# التنبؤ المبكر في حدوث الصدمات السمّية في أنظمة المعالجة البيولوجية التي تعمل بأسلوب الحماة المنشطة

رياض محمود صالح أحمد ياسين شهاب معن هاشم محمود

Alobaidi_riyadhms@yahoo.com

مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث
جامعة الموصل

قسم الهندسة المدنية/ كلية الهندسة
جامعة الموصل

كلية علوم البيئة وتقاناتها
جامعة الموصل

## الخلاصة:

تُعدّ الصدمات الحاصلة في وحدات الحمأة المنشطة من المشاكل المهمة التي قد تضر بعمل المحطة البايولوجية. لذلك جرى في هذه الدراسة اختبار طريقتين منفصلتين للتنبؤ المبكر بحصول الصدمة. الأولى تتمثل بحساب استهلاك الأوكسجين في الكتلة الحية Specific Oxygen Uptake rate SOUR والثانية تتمثل بمراقبة الصور المجهرية لنماذج من الحمأة المأخوذة من حوض التهوية. وتم العمل مختبرياً باستخدام أحواض زجاجية بحجم 10 لتر (تعمل بأسلوب الحمأة المنشطة- المزج التام) وتسليط نوعين من المواد السمية احدها عضوي (الفينول) والأخر لا عضوي (السيانيد). أثبتت الدراسة بان طريقتي التنبؤ كانتا ناجحتين في الكشف عن مقدمة صدمة إذ حصل تغاير كبير في مؤشر SOUR (تصاعد حاد عند تسليط الفينول وانخفاض حاد عند تسليط السيانايد) في وقت وجيز (15 دقيقة) مما يدل على صلاحية الطريقة في تخمين حدوث صدمة في حوض التهوية. اما الطريقة الصورية فقد اثبت النتائج تغير شكل نمو اللبادات البايولوجية اعتماداً على نوع الصدمة (اذ تحولت من النمو المتكتل الى النمو الخيطي بشكل ملحوظ عند تسليط الفينول والى النمو المتشتت العصوي عند تسليط السيانيد) ذلك بوقت وجيز ايضاً لا يزيد على نصف ساعة.

**الكلمات الدالة** : الحمأة المنشطة، الصدمة السمية، التنبؤ المبكر للصدمات.

# Early Prediction Of Toxic Shocks Happening In Activated Sludge Biological Systems

**Riyadh M. Saleh Al-Obaidi** **Ahmed Y. Shehab** **Ma'an Hashim Mahmood**

**Environment Research Center**
**Mosul University**

**College of Engg. (Civil Dept.)**
**Mosul University**

**College of Env. Science and Technology**
**Mosul University**

## Abstract:

**The shocks became an important issue in operating wastewater treatment plant, because it may lead to biological unit damage in a short time. This study had been done to experience two separated ways in toxic shock happening prediction. Two glass basin (10L volume) used to conduct the study. The work was with completely mixed activated sludge. The studied ways of prediction were 1-the specific oxygen uptake rate (SOUR) of biomass in aeration tank , and 2-microscopic images monitoring. Two types of toxic material were used , the first was phenol (organic) and cyanide (inorganic inhibitors) with 40mg/l concentration in each of the basin separately. The results revealed that the two ways were useful in shock prediction. SOUR has raised with phenol shock in a short time , and has sharp dropped with cyanide shock (about 15 min.). the microscopic images revealed that filamentous growth happened in the bioflocs after short time of phenol shock. While a dispersed growth and pinpoint flocculation has appeared after short time of cyanide shock (leading to the biomass damage).**

**Key words:** **activated sludge, toxic shock, shocks early prediction**



أستلم في 2009/1/5 قبل في 2009/3/12

## المقدمة

تنتشر محطات المعالجة البيولوجية العاملة بنظام الحماة المنشطة انتشارا كبيراً في مختلف بلدان العالم. وعلى الرغم من هذا الانتشار الواسع الا ان هذه المحطات غالبا ما تعاني من مشاكل تشغيلية عديدة، لعل من اهمها الصدمات (Shocks) بنوعيها السمّية والهيدروليكية. تتسبب هذه الصدمات في إعاقة في عمل المحطة وإرباكها وربما تؤدي الى توقف جزئي او كلي للمحطة خاصة عندما لا تنفصل كتلة الاحياء المجهرية عن المياه المعالجة في حوض الترسيب الثانوي [1].

برزت اهمية مراقبة عمل الحمأة المنشطة من ناحية وجود المواد السّمية من خلال امرين اولهما الحفاظ على استقارية عمل محطة المعالجة والاخر حماية المستلمات المائية من السّميات. حيث تتسبب السّمية في ظهور مشاكل تشغيلية مثل تغير خصائص الترسيب وهذه قد تحتاج الى وقت لاستصلاحها، ومشاكل الترسيب قد تتأتى من انتفاخ الحمأة Bulking او تشتت اللبادات deflocculating وكلاهما يمكن ان يحدث بسبب اهمال صدمة سّمية [2].

ان التنبؤ المبكر بالصدمات التي يمكن ان تحصل في وحدة المعالجة البايولوجية يخدم كثيرا في اتخاذ الاجراءات التي من شأنها حماية الوحدة من الانهيار وانقاذ الكتلة الحية من الخمول الكلي جراء الصدمة التي قد تتعرض لها خصوصاً فيما لو كانت سمّية. وبالرغم من إن الكشف عن الصدمات الهيدروليكية امر يسير وواضح (وهي تمثل التغاير الهيدروليكي الحاصل) وهو أمر بائن للعيان ويمكن بسهولة ملاحظته وقد يسهل امتصاص تلك الصدمات بواسطة احواض المعادلة المنشأة في مقدمة الوحدات البايولوجية ،الا أن الصعوبة الحقيقية تكمن في الكشف عن الصدمات السمّية مبكراً.

