ISSN: 1813-162X (Print) ; 2312-7589 (Online)

Tikrit Journal of Engineering Sciences

available online at: http://www.tj-es.com

Kossay Kamalaldeen Al-Ahmady *

Zahraa Mohammad Yousif

College of Environment
University of Mosul
Mosul
Iraq

***Keywords*:**

Landfill leachate
pre-aeration
ammonia
organic matter
aeration time

ARTICLE INFO

Article history:

Received 09 March 2016
Accepted 16 May 2016
Available online 01 December 2017

Pretreatment of Quashi landfill leachate using Aeration

ABSTRACT

In this study, three laboratory units were constructed and operated in order to investigate the effect of pre-aeration on removal efficiency of ammonia and organic materials for solid waste leachate from Quashi landfill in Duhok city. The effect of aeration times and pH values on the removal efficiencies were also investigated in this study. Each unit consists of a glass reactor with an effective volume of ten liters supplied by the air pumps and plastic tubes that were used to distribute the air-flow evenly throughout the unit. All units were designed to work in parallel at the same operational conditions. The study program was divided into three stages. In the first stage, the aeration times between (6 to 72) hours were used and the pH value for the leachate was on its original level. Whereas in the second and third stages, the same aeration times where used while the pH values of leachate were adjusted to be 10 and 11. The results of the study showed that; the aeration improves the removal of organic matter and ammonia and the removal efficiencies increase with increasing aeration time. In addition, there is no significant difference in the removal efficiencies of ammonia at pH values equal to 10 and 11.

© 2017 TJES, College of Engineering, Tikrit University

DOI: http://dx.doi.org/10.25130/tjes.24.4.09

Tikrit Journal of Engineering Sciences Tikrit Journal of Engineering Sciences Tikrit Journal of Engineering Sciences Tikrit Journal of

المعالجة المسبقة لعصارة النفايات الصلبة بالتهوية في منطقة كواشي/ دهوك

الخلاصة

تم في هذا البحث إنشاء وتشغيل ثلاث وحدات اختباريه لغرض دراسة تأثير التهوية المسبقة على كفاءة إزالة المواد العضوية والنتروجينية لعصارة النفايات الصلبة الناتجة من منطقة كواشي في دهوك، وتقييم مدى استجابتها للتهوية كأسلوب للمعالجة المسبقة مع دراسة تأثير تغيير كل من زمن التهوية وتعديل قيمة pH للعصارة على كفاءة الإزالة. تألفت كل وحدة من حوض مختبري بسعة (10) لتر مزود بمنظومة تهوية مؤلفة من مضخات هواء موصولة بأنابيب لتوزيع الهواء. قسم برنامج العمل على ثلاث مراحل تشغيلية تم في المرحلة الأولى تشغيل الوحدات الاختبارية بأوقات تهوية تراوحت بين (6-72) ساعة بدون إجراء أي تعديل على قيمة pH، أما في المرحلتين الثانية والثالثة فقد أجريت التجارب في الأوقات المذكورة نفسها مع تعديل قيمة pH للعصارة إلى القيمتين 10 و11. أثبتت نتائج البحث أن عملية التهوية تحقق إزالة في كل من المواد العضوية والأمونيا، ولوحظ أن قيم كفاءة إزالة الأمونيا كانت متقاربة في حالة pH المساوية لـ 10 و11.

1. المقدمة

في الماضي البعيد لم تكن النفايات الصلبة تشكل مشكلة بيئية محسوسة لقلة عدد السكان ووجود مساحات شاسعة من الأراضي التي يمكن أن تستخدم كأماكن لرمي هذه النفايات، أو دفنها، لكن تدريجيا بدأت مشكلة التلوث بالنفايات الصلبة تظهر مع ظهور المدنية والثورة الصناعية كعامل مهم من العوامل التي تشكل تهديدا لأشكال الحياة المختلفة [1]. ذكر الباحثون أن تأثير الغازات والعصارة الناتجة من مواقع الطمر التقليدية على البيئة قد يستمر عدة قرون [2،3] ولهذا السبب أصبح الهدف الرئيس لمواقع الطمر الحديثة تقليل الانبعاثات من الغازات والعصارة للتقليل من المشاكل البيئية التي تتولد في المستقبل [4]، إذ تتشكل عصارة النفايات الصلبة من خلال ارتشاح مياه الأمطار أو مياه الثلوج الذائبة في النفايات الصلبة المكدسة وتتغير خصائص عصارة النفايات الصلبة حسب عمر موقع الطمر أي الوقت الذي مر على تحلل النفايات بواسطة البكتريا الموجودة آنيا فضلا عن بعض العوامل الأخرى منها كمية الساقط المطري، كمية السيح السطحي، التبخر، نوع النفايات الصلبة ومحتوى الرطوبة لها [5-7].

تصنف العصارة إلى صنفين رئيسين: الصنف الأول عصارة حديثة التحلل تحتوي على تراكيز عالية من المواد العضوية، إذ يقل المحتوى العضوي للعصارة بمرور الزمن نتيجة تحلل المواد العضوية لتصبح العصارة مكتملة التحلل وهو الصنف الثاني تبعا لعمر موقع الطمر [8]. إن المعالجة بالتهوية أو الانتزاع الهوائي يعتمد على مبدأ انتقال الكتلة الذي يتحكم بحركة المواد بين الطورين السائل والغاز وهو عبارة عن دالة تركيز المادة الملوثة في كلا الطورين نسبة إلى التركيز

* *Corresponding author: E-mail* : k.alahmady@yahoo.com

المتوازن لهذه المادة الملوثة لذلك يكون انتقال المادة الملوثة من أحد الأطوار إلى الطور الآخر كبيرا في حالة كون تركيز المادة في أحد الأطوار بعيدا عن التركيز المتوازن، ولأن تركيز الأمونيا والمواد العضوية المتطايرة يعد قليلا في الهواء الجوي؛ لذلك فإن انتقال المواد العضوية المتطايرة يحدث من مياه العصارة إلى الهواء الجوي [9].

