مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 16/العدد3/أيلول 2009، (1-11)

تأثير العوامل الداخلية والخارجية على أداء وحدات المعالجة من نوع الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة

د.وليد محمد شيت العبد ربه، مدرس
قسم الهندسة البيئية- جامعة تكريت

بسام مزهر سلمان، مهندس
دائرة الأشغال والصيانة العامة- وزارة الأعمار والإسكان

الخلاصة

تضمن البحث دراسة في سلوك نظام الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة عند معالجة مياه فضلات منزلية فضلاً عن التطرق إلى تأثير العوامل الداخلية والخارجية على أداء الوحدة . اقتضى العمل تشغيل ثلاث أحواض للتهوية والترسيب الثانوي ، وتم أخذ الفحوصات المطلوبة وتحليل النتائج ، إذ أثبتت النتائج بان الإزالة النهائية للمواد العضوية المذابة تتحدد وبشكل رئيسي بنسبة الحمل الغذائي المسلط على وحدة البكتريا Food to F/M Microorganisms Ratio. كما وبينت الدراسة قابلية وحدات الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة على معالجة مياه الفضلات متغيرة الخصائص ، إذ تميز الرائق المغادر لحوض الترسيب الثانوي بثبات نسبي في الخصائص على الرغم من تذبذب خصائص مياه الفضلات المعالجة وبينت النتائج أن أفضل كفاءة إزالة إجمالية كانت عند زمن مكوث هيدروليكي مقداره 23 ساعة وإن 80% من قيم دليل حجم الحمأة كانت اقل من 125ملليتر/غرام وكانت أقل قيمة لدليل حجم الحمأة SVIعند قيمة حمل غذائي مسلط F/M مقداره 0.387 يوم$^{-1}$ ،كما لوحظ زيادة في تركيز الدقائق العالقة في الدفق المعالج بانخفاض قيمة الـ SVI.

الكلمات الدالة:- حمأة منشطة ،التهوية المطولة ،مياه الفضلات المنزلية ،المعالجة البايلوجية

Impact of External and Internal Factors on the Behavior of Extended Aeration Activated Sludge Process

Abstract

The Behavior of an extended aeration activated sludge process was studied. Factors that might affect the performance of such process were also investigated. Three basins, each consisted of two parts one for aeration and the other for sedimentation were employed. Required tests and results analysis were made. It was found that removal efficiency of dissolved organic matter was limited to F/M ratio. The study revealed that such treatment was capable of treating variable characteristics wastes. The supernatant leaving secondary sedimentation was found to attain constant characteristics irrespective of variable influent. The results show that the maximum overall COD removal efficiency occur at hydraulic detention time equal to 23 h, 80% of SVI value was less than 125 ml/gm and the minimum SVI occur at F/M equal to 0.387 day^{-1} while the effluent SS increase with SVI decrease.

Keywords: Activated Sludge, Extended Aeration, Municipal Wastewater, Biological Treatment

المقدمة

إن وحدات المعالجة ذات التهوية المطولة هي أحد أنظمة الحمأة المنشطة إذ تختلف هذه الوحدات عن الوحدات التقليدية بطول فترة المكوث الهيدروليكي، حيث تتراوح بين (0.8-1.25 يوم) وكذلك عمر الحمأة (Sludge Age) حيث يكون أعلى منه في الوحدات التقليدية ويتراوح بين (14− ∞ يوم)[1]. استخدم هذا النظام للمرة الأولى في (مدينة أوهايو) في عام 1974 وفي عام 1950 تم أنشاء ثلاث محطات أخرى بعد النتائج المشجعة التي تم الحصول عليها في المحطة السابقة، وهذه المحطات الثلاث خصصت لمعالجة مطروحات معامل الحليب. في عام 1951 تم استخدام محطة أخرى لمعالجة المطروحات الصناعية، وفي عام 1952 تم أنشاء محطتين لمعالجة المطروحات المنزلية ومطروحات محلات بيع المرطبات، في عام 1953 تم إنشاء عدة محطات لمعالجة مطروحات المدارس، بعد هذا استمر استخدام هذه المحطات في أوهايو حتى وصل عددها عام 1962 إلى 2600محطة.[2]

إن نظرية هذا النظام هي أكسدة كاملة (Total Oxidation) حيث تتحول خلالها المواد العضوية إلى بروتوبلازم بوساطة الحمأة المنشطة والذي يمكن تفسيخه وتثبيته باستمرار عملية التهوية[3]. يزداد تركيز الأحياء المجهرية الممزوجة داخل النظام عند بدء عملية التشغيل إلى أن يصل إلى حد يستقر عنده النظام بعدها تكون الزيادة في تركيز الأحياء المجهرية نتيجة إنتاج خلايا جديدة مساوية تقريباً للنقص الحاصل في (Mix Liquor Volatile Suspended Solids) (MLVSS) نتيجة الهلاك[8]. وهذه إحدى مميزات هذا النظام فهو يعطي إنتاجا قليلاً من الحمأة وقد ينعدم أحيانا فضلاً عن أن الحمأة الناتجة عن هذا النظام تكون مستقرة (Stable) لذا فهو يلغي الحاجة إلى وحدة معالجة الحمأة (Sludge Digestion) كما ويلغي الحاجة إلى حوض الترسيب الأولي[5].