يعدّ مقياس معامل الحمأة الحجمي (Sludge Volume Index SVI) من المقاييس المهمة في مراقبة عمل حوض الترسيب وخصائص الترسيب للحمأة، وفي حالة كون هذا القياس خارج الحدود التصميمية يسوء عمل حوض الترسيب، وقد لوحظ ان من أهم أسباب تراجع ترسيب الحمأة هو تعرض حوض المعالجة لصدمة سمّية او عضوية، لذا عُدّ (SVI) مقياساً متأخراً للتنبؤ بحصول الصدمة (بعد وقوعها) بالاضافة الى انه لا يعطي انطباعا عن نوعية المشكلة الحاصلة للكتلة الحية [3] لذا تطلب إتباع وسائل تنبؤ مبكرة يمكن ان تنفع في تدارك عمل الوحدة البايولوجية.

## الدراسات السابقة

اقترح [2] استخدام حساب تنفس الحمأة للتحسس من وجود صدمة سّمية في الحمأة المنشطة، واعتبرا هذه الطريقة طريقة مثالية لهذا الشأن على الرغم من تأخر اعتمادها في كثير من المحطات للتخمين في وجود مواد سّمية في الفضلات الداخلة.

وفي دراسة أخرى اعتبر [4] ان فعالية الترويق في الحمأة المنشطة يمكن تحديدها بدقة من خلال خصائص اللبادات. وقد اعتمدت الدراسة على محطة تعمل بالجرعة المتتابعة SBR (Sequencing Batch Reactor) حيث أنشئت منظومة يمكن ان تعمل تلقائياً في أخذ النماذج وتحليلها حاسوبياً ومن ثم تحديد درجة فعالية الترسيب الحاصلة في المحطة المختبرية بالاعتماد على مجهر ضوئي وكاميرا تصوير تنقل الصور بشكل مستمر الى الحاسوب لتحليلها. وخلُصت الدراسة الى ان نظام تحليل الصور المطّور يمثل وسيلة اتوماتيكية للتقييم السريع لحجم وبنية اللبادات البايولوجية ومن ثم تقييم عملية التلبيد.

اما [5] فقد استخدموا التحليل الكمي للصور المجهرية في مراقبة التغيرات الهيكلية للحمأة العاملة لا هوائياً حين حدوث الصدمات، وقد اعتمدوا على مؤشرات عدة في تفسير صورة الحمأة المتعرضة لصدمة سّمية، وأهم تلك المؤشرات نسبة طول الشعاع Length of Filamentالى المساحة المتراكمة الكلية total aggregate projected area. وهذا المؤشر يحدد الحركية الحاصلة للبكتريا (النشاط) داخل حوض المفاعل. وقد اشاروا الى حصول تغيرات سريعة في مورفولوجية (شكل) الحمأة عند تعرضها لصدمة بتركيز 300 mg/L من السيرفاكتانت surfactant، وقد ادت الصدمة الى تزايد البكتريا الشعاعية بشكل ملحوظ.

وفي دراسة اجراها [6] تابعوا فيها تعاقب التغيرات المورفولوجية ( بالمجهر) لحوض SBR تسود فيه الفطريات اثناء تعريض الحوض لنوعين من الصدمات إحداهما بتخفيض الأس الهيدروجيني انخفاضاً حاداً ( pH = 3.5)، والأخرى بتسليط تركيز عال من الفينول، متمثلاً بحامض الجاليك (Gallic Acid). وقد لاحظوا انه رغم تغير الخصائص الشكلية للحمأة فإن كفاءة المعالجة للـ COD لم تتأثر، كما بينوا ان الحمأة التي تسودها الفطريات (Fungal – based SBR) يمكن ان تتأقلم على الفينول بسرعة وتزيله. بينما تراجعت بعض خصائص الترسيب للحمأة من خلال تصاعد قيمة SVI ( حيث وصلت الى 370 ml/g في بعض المراحل من الاعاقة او التثبيط Inhibition).

وقد اشار [7] الى ان الكشف المبكر عن وجود بكتريا بنمو شعاعي يمكّن المشغلّين للمحطة من اتخاذ اجراءات سريعة تحمي المحطة من الحمأة جراء سوء الترسيب ، ومن تلك الاجراءات الكلورة كحلٍّ مؤقتٍ للمشكلة.

**أهداف البحث**

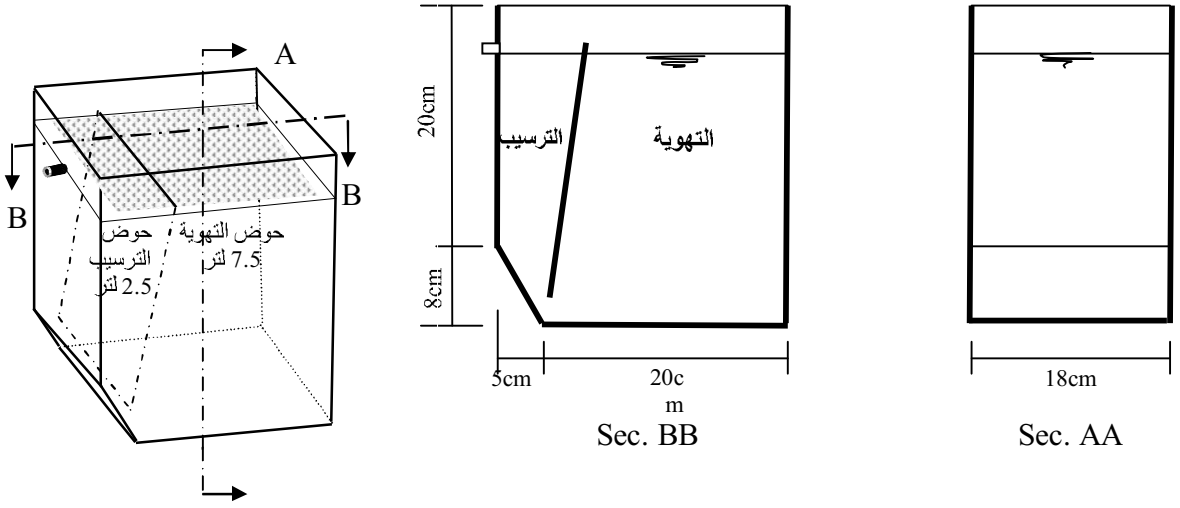
1. دراسة إمكانية استخدام اختبار المعدل النوعي لاستهلاك الأحياء المجهرية للأوكسجين ( Specific Oxygen Uptake Rate SOUR) في الكشف المبكر عن الصدمات السمّية في أحواض المعالجة البيولوجية التي تعمل بأسلوب الحماة المنشطة ذات المزج التام.
2. دراسة استخدام الصور المجهرية لعينات الحماة المنشطة في التنبؤ المبكر عن الصدمات السمّية في احواض المعالجة البيولوجية التي تعمل باسلوب الحماة المنشطة ذات المزج التام.