إن عملية التهوية أو الانتزاع الهوائي عبارة عن أسلوب معالجة ميكانيكي لا يتطلب إجراء عمليات غسل عكسي، أو إعادة تنشيط للوحدات ولا تتأثر بوجود المركبات ذات التأثير السمي التي بإمكانها أن تثبط عمل وحدات المعالجة البايولوجية نتيجة تأثيرها على الأحياء المجهرية إضافة لما ذكر أعلاه فإن مبدأ عملها لا يتأثر بتذبذب تصاريف العصارة فضلا عن إمكانية التحكم بكفاءة الإزالة المطلوبة للأمونيا [10]. من الفوائد المرجوة من عملية التهوية أنها تحسن من كفاءة إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة العالقة في وحدات المعالجة الابتدائية و البايولوجية في مواقع عديدة منها أحواض التهوية بأسلوب الحماة المنشطة و فلاتر التنقيط وتحسن من كفاءة إزالة الدهون والشحوم في وحدات المعالجة الابتدائية و تقلل من الروائح المنبعثة وتساعد على منع عمليات تحلل وتعفن مياه الفضلات التي من الممكن أن تحدث في وحدات المعالجة الابتدائية في حالة دخول التصاريف القليلة والتحسين من كفاءة عمل وحدات التخثير و التلبيد وبالتالي تحسين الخصائص الترسيبية لمياه الفضلات [11].

قام الباحث Al-wabel واخرون [11] بدراسة خصائص عصارة النفايات الصلبة لموقع طمر في مدينة الرياض في المملكة العربية السعودية وأجروا تحليلا لمجموعة من الخصائص حيث أظهرت النتائج بأن العصارة كانت ذات تراكيز عالية للمواد العضوية بدلالة COD وتراوحت بين (13900–22350) ملغم/لتر وتراوحت تراكيز المواد الصلبة العالقة بين (2280–8912) ملغم/لتر، التوصيلية الكهربائية (42.5 – 58.3) ديسي سيمينز/ متر بينما كانت قيم pH ضمن المدى (5.49 – 6.32). ووجد الباحثان بأن تراكيز الصوديوم تتراوح بين (4136–7769) ملغم/لتر، والبوتاسيوم ما بين (2408-4622) ملغم/لتر، والمغنيسيوم (693-2612) ملغم/لتر، والكلوريد (5503-11538) ملغم/لتر، والبيكاربونات (36600-61000) ملغم/لتر، والكبريتات (980.6-1944) ملغم/لتر كانت عالية. قام الباحثان Bonmati and Flotats [12] بإجراء دراسة لإيجاد تأثير مياه الفضلات من مزارع تربية الماشية في حالة معالجتها لاهوائيا أو عدم معالجتها على أسلوب المعالجة بالانتزاع الهوائي للأمونيا وكذلك تأثير pH لمياه الفضلات عند درجات الحرارة العالية فوق 80 درجة سيليزية وتقييم أسلوب المعالجة لاختياره كأسلوب للمعالجة المسبقة أو اللاحقة للمعالجة اللاهوائية (Anaerobic digestion) . أستنتج الباحثان بأنه في حالة استخدام مياه الفضلات بدون معالجتها لاهوائيا وعند درجات الحرارة فوق 80 درجة سيليزية فإنه يتوجب رفع قيمة pH إلى أكثر من 11 لتحقيق كفاءة إزالة كاملة للأمونيا في حين أنه يمكن تحقيق كفاءة إزالة كاملة للأمونيا بدون رفع قيمة pH في حالة استخدام مياه الفضلات بعد معالجتها لاهوائيا.

قام الباحثان Hoage and Johnson [13] باستخدام طريقة التهوية المسبقة لمعالجة مياه الفضلات المنزلية والمياه الناتجة عن المطاعم التجارية ولتحسين أداء برك التهوية؛ لاحظ الباحثان أن استخدام التهوية المسبقة تخفض تراكيز BOD وTSS بمعدل 50% في مياه الفضلات المنزلية إضافة لتخفيض العدد الكلي للبكتريا بمعدل 90%. كذلك بين الباحثان أن استخدام التهوية المسبقة توفر حلا اقتصاديا وطريقة كفوءة لمعالجة المشكلة كذلك تسهم في تخفيض الحمل العضوي عن وحدات المعالجة البايولوجية. وبالمقابل أسهمت إضافة تقنية التهوية إلى إحدى برك التهوية في إزالة الحماة المتولدة في البركة بمعدل 3 انشات أسبوعيا. تناول الباحث Al-gohary [14] معالجة عصارة النفايات الصلبة بعملية الانتزاع الهوائي للأمونيا من أجل تحسين قابلية التحلل للعصارة وتقليل تراكيز الأمونيا لتقليل تأثيرها السمي على الأحياء المجهرية في حالة إمرارها بالمعالجة البايولوجية فيما بعد، وأجريت تعديلات على قيمة pH بقيم تراوحت بين (8.5–11) ثم دراسة تأثير تركيز الأمونيا الأولي في العصارة الخام على كفاءة أسلوب المعالجة في حالة استخدام العصارة بحالتها الخام وفي حالة تخفيفها مع الماء بنسبة 1:1، واستنتج الباحثون بأن أعلى كفاءة لإزالة الأمونيا كانت بزمن تهوية قدره 24 ساعة وقيمة pH مساوية لـ 11 حيث وصلت الكفاءة إلى 94.5% للعصارة الخام و96.9% للعصارة المخففة .