أهداف البحث

يهدف البحث إلى استعراض خصائص مياه الفضلات المعالجة خلال فترة الدراسة ودراسة خصائص وسلوك نظام الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة عند معالجة مياه الفضلات المنزلية فضلاً عن دراسة تأثير العوامل الداخلية والخارجية على أداء النظام .

استعراض البحوث والدراسات السابقة

في دراسة أجراها العيد [6] كان الهدف منها تقييم كفاءة الأداء لبعض محطات معالجة المطروحات السائلة لثلاث مدن من منطقة الفرات الأوسط ، أظهرت الدراسة إن أنظمة المعالجة من نوع الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة أكثر مرونة وكفاءة من برك الأكسدة ووحدات المرشحات البيولوجية كما وبينت الدراسة أن المياه المغادرة للمحطات تتجاوز فيها تراكيز بعض الملوثات الحدود المسموح بها فضلاً عن وجود مشاكل في إدارة وتشغيل هذه المحطات .

وأوضحت الدراسة التي أجراها Al-Rawi and Al-Tayar [7] لأجل تقييم كفاءة الأداء لإحدى محطات المعالجة البيولوجية في شمال مدينة الموصل والتي تعالج مياه المطروحات المنزلية، إن كفاءة الأداء لهذه المحطة منخفضة وآلت السبب في ذلك إلى فقدان الخبرة في تشغيل المحطة ، خلل في تجهيز الأوكسجين فضلاً عن فقدان آلية إرجاع الحمأة المنشطة من حوض الترسيب إلى حوض التهوية.

كما قام Al-Rawi وآخرون[8] بتقييم كفاءة الأداء لاثنتين من محطات المعالجة المستخدمة في معالجة مطروحات المستشفيات في مدينة الموصل حيث

بينت الدراسة إن كلا المحطتين تعاني من تدنٍ في كفاءة الأداء والسبب في ذلك هو أن طبيعة المطروحات المعالجة تحوي على المضادات الحيوية والمنظفات بكثرة فضلاً عن عدم إرجاع الحمأة من حوض الترسيب إلى حوض التهوية، كذلك فقدان عملية التهوية وعدم توفر الخبرة التشغيلية مما جعل هاتين المحطتين تعملان على إمرار المطروحات السائلة من خلالهما دون معالجة (Bypass).

أما David Eye وآخرون[5] فقد قاموا بدراسة حقلية لعدد من وحدات الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة كان الغرض منها تقييم كفاءة الأداء لهذه المحطات الموجودة في مدينة أوهايو، وقد أظهرت النتائج انه بالإمكان اعتماد نوعية المياه المعالجة كمقياس لتقييم كفاءة الأداء الإجمالية لهذه المحطات . بينت الدراسة إن الزيادة في تركيز الدقائق الصلبة في المياه المغادرة من المحطة سببه زيادة الحمل الهيدروليكي المطبق على حوض الترويق أو قد يكون سببه ظروفا لا هوائية داخل حوض الترويق، وأوصت الدراسة بان تركيز الأوكسجين المتبقي لا يقل عن 1 ملغم/لتر داخل حوض الترويق حتى لا تحدث زيادة في تركيز الدقائق الصلبة في المياه المغادرة لحوض الترسيب أو الترويق. أظهرت نتائج الدراسة إن محطات الجريان المستمر أفضل وأسهل تشغيلا من محطات الجريان الكتلي.

قام Gaudy وآخرون[9] بدراسة استقرارية وحدات الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة بعد تشغيلها، إذ بينت النتائج إن تشغيل هذه الوحدات مع إعادة كاملة للحمأة المترسبة في حوض الترسيب الثانوي إلى حوض التهوية يمثل ابسط نظام اقتصادي للمعالجة خصوصاً إذا كان هنالك تباين في أنواع الأحياء المجهرية في هذا النظام.

الجانب العملي

تضمن العمل في هذا البحث معالجة مياه مطروحات منزلية معالجة هوائية باستخدام نظام الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة وباعتماد الجريان المستمر (Continuous Flow) إذ تم تشغيل مجموعة من أحواض التهوية (Aeration Reactors) كل واحد منها يعمل بزمن مكوث هيدروليكي معين وبواقع 6 فترات تراوحت بين (12–32) ساعة.

تم استخدام ثلاث أحواض زجاجية كل حوض مكون من جزأين، جزء للتهوية والمزج وأخر للترسيب يفصل بينهما حاجز زجاجي. يتم إدخال الفضلات من بداية حوض التهوية، أما الماء الرائق فيخرج من فتحة أعدت لهذا الغرض. استخدم حوض التهوية بحجم 7.66 لتر أما حوض الترسيب فقد بلغ حجمه 2.45 لتر والشكل (1)[10] يوضح أبعاد الحوض.