**المواد وطرائق العمل**

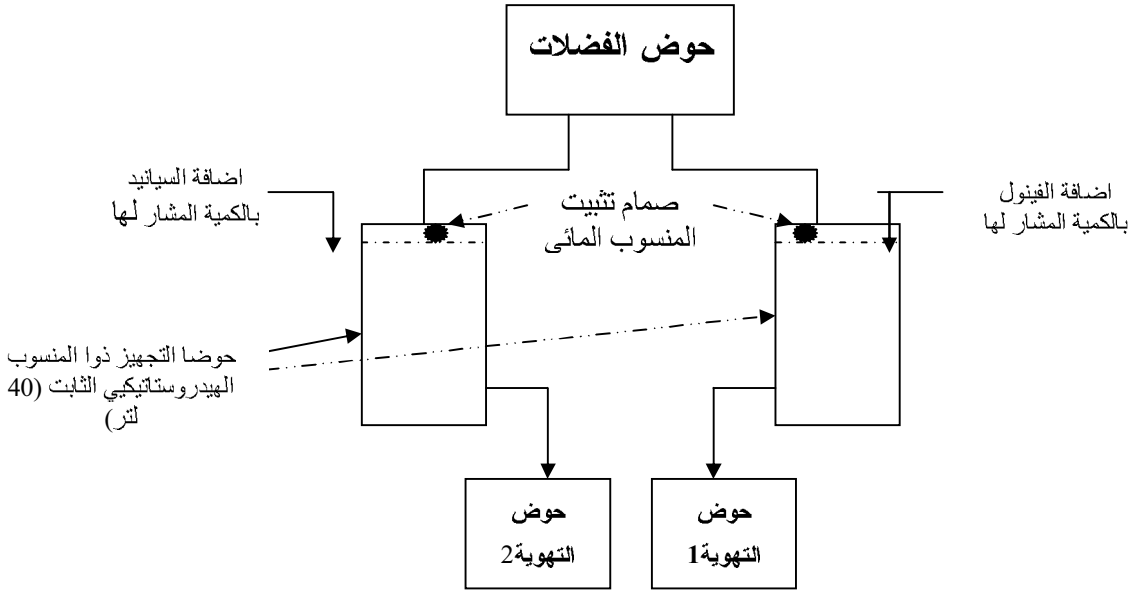
1. **وصف المنظومة المختبرية:** لتحقيق الدراسة تم اعداد حوضين زجاجيين بحجم 10 لترات، يتألف الحوض من جزئين: الأول للتهوية بحجم 7.5 لتر، والثاني للترسيب بحجم 2.5 لتر وكما في الشكل رقم(A:1)، [8]. وقد استُخدمت ضاغطة هواء كهربائية (compressor) لتوفير الأوكسجين وتحقيق المزج الكامل في نفس الوقت في حوض التهوية.

ان غالبية المحطات التي تعمل بنظام الحماة المنشطة ذات المزج التام تكون التغذية فيها باسلوب الجريان المستمر [9]، لذا تم اعتماد هذا الأسلوب في تغذية الأحواض بهذه الدراسة وبالاعتماد على الجاذبية الأرضية وذلك باستخدام منظومة تتكون من حوضين الأول يستخدم لتجهيز مياه الفضلات والثاني يحافظ على توفير ضغط ثابت في أنابيب التجهيز (بالاعتماد على منسوب هيدروستاتيكي ثابت في حوض الفضلات الرئيس) لضمان انتظام التصاريف الداخلة الى أحواض المعالجة (وكما في الشكل B:1).

2. **تشغيل المنظومة:** تم تشغيل المنظومة وتغذيتها بمياه فضلات بخصائص مصطنعة (تعتمد على الحليب الجاف في تحضيرها لضمان عدم وجود مواد غريبة قد تسبب صدمة مشتركة فيما لو استُخدِمت فضلات اعتيادية)، الجدول رقم(1) يبين الخصائص العامة الهامة للمياه المستخدمة في المعالجة. ولاجل ضمان عمل المنظومة باسلوب الحمأة المنشطة ذات المزج التام تم اعتماد المعايير التشغيلية المثبتة في الجدول رقم (2)، [10]. وقد تم في بداية التنمية للاحياء المجهرية اخذ بذور الحمأة المنشطة من حوض التهوية لمحطة معالجة مياه فضلات مستشفى مدينة الموصل العام.




