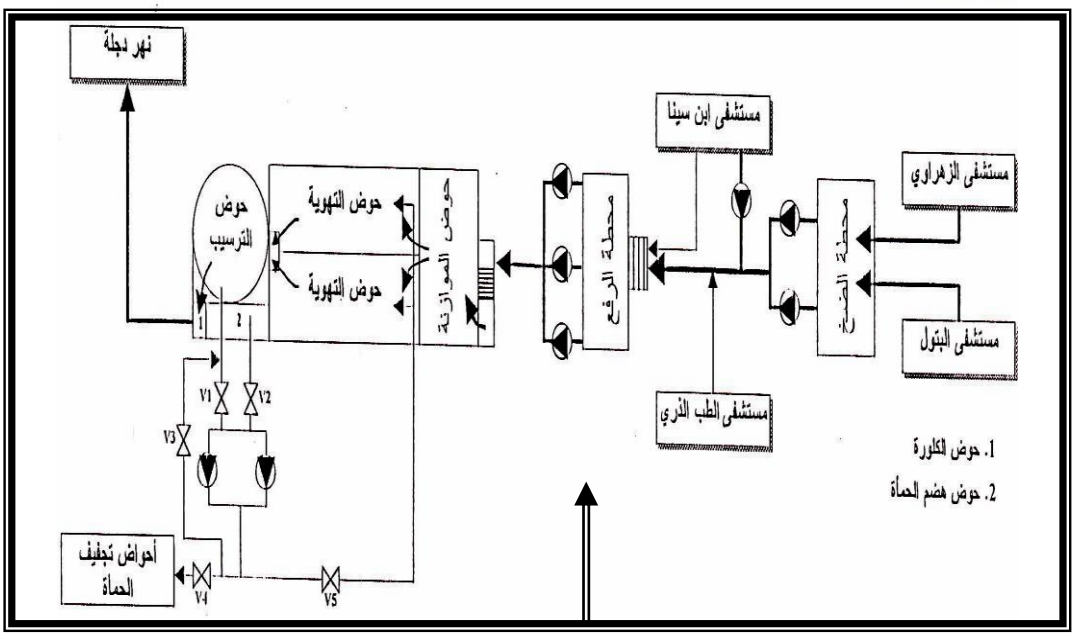
اثبت (Cliford et al,1979)[7] في الدراسة التي قام بها باستخدام وحدة Batchفي معالجة المطروحات المنزلية حدوث ازالة جزئية للفوسفات والنتروجين وقد اظهرت الدراسة ان زيادة فترة التهوية تزيد من كفاءة الازالة للمغذيات كما ان عملية النترجة تعتمد على تراكيز المواد العضوية الداخلة اذ تزداد كفاءة الازالة للامونيا كلما قل تركيز المواد العضوية الداخلة كما ان وجود بعض المركبات السمومية والمعادن الثقيلة في المطروحات يثبط عملية الازالة للنتروجين والفوسفات من خلال تأثيرها على البكتريا الخاصة بالنترجة ونزع النترجة . وقد قام (Manning and Irvine ,1985)[8] بدراسة نسبة الازالة البايولوجية للفسفور بنظام (SBR) باستخدام نموذج مختبري لمعالجة مطروحات مصطنعة عند زمن دورة (8)ساعات وعمر حمأة (6-7) ايام وقد اظهرت الدراسة ان الازالة البايولوجية للفسفور تحدث عند نسبة تركيز الـCOD الى تركيز النتروجين العضوي الكلي(COD/TKN) واطئة تقريباتصل الى 7.5 وان الظروف اللاهوائية التي تعقبها الظروف الهوائية تكون قادرة على ازالة الفسفور بتراكمه في الاحياء المجهرية وان التهوية الزائدة تطلق الفسفور المزال بسبب خروج النظام عن خطة التشغيل المثالية لازالة الفسفور. وقد اظهر(Palis and Irvine, 1985)[9] في الدراسة التي قاما بها تأثير الحمل العضوي على ازالة النتروجين في نظام (SBR) باستخدام نماذج مختبرية وتشغيلها عند زمن دورة (24)ساعة وقد اثبتت الدراسة ان حدوث عملية نزع النترجة تكون اسرع في فترة الملئ وبطيئة في فترة التفاعل وقد تراوحت كفاءة ازالة النظام للنتروجين ما بين (84-94)%. اما الدراسة التي اجريت من قبل (Allerman and

Irvine,1989)[10] والتي اظهرت اهمية عملية الخزن المحفز للمواد العضوية داخل الخلية في عملية نزع النترجة في نظام الSBR اذ ان تفاعل نزع النترجة يحتاج الى غذاء او مادة مانحة للالكترون (electron-donor substrate) ويتم ذلك بتجهيز كاربون عضوي من مصدر خارجي او بالاعتماد على المخزون البكتيري للمواد العضوية وقد اجريت الدراسة بالاعتماد على نموذج مختبري عند زمن دورة (9.5)ساعة وقد وصلت اعلى كفاءة لنزع النترجة الى 92%عند عمر حمأة (10)ايام.وقد اقترح (Jones et,2001 al)[5] طريقة لتطوير نزع النتروجين في نظام الSBR باستخدام نموذج مختبري يتكون من نظامي تشغيل وثلاثة احواض الاول يعمل بنظام الSBR تحت حمل عضوي عالي ودورة تفاعل قصيرة والثاني يعمل بنظام المماسات الدوارة RBC لانجاز عملية النترجة لانها تتطلب اوكسجين مذاب بتركيز عالي وعمر حمأة كبير وحوض اخر يعمل بنظام SBR لنزع النترجة ضمن زمن دورة 8 ساعات وقد اظهرت الدراسة كفاءة عالية في حدوث النترجة وازالة النترات اونزع النترجة. اما (Abbas,2002) [11]فقد استخدم وحدة مختبرية تعمل بنظام SBR لمعالجة مطروحات المستشفيات ضمن زمن دورة تراوح مابين(6-24) ساعة وعمر حمأة(10) ايام لمعرفة كفاءة النظام في ازالة المغذيات والمواد العضوية اثبتت الدراسة ان افضل ازالة للمواد للعضوية تحدث عند زمن دورة 16 ساعة كما ان ازالة الفوسفات والامونيا تحدث ضمن الظروف الهوائية وتحدث افضل ازالة عند تساوي الظروف اللااوكسجينية والهوائية . اما ازالة النترات فتعتمد على تركيز المتبقي من المواد العضوية في المنظومة الذي تستهلكه البكتريا في الظروف اللااوكسجينية . .وقد قام (Cheo et al,2003) [12]بدراسة كانت الغاية منها التعرف على اهم المجاميع الميكروبية الموجدة في نظام SBR بالاعتماد على نموذج مختبري ضمن زمن دورة 8ساعات وعمر حمأة 10 ايام وبالاعتماد على مصدر خارجي للتغذية بالكاربون العضوي لحدوث عملية نزع النترجة واظهرت الدراسة انخفاض في تراكيز الفوسفات والنتروجين في الظروف الهوائية بشكل كبير واهم الانواع من البكتريا التي وجدت في النظام والمتأقلمة ضمن الظروف الهوائية واللاهوائية