كما قيم الباحث Campos [15] كفاءة إزالة الأمونيا بالانتزاع الهوائي لعصارة النفايات الصلبة، ومعرفة تأثير قيمة pH ودرجة الحرارة ومقدار التهوية والزمن اللازم للتهوية على الكفاءة، وتوصل الباحثون إلى أنه عند رفع درجة الحرارة عند إجراء التهوية فانه من غير الضروري رفع قيمة pH لأعلى من 10 وأن أفضل كفاءة لإزالة الأمونيا توصل إليها الباحثون هي 95% وتحققت عند درجة حرارة 60 درجة سيليزية وبزمن تهوية قدره 7 ساعات فضلا عن ذلك استنتج الباحثون بأن زيادة كمية التهوية لا تحدث فرقا. كما قام الباحثان Cotman and Zganjar [16] بأجراء دراسة لتقييم كفاءة الانتزاع الهوائي والامتزاز بالفحم المنشط والامتزاز بالزيولايت في معالجة عصارة النفايات الصلبة واستنتج الباحثان بأن كفاءة إزالة الأمونيا وصلت إلى 94% عند استخدام أسلوب الانتزاع الهوائي، وتراوحت كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة COD بين (63-92) % بطريقة الامتزاز بالفحم المنشط بينما تراوحت كفاءة إزالة الأمونيا بين (45-100) % وكفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة COD بين (25-39) % عند المعالجة بالإمتزاز بالزيولايت. درس الباحث Yilmaz [17] تأثير معالجة عصارة النفايات الصلبة باستخدام المعالجة بالتخثير والتلبيد والمعالجة بالانتزاع الهوائي، إذ استنتجوا بأن أعلى كفاءة لإزالة المواد العضوية وصلت إلى 44% باستخدام الشب عند قيمة pH مساوية لـ 11 مقابل كفاءة مساوية لـ 45% عند استخدام كلوريد الحديد الثلاثي كمخثر عند قيمة pH مساوية لـ 3، من جانب ثان, وفيما يتعلق بإزالة الأمونيا بعملية الانتزاع الهوائي كانت أفضل مدة لإجراء التهوية هي 8 ساعات، وقد لاحظت الباحثة بأن كفاءة إزالة الأمونيا لا تزداد في حالة زيادة مدة التهوية، أو زيادة دفق الهواء المستخدم . أجرى الباحث Poveda [18] دراسة لتقييم كفاءة أساليب المعالجة الآتية لعصارة النفايات الصلبة : انتزاع الأمونيا، التخثير الكيميائي ، التخثير الكهربائي والأكسدة المتقدمة ، ولاحظ الباحثون أن أفضل كفاءة لإزالة المواد العضوية بدلالة COD وصلت إلى 43% عند استخدام التخثير الكيميائي مقارنة بـ 18% عند استخدام أسلوبي انتزاع الأمونيا والتخثير الكهربائي وحصلوا على 20% للأكسدة المتقدمة، ومن جهة أخرى كانت أعلى نسبة إزالة للأمونيا مساوية لـ 86% عند استخدام أسلوب المعالجة بانتزاع الأمونيا مقابل 16% و15% لكل من أسلوبي التخثير الكيميائي والتخثير الكهربائي .

من خلال ما تقدم يهدف البحث الحالي الى (1) دراسة خصائص عصارة نفايات منطقة كواشي في دهوك وتصنيفها عن طريق إجراء مجموعة من الفحوصات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية خلال فترة الدراسة، (2) دراسة تأثير تغيير أوقات التهوية المسبقة (Aeration time) على كفاءة إزالة المواد العضوية و النتروجينية في عصارة نفايات المواد الصلبة لمنطقة كواشي في دهوك، (3) دراسة تأثير تغيير قيمة الدالة الحامضية (pH-value) على كفاءة إزالة المواد العضوية والنتروجينية في أحواض التهوية المسبقة الخاصة بمعالجة عصارة النفايات الصلبة، (4) تقييم استجابة عصارة النفايات الصلبة لمنطقة كواشي للتهوية المسبقة كأسلوب للمعالجة الأولية .

2. المواد وطرائق العمل

1.2 *إنشاء الوحدات الإختبارية*

تم تنفيذ ثلاث وحدات إختبارية تتكون كل وحدة من مفاعل ذو قاعدة مربعة الشكل مصنوع من مادة الزجاج بسمك 4 ملم بأبعاد (20 × 20) سم، و(25سم الارتفاع الفعال عند استخدام 10 لتر من العصارة)، (50 سم الارتفاع الكلي) وبحسب النموذج المقترح في

المصدر [19]، إذ يحتوي كل حوض من هذه الأحواض على فتحتين عبارة عن حنفيات بلاستيكية في أسفل الحوض إحداها على ارتفاع (2.5) سم من قاع الحوض تستخدم لتفريغ محتويات الحوض والأخرى على ارتفاع (10) سم من قاع الحوض تستخدم لأخذ العينات.

2.2 منظومة التهوية المستخدمة

يعتمد مبدأ العمل الأساس للمعالجة المستخدمة في البحث على تحقيق ظروف التهوية والمزج المناسبين في إرجاء الحوض كافة، لهذا فقد تم استخدام مضخات تهوية من النوع المستخدم في أحواض تربية الأسماك وضعت بواقع أربع مضخات لكل مفاعل حيث بلغت قيمة التهوية (1.6) لتر هواء/ لتر من العصارة دقيقة [15]. وتم توزيع التهوية بواسطة أنابيب بلاستيكية شفافة تحتوي صمامات لغرض التحكم وضبط كمية التهوية الداخلة إلى الأحواض وبالتالي التحكم بمستوى الأوكسجين المذاب في مياه الفضلات (العصارة)، كما جهزت نهايات الأنابيب البلاستيكية بناشرات هوائية حجرية (مساطر تهوية) مستطيلة بطول (15) سم وعرض (1) سم وقد تم وضعها بواقع أربع مساطر تهوية في أسفل كل حوض وعلى مسافات متساوية فيما بينها لتحقيق ظروف المزج الكامل داخل المفاعلات وتحقيق التهوية المطلوبة.

3.2 المراحل والظروف التشغيلية

تم تشغيل أحواض المعالجة للوحدات الإختبارية الثلاث في آن واحد، ولغرض تحقيق أهداف البحث فقد تم استخدام أزمان التهوية (6–72) ساعة، وقسمت الدورات التشغيلية على ثلاث مراحل حيث تم تشغيل الوحدات الإختبارية في المرحلة الأولى بأزمان تهوية (6-9-12-24-36-48-60-72) ساعة بدون تعديل لقيمة دالة الحامضية للعصارة، بينما تم في المرحلتين الثانية و الثالثة تشغيل الوحدات بأزمان التشغيل نفسها لكن بقيمة pH مساوية لـ (10) و (11)، وذلك عن طريق تعديل قيمتها باستخدام مادة هيدروكسيد الصوديوم، ومقارنة تأثير تغيير قيمة دالة الحامضية على كفاءة المعالجة من ناحية إزالة الأمونيا والمواد العضوية، وأجريت التجارب العملية للبحث ضمن درجات حرارة تراوحت بين (27-35) درجة سيليزية، إذ بين الباحث [20] أن كفاءة إزالة الأمونيا بعملية الانتزاع الهوائي تزداد بنسبة 0.08% فقط عند رفع درجات الحرارة من 0 إلى 40 درجة سيليزية، لذلك فإن إجراء التعديل على درجات الحرارة غير مبرر من الناحية العملية عند الأخذ بنظر الاهتمام التكلفة الاقتصادية .