**الشكل (A:1):** شكل وأبعاد الاحواض المستخدمة في الدراسة (احواض التهوية والترسيب الذاتي).




**الشكل (B:1): مخطط يمثل منظومة التشغيل المتبعة في الدراسة.**

وبعد الوصول الى حالة من نتائج التشغيل تقرب من حالة الاستقرار والثبات بالنتائج (Steady State) والتي استغرقت اسبوعين تقريبا من التشغيل (أي بعد اكتمال التنمية ووصول تركيز الاحياء المجهرية الى الحدود المشار لها في الجدول(2))، تمت اضافة المواد السمّية التي يتوقع ان تشكل صدمة ما للأحياء المجهرية وهما مادة الفينول ومادة السيانيد متمثلة بمادة سيانيد البوتاسيوم الحيديديكي ، حيث تمت إضافة المادتين الى حوضي التجهيز (ذوا المنسوب الهيدروستاتيكي الثابت) بحساب الكمية الملائمة لجعل تركيز كل من المادتين السمّيتين في الفضلات الداخلة لحوض التهوية (40 ملغم/لتر) وقد تم اختيار هذا التركيز (العالي نوعاً ما) لكل منهما بهدف تعريض الحوضين لظروف قاسية كشرط لحصول الصدمة [11].

تجدر الاشارة الى انه تمت إضافة هاتين المادتين الى المياه الداخلة للحوضين (اضيفت مادة الفينول الى مياه الفضلات التي تغذي الحوض الاول بينما اضيفت مادة السيانيد الى المياه التي تغذي الحوض الثاني) وذلك بعد أنتظام عمل المنظومة ووصولها الى حالة الاستقرار التشغيلي التي سبق ذكرها(steady state condition).

**الجدول (1):الخصائص الهامة للمياه المستخدمة في تغذية الاحواض المختبرية:**

| الخاصية | التركيز | الوحدة |
|---|---|---|
| المتطلب الكيميائي للاوكسجين (COD) | 500-300 | mg/l |
| المتطلب الحيوي للاوكسجين (BOD) | 430-260 | mg/l |
| النيتروجين الكلي | 7−3 | mg/l |
| الفوسفور الكلي | 3−1 | mg/l |
| الرقم الهيدروجيني (pH) | 8.1−6.8 | - |

:

**الجدول (2): المعايير التشغيلية المتبعة في الدراسة**

| الخاصية | المقدار | الوحدة |
|---|---|---|
| زمن المكوث الهيدروليكي | 5 | hour |
| نسبة الغذاء إلى الأحياء المجهرية (F/M) | 0.4 ± 0.1 | 1/day |
| معدل عمر الأحياء المجهرية ($\theta_C$) | 8 | day |
| معدل تركيز الأحياء المجهرية | 2500 −1500 | mg/l |

وقد تمت خلال فترة العمل متابعة ما يلي:

a. **حساب المعامل الحجمي للحماة (SVI):** حيث تم اخذ عينات من حوضي التهوية باستمرار قبل وبعد ظهور حالة الصدمة (استمر اجراء هذا الاختبار لمدة 25 ساعة بعد أحداث الصدمة) ولكلا الحوضين حيث تم هذا الفحص حسب ما ورد في المصدر [12].

b. **فحص SOUR:** تم إجراء هذا الاختبار باستمرار قبل وبعد وصول المادة الصادمة(استمر إجراء هذا الاختبار لمدة 25 ساعة بعد أحداث الصدمة) ولكلا الحوضين وذلك باستخدام جهاز قياس الأوكسجين المذاب في الماء نوع (EXTECH; model 407510) وقياس تركيز الاحياء المجهرية في الاحواض الاختبارية باستخدام اوراق ترشيح عديمة بقايا الرماد(Ashless) وحسب المصدر [12]. يحتسب المعدل النوعي لاستهلاك الاحياء المجهرية للاوكسجين (SOUR) كما يلي:

$$\text{specific oxygen up taken rate} = \frac{\text{oxygen up taken rate } {}^{mg}/_{l.min}}{\text{volataile suspended solids } {}^{g}/_{l}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}}$$

c. **اختبار الصور المجهرية:** تم التقاط صور مجهرية بقوة تكبير (100مرة) قبل وبعد بلوغ حالة الصدمة لعينات ماخوذة من الحوضين وتم الاستمرار بأخذ العينات من الحوضين لمدة (2) ساعة بعد بدء احداث الصدمة حيث تم في كل مرة تحضير أغشية من المسحات صُبِغَت بصبغة كرام (Gram stain) وفحصت مجهرياً للتعرف على أشكال الخلايا البكتيرية ثم صورت فوتوغرافياً [13].

## المناقشة والاستنتاجات

**أولاً: دور حساب معدل SOUR في التنبؤ عن الصدمة:**

يعد هذا الاختبار من الاختبارات المهمة التي يمكن من خلالها التعرف على حيوية الكتلة الحية ونشاطها داخل أحواض التهوية. ويمكن من خلال هذا الاختبار الاستدلال على تغير الظروف التشغيلية في هذه الأحواض [12]. وفي الظروف الطبيعية لعمل حوض التهوية بأسلوب المزج التام تتساوى تقريبا قيم هذا المعامل (SOUR) للنماذج المأخوذة من حوض التهوية بثبوت الظروف التشغيلية لهذا الحوض، بعبارة أخرى تكون العلاقة المرسومة لهذا العامل مع الزمن خطية من الدرجة صفر (الميل يساوي صفر تقريباً)، ومن هنا فانه يمكن التنبؤ بوقت حدوث صدمة سمّية لأحواض التهوية التي تعمل بهذا الأسلوب وذلك من خلال ملاحظة التغير في ميل العلاقة التي تربط هذا العامل بالزمن [14].