هـي (Psedomonas,Aeromonas, Acinetobacter).وقـد اظهـر (Peter et al,2004) [13]في الدراسة التي قام بها والتي كانت الغاية منها الحصول على افضـل تشـغيل وطريقـة ادارة لنظـام ال SBR تحقـق افضـل ازالـة لمركبـات النتـروجين والفسفور بالاعتماد على نموذج مختبري ضمن زمن دورة 24 ساعة وعمر حمأة (30)يوم وقد اثبتت هذه الطريقة كفائتها العالية في ازالة مركبات النتروجين والفسفور اذ وصلت اعلى كفاءة ازالة لمركبات النتروجين الى 54% اما الفوسفات فوصلت كفاءة ازالته الى 74%.

النمذجة

تمت عملية النمذجة باخذ نموذج بطريقة (grab sample) من المطروحات الخام الداخلة لمحطة المعالجة الخاصة بمجمع المستشفيات الذي يضم مستشفيات (الزهراوي,ابن سـينا ,البتول,الطـب الـذري) واخـذت النمـاذج علـى ارتفـاع ثابـت مـن المجمـع الكلـي للمطروحات وبمعدل نموذجين في الاسبوع لمدة ثلاثة اشهر التي استغرقتها فترة البحث وكانت هذه النماذج تمثل المطروحات الداخلة لكلا الحوضين والتي اجريت عليها عملية المعالجة والمخطط التالي يوضح موقع النمذجة.



مخطط يوضح موقع اخذ النماذج من مجمع المستشفيات الطبي

موقع اخذ النماذج

تنمية الحمأة واقلمتها

تمت عملية تنمية الحمأة واقلمتها في المختبر خلال فترة (30) يوم باخذ حمأة من محطة المعالجة المقامة . واستمرت عملية التغذية للحمأة الى حين الحصول على تجمعات من الاحياء المجهرية وصولا الى الكمية والتركيز المطلوبين . بعد ذلك تمت عملية الاقلمة وذلك بتسليط مياه مطروحات المستشفيات بنسب متزايدة تدريجيا وخلال فترة زمنية قصيرة لكونها متاقلمة عليها في الاساس للعمل ضمن درجة حرارة وظروف المختبرحيث تم اعتماد جزء من هذه الحمأة في عملية المعالجة .

المواد وطرق العمل

تم انشاء محطة مختبرية تتكون من مفاعلين احدهما يعمل بنظام الجرعة (Batch reactor) والاخر يعمل بنظام الجرعة المتتابعة(Sequencing batch reactor) يتكون المفاعل الاول من حوض اسطواني وبابعاد 13 سم قطر و26 سم ارتفاع وقد كانت حجم المطروحات الداخلة للحوض (2 لتر) يعمل بنظام الجرعة ويتم تزويده بالهواء بواسطة ضاغط هوائي عند القعركما موضح بالشكل (1). اما المفاعل الثاني فيتكون من حوض على هيئة متوازي مستطيلات بابعاد 20×20 سم وارتفاع 45 سم وكانت حجم المطروحات الداخلة للحوض (14لتر)يحتوي على مازجة لابقاء الحمأة عالقة ومتجانسة مع المطروحات ويتم تهوية المفاعل بضاغط هوائي عند القعر ويرتبط بمضخة مختبرية لملئ الحوض عند بداية التفاعل وتوقيفها عند التفريغ كما موضح بالشكل (2) وقد تم الاعتماد في التصميم ضمن ال 24 ساعة التي استغرقتها عملية المعالجة على النحو التالي :

0	4	20	22	24

تفريغ + توقف	ترسيب	تفاعل		ملئ	
		لااوكسجينية	هوائية	لااوكسجينية	
		0	4	16	24

اذ تضمن 4 ساعات لااوكسجينية (ملئ) و16 ساعة تهوية و 2 ساعة للترسيب و2 ساعة لااوكسجينية(تفريغ). وتمت السيطرة على عمل وحدة (SBR) من خلال تحديد فترات الانتقال من الظروف الهوائية الى الظروف اللاهوائية عن طريق السيطرة اليدوية المباشرة خلال زمن الدورة 24 ساعة الذي اعتمد خلال التشغيل .وقد تم اعتماد نسبة