4.2 الفحوصات المختبرية وتكرارها

تم في هذا البحث إجراء العديد من الفحوصات المختبرية اعتمادا على الطرائق القياسية المعتمدة في المصدر [21] ، كذلك اعتماد الطرائق القياسية المسجلة في العديد من البحوث والمراجع ذوات العلاقة، وكان معدل إجراء الفحوصات قبل وبعد إجراء المعالجة لمعرفة كفاءتها، وكما يأتي:

1- تركيز المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين.
2- تركيز المتطلب الكيميائي للأوكسجين.
3- تركيز المواد الصلبة العالقة الكلية (T.S.S).
4- الرقم الهيدروجيني (pH).
5- قياس درجة الحرارة.
6- تركيز الفوسفات.
7- تركيز النترات.
8- تركيز الامونيا.
9- تركيز الكبريتات.
10- التوصيلية الكهربائية.
11- تركيز الاملاح الذائبة الكلية.
12- تراكيز عناصر الصوديوم والبوتاسيوم.

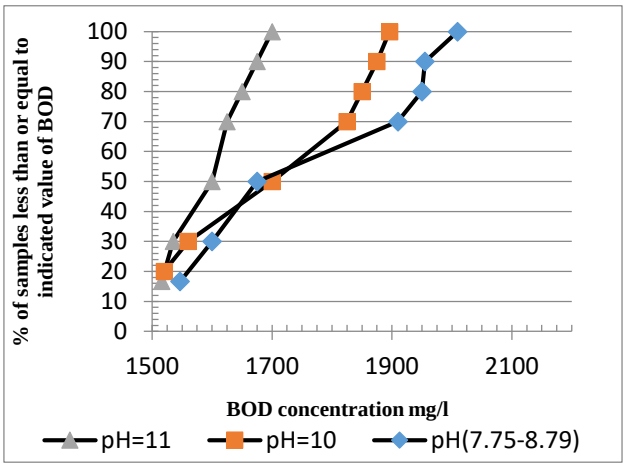
جدول 1
خصائص عصارة النفايات الخام لموقع طمر كواشي.

الخاصية	الوحدة	مدى القيم
دالة الحامضية (pH)	-	8.79 - 7.75
المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD)	ملغم / لتر	5371 – 3858
المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين (BOD)	ملغم / لتر	2713 – 1872
BOD / COD	-	0.512 – 0.485
الفسفور الكلي	ملغم / لتر	4.25 – 2.262
الفسفور المتعدد	ملغم / لتر	12.9 – 9.568
النترات	ملغم / لتر	437 – 122.8
الأمونيا	ملغم / لتر	112-91
الكبريتات	ملغم / لتر	1880 – 1760
التوصيلية الكهربائية (EC)	µS/cm	18340 – 7600
المواد الصلبة الذائبة (TDS)	ملغم / لتر	11737 - 4864
الصوديوم	ملغم / لتر	1850 – 1050
البوتاسيوم	ملغم / لتر	800 – 400

3. كفاءة الإزالة في الوحدات الإختبارية

1.3 إزالة المواد العضوية ممثلة بـ(BOD & COD)

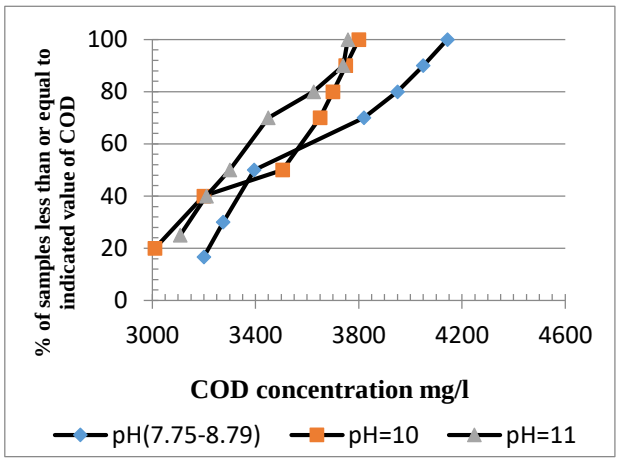
يمثل الشكلان 1 و 2 التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز المتطلبين البايوكيميائي والكيميائي للاوكسجين لعصارة النفايات الصلبة الخارجة من المراحل الثلاثة للوحدات الاختبارية.



شكل 1. التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز المواد العضوية للعصارة الخارجة من أحواض الوحدات الاختبارية بدلالة المتطلب البايوكيميائي (BOD).

يتبين من الشكلين 1 و 2 أن 100% من قيم BOD الخارجة من الوحدات الاختبارية في حالة عدم إجراء تعديل على قيمة pH للعصارة كانت أقل من 2010 ملغم/لتر، وان 50% من قيم BOD الخارجة كانت اقل من 1675 ملغم/لتر، بينما كانت 100% من قيم BOD الخارجة من الوحدات الاختبارية عند تعديل قيمة pH إلى القيمة 10 أقل من 1896 ملغم/لتر، وان 50% من قيم BOD كانت أقل من 1700 ملغم/لتر، وقد كانت قيم 100% من قيم BOD الخارجة من وحدات التهوية في حالة إجراء تعديل على قيمة pH للعصارة إلى القيمة 11 أقل من أو تساوي 1700 ملغم/لتر وان 50% من قيم BOD كانت اقل من 1600 ملغم/لتر. فضلا عن ذلك فإن 100% من قيم COD الخارجة من الوحدات الاختبارية في حالة عدم إجراء تعديل على قيمة pH كانت اقل من 4143 ملغم/لتر، وإن