ثبت من خلال تشغيل الأحواض إنها تعطي مزجا جيدا لمحتويات الحوض مع إعادة جيدة للحمأة المترسبة في حوض الترسيب إلى حوض التهوية حيث أجريت التجربة بإعادة كاملة للحمأة من حوض الترسيب إلى حوض التهوية بدون طرح أي كمية منها. تم أخذ نماذج الفضلات الخام والتي عولجت باستخدام نظام

3 أة المنشطة ذات التهوية المطولة من منطقة حي المهندسين في الموصل والتي تتكون من فضلات الدور السكنية فضلاً عن المياه الخارجة من القساطل وفضلات منطقة المجمع السكني لكلية المعلمين .

أجريت الفحوصات المختبرية خلال فترة العمل حيث تم فحص المتطلب الكيماوي للأوكسجين (Chemical Oxygen Demand) (COD) الكلي لمياه الفضلات الخام والمياه المغادرة من كل منظومة، أما فحص الـ COD المرشح فقد اعتمدت طريقة الطرد المركزي

(Centrifuging) على نماذج المياه المغادرة لكل منظومة قبل ترشيحها على ورق ترشيح 0.45 مايكروميتر .

أما فحص المتطلب الكيموحيوي على الأوكسجين (5-day Biochemical Oxygen Demand) (BOD_5) للنماذج المذكورة في أعلاه فقد اعتمد في نهاية كل فترة تشغيل. تم الاعتماد على الطرق القياسية المقدمة من قبل (APHA, AWWA, WPCF, 1985) [11] في اغلب الفحوصات وبواقع ثلاث فحوصات لكل نموذج فقد استخدمت طريقة (Closed Reflux Titrametric) Method في إيجاد تراكيز الـ COD وحسب الفقرة (508b) ، أما فحوصات الـ BOD_5 فقد اعتمدت طريقة (Winkler) فيها وحسب الفقرة (507) وفيما يخص الحسابات الوزنية للسائل الممزوج والدفق الخارج فقد اعتمدت الفقرات (509a, 509d).

تم الوزن باستخدام ميزان حساس من نوع (FX-300 A & D company) لتحديد تراكيز المواد الصلبة الكلية والمتطايرة، أما فحص معدل استهلاك الأوكسجين (Oxygen Consumption Rate) فقد اجري حسب الفقرة (213a) كما وتم إيجاد قيم دليل حجم الحمأة (Sludge Volume Index) (SVI) باستخدام اسطوانة مدرجة سعة 1 لتر إذ يتم تسجيل حجم الحمأة المترسبة مع الزمن ولمدة نصف ساعة. تم فحص الرقم الهيدروجيني pH للسائل الممزوج والفضلات الخام (Raw Waste) باستخدام جهاز pH meter من نوع (pH meter WTW 525)، أما فحص الأوكسجين المذاب (Dissolved Oxygen) فقد تم باستخدام جهاز DO meter .

فيما يتعلق بعملية التخفيف التي أجريت لفحص الـ COD فقد تراوحت نسبة التخفيف بين (1:1) و (10:1) ، أما فيما يخص فحص الـ BOD_5 فقد تراوحت نسبة التخفيف بين (10:1) و (100:1) باستخدام الماء المقطر.

تمت السيطرة على تصاريف مياه الفضلات من خلال مضخة صغيرة تسحب الفضلات من خزان بسعة 10 لتر وتوزعه على أحواض التهوية وحسب التصاريف المطلوبة ، أما خزان الفضلات الذي تسحب منه الفضلات بوساطة مضخة من نوع (Parvalux) فتتم تغذيته بالفضلات من خزان أخر للحصول على ارتفاع ثابت لمستوى الفضلات داخل الخزان الصغير (Constant Head) كي لا تتأثر التصاريف بفرق الشحنة وكما موضح في الشكل(2).

جرت عملية الأقلمة والتي استمرت شهرين بعدها تمت المباشرة بتشغيل أحواض التهوية ذات الجريان المستمر تشغيلا تجريباً لمدة 10 أيام ومن ثم تم ضبط التصاريف لثلاث أحواض بحيث يعمل كل واحد منها على زمن مكوث هيدروليكي معين .

كانت التجربة الأولى على الفترات 12، 16، 20 ساعة بحيث استغرقت التجربة الأولى شهرين بعدها بوشر بالتجربة الثانية على فترات المكوث 24، 28، 32 ساعة مع السيطرة على درجة الحرارة وكما في التجربة الأولى.

النتائج والمناقشة

إن مياه المطروحات المنزلية المستخدمة في هذه الدراسة مكونة من مياه الغسل والشطف والتي تكون حاوية على كميات من الصوابين ومساحيق التنظيف فضلاً عن بقايا الطعام والدهون والمياه الخارجة من القساطل، علما بأن هذه المطروحات تكون متغيرة من

وقت لآخر كما ونوعاً ويبين الجدول (1) بعض خصائص هذه المطروحات خلال فترة الدراسة.

إن القياسات الدورية للدقائق الصلبة العالقة الممزوجة بالسائل (Mix Liquor Suspended Solids) MLSS وفي مواقع مختلفة من أحواض التهوية أوضحت إن تركيز MLSS داخل حوض التهوية متجانس نسبياً، إذ لم يلاحظ أي تراكم للحمأة في زوايا الحوض.