F/M ثابتة لكلا الحوضين وكانت مساوية الى 0.2 والتي تمثل نسبة الحمل العضوي الداخل(COD) واللذي كان (600 ملغم/لتر) الى تركيز الاحياء المجهرية (MLVSS) وكان (1200ملغم /لتر)وكانت هذه النسبة ثابتة خلال عملية المعالجة لكلا الحوضين كما تم الحصول على نسبة فوسفات ثابتة للحوضين مساوية الى 10 ملغم/لتر من خلال اضافة محلول من مادة فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين KH_2PO_4 كمصدر للفوسفات . وقد تم الحصول على نفس الظروف التشغيلية لكلا النظامين من حيث درجة الحرارة اذ تراوحت مابين ^oC (12-25) وكمية الهواء الواصلة للحوضين اذ تمت عملية التهوية باستخدام ضاغط هواء(compressor) الذي يقوم بدفع الهواء خلال الناشرات الى داخل الحوضين وكانت كمية الهواء المضخوخ حوالي l/min 36 وقد تم استخدام المقسم لضمان وصول الهواء لكلا الحوضين اذ كانت كمية الهواء التي تم ضخها كافية بحيث تحقق مزج كامل لمحتويات الحوضين وجرت عملية قياس الاوكسجين المذاب داخل الحوضين بحيث كانت متساوية ولاتقل عن 2 ملغم /لتر كما اشار اليه [14] وضمن زمن دورة 24 ساعة .. وتم البدء بعملية التشغيل بعد حصول عملية الاقلمة ولغرض تحقيق حالة الاستقرار في النموذج اخذت النتائج والقياسات بعد مرور (5-6) ايام من بدء عملية التشغيل اذ تم ايقاف التهوية والسماح للحماة بالترسيب في نهاية التفاعل وسحب الرائق العلوي لغرض الفحص وتم استبداله بمياه جديدة واجريت بعدها الفحوصات المختبرية .وقد اجريت دراسة خصائص المطروحات خلال فترة البحث التي استغرقت 6 اشهر.

وتم اجراء الفحوصات المختبرية بالاعتماد على الطرق القياسية ل (Standard method)[15]وكانت كالتالي:

1- درجة الحرارة Temperature : حيث تم استخدام المحرار الزئبقي الاعتيادي
2- فحص الرقم الهدروجيني (pH) : بالاعتماد على جهاز(pH-meter) المختبري

3- فحص التوصيل الكهربائي (E.C) Electrical Conductivity : وتم الاعتماد على جهاز قياس التوصل الكهربائي Conductivity Meter .

4- فحص متطلب الاوكسجين الحيوي BOD : Biological Oxygen Demand : تم القياس بالاعتماد على طريقة Winkler بالتسحيح.

5- فحص المتطلب الكيمياوي للاوكسجين COD : Chemical Oxygen Demand وتمت عملية القياس بالاعتماد على طريقة Closed Reflux Titrimetric Method.

6- فحص تركيز المواد الصلبة العالقة MLSS والمتطايرة MLVSS : وتمت عملية القياس باستخدام ميزان حساس Electronic Balance Meter . اضافة الى الفرن .

7- قياس معدل استهلاك الاوكسجين OUR : ويعد من الفحوصات المهمة في عملية المعالجة ومراقبة سيرها واجري هذه الفحص طبقا للطريقة التي اتبعها (Ramalho, 1977) باستخدام جهاز Ultra-DO Meter.

8- فحص الفوسفات Phosphate Test : وتم اجراء عملية الفحص باستخدام جهاز Ultra Violet Spectro Photometer Screening وبطريقة كلوريد القصديروز.

9- فحص النترات : Nitrate Test :باستخدام جهاز Ultra Violet Spectro Photometer Screening Method باستخدام حامض الهيدروكلوريك .

10- فحص الامونيا وقد اجري الفحص بطريقة المقارنة اللونية او النسلرة .

النتائج والمناقشة

من خلال الشكل (3) الذي يوضح منحني التوزيع التراكمي للفوسفات نلاحظ ان 100% من القيم كانت اقل اومساوية الى 15 ملغم /لتر و50% من القيم كانت اقل اومساوية الى 11 ملغم /لتر ويعود سبب الارتفاع في تراكيز الفوسفات في المطروحات الماخوذة من المستشفيات الى الاستخدام العالي للمنظفات اما الشكل (4) فيوضح منحني التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الامونيا اذ نلاحظ ان 100% من القيم كانت اقل او مساوية

الى38 ملغم /لتر و50% من القيم كانت اقل ومساوية 24 ملغم /لتر .ونلاحظ ان القيم العالية من الامونيا ناتجة عن احتواء المطروحات على بقايا الطعام والفضلات البشرية . والجدول التالي يوضح الخصائص العامة للمطروحات اذ نلاحظ وجود تغاير في خصائص المطروحات الخام كافة بشكل عام مابين الحد الأدنى والأعلى للقيم وسبب ذلك يعود إلى حصول عملية تخفيف للمطروحات نتيجة لعمليات طفح خزانات الاسالة للمياه النقية الى المجرى فضلاً عن سقوط الامطار خلال فترة معينة من النمذجة .

عملية المعالجةالبايولوجية

ازالة الفوسفات بايولوجياً

من خلال عملية المعالجة البايولوجية التي جرت على وحدتي معالجة تعمل الاولى بنظام الBatchوالثانية تعمل بنظام Sequencing Batch وبنسب فوسفات داخلة ثابتة للوحدتين (10ملغم/لتر) ونلاحظ من خلال الشكل (9) ان ازالة الفوسفات في نظام ال Batch خلال الساعات الاولى تحدث بشكل قليل نسبياً ويعود سبب ذلك الى انه خلال عملية الازالة البايولوجية تتم ازالة المواد العضوية الكاربونية اولاً . وتزداد عملية الازالة البايولوجية للفوسفات بمرور الوقت مع زيادة التهوية اذ وصلت تراكيز الفوسفات الخارجة الى حوالى 4.5 ملغم/لتر بعد مرور 24 ساعة .ومن خلال منحنيات التوزيع التكراري التراكمي الموضحة بالشكل (5) نلاحظ ان 100% من القيم التراكمية كانت اقل اومساوية الى 8 ملغم /لتر وحوالي 50% من القيم كانت اقل اومساوية الى 6.7 ملغم /لتر وتراوحت كفاءة الازالة مابين (20-62.5)% اما بالنسبة الى نظام ال Sequencing Batch نلاحظ ان كفاءة النظام في ازالة الفوسفات تزداد مع زيادة زمن الدورة (خلال مرحلة التشغيل الاوكسجينية ومرحلة التشغيل الهوائية التي تتبعها) الى زمن دورة 12 ساعة حيث تبدأ بعدها بعدها كفاءة الازالة بالانخفاض كما موضح بالشكل(10) اذ ان التهوية الزائدة تؤدي الى اطلاق الفوسفات ثانية الى السائل [6] اذ وصلت تراكيز الفوسفات الخارجة الى 1.8 ملغم/لتر عند الساعة 12 وازدادت تراكيز الفوسفات بعدها اذ