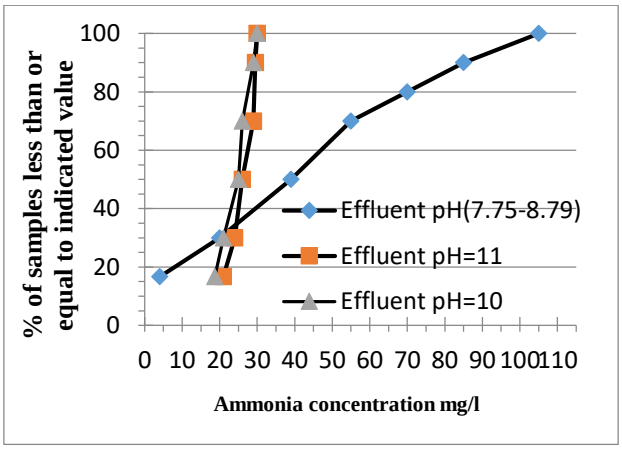
50% من قيم COD كانت اقل من 3395 ملغم/لتر، بينما كانت 100% من قيم COD للعصارة بعد إجراء التهوية عند تعديل قيمة pH إلى القيمة 10 كانت اقل من 3800 ملغم/لتر وإن 50% من قيم COD كانت اقل من 3505 ملغم/لتر، أما في حالة تعديل قيم pH للعصارة إلى القيمة 11 فقد كانت قيم COD للعصارة بعد إجراء التهوية اقل من 3757.7 ملغم/لتر بينما كانت 50% من قيم COD اقل من 3300 ملغم/لتر.



شكل 2. التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز المواد العضوية للعصارة الخارجة من أحواض الوحدات الاختبارية بدلالة المتطلب الكيميائي (COD).

2.3 إزالة الامونيا

يوضح الشكل 3 التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الامونيا لعصارة النفايات الصلبة الخارجة من الوحدات الاختبارية للمراحل التشغيلية الثلاثة.

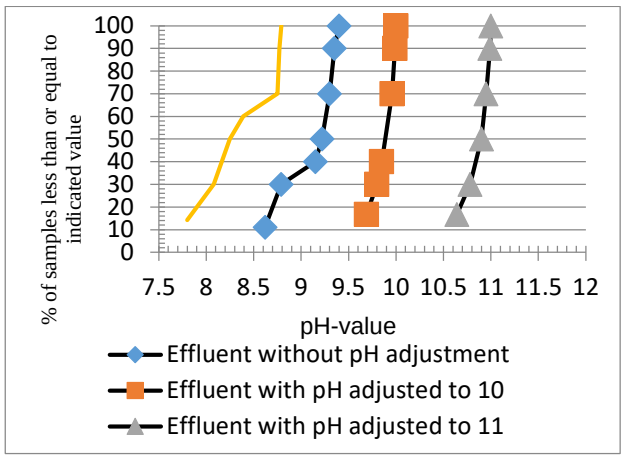


شكل 3. التوزيع التكراري التراكمي لتراكيز الأمونيا للعصارة الخارجة من الوحدات الاختبارية للمراحل التشغيلية كافة.

يتبين من الشكل 3 أن 100% من تراكيز الأمونيا الخارجة من الوحدات الاختبارية عند القيمة الأصلية لـ pH كانت اقل من 100 ملغم/لتر، وإن 100% من قيم تراكيز الأمونيا الخارجة من الوحدات الاختبارية عند القيمتين 10 و11 لـ pH كانت اقل من 30 ملغم/لتر. كما يلاحظ بأن تراكيز الأمونيا الخارجة من الوحدات الاختبارية كانت أعلى عند تهوية العصارة بدون إجراء تعديل على قيمة الدالة الحامضية منها في حالة رفع قيمة هذه الدالة، وهذا ما يدل على تحسن كفاءة إزالة الأمونيا عند رفع قيمة pH إلى اكبر من 10، وهذا يتطابق مع ما ذكره الباحث في المصدر [18] ويلاحظ أيضا من الشكل عدم وجود فرق كبير في تراكيز الأمونيا الخارج من الوحدات الاختبارية في حالة قيم pH المساوية لـ 10 و 1.

3.3 الدالة الحامضية (pH)

يلاحظ من الشكل (4) أن 100% من قيم pH للعصارة الخارجة من وحدات المعالجة كانت اقل من أو تساوي 11 ويلاحظ أن 100% من قيم pH للعصارة الخارجة من وحدات المعالجة كانت أعلى من قيمها للعصارة الداخلة إلى وحدات المعالجة.



شكل 4. التوزيع التكراري التراكمي لقيم دالة الحامضيةpH للعصارة الداخلة و الخارجة من الوحدات الاختبارية.

من الجدير ذكره أنه في حالة إجراء التهوية لعصارة النفايات بدون تعديل على قيمة pH لها التي تتراوح بين (7.75 - 8.79)، فإن قيمة pH للعصارة الخارجة من التهوية قد ازدادت إلى القيمة 9.1 كمعدل، إلا أن هذه الحالة لم تحدث في حالة تعديل قيمة pH إلى القيمة 10، إذ إن قيمة pH أخذت بالانخفاض لتحقيق التوازن بين الكاربونات والبيكاربونات وهذا ينطبق أيضا في حالة تعديل pH إلى القيمة 11، و تتطابق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثون في المصدر [15] ويعزى السبب إلى أنه وبسبب كون غاز ثاني اوكسيد الكاربون أحد النواتج النهائية من تحلل المواد العضوية الموجودة في النفايات الصلبة، وإن هذا الغاز يوجد في العصارة في حالة توازن واستقرار مع البيكاربونات (HCO_3^-) والكاربونات (CO_3^{-2})، وعند إجراء عملية التهوية فإن قسم من غاز ثاني اوكسيد الكاربون سوف يتم إزالته بعملية الانتزاع الهوائي؛ وذلك سيؤدي إلى زيادة سعة القاعدية بفعل تولد ايونات البيكاربونات والكاربونات مما يؤدي لحالة توازن جديدة بين البيكاربونات والكاربونات التي تعمل على معادلة قيم pH إلى قاعدية الكاربونات (اكبر من 9) وهذا يتطابق مع ما توصل إليه الباحثون في المصدر [15].