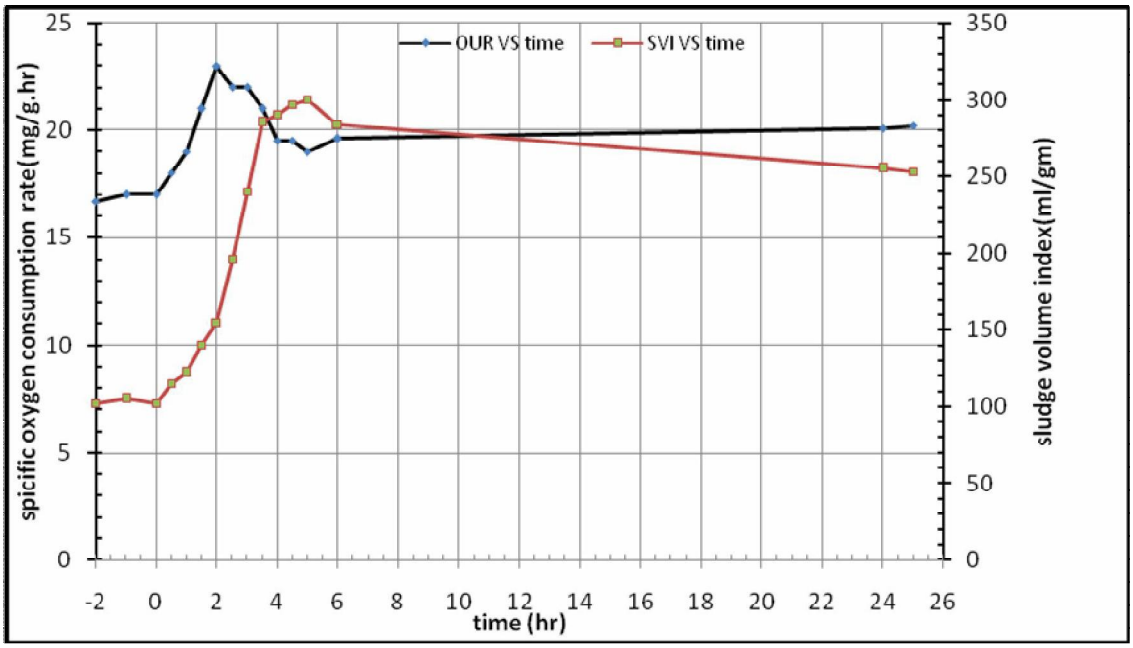
الشكل(2) يبين علاقة SOUR مع الزمن وذلك عند إحداث صدمة عضوية باستخدام مادة الفينول (الحوض الأول). يلاحظ من العلاقة المرسومة تساوي قيم SOUR مع الزمن قبل الساعة صفر(وقت وصول الفينول) وذلك لانتظام الظروف التشغيلية لهذا الحوض، في حين ازدادت قيم هذا المعامل تدريجيا بعد الصدمة لتصل إلى أعلى قيمة لها بعد ساعتين من الزمن صفر. ان السبب وراء زيادة قيم (SOUR) يعود إلى الطبيعة العضوية للمادة المضافة (الفينول) حيث استفادت

الأحياء المجهرية من المواد العضوية كغذاء لها مما أدى إلى هذه الزيادة في قيم هذا العامل وذلك على الرغم من حدوث الصدمة بدليل الارتفاع الواضح لقيم (SVI) [15]. أي ان الأحياء المجهرية اعتبرت الفينول غذاءاً ولم يكن سامّاً لها ، فلذلك ازداد نشاطها ولم يكن مثبطاً لنموها.

وفيما يتعلق بالتنبؤ المبكر بحدوث هذه الصدمة فانه يمكن الاستدلال عليها من خلال تغير الميل في العلاقة التي تربط قيم (SOUR) مع الزمن من الساعة صفر وحتى الساعة الثانية من وقت حدوث الصدمة، وعلى الرغم من ارتفاع قيم (SVI) في هذا الوقت الا ان هذا الاختبار لم يعطي إنذارا قطعياً لحدوث هذه الصدمة بسبب اقتراب هذه القيم(SVI) من المحددات الطبيعية لعمل أحواض التهوية ضمن هذه الفترة (0–2) ساعة. تجدر الإشارة إلى إن التحسس بوجود صدمة عضوية بفحص SOUR كان مبكراً ولفترة وجيزة جداً بعد وصول المادة الصادمة. بينما تأخر تأثر الـــ SVI الى ساعات بعد حصول الصدمة.