وصلت الى 3 ملغم/لتر بعد مرور 24ساعة . ومن خلال القيم التراكمية نلاحظ ان 100% من القيم كانت اقل او مساوية الى 6 ملغم/لتر و50%من القيم كانت اقل اومساوية الى 3.2 ملغم/لتر وقد تراوحت كفاءة الازالة مابين (40-82)% كما موضح بالشكل (6).

ازالة الامونيا بايولوجياً

تزال الامونيا بايولوجياً بعملية النترجة اذ تتحول خلال عملية التهوية الى نتريت الذي يكون مركب قلق سرعان مايتحول الى نترات . ونلاحظ خلال عملية المعالجة ان ازالة الامونيا تزداد كلما قل تركيز المواد العضوية في المنظومة أي كلما قلت نسبة F/M عن النسبة الاولية والتي كانت 0.2 وزيادة تركيز الاوكسجين المذاب [16] اذ تعتمد عملية الازالة البايولوجية على ازالة المواد العضويةالكاربونية وبعدها تتم عملية ازالة المواد النتروجينية حيث تحتاج بكتريا النترجة الى وقت تلامس مع المطروحات اطول مما تحتاجه مع المواد الكاربونية لازالتها [6] ويلاحظ من خلال الشكل (11) ان كفاءة ازالة الامونيا تزداد مع زيادة زمن الدورة في نظام Batch اذ وصلت تراكيز الامونيا الى 1.26 ملغم/لتر بعد مرور 24ساعة اما بالسبة لمنحني التوزيع التكراري التراكمي فيلاحظ ان 100% من القيم كانت اقل اومساوية الى 2.36 ملغم /لتر و50% من القيم كانت اقل او مساوية الى 1.62 ملغم/لتر وتراوحت كفاءة الازالة مابين (90-95) %كما موضح بالشكل (7).

اما في نظام Batch Sequencing فأن الظروف التشغيلية المتعاقبة (اللاوكسجينية والهوائية) ساعدت في ازالة الامونيا اذ يلاحظ انه حوالي 88% من الامونيا ازيلت خلال الساعات الستة الاولى من الظروف الهوائية ثم قلت سرعة الازالة تدريجيا ووصلت كفاءة الازالة الى 98%عند الساعة 16 وثبتت بعدها تقريبا كما موضح بالشكل (12). وقدوصلت تراكيز الامونيا الخارجة الى 0.33 ملغم /لتر بعد مرور 24 ساعة . اما بالنسبة لقيم منحني التكراري التراكمي يلاحظ ان 100% من القيم كانت اقل

اومساوية الى 0.53 ملغم/لترو50% من القيم كانت مساوية الى 0.42 ملغم/لتر وتراوحت كفاءة الازالة ما بين (96-98)% كما موضح بالشكل (8).

ازالة النترات بايولوجياً

تعتمد عملية ازالة النترات على عملية نزع النترجة (Denitrification) التي تحدث بشكل متعاقب مع عملية النترجة وتزداد كفاءة الازالة مع زيادة نسبة F/M اذ تعتمد عملية نزع النترجة على نسبة من الغذاء الموجود في المنظومة او ما يسمى مانح الالكترون (Electron donor) اذ تقوم الاحياء المجهرية بتحويل النترات الى غاز النتروجين في الظروف اللاوكسجينية [3,4] وفي نظام ال Batch يلاحظ زيادة تركيز النترات في المفاعل تدريجيا خلال عملية التهوية ولا تنخفض النترات الا في الظروف اللاوكسجينية التي تحدث بعد انتهاء التفاعل خلال عملية الترسيب النهائي مما تسبب مشكلة في عملية الترسيب بسبب صعود غاز النتروجين المتولد خلال التفاعل والذي يكون بتماس مع لبادات الحمأة مما يسبب رفع الحمأة الى الاعلى ولتفادي هذه المشكلة يتم تهوية المفاعل لمدة (15-20) دقيقة في نهاية التفاعل لطرد غاز النتروجين المتولد وهذا ما اشار اليه [17] اما بالنسبة لنظام Sequencing Batch فيلاحظ ان النترات ازدادت في الظروف الهوائية ووصلت اعلى قيمة لها عند اوطأ قيمة للامونيا عند زمن 16 ساعة من التشغيل ثم انخفضت بعدها النترات في الظروف اللاوكسجينية التي تبعتها بنسبة قليلة بسبب نفاذ المواد العضوية للمطروحات الموجودة في المفاعل حيث استهلكت الاحياء المجهرية مخزونها الداخلي خلال عملية النترجة كما موضح بالاشكال(14,13) . كما نلاحظ خلال عملية نزع النترجة ان قيمة الPH تزداد بالنسبة للتصريف الخارج عن التصريف الداخل اذ ان عملية عكس النترجة تعيد القاعدية للماء وهذا ما اشار له [4].