4. سلوك الوحدات الاختبارية

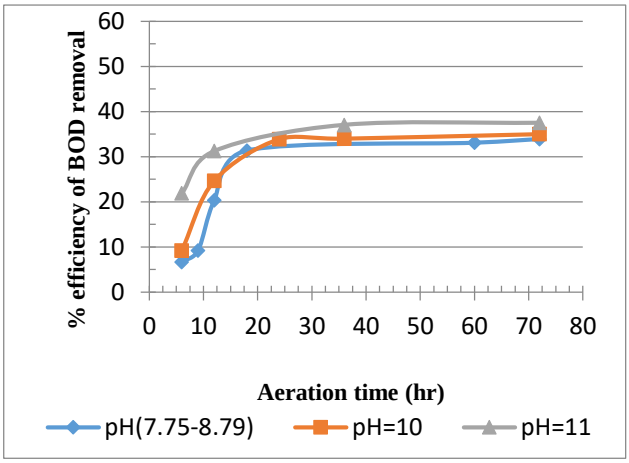
1.4 تأثير زمن التهوية على أداء الوحدات الاختبارية

كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة (BOD & COD)

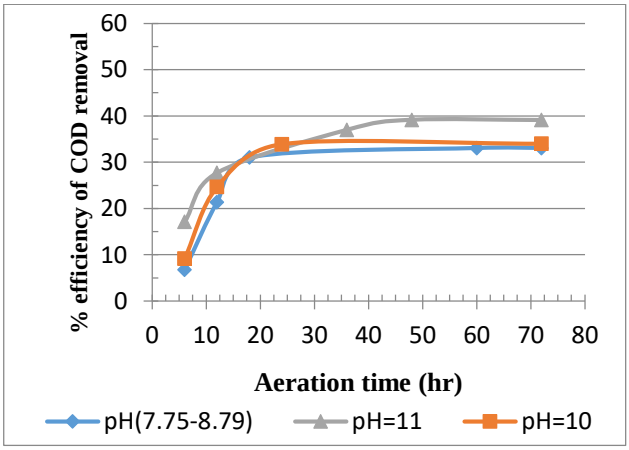
يمثل الشكلان 5 و 6 تأثير أزمان التهوية للوحدات الاختبارية على كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين والمتطلب الكيميائي للأوكسجين عند القيمة الأصلية لـ pH لعصارة النفايات الصلبة الخام التي تراوحت بين (7.75- 8.79) وبعد تعديل قيمة pH إلى القيمتين 10 و11.

يلاحظ من الشكلين 5 و 6 أعلاه اختلاف كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة BOD وCOD مع اختلاف أزمان التهوية حيث كانت قيمة كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة BOD مساوية لـ 7% عند زمن تهوية قدره 6 ساعات في حالة عدم إجراء تعديل على قيمة pH وأخذت القيم بالزيادة لحين الوصول إلى القيمة 20.4% عند زمن تهوية قدره 12 ساعة ثم ازدادت الكفاءة إلى 31% واستقرت بعد ذلك عند كفاءة إزالة مساوية لـ 33% عند زمن تهوية مساوي لـ 72 ساعة، أما في حالة إجراء تعديل على قيمة pH إلى القيمة 10، فيلاحظ أن كفاءة

الإزالة بدلالة BOD قد ازدادت بمعدل بسيط حيث كانت اقل كفاءة لإزالة المواد العضوية بدلالة BOD مساوية لـ 9.2% عند زمن تهوية قدره 6 ساعات وازدادت الكفاءة لتصل إلى القيمة 24.6% عند زمن تهوية قدره 12 ساعة، ثم ازدادت بالتدريج لتصل إلى القيمة 34% وتستقر عند القيمة 35% عند 72 ساعة تهوية، و عند إجراء تعديل على قيمة pH إلى القيمة 11 فان كفاءة الإزالة قد تحسنت بشكل ملحوظ، إذ كانت اقل كفاءة وصلت إليها المنظومة لإزالة المواد العضوية بدلالة BOD مساوية لـ21.86% عند 6 ساعات تهوية، ثم ازدادت إلى القيمة 31.2% لتستقر عند القيمة 37% عند زمن التهوية 36 ساعة، ثم ارتفعت بنسبة قليلة لتصل إلى 37.5% عند 72 ساعة تهوية . أما كفاءة الإزالة بدلالة COD فقد كانت اقل قيمة لها مساوية لـ 6.8% عند 6 ساعات تهوية في حالة عدم إجراء تعديل على قيمة pH، وازدادت تدريجيا لتصل إلى 21.4% عند 12 ساعة تهوية ثم 31% عند 18 ساعة تهوية، لتستقر بعد ذلك عند كفاءة إزالة 33% عند 72 ساعة تهوية، وفي حالة إجراء تعديل على قيمة pH إلى القيمة 10 فان كفاءة الإزالة قد



شكل 5: تأثير زمن التهوية على كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين عند القيمة الأصلية لـpH والقيمتين (pH=10 & 11) لعصارة النفايات الصلبة.

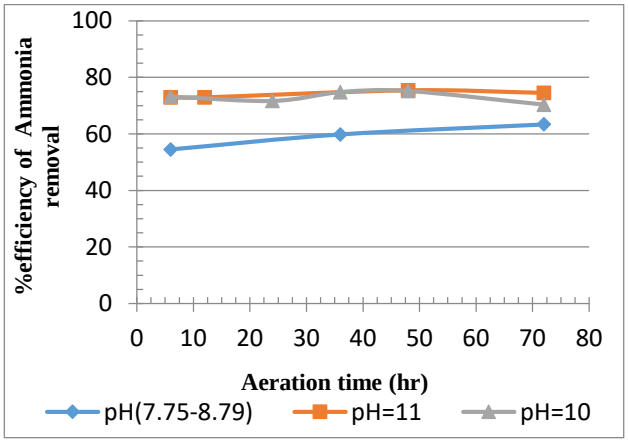


شكل 6. تأثير زمن التهوية على كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة المتطلب الكيميائي للأوكسجين عند القيمة الأصلية لـpH والقيمتين (pH = 10 & 11) لعصارة النفايات الصلبة.