أشارت القياسات الدورية للأوكسجين المذاب في مواقع متعددة من أحواض التهوية إلى تجانس في تركيز الأوكسجين المذاب ومعدل استهلاك الأوكسجين داخل أحواض التهوية، كما إن تركيز الأوكسجين المتبقي تراوح بين (2–7) ملغم/لتر.

من خلال ما تقدم لوحظ تقارب في الخصائص البيئية في أحوض التهوية وتطابقها مع المتطلبات الخاصة بكون النظام تحت ظروف المزج الكامل، هذه المتطلبات تتضمن توزيع متجانس لتركيز MLSS داخل حوض التهوية، تقارب في معدل استهلاك الأوكسجين وعدم نقصان تركيز الأوكسجين المذاب المتبقي عن 1 ملغم/لتر [12].

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها طيلة فترة العمل المختبري تبين أن كفاءة النظام في إزالة المادة العضوية المذابة لم تتأثر بفترة المكوث الهيدروليكي داخل حوض التهوية، إذ أن تأثرها يكاد يكون غير محسوب حيث أن الفرق بين معدل كفاءة الإزالة عند أعلى فترة مكوث هيدروليكي ومعدلها عند أقل فترة مكوث هيدروليكي لم يتجاوز 0.25% ، وكما هو واضح في الشكل (3)، حيث تعتمد كفاءة الإزالة للمادة العضوية المذابة على ثابت معدل الإزالة(RateConstant Removal)(K) وهذا الثابت لا يتأثر بزمن المكوث الهيدر iwiftguuyt الدراسة الحسابات الخاصة بدليل حجم الحمأة (Sludge Volume Index) SVI حيث يوضح الشكل (5) منحني التكرار التراكمي لقيم SVI خلال فترة الدراسة. نلاحظ من المنحني أن 100% من القراءات كانت أقل أو تساوي 250 مليلتر/غم بينما 80% من القراءات كانت أقل أو تساوي 125 مليلتر/غم، وبهذا فان 80% من القراءات كانت ذات حمأة جيدة بينما 20% من القراءة كانت فيها الحمأة في حالة انتفاخ، إذ تعتبر قيمة SVI مابين (125–150) مليلتر/غم الحد الفاصل بين الحالة الاعتيادية للحمأة وحالة انتفاخ الحمأة[17]. إن حالة انتفاخ الحمأة في محطات المعالجة من نوع الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة من المشاكل التشغيلية التي تحدث أحيانا وقد يكون السبب ناتج عن نقص في تجهيز الأوكسجين أو نقصاُ في كمية المغذيات. تمت معالجة هذه المشكلة من خلال بعض الحلول منها تقليل الحمل العضوي أو تنظيم كمية المغذيات المجهزة فضلاً عن تنظيم مستوى الأوكسجين المذاب[18].

من الملاحظات المهمة التي لوحظت خلال فترة الدراسة وجود العلاقة بين تركيز الـ SS في المياه المغادرة من حوض الترسيب الثانوي و بين SVI حيث توضح العلاقة نقصان تركيز الـ SS في المياه المغادرة لحوض الترسيب الثانوي بزيادة SVI شكل (6). وهذا يتطابق مع النتائج التي حصل عليها Al-Ahmady [15] و Pipes [19] ويعزى السبب في ذلك إلى أن زيادة SVI تعني نمو خيطياُ للأحياء المجهرية filamentous growth وبذلك يتم حجز الدقائق الصلبة لأن النمو الخيطي للمستعمرات البكتيرية يجعلها تشكل أشبه ما يكون بالمصفاة فتحجز الدقائق تحتها ولذلك نشاهد المياه المغادرة من حوض الترسيب الثانوي أكثر رواقاً عندما يكون هنالك انتفاخ ففي الحمأة[15,19].

كما ويلاحظ علاقة أخرى شكل(7) من خلال دراسة تأثير نسبة المادة الغذائية إلى كتلة الأحياء المجهرية في المنظومة F/M (Food to Microorganisms) على SVI إذ لوحظ أن أقل SVI يساوي 32 مليلتر/غم يحدث عند F/M مقدارها 0.56 يوم$^{-1}$ مقاسه على أساس الCOD والتي تساوي 0.387 يوم$^{-1}$ مقاسه على أساس الBOD5. Pipes [19] يشير إلى أن أقل SVI يحدث ضمن مدى من F/M مقداره (0.22−0.48) يوم$^{-1}$.

من خلال النتائج يلاحظ وجود ثبات نسبي لقيم الأس الهيدروجيني pH للمياه المعالجة على الرغم من تذبذب قيم pH للمياه الداخلة إلى حوض التهوية وبهذا لا توجد علاقة بين قيم pH في مياه المطروحات الداخلة للمحطة والمياه المغادرة للمحطة وقد أكد كل من Al-Ahmady [15] و Ramalho [13] ذلك. ويوضح الشكل (8) العلاقة بين pH الداخل و pH الخارج حيث يتبين عدم وجود علاقة محددة.