الاستنتاجات

يمكن استنتاج مايلي في ضوء المعلومات المستحصلة من البحث :

1- تزال المواد العضوية الكاربونية خلال فترة قصيرة نسبياً ثم تبدأ بعدها ازالة المغذيات خلال عملية المعالجة في نظامي التشغيل الBatch وSequencing Batch وتزداد كفاءة ازالة الفوسفات في نظام الSBR بسبب ظروف التهوية المتعاقبة (الهوائيةواللااوكسجينية)اذ يزداد معدل الازالة مع زيادة زمن الدورة الى حد الساعة 12 ثم تبدا بعدها كفاءة الازالة بالانخفاض تدريجياً بعد مرور 24 ساعة لان التهوية الزائدة تطلق الفوسفات الى السائل وتراوحت كفاءة الازالة في نظام الجرعة مابين (20-62.5)% اما في نظام الجرعة المتتابعة فتراوحت كفاءة الازالة مابين (40-82)%

2- يزداد معدل ازالة الامونيا مع انخفاض الحمل العضوي F/M الذي يحصل بمرور الوقت خلال التفاعل بسبب حاجة الامونيا للاوكسجين لتحويلها الى نترات لذلك يلاحظ انه لاتحدث ازالة للامونيا خلال الساعات الاولى للتشغيل في نظامي الجرعة والجرعة المتتابعة ويزداد معدل ازالة الامونيا مع زيادة زمن الدورة اذ يلاحظ ان كفاءة الازالة تراوحت ما بين (90-95)% في نظام الجرعة بعد مرور 24 ساعة على التفاعل اما في نظام الجرعة المتتابعة فأن كفاءة الازالة ازدادت حتى الساعة 16 وثبتت بعدها تقريباً وتراوحت كفاءة الازالة ما بين (96-98)%.

3- تحدث عملية ازالة النترات او عكس النترجة بشكل قليل جداً في نظام الجرعة اذ تقتصر على الظروف اللااوكسجينية التي تحدث في نهاية التفاعل خلال عملية الترسيب . اما في نظام الجرعة المتتابعة SBR فأن الظروف المتعاقبة (الهوائية واللااوكسجينية) ساعدت على حدوث عملية النترجة بشكل جيد اذ ازدادت تراكيز النترات خلال التفاعل في الظروف الهوائية ووصلت اعلى قيمة لها عند اوطأ قيمة للامونيا عند زمن 16 ساعة ثم قلت تراكيز النترات في الظروف اللاهوائية التي

تبعتها .وساعدت الظروف اللاوكسجينية في بداية التفاعل (فترة الملئ) على ازالة النترات المتبقية في المفاعل من الدورة السابقة .

4- اثرت عملية عكس النترجة على خصائص الترسيب للحمأة في نظام الجرعة بسبب ارتفاع الحمأة الى الاعلى مع غاز النتروجين الناتج من العملية بينما كان الترسيب مثالي في نظام الجرعة المتتابعة .كما ان عملية عكس النترجة اثرت على خصائص المطروحات الخارجةاذ ادت الى ارتفاع قيم الpH للمطروحات الخارجة نسبة الى الداخلة واعادة القاعدية للماء .

المصادر

1- عباوي, سعاد عبد & حسن,محمد سليمان (الهندسة العملية للبيئة–فحوصات الماء) دار الكتب والطباعة والنشر جامعة الموصل (1984).

2- Gaudy,a.f & Yang,p.y "Nitrogen metabolism in extended aeration processes operated with and without pretreatment " J.WPCF,16,1 (1984)

3- Kiely,Gerdar"Environmental engineering ",:McGraw Hill published company , England(1997).

4 – Gaudy ,A.F&Gaudy,E.T " Micobiology for environmental Scientists &Engineering " ",:McGraw Hill ,Inc.,New York ,USA(1980).

5- Jones ,W.L &Wilderer,P.A &Schroder,E.D "Operation of three stage SBR system for nitrogen removal from SBR " J.Environ.Stud.,no (1),15-20,Issn,pp1230-1485,(2001)

6- Winkler, M.A " Biological treatment of waste water " 1st ,Ellis Horwood Ltd. England (1981).

7- Cliford,W.R &Paul, H.K " Mechanism of activated sludge phosphate release and method of control " (1979) Virginea.

8- Manning,G.F&Irvine,R.L"The biological removal of Phophorus in sequencing batch reactor " J.WPCF,vol.57,no.1`,pp87-94 (1985).

9- Palis,J.C &Irvine,R.L "Nitrogen removal in low loaded single, tank sequencing batch reactor"J .WPCF vol.57,no 1, pp(82-86)(1985).

10- Allerman ,J.E &Sweeney,M.W&Kamber, D.M "Automation of batch waste water treatment system using programable logic controllers " Wat. Sci. Tech.,vol 21,pp (1271-1282) (1989).

11- عباس,وعد محمود (استخدام احواض الجرعة المتتابعة في معالجة مياه فضلات المستشفيات) اطروحة ماجستير ,جامعة الموصل / كلية الهندسة(2002).

12- Cheo,J &Dae,S.L&Jong, M.P" Microbial communites in activated sludge preforming enhanced" water research ,73,2195-2205(2003).

13- Peter,A &Sin,G &Insel,G "Optimal butrobust nitrogen and phosphor removal in SBR"Std. Oper. Scie. (2004).

14- محمود, طارق احمد (علم وتكنولوجيا البيئة) دار الكتب والطباعة والنشر , جامعة الموصل(1990).

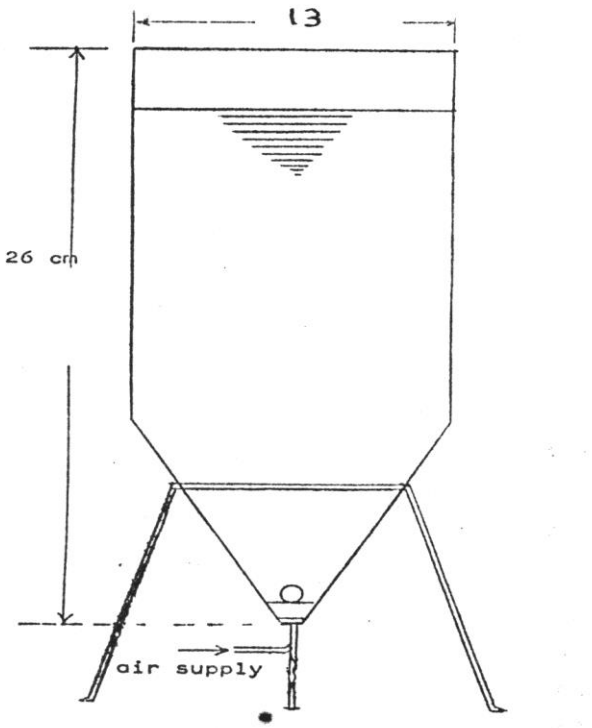
15- APHA,AWWA,WPCF "Standard method for examination of water and wastewater " 16th, Washington D.C,USA(1985).