تحسنت إذ وصلت أقصى قيمة لكفاءة الإزالة للمواد العضوية بدلالة COD إلى 34% عند 72 ساعة تهوية و pH المساوية لـ10. في حالة تعديل قيمة pH إلى القيمة 11 فان اقل كفاءة إزالة وصلت إلى 17.1% عند 6 ساعات تهوية، ثم ازدادت إلى القيمة 27.7% عند 12 ساعة تهوية ثم 37% عند 36 ساعة تهوية لتستقر بعد ذلك عند القيمة 39% عند 72 ساعة تهوية ويعزى سبب الانخفاض في تراكيز المواد العضوية مع تهوية عصارة النفايات الصلبة إلى احتوائها على تراكيز مرتفعة من المواد العضوية المتطايرة و هذا ينطبق مع ما توصل إليه المصدر [14] بينما توصل الباحث في المصدر [18] إلى نسب إزالة تراوحت بين 0 – 7% وبين السبب بأن عصارة التي استخدمها في المعالجة كانت تحتوي على تراكيز قليلة من المواد العضوية المتطايرة. مما ذكر أعلاه يمكن عد زمن التهوية المساوي لـ 36 ساعة، وقيمة pH مساوية لـ 11 تحققان أفضل كفاءة إزالة للمواد العضوية. أما عند مقارنة نسبة BOD / COD لمياه العصارة قبل وبعد التهوية، فنلاحظ ارتفاع هذه النسبة من القيمة 0.48 إلى القيمة 0.5 و هذا يدل على تحسن قابلية تحلل المواد العضوية في عصارة النفايات الصلبة، وتتفق هذه النتيجة مع ما أورده الباحثون في المصدر [14].

كفاءة إزالة الامونيا

يمثل الشكل 7 تأثير أزمان التهوية على كفاءة إزالة الامونيا عند القيمة الأصلية لـ pH لعصارة النفايات الصلبة وبعد تعديل قيمة pH للعصارة إلى القيمتين (10) و (11).



شكل 7: تأثير زمن التهوية للوحدات الاختبارية على كفاءة إزالة الامونيا عند قيم pH مختلفة.

يلاحظ أن كفاءة إزالة الأمونيا تزداد مع ازدياد زمن التهوية إذ تساعد التهوية على إزالة أو طرد غاز الامونيا من العصارة، إذ كانت قيمة كفاءة الإزالة للأمونيا مساوية لـ 54.5% عند زمن تهوية قدره 6 ساعات في حالة عدم إجراء تعديل على قيمة pH، ثم ازدادت كفاءة إزالة الأمونيا لتصل إلى القيمة 59.8% عند زمن تهوية قدره 36 ساعة، ثم ازدادت تدريجيا لتصل إلى القيمة 63.4% عند 72 ساعة تهوية، أما في حالة إجراء تعديل على قيمة pH إلى القيمة 10 فقد ازدادت كفاءة إزالة الأمونيا تبعا لذلك نظرا لتحول غالبية النتروجين الأمونياكي إلى الشكل الغازي الذائب في الماء، إذ بلغت كفاءة إزالة الأمونيا 73.1% عند زمن تهوية 6 ساعات، وارتفعت الكفاءة إلى القيمة 74.7% عند زمن تهوية 36 ساعة، واستقرت بشكل تقريبي عند القيمة 75.1% عند زمن تهوية 48 ساعة، أما عند تعديل قيمة pH إلى القيمة 11 فقد بلغت كفاءة إزالة الأمونيا 72.93% عند زمن تهوية 6 ساعات وازدادت القيمة لتستقر عند 75.4% عند 48 ساعة تهوية بغض النظر عن انخفاضها البسيط إلى القيمة 74.5% عند 72 ساعة تهوية. يلاحظ إن كفاءة إزالة الأمونيا كانت متقاربة بشكل كبير عند زيادة قيمة pH إلى القيمتين 10 و11 حيث يمكن اختيار زمن التهوية 36 ساعة، الذي يحقق أفضل كفاءة إزالة للأمونيا قدرها 74.7% عند pH قدرها 10 كأفضل قيمة من الناحية الاقتصادية، ويستنتج أيضا بأنه عند زيادة قيمة pH للعصارة تقل المدة الزمنية اللازمة للتهوية للحصول على الكفاءة نفسها وبالتالي التقليل من كلف التهوية، ويتطابق هذا مع ما أورده الباحثون في المصدر [14].

5. الاستنتاجات

1- تصنف عصارة النفايات الصلبة لمنطقة كواشي بأنها عصارة نفايات حديثة التحلل (Young leachate) بعمر موقع طمر مساوي لـــ 3 سنوات، وقابلية تحلل عضوي عالية اعتمادا على نسبة BOD/COD التي تراوحت بين (0.485-0.512)، إذ أن لعمر موقع الطمر تأثيرا كبيرا على خصائص العصارة كون قابلية التحلل تنخفض بمرور الزمن .

2- تعد طريقة المعالجة المسبقة بالتهوية طريقة مقبولة لإزالة المواد العضوية المتطايرة وإزالة الأمونيا من العصارة.

3- ضمن حدود التجارب المعمول بها في هذا البحث فإن أعلى كفاءة لإزالة المواد العضوية بدلالة BOD قد وصلت إلى 33% عند زمن تهوية 72 ساعة بدون إجراء تعديل على قيمة pH للعصارة بينما وصلت كفاءة الإزالة للمواد العضوية بدلالة BOD إلى 35% عند زمن التهوية 72 ساعة عند تعديل pH إلى القيمة 10 في حين بلغت كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة BOD إلى 37% عند 36 ساعة تهوية في حالة تعديل pH إلى 11 ، أما كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة COD ففي حالة عدم إجراء تعديل على قيمة pH للعصارة فقد بلغت كفاءة الإزالة 31% عند 18 ساعة تهوية ووصلت إلى أعلى قيمة لها 33% عند 72 ساعة تهوية، وفي حالة تعديل pH إلى القيمة 10 فإن أعلى كفاءة إزالة للمواد العضوية بدلالة COD قد وصلت إلى 34% عند 72 ساعة تهوية، أما عند تعديل pH إلى القيمة 11 فإن كفاءة إزالة المواد العضوية بدلالة COD قد وصلت إلى 37% عند 36 زمن تهوية قدره 36 ساعة ووصلت أعلى قيمة للكفاءة إلى 39% عند 72 ساعة تهوية.