والشكل رقم (9) يبين عدم وجود ترابط أو علاقة بين الـ COD في مياه الفضلات غير المعالجة وبين الـ COD في المياه المعالجة وهذه الملاحظة مقبولة لان الـ COD في المياه الداخلة للمحطة هو متغير مستقل تحكمه طبيعة الفضلات المراد معالجتها.

أما الشكل رقم (10) فيبين عدم وجود ترابط بين الـ pH لمياه الفضلات الداخلة مع الـ COD في المياه الخارجة منها وهذا الشيء متوقع لان النظام لا يتأثر أصلا بقيم الـ pH في مياه الفضلات الداخلة إذا كانت ضمن مدى(6−8) وهذا واضح من خلال ملاحظة الشكل (8). وبذلك فان الملاحظتين أعلاه تعكسان قابلية النظام في معالجة مياه الفضلات متغيرة الخصائص، كما وتتفق مع مفهوم المزج الكامل لمحتويات حوض التهوية.

في الشكل (11) تم رسم الـ COD المذاب الخارج من المحطة مع F/M حيث وجد ترابط بين هذين المعاملين، هذا الترابط الخطي ذو معامل ارتباط مقداره 0.862 يعني إن نوعية المطروحات من المحطة تتأثر كثيراً بتغير المعامل الحيوي F/M. وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه Al-Ahmady [15].

يوضح الشكل (12) العلاقة بين MLSS و الـ COD في المياه المعالجة المغادرة للمحطة، إذ يلاحظ عدم وجود ترابط بين هذين المعاملين وهذه النتيجة مشابهه لما وجده Bisogni وآخرون[20] و Gaudy وآخرون[9] و Suschka [14] و Niku and Schroeder [21].

أما الشكل (13) فيبين الترابط بين الـ COD الكلي في المياه المعالجة المغادرة للمحطة مع تركيز SS في المياه المعالجة المغادرة لحوض الترسيب الثانوي، إن الترابط خطي ذو معامل ارتباط مقداره 0.97. هذه النتيجة تعني أن نوعية المياه المعالجة المغادرة من المحطة تعتمد وبشكل رئيس على تركيز الـ SS فيها وهذا منطقي جدا لأن تركيز الـ SS هو جزء من تركيز الـ COD الكلي في المياه المعالجة، وهذا الرأي يدعم من قبل Al-Ahmady [15] و Pipes [19] و Pipes [22].

الاستنتاجات

1− أثبتت نتائج الدراسة نجاح استخدام وحدات الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة بإعادة كاملة للحمأة من حوض الترسيب إلى حوض التهوية في معالجة مياه المطروحات المنزلية فضلاً عن كفاءة النظام في إعطاء نوعية مطروح ذو قيم pH جيدة على الرغم من التذبذب في قيم الـ pH لمياه المطروحات .

2- تتأثر كفاءة النظام في إزالة المواد العضوية المذابة تأثراً كبيراً بقيمة الحمل الغذائي المسلط على وحدة البكتريا F/M .

3- خصائص المياه المعالجة موحدة نسبياً على الرغم من تذبذب خصائص المطروحات قبل المعالجة وهذه الميزة هي إحدى فوائد نظام المزج الكامل المستخدم في هذه الدراسة.

التوصيات

1- دراسة مدى كفاءة وحدات الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة في إزالة الفسفور والنتروجين من المطروحات المنزلية في بحث منفصل لعدم دراسة هذين العاملين في هذه الدراسة.

2- دراسة تأثير عمر الحمأة على أداء وحدات الحمأة المنشطة ذات التهوية المطولة وعلى استقرارية الحمأة الناتجة.

المصادر

1. McGhee, T., "Water Supply and Sewerage", 6th ed. McGraw-Hill, Inc., New York, (1991).
2. Joe Midlebrooks, E. and Fafland, C.F., "Kinetics of Model and Field Extended Aeration Wastewater Treatments Units", J. Water Poll. Control Fed.40: 586-612,(1968).
3. Al-Layla M. Anis, Ahmad Sh. and Joe Midlebrooks E., "Handbook of Wastewater Collection and Am. Public Health Assoc. Washington D.C., (1985).
13. Metcalf and Eddy, Inc. "Wastewater Engineering", 2nd ed., McGraw-Hill, Inc. New York, (1979).

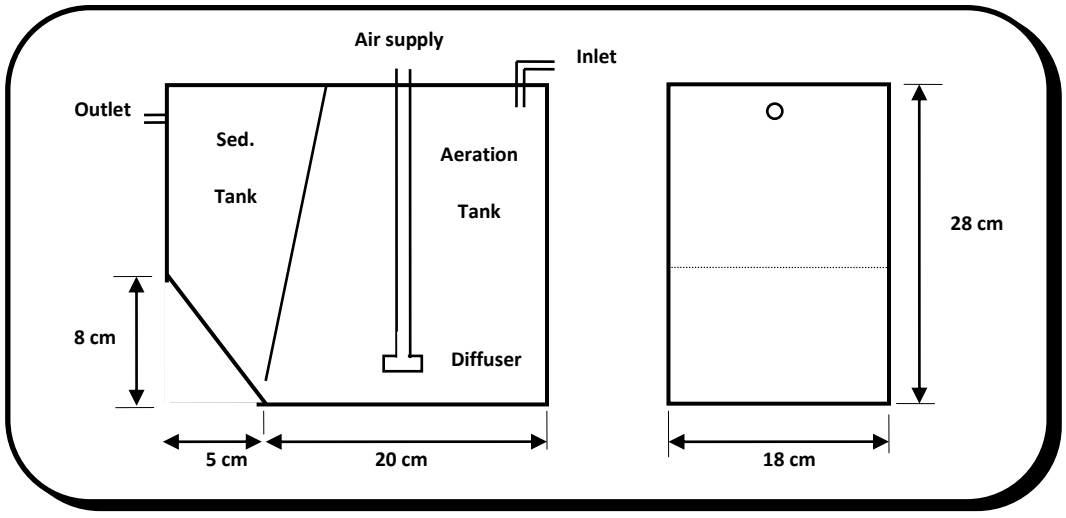
Treatment : Principles and Practice", Garland STPM Press, New York & London, (1980).