16- Irvine ,R.L&Ketchum, L.H "Municiple application of SBR treatment "J.WPCF vol 155,no.5,484-488 (1983).

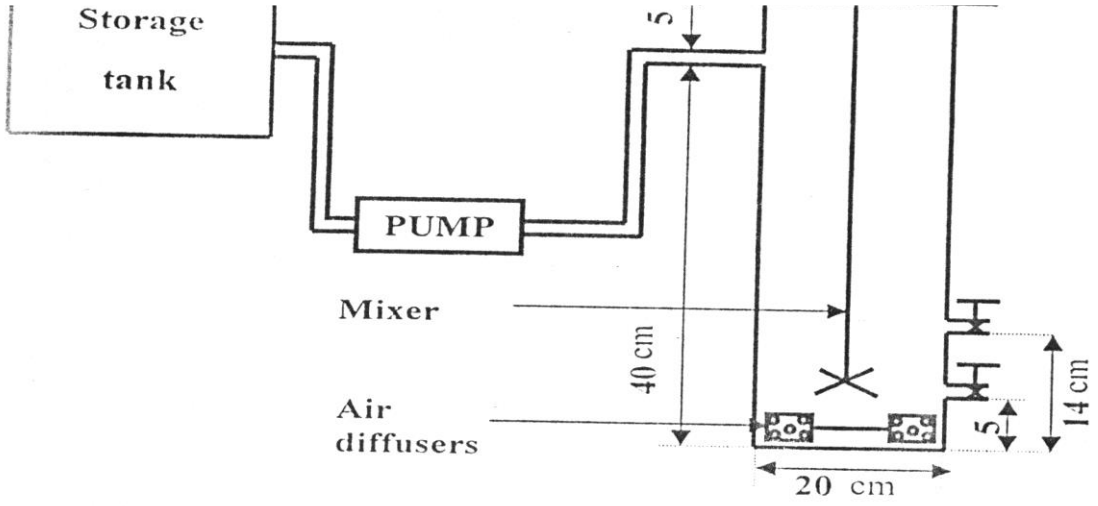
17- Schroder,E.D &Silverstain,J" Control of activated sludge setlling in an SBR" national conference of engineering ,ASCE,pp 377-384,(1983).

جدول (1) خصائص المطروحات الخام خلال فترة الدراسة

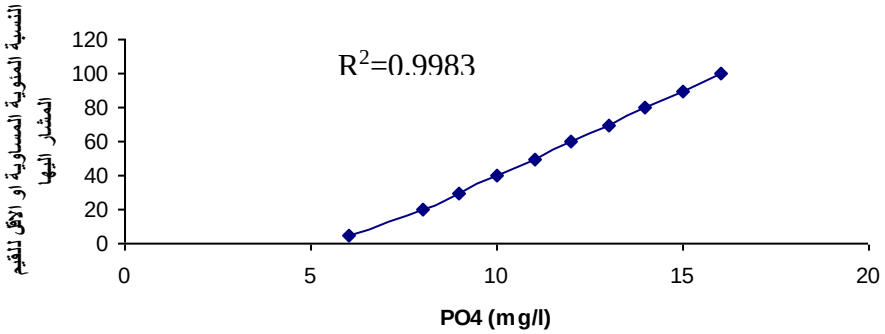
الخصائص	المدى
pH	6.8 – 7.9
E. C μhos/cm	450 – 1070
Temp ^{o}C	12 – 25
BOD5 mg/l	150 – 375
COD mg/l	300 – 1200
T.S mg/l	630 –1120
S.S mg/l	60 – 180
PO_4 mg/l	3.51 – 15
NH_3 mg/l	15-38



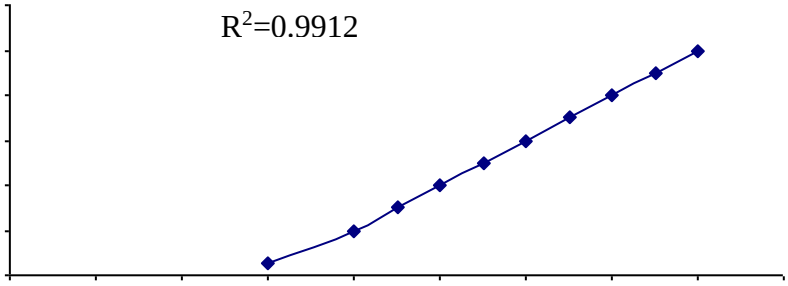
شكل (1) مخطط يوضح مفاعل الجرعة Batch reactor



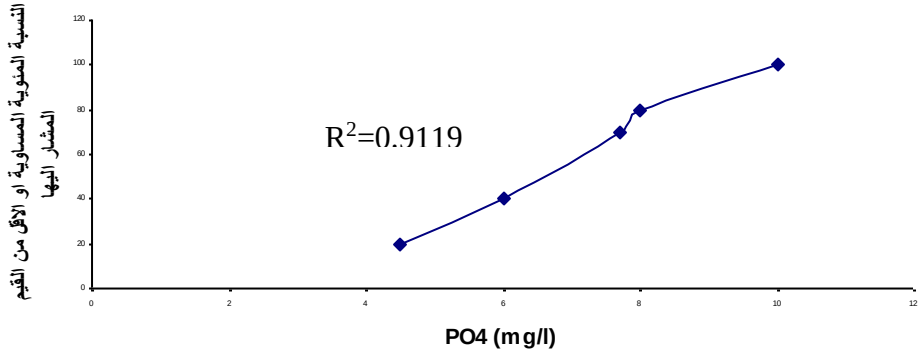
شكل (2) مخطط يوضح مفاعل الجرعة المتتابعة Sequencing Batch reactor



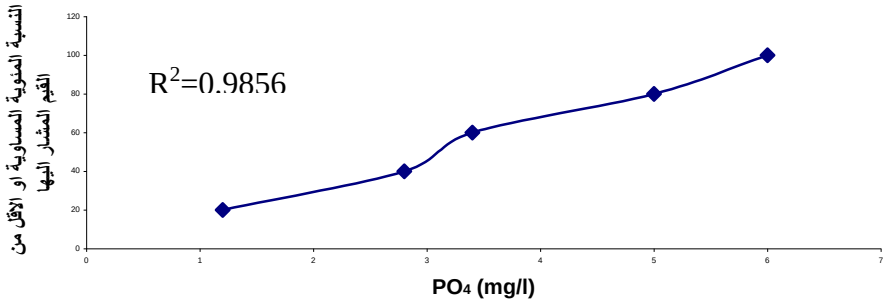
شكل (3) منحني التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الفوسفات في المطروحات الخام



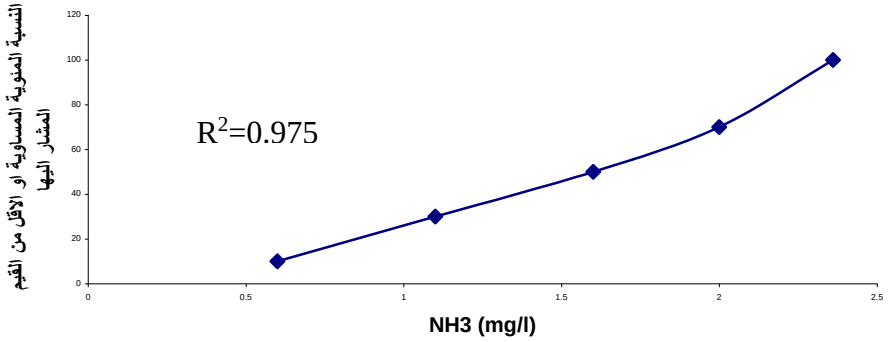
شكل (4) منحني التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الامونيا في المطروحات الخام



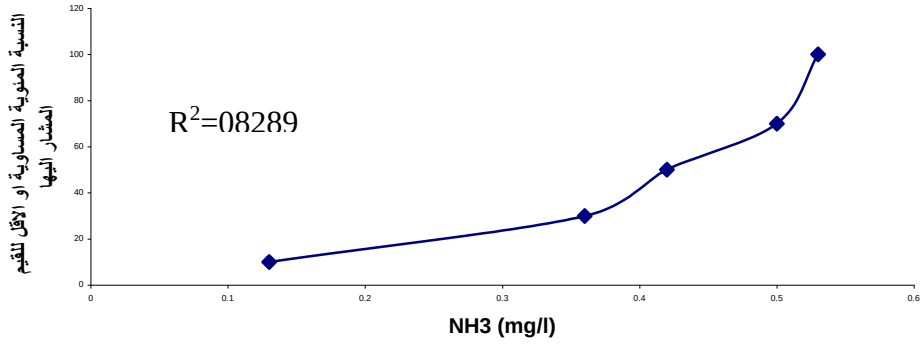
شكل (5) منحني التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الفوسفات بعد المعالجة في نظام الـBatch



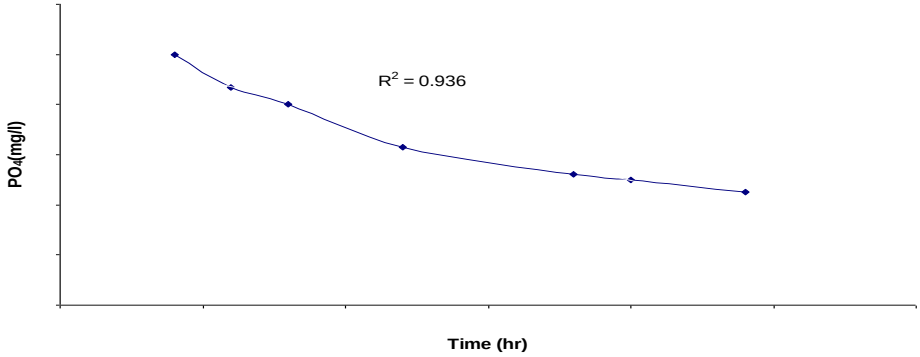
شكل (6) منحني التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الفوسفات بعد المعالجة في نظام Sequencing Batch



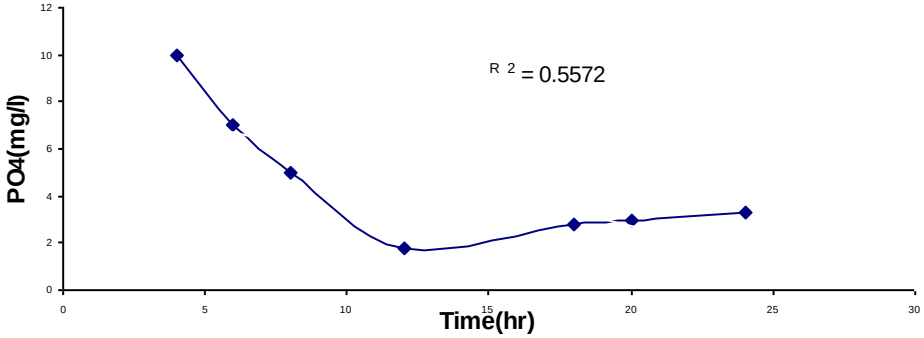
شكل (7) منحني التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الامونيا بعد المعالجة في نظام Batch