4- يمكن استنتاج أن زمن التهوية المساوي لـــ 24 ساعة، وقيمة pH مساوية لـ 10 تحققان أفضل كفاءة إزالة للمواد العضوية.

5- وصلت أعلى كفاءة لإزالة الأمونيا إلى النسبة 63.4% عند زمن تهوية 72 ساعة في حالة عدم إجراء تعديل على قيمة pH، أما في حالة تعديل قيمة pHإلى 10 فقد تحسنت كفاءة الإزالة حيث بلغت 75.1% عند زمن تهوية قدره 48 ساعة، وبقيت ثابتة بدون زيادة في حالة زيادة زمن التهوية، أما عند تعديل pH إلى 11 فقد وصلت كفاءة الإزالة إلى 75.4% عند زمن تهوية 48 ساعة وبقيت ثابتة عند هذه القيمة.

6- إن كفاءة إزالة الأمونيا كانت متقاربة بشكل كبير عند زيادة قيمة pH إلى القيمتين 10 و11 إذ يمكن اختيار زمن التهوية 6 ساعة الذي يحقق أفضل كفاءة إزالة للأمونيا قدر ها 74.7% عند pH قدر ها 10 كأفضل قيمة من الناحية الاقتصادية، ويستنتج أيضا بأنه عند زيادة قيمة pH للعصارة تقل المدة الزمنية اللازمة للتهوية للحصول على الكفاءة نفسها وبالتالي التقليل من كلف التهوية.

7- في حالة إجراء التهوية لعصارة النفايات بدون تعديل على قيمة pH لها والتي تتراوح بين (7.75 - 8.79)، فإن قيمة pH للعصارة الخارجة من التهوية قد ازدادت إلى القيمة 9.1 كمعدل ، في حين أن قيمة pH أخذت بالانخفاض في حالة تعديل قيمة pH إلى القيمتين 10 و 11 لتحقيق التوازن بين الكاربونات والبيكاربونات.

المصادر

[1] Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. Integrated solid waste management: engineering principles and management issues. 1st Ed., McGraw-Hill Press, New York, USA: 1993.

[2] Kruempelbeck I, Ehrig JG. *Long*-term behavior of municipal solid waste landfills in Germany. *The 7th International Waste Management and Landfill Symposium*, Cagliari, Italy, October 4-8, 1999.

[3] Cossu R, Rossetti D. Pilot scale experiences with sustainable landfilling based on the paf conceptual model. *The 9th International Waste Management and Landfill Symposium*, Cagliari, Italy, October 6-10, 2003.

[4] Cossu R, Raga R, Rossetti D. the PAF model: An integrated approach for landfill sustainability. *Journal of Waste Management* 2003; **23** (1): 37-44.

[5] Abdul Aziz H, Abu Amr S. Introduction to solid waste and its management, control and treatment of landfill leachate for sanitary waste disposal. IGI Global 1-395 2015: 978-1-4666-9610-5.

[6] Kjeldsen P, Barlaz MA, Rooker AP, Baun A, Ledin A, Christensen TH. present and long term composition of MSW landfill leachate: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 2002; **32** (4): 297-336.

[7] Kurniawan TA, Lo WH, Chan GYS. Physico-chemical treatments for removal of recalcitrant contaminants from landfill leachate. *Journal of Hazardous Materials* 2006; **129** (1–3): 80–100.

[8] Qasim SR, Chiang W. Sanitary landfill leachate: Generation, control and treatment. 3rd Ed., McGaw-Hill, Inc.: New York; 2003.

[9] Wastewater technology fact sheet: ammonia stripping, U.S. Environmental Protection Agency, Office of water, Washington D.C., September 2000.

[10] Al-Wabel MI, Al-Yehya WS, Al-Farraj AS, El-Maghraby SE. Characteristics of landfill leachate and bio-solids of municipal solid waste (MSW) in Riyadh city, Saudi Arabia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 2011; **10**: 65-70.

[11] Bonmati A, Flotats X. Air stripping of ammonia from pig slurry: characererisation and feasibility as pre- or post-treatment to mesophilic anaerobic digestion. *Journal of Waste Management* 2003; **23**: 261-272.

[12] Hoage TR, Johnson P. Aeration Pretreatment for Commercial Restaurants. *5th Annual Texas On-Site Wastewater Treatment Research Council Conference*: Citeseer; 1997.

[13] El-Gohary FA, Khater M, Gamal MK. Pretreatment of landfill leachate by ammonia stripping. *Journal of Applied Sciences Research* 2013; **9** (6): 3905-3913.

[14] Campos JC, et al. Evaluation of pH, alkalinity and temperature during air stripping process for ammonia removal from landfill leachate. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* 2013; **48** (9): 1105-1113.

[15] Cotman M, Andreja ZG. Comparison of different physico-chemical methods for the removal of toxicants from landfill leachate. *Journal of Hazardous Materials* 2010; 178 (1/3): 298- 305.

[16] Yilmaz T, Apaydin S, Berktay A. Coagulation–flocculation and air stripping as a pretreatment of young landfill leachate. *Journal of Open Environmental Engineering* 2010; **3**: 42–48.

[17] Poveda M, Yuan Q, Oleszkiewicz J. *The* effectiveness of pretreatment methods on cod and ammonia removal from landfill leachate. *International journal of environmental Science and Development* 2016; **7** (4): 257-261.

[18] Dehghani M, Rezaei M, Shamsedini N, Maleknia H, Javaheri MR. The Effects of Temperature on the Performance of Anaerobic Sequencing Batch Reactor in the Treatment of Synthetic Dairy Wastewater. *Jundishapur Journal of Health Sciences* 2014; **6** (4): 1-7.

[19] Blauvelt A, Plummer J, Zhou H. Removal of ammonia from landfill leachate. BSc. Project, Faculty of Worcester Polytechnic Institute; 2009.

[20] Association APH, Association AWW. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th Ed.: American public health association, USA; 1989.