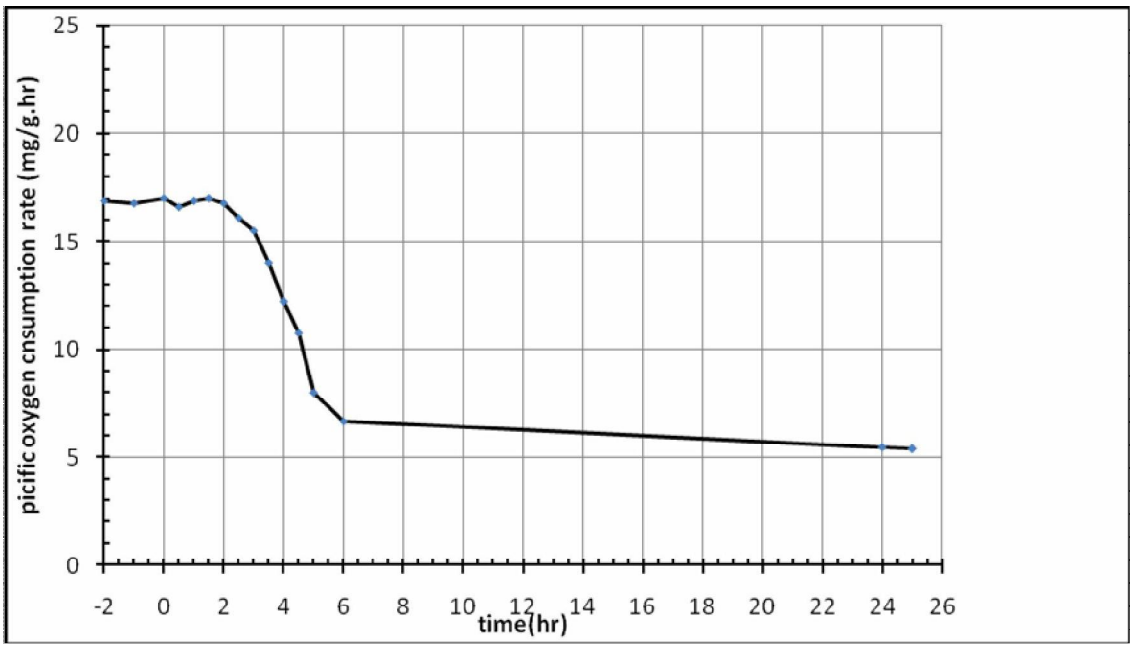
**صدمة السيانايد:**

لتحقيق صدمة سمّية فعلية (مثبّطة) تم اختيار مادة السيانايد كمادة سمّية ومثبطة للنشاط البكتيري، (السيانايد مركب سام جداً غير عضوي ويظهر مع العديد من المطروحات الصناعية)، وقد أدى ذلك الى تراجع آني في استهلاك الأوكسجين مما يدل على حصول صدمة حادة وكما مبين في الشكل(3). يلاحظ ثبوت قيم (SOUR) مع الزمن قبل حدوث الصدمة وبعد الساعة صفر(وقت إضافة السيانيد) ومن ثم بدأ التراجع في نشاط الأحياء المجهرية بشكل ملحوظ وكما يبينه الشكل (3) وذلك بسبب التأثير السمي لمركب السيانايد الذي أدى إلى تثبيط عمل الأحياء المجهرية في عملية أكسدة المركبات العضوية [11]. اي انه بعبارة أخرى يمكن التنبؤ بحدوث هذه الصدمة بمراقبة قيم (SOUR) آنياً بعد من دخول مركب السيانايد المسبب لهذه الصدمة الى حوض التهوية.




**الشكل (2): تغاير (SOUR) و(SVI) مع الزمن عند إحداث صدمة عضوية باستخدام الفينول.**

وقد تعذرت مراقبة مؤشر الحمأة الحجمي SVI بعدد الصدمة بمركب السيانيد وذلك بسبب تراجع خصائص الترسيب بشكل ملحوظ وتحول حالة اللبادات البايولوجية الى النمو المشتت او التجمع العصوي pin floc (كما موضح في الفقرة ثانيا) وغياب بطانية الحمأة sludge Blanket في فحص الـــ SVI.




**الشكل(3): تغاير (SOUR) مع الزمن عند إحداث صدمة لا عضوية باستخدام مركب السيانيد.**

**ثانياً: دور الصور المجهرية للحمأة المنشطة في التنبؤ المبكر بحدوث الصدمات السمّية:**

تتكون الكتلة الحية الموجودة في حوض التهوية من بيئة متناسقة من الأحياء المجرية، حيث تشكل البكتريا فيها النسبة الأكبر (95%) في حين تمثل النسبة المتبقية أحياء مجهرية راقية (higher organisms) (protozoa, rotifers,….) [16]. ومن خلال المعاينة المجهرية للحمأة المنشطة يمكن معرفة فيما اذا كانت الظروف التشغيلية لحوض التهوية طبيعية ام لا، حيث تظهر اللبادة (floc) المكونة للحماة المنشطة عند المعاينة المجهرية بإحدى الأشكال الثلاثة الاتية ( الشكل 4):

- عائمة خيطية (filamentous bulky)
- متكتلة او غير عائمة (nonbulky)
- مشتته او عصوية (pinpoint)

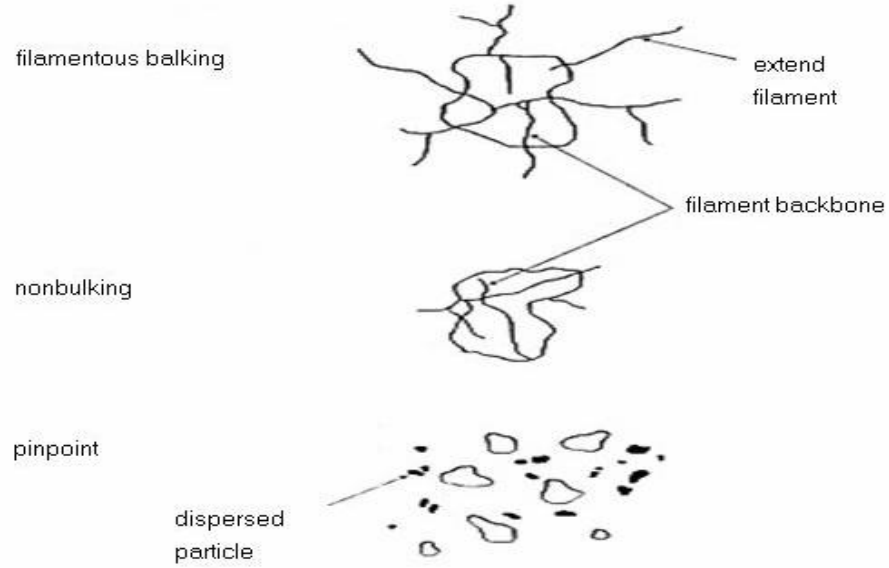
ان الشكل الثاني للبادة (غير عائمة) يسود عند المعاينة المجهرية للعينات الماخوذة من حوض تهوية يعمل في ظروف تشغيلية طبيعية في حين تتخذ اللبادة الشكل الأول (عائمة خيطية) او الثالث (مشتتة) عند الظروف التشغيلية غير الطبيعية لحوض التهوية [5].