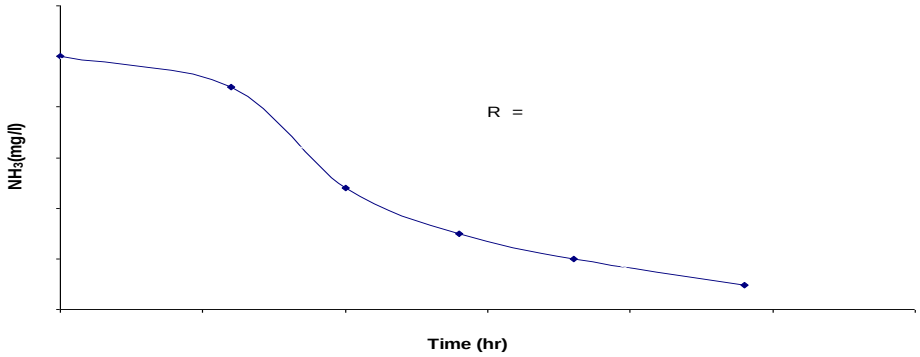
شكل (8) منحني التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الامونيا بعد المعالجة في نظام Sequencing Batch



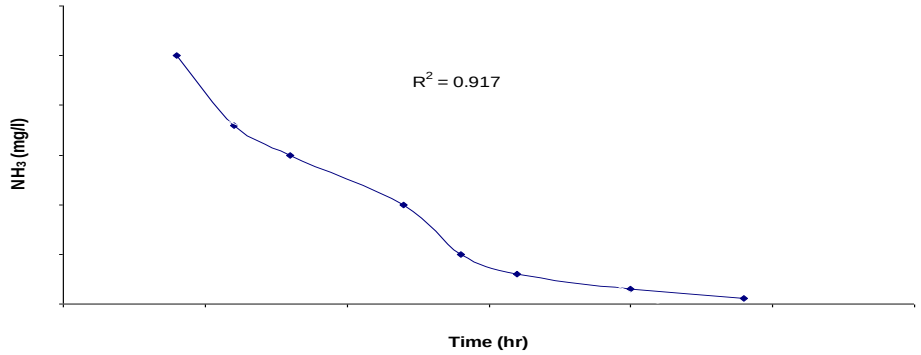
شكل (9) ازالة الفوسفات مع الوقت في نظام Batch



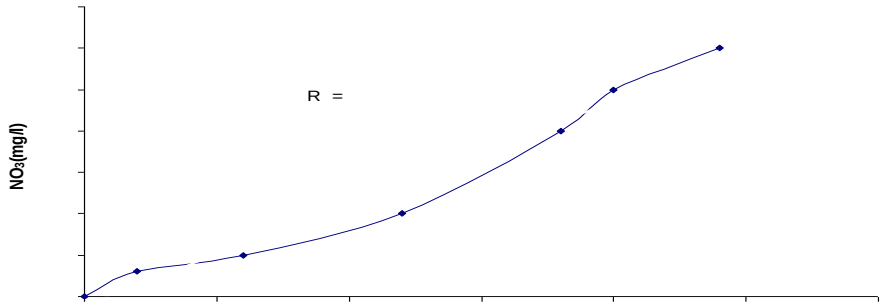
شكل (10) ازالة الفوسفات مع الوقت في نظام Sequencing Batch



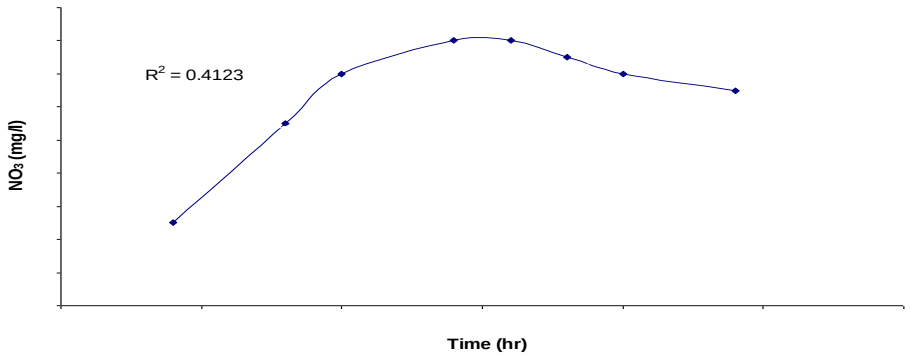
شكل (11) ازالة الامونيا مع الوقت في نظامBatch



شكل (12) ازالة الامونيا مع الوقت في نظام Sequencing Batch



شكل (13) تراكيز النترات مع الوقت في نظام Batch



شكل (14) ازالة النترات مع الوقت في نظام Sequencing Batch

COMPARISON OF NITROGEN AND PHOSPHATE COMPOUNDS REMOVAL EFFICIENCY BETWEEN BATCH AND SEQUENCING BATCH SYSTEM

Zena Fahkri Ismaeel AL-hashimi
Assist. Lecturer
Environment and Pollution Control Research Center

ABSTRACT

Phosphate and nitrogen compounds considered as an important pollutions that due to feed lakes and slow motion river with algae . hospital effluents considered as a sample for study because it have high rate of nutrients, the paper used two reactor ,the first working under batch system ,the second working under sequencing batch system during circle time of 24 hr for the both reactor.The study made comparison between two reactor on the removal efficiency of phosphate and nitrogen compounds. The results have shown that phosphate removal in sequencing batch reactor(SBR) more than its removal in batch reactor .The heights value of removal achieved after 12hr of reaction in sequencing batch reactor (SBR) .The removal efficiency was between (40-82)% and its between (20-62)% in batch reactor .Ammonia removal increased as organic load decreased and the removal efficiency increased in sequencing batch system . The heights value of removal achieved after 16 hr of reaction and its approximately substantiate. The removal efficiency

of ammonia in (SBR) was between (96-98)%and its between (90-95)% in batch reactor. The nitrate removal happened only at sedimentation time at the end of reaction in batch reactor but in (SBR) Anoxic condition assisted on the removal of nitrate and its due to rise the pH value of effluents.

KEYWORDS

(biological removal of phosphate and nitrogen ,biological removal of nutrient in batch and sequencing batch system).