4. Schroeder, E. D. "Water and Wastewater Treatment", 1st ed. McGraw-Hill, Inc. New York, (1977).
5. David Eye, J.; David P.E.; Fernando R. and David P.S., "Field Evaluation of the Performance of Extended Aeration Plants", J. Water Poll. Control Fed.; 41:1299-1318, (1969).

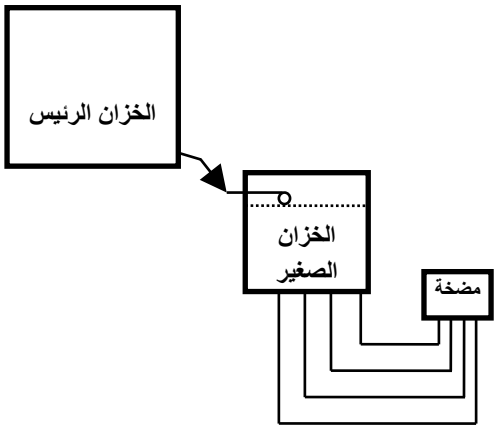
6- العيد ، باقر علي، " تقييم كفاءة محطات معالجة مياه المجاري لبعض مدن منطقة الفرات الأوسط " ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، 11 ، 8 ، 35 ، (1992).

7. Al-Rawi, S.M. and Al-Tayar, T.A., "Evaluation of the Role of Biological Treatment in Removing Various Wastewater Pollutants", J. Environmental Science and Health, A28, 3:252-263(1993).
8. Al-Rawi, S.M.; Hana, G.Kh. and Ali, A.R. "Performance of Two Hospital Wastewater Treatment Plants in Removing Various Pollutants", Al-Muhandis, 123: 17-24(1995).
9. Gaudy, A.F.; Ramanathan, M.; Yaug, P.Y. and DeGeara T.V., "Studies on the Operational Stability of the Extended Aeration Process", J. Water Poll. Control Fed.,(42)2: 165-179(1970).
10. Novak, J.T.; McDaniel C.R. and Howard S.C., "The Effect of Boat Holding Tank Chemicals on Treatment Plant Performance", J.
11. Water Poll. Control Fed., 62(3): 288-295(1990).
12. APHA, AWWA, WPCF, "Standard Method for the Examination of Water and Wastewater" 16th ed.,

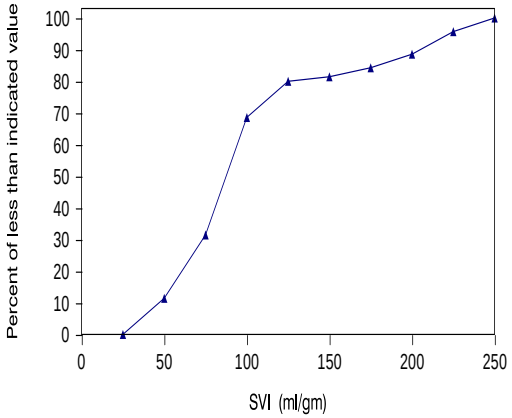
14. Ramalho, R.S. "Introduction to Wastewater Treatment Processes", Academic Press, Inc., (1977).
15. Suschka, J. "Biooxidation in a Continuous Activated Sludge Process", J. Water Research, 14: 197-205(1980).
16. Al-Ahmady, Q.K., "Oxidation Ditches With Interchannel Clarifier Process to Treat Industrial Wastes" M.Sc. Thesis, Mosul University, (1995).
17. Winkler, M. A. "Biological Treatment of Wastewater", 1st ed., Ellis Harwood Ltd. Publishers; England, (1981).
18. Hartly, K.J. "Operating the Activated Sludge Process", 3rd ed. Gutteridge Haskins and Davey, Australia, (1988).
19. Guo, P.H.; Thirumurthi, D. and Jank B.E. "Evaluation of Extended Aeration Activated Sludge Package Plants", J. Water Poll. Control Fed., 53(1): 33-49(1981).
20. Pipes, W. O. " Bulking , Deflocculating and Pinpoint Floc.", J. Water Poll. Control Fed., 51(1): 62-70(1979).
21. Bisogni, J.J. and Lawrence, A.Wm, "Relationships Between Biological Solids Retention Time and Settling Characteristics of Activated Sludge", J. Water Research, 5:753-763(1971).
22. Niku, S. and Schroeder, E.D., "Stability of Activated Sludge Processes Based on Statistical Measures", J. Water Poll. Control Fed.,53(4): 457-470(1981).
22- Pipes, W.O., "Types of Activated Sludge Which Separate Poorly", J. Water Poll. Control Fed., 41(5): 714-724(1969)



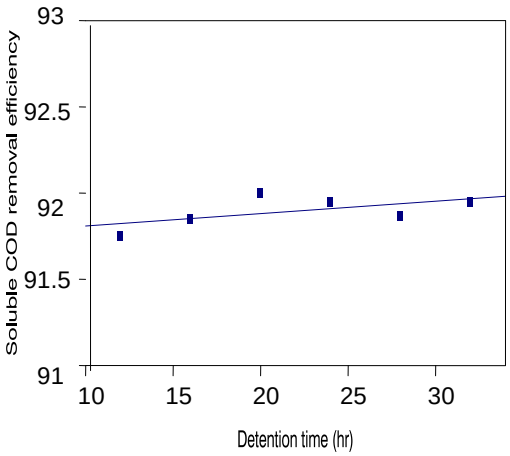
شكل (1): شكل توضيحي لحوضي التهوية والترسيب



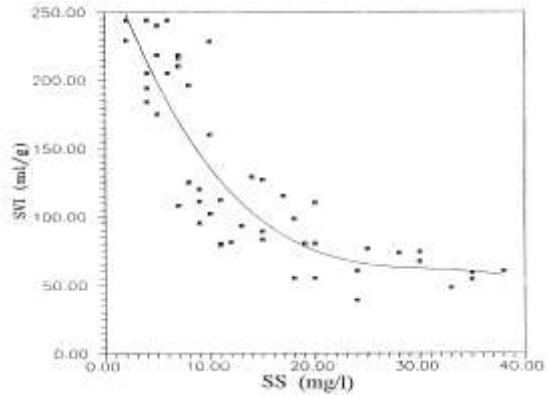
شكل (2) : مخطط تهيئة وتوزيع الفضلات إلى أحواض التهوية



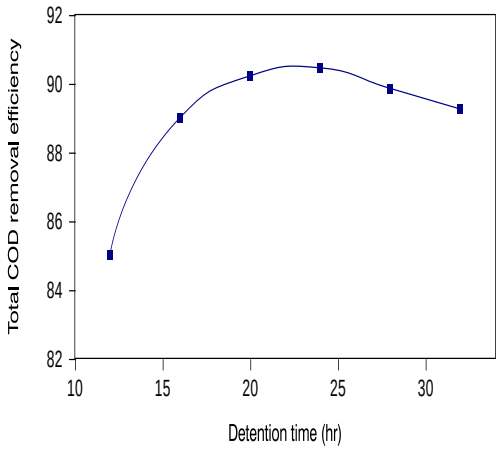
شكل (5) : منحني توزيع التكرار التراكمي لقيم(SVI) للحمأة المنشطة



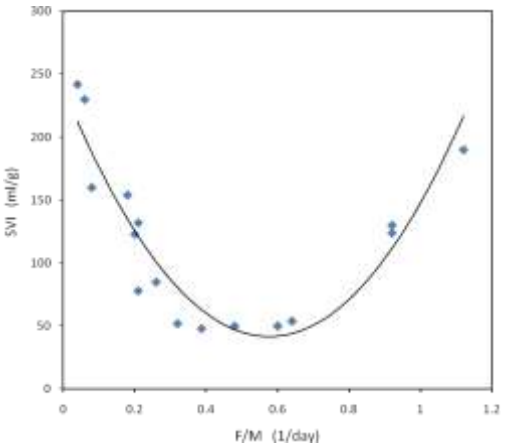
شكل (3) : العلاقة بين فترة المكوث الهيدروليكي وكفاءة الازالة للمادة العضوية المذابة.



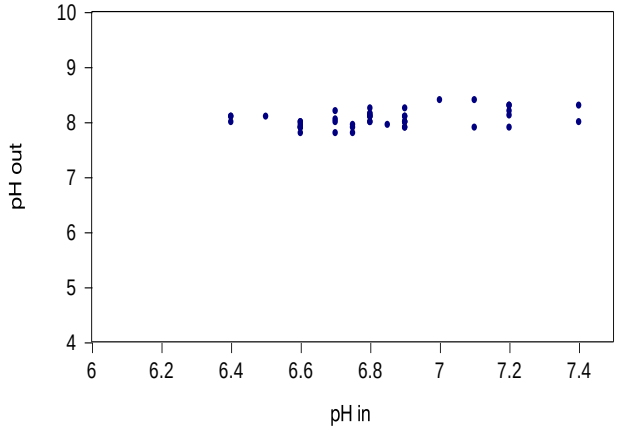
شكل(6): العلاقة بين دليل حجم الحمأة وتركيز الدقائق العالقة في الفضلات المغادرة للمحطة



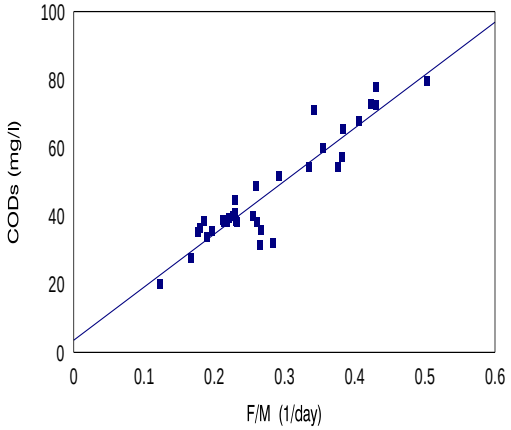
شكل (4) : العلاقة بين فترة المكوث الهيدروليكي وكفاءة الإزالة الإجمالية .



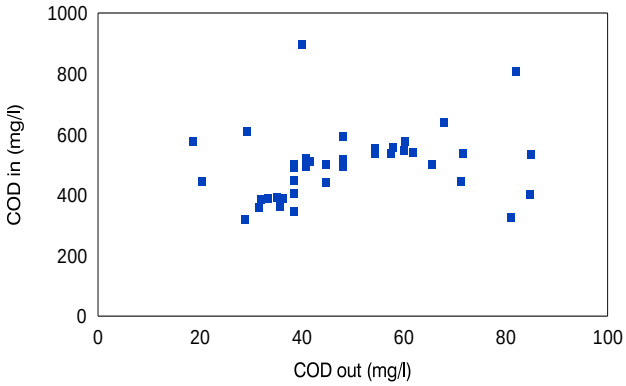
شكل(7):العلاقة بين الحمل الغذائي المسلط ودليل حجم الحمأة

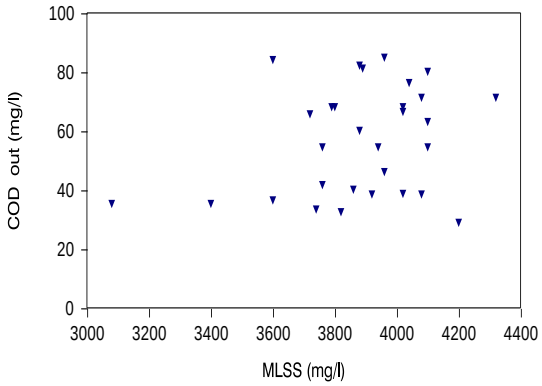


شكل (8): العلاقة بين pH مياه المطروحات الخام و pH للمياه بعد المعالجة

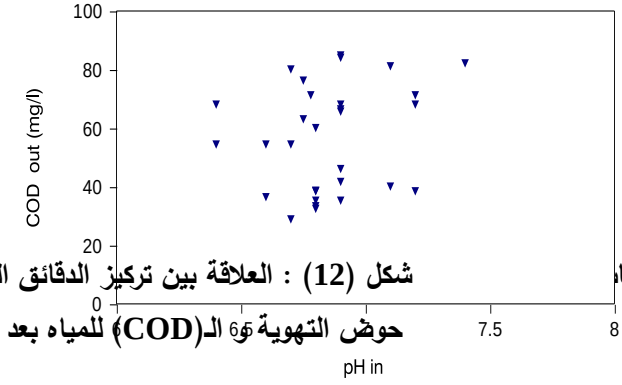


شكل (11) : العلاقة بين الحمل الغذائي المسلط(F/M) و الـ (COD) للمياه بعد المعالجة

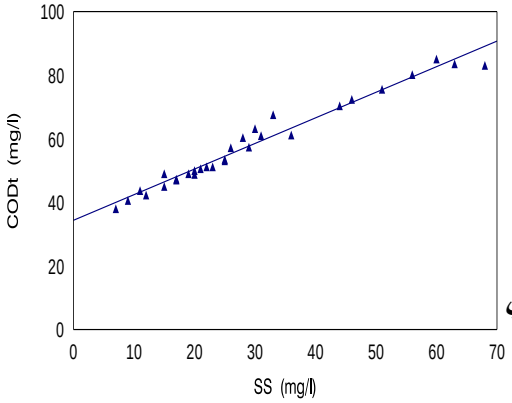




شكل (12) : العلاقة بين تركيز الدقائق الصلبة في حوض التهوية و الـ(COD) للمياه بعد المعالجة



شكل (10) : العلاقة بين pH لمياه المطروحات الخام و الـ COD للمياه بعد المعالجة



شكل (13) : العلاقة بين تركيز الدقائق الصلبة SS في المياه المغادرة لحوض الترسيب الثانوي والـ COD فى المياه بعد المعالجة

جدول (1) : خصائص المطروحات المنزلية المستخدمة في الدراسة الدراسة

الخاصية	المدى
المادة العضوية ممثلة بالـ COD	320– 896 ملغم/لتر
المادة العضوية ممثلة بالـ BOD_5	198 – 460 ملغم/لتر
الأوكسجين المذاب	0 – 2.8 ملغم/لتر
الرقم الهيدروجيني pH	6.4 – 7.4
المواد الصلبة الكلية	195 – 320 ملغم/لتر
درجة الحرارة	8 - 23 ْم