الشكل (5) يبين صورا مجهرية لعينات أخذت من الأحواض الإختبارية (الأول والثاني) قبل إحداث الصدمة السمّية. يتبين من هذه الصور المجهرية ان شكل اللبادة كان من النوع الثاني(غير عائمة) والسبب في ذلك يعود للظروف التشغيلية الطبيعية التي كان يعمل بها كلا الحوضين قبل إحداث الصدمة السمّية.

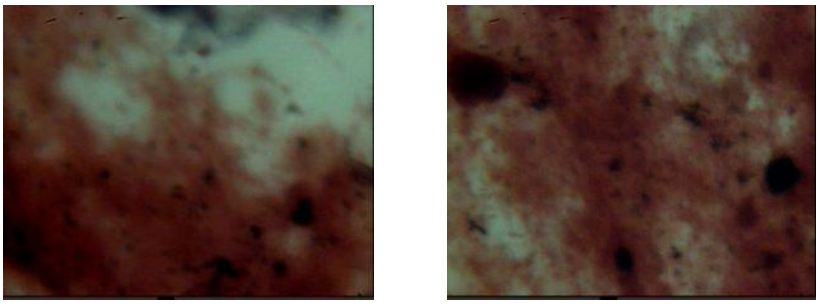
بينما يبين الشكل (6) صوراً مجهرية لعينات أخذت من الحوض الأول بعد إحداث الصدمة العضوية باستخدام الفينول بعد مرور 0.5، 1، 2 ساعة من وقت حدوث الصدمة. يلاحظ بوضوح الشكل الخيطي للاحياء المجهرية ( filamentous organisms) في هذه الصور المجهرية أي إن شكل اللبادة كان من النوع الأول عائمة خيطية (filamentous bulking)، والسبب في ذلك يعود الى الطبيعة العضوية لمادة الفينول والتي أدت إلى حدوث زيادة في نسبة الغذاء إلى الأحياء المجهرية (F/M). ومن المعلوم أن زيادة نسبة (F/M) في أحواض المعالجة التي تعمل بنظام الحماة المنشطة ذات المزج التام يمكن ان تؤدي الى ظهور الأحياء المجهرية الخيطية في لبادة الحماة المنشطة لتلك الأحواض [9]. ولذلك فان استخدام اختبار الصور المجهرية يتيح التنبؤ المبكر للصدمات العضوية (صدمة الفينول) في زمن قياسي (0.5 ساعة او اقل) من خلال تغير شكل لبادات الأحياء المجهرية وظهور الأحياء المجهرية الخيطية والتي تمتد بشكل واضح خارج حدود تلك اللبادات.

أما الشكل (7) فيبين صوراً مجهرية لعينات أخذت من الحوض الثاني بعد إحداث الصدمة اللاعضوية باستخدام السيانايد بعد مرور (0.5، 1، 2) ساعة من وقت حدوث الصدمة. يلاحظ بوضوح حدوث حالة تشتت في لبادات الحمأة المنشطة وتحول شكلها من الشكل الطبيعي غير عائمة (nonbulky)، إلى عصوية مشتته (pinpoint). ان سبب هذا التحول في شكل لبادات الحماة المنشطة يعود الى التاثير السمي لمركب السيانيد الذي أدى الى تثبيط عمل الأحياء المجهرية [17].

يتضح ان استخدام اختبار الصور المجهرية يتيح التنبؤ المبكر للصدمات اللاعضوية (صدمة السيانيد) بشكل واضح بعد مرور (1 ساعة) تقريباً من زمن دخول المادة السمّية الى مياه الفضلات وذلك من خلال تغير شكل لبادات الاحياء المجهرية وتحولها الى الشكل المشتت (pinpoint) .

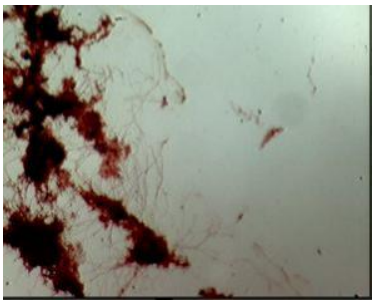
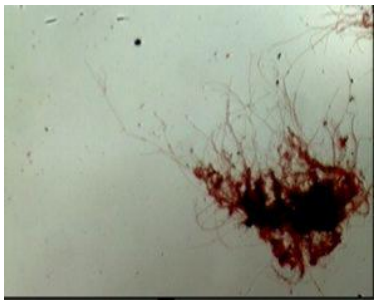
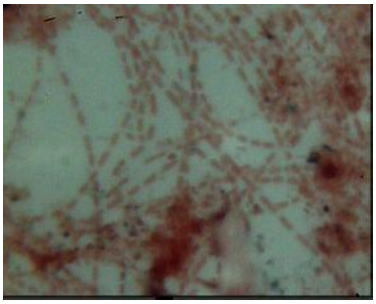



**الشكل (4): شكل تخطيطي للبادة الحمأة المنشطة تحت المجهر [5].**



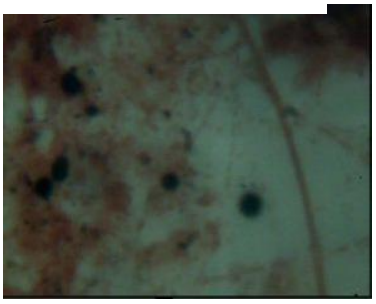
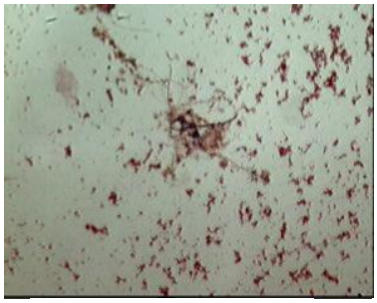
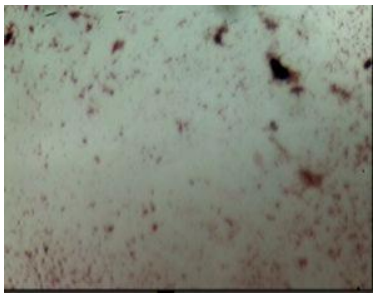
B A

**الشكل (5): يبين صورة مجهرية لعينات اخذت من حوضي التهوية قبل الصدمة بقوة تكبير (100X) (Aالحوض الاول ، Bالحوض الثاني).**

بعد 0.5 ساعة من الصدمة بعد 1 ساعة من الصدمة بعد 2 ساعة من الصدمة

**الشكل (6): صورة مجهرية بقوة تكبير(100X) لعينات أخذت من الحوض الأول عند إحداث صدمة الفينول**

بعد 0.5 ساعة من الصدمة بعد 1 ساعة من الصدمة بعد 2 ساعة من الصدمة

**الشكل (7): صورة مجهرية بقوة تكبير(100X) لعينات أخذت من الحوض الثاني عند إحداث صدمة السيانايد**

**الاستنتاجات:**

1- ارتفاع استهلاك الاوكسجين الفجائي يعني حدوث صدمة عضوية في حوض التهوية ، بينما انخفاضه بشكل حاد بوقت قصير يعني دخول مادة سامة (قد تكون لاعضوية) الى حوض التهوية.

تتسبب الصدمة العضوية بالنمو الخيطي للحمأة ، بينما تسبب الصدمة اللاعضوية نموا مشتتا للحمأة في حوض

**التوصيات :**

1- تحري امكانية الاستفادة من نتائج الدراسة في تشغيل المحطات المحلية وتجهيز هذه المحطات بالمعدات اللازمة لاعتماد الفحوص المستخدمة في الكشف عن الصدمات قبل ظهور نتائجها السلبية على الوحدة البايولوجية بشكل خاص وعلى المحطة بشكل عام.

2- اجراء المزيد من الدراسات حول الموضوع ، وخصوصاً تأثير درجة الحرارة على مدى مقاومة الحمأة المنشطة للصدمات. وكذلك نسبة ترجيع الحمأة الى حوض التهوية.

2- التهوية وكذلك ظهور اللبادات العصوية المشتتة .

**المصادر :**

1- Paul, N.C. (1995). Handbook of water and wastewater treatment technology. Marcel Dekker, Inc.

2- Davies, P.S; Murdoch, F. (2001) " The Increasing importance of assessing toxicity in determining sludge health and management policy " paper presented in BHr Groap Seminar on (sludge management), Cranfield U.S.A.

3- Gerardi, M.H. (2002) "Settlebiliy problems and loss of solids in the activated sludge process", John Wiley & sons, Canada.
4- Govoreanu, R.; Vandegehuchte, k; Saveyn, H; Nopens, I; Clercq , B; Meeren, P. V; Vanrolleghem, P. A; (2002) " An Automated Image Analysis System for On – Line structural characterization of the Activated Sludge Flocs" Med. Fac. Landbouww. University Gent, 76/4, pp 175-178.
5- Costa, J.C.; Abreu, A.A.; Ferreira, E.C.; Alves, M.M.; (2007) " Quantitative Image Analysis as a Diagnostic Tool for Monitoring Structural Changes of Anaerobic Granular Sludge During Detergent Shock Loads " Biotechnology and Bioengineering, Vol. 98, No. 1, pp 60-68.
6- Durso, A.D, Gapes, D; and Bravi, M,; 2008) " Performance of a fungal based SBR under pH extreme and shock phenolic exposure " Water Science & Technology , 58.4, pp 925-930.
7- Jenkins, Davis , Richard. M. G. and Daigger, G.T. (1993). " Manual on the Causes and Control of Activated sludge Bulking and Foaming" 2nd edition , Boca Rotan, Florida: Lewis Publishers.
8- Ramalho ,R.S. (1979). "Introduction to Wastewater Treatment Processes". Academic Press Inc. Canada.
9- Eckenfelder, W.W. (2000) "Industrial water pollution control", *McGraw-Hill,* New York, third edition.
10- Metcalf &Eddy (1979). "Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Re-use."Revised by Tchobanoglous and F.L Burton, McGraw Hill,Inc. New York .USA.
11- العبيدي ، رياض محمود (2001). "المعالجة البايولوجية للمطروحات النفطية السائلة" كلية الهندسة المدنية، جامعة الموصل ، اطروحة ماجستير.
12- APHA, AWWA, WEF. (2005). "Standard Methods for the Examination of water and wastewater", 21st ed. Washington, D.C., USA.
13- Koneman, E.W.; Allen, S.D.; Janda, .WM.; Screchenberger, D.C. & Winn, W.C. (1997) "Color atlas and textbook of diagnostic microbiology", 5thed., *Lippincott-Raven Publishers*, Philadelphia, USA**.**
14- Von Sperling,M. (1994)."Solids Management for the Control of Extended Aeration Systems". Water SA. Vol.20, No.1.
15- Reitano , A.J. (1982). "Start up and operation of a refinery activated sludge plant". Proceeding of the 36th industrial wastewater conference, Purdue University, Ann Arbor Science Publishers. Paul, N.C. (1995). Handbook of water and wastewater treatment technology. Marcel Dekker, Inc.
16- Noah, M. (2003) "Explaining the activated sludge process", *National Small* Flows Clearinghouse-West Virginia University, Vol. 14, No. 2, pp. 293-304.
17- Kerri, K.D.(2001).Operation of wastewater treatment plants. Vol. II, 5th ed., office of water programs, California state university, Sacramento, USA.

**تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل**