استخدام تقنية الاغشية البيولوجية في معالجة المياه العادمة الناتجة من صناعة الالبان

خيري محمد العماري، محمد مصباح الزياني[1]

الملخص العربى

يهدف البحث الى اختبار امكانية معالجة المياه العادمة الناتجة عن صناعة الالبان باستخدام تقنية الاغشية(المفاعلات)البيولوجية النفاذة سعة ٠,٥ م³وباستخدام غشاء نوع(HF) pp hollow fiber، ثم تشغيل الوحدة لأكثر من ٤٢ يوم ثم اجريت التحليل اللازمة للمياه الداخلة(الخام) والمياه الخارجة(الناتجة)، وكانت نسب الازالة كالتالي COD 74.6%, TSS 93%, TOC 74.2%, P 60.6%, NO3 39%, turbidity 95%) كما تشير النتائج الاولية لفرق الضغط عبر الغشاء المستخدم الى عدم وجود انسداد مؤثر على عمل الوحدة .

الكلمات الدالة: MBR، HF، Polypropylene (PP)، COD، MLSS

المقدمـــــة والمشكلة البحثية

بدأ استخدام نظم الأغشية(Membrane Systems)لتحقيق الاهداف الخاصة في معالجة المياه وتحليتها في ستينات القرن الماضي ومع مرور الوقت تنوعت التطبيقات التي تستخدم فيها تكنولوجيا الأغشية حتى أصبحت في السنوات العشرة الأخيرة التقنية الواعدة في الحصول على مياه صرف صحي معالجة وبمواصفات عالية الجودة. وتشير بعض الأبحاث الى أن معدل تزايد نمو استخدام هذه التقنية عبر العالم بحوالي ٩%سنويا وبحيث تمثل المشاريع الخاصة بتنقية المياه الملوثة المترلية والصناعية بواسطة الأغشية حوالي٢٠ %من مجمل المشاريع عبر العالم.

إن استخدام تقنية الأغشية في معالجة المياه الملوثة جاء لتلبية التشدد بالمواصفات الخاصة بنوعية المياه المعالجة بالإضافة الى قدرتها على توفير مياه معالجة ذات نوعية عالية منسجمة دوما"مع المواصفات القياسية للمياه المعالجة المراد إعادة استخدامها بشكل آمن و بحيث تنعكس إيجابا على الصحة والبيئة المحيطة وذلك مهما بلغ التشدد بالنوعية بالإضافة الى التخلص من النواتج الثانوية للمواد المطهرة المستخدمة حاليا(مثل الكلور) مع ازالة العوامل الممرضة التي تؤثر على صحة الإنسان. وتتميز هذه المحطات بإمكانية إقامتها ضمن أو قرب التجمعات السكنية نظراً لثباتيه أدائها مما يوفر التكاليف الكبيرة لمجمعات الصرف الصحي المركزية. واستخدام هذه التقنية في معالجة مياه الصرف لمعامل الالبان تعد من الخطوات المهمة الناجحة كما جاءت به بعض الشركات مثل environmental Whale، وشركة Siemens .

هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة احدى العمليات المتبعة في معالجة المياه الحاوية على المخلفات الالبان والاهتمام بشكل خاص بعملية المعالجة البيولوجية وإمكانية استخدام الأغشية في المعالجة مع الإشارة إلى بعض العمليات التطبيقية في مجال معالجة المياه بالأغشية ومعرفة كمية الازالة من المياه الخارجة من وحدة المعالجة البيولوجية عند تطبيق آليات مختلفة لهذه المعالجة.

تكنولوجيا الاغشية

تتضمن تقنية الأغشية استخدام أغشـــية شـــبه نفـــاذة (semi-permeable membranes) بحيث تعمل على فصل المواد الصـــلبة المعلقة و المنحلة من المياه. وهناك طريقتان للفصل الغشـــائي إمـــا الفصل عبر الضغط الهيدروليكي (بالضغط السالب الانفراغـــي) أو بواسطة الفصل الكهربائي. وتعد أنظمة الفصل تحت الضغط هـــي الأكثر شيوعا" حيث تجبر المياه الملوثة بالمرور عبر الأغشـــية شـــبه النفاذة مما يؤدي لحجز الملوثات المراد التخلص منـــها أوتخفيضـــها ضمن حوض المعالجة والسماح فقط للميـــاه المعالجـــة بـــالخروج. وتتضمن تقنيات الفصل الغشائي بالضغط عدد من أنظمة الفلتـــرة الغشائية وذلك وفقا" لأقطار المسامات الموجودة ضمن الغشاء شبه النفاذ وبالتالي المواد القادرة على حجزها وهي تشمل:

[1]قسم علوم التربة والمياه، جامعة الزاوية، ليبيا
Email:khkh742000@yahoo.com
استلام البحث في ٩ يوليو ٢٠١٣ الموافقة على النشر في ٥سبتمبر ٢٠١٣

-الفلترة الميكروية الدقيقة MF/Microfiltration

-الفلترة الفوق ميكروية (الفوقية) UF/Ultrafiltration

-الفلترة النانو مترية NF/Nano filtration

-التناضح العكسي RO/Reverse osmosis

المفاعل الحيوي الغشائي

تتميز هذه المفاعلات بأنها تجمع بين عملية المعالجة البيولوجية والمعالجة بالأغشية وهي على ثلاثة انواع من التصاميم كالاتى:

١- الأبراج الحيوية: إن الأبراج الحيوية- أومرشحات التقطر كما تسمى عادة- تتألف من طبقة من وسط المرشح في خزان. وتتدفق المياه العادمة في البرج الحيوي، ومن الممكن أن يكون قد أجري لها معالجة أولية من اجل إزالة المواد الصلبة الكبيرة أو القابلة للترسيب وتستخدم المرشحات المثبتة أواذرع التوزيع الدوارة من اجل ترذيذ المياه العادمة-التي خضعت لمعالجة أولية- على سطح الوسط المستخدم ثم تسيل المياه للأسفل عبر السرير ويضخ الهواء للأعلى عبر الوسط وتتم إزالة الماء المعالج بواسطة منظومة التصريف وأثناء نزول المياه العادمة للأسفل عبر السرير تنمو على سطح الوسط طبقة من الوحل الذي يحوي على الميكروبات. إن هذه الأبراج الحيوية تعتبر بشكل عام أقل فعالية في إزالة COD وBOD مقارنة مع التقنيات الأخرى، وهي تنتج كميات قليلة من الرواسب الطينية وهي تتطلب بذل جهد نزع صغير من اجل إزالة المركبات العضوية الطيارة إن هذا الجهد الصغير يعتبر ميزة لهذه التقانة وذلك لأسباب بيئية.

٢-المفاعلات الحيوية الدوارة: وهي تتألف من أوساط بلاستيكية مرتبة عموديا على محور أفقي دوار. وتتعرض الكتلة الحيوية على هذه الأوساط إلى المياه العادمة و الأوكسجين الجوي بشكل متعاقب حيث إن المحور يدور بشكل بطيء بحدود ١-١,٥ دورة في الدقيقة. وحيث يكون ٤٠% من الوسط مغمورا فقط. وتسمح المساحة السطحية الكبيرة بنمو كبير ومستقر للكتلة الحيوية، وتتم إزالة وفصل الكتلة الحيوية بشكل مستمر وآلي بواسطة نظام تصفية، ومن السهل تركيبها عندما نحتاج لأن نتخلص من المركبات العضوية الطيارة.

٣ - المفاعلات الحيوية المغمورة: وهي أكبر من سابقتها وتعمل وهي مغمورة بنسبة ٩٠%وبوجود فقاعات هوائية كبيرة منتشرة وهي توفر التهوية والقوة المحركة من اجل التدوير وهي المستخدمة في هذا البحث (شكل١). وبسبب الغمر الكبير فان الحمولة على المحور تكون اقل بكثير من الطرق الاخرى وتعطي هذه الطريقة ثلاثة أضعاف المساحة السطحية لكل قدم من طول المحور بالنسبة للطرق التقليدية.

وبسبب تصميمها المحكم الإغلاق فان هذه الأجهزة توفر غطاء يقوم بحجز المركبات العضوية الطيارة والروائح،وعلى خلاف الجهاز السابق فان هذا الجهاز يتحرك بشكل كامل بواسطة الهواء مما يجعله من أفضل أنظمة المعالجة البيولوجية المتوفرة حيث انه لا يتطلب صيانة أو مراقبة بشكل كبير، وهذا النظام يشبه سابقه حيث انه يمكن أن يتم توسيعه بسهولة.

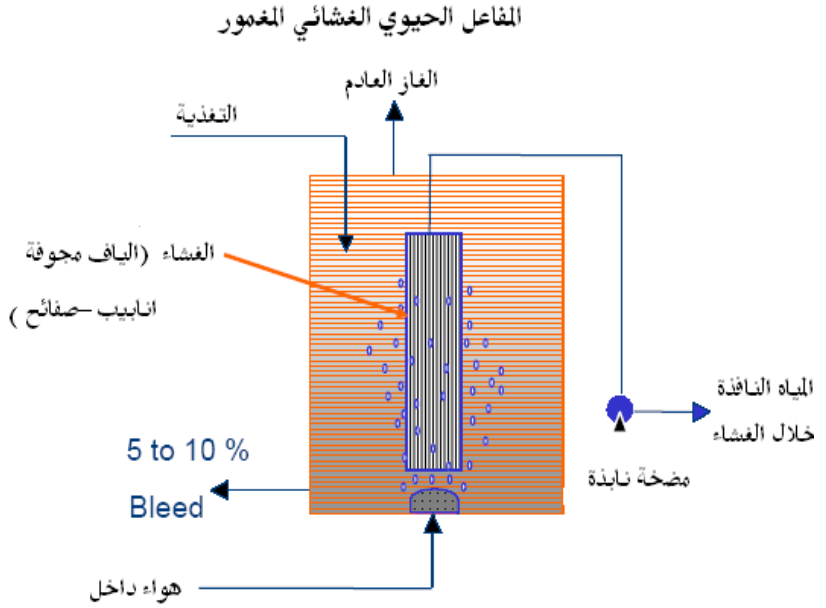
مشاكل التخلص من المياه الملوثة الناتجة عن صناعة مشتقات الالبان

١- فرض غرامات مالية كبيرة من قبل السلطات المحلية لقاء معالجة هذه المياه الملوثة ضمن محطات المعالجة المحلية.

التلوث الناتج عن صرف هذه المياه الموثة بدون معالجة.

جدول١. بعض خصائص انظمة الاغشية (الفلترة) الدقائقية

	نوع النظام الغشائي			
المؤشرات	MF	UF	NF	RO
ابعاد المسامات µm	٠,٠٨ — ٢	٠,٠٥ — ٠,٢	٠,٠٠١ -٠,٠١	٠,٠٨ — ٢
المواد المحتجزة	المواد الصلبة المعلقة الصغيرة جداً، بعض المواد الغراونية، اغلي انواع البكتيريا	المواد العضوية ذات وزن جزيئي اكبر من ١٠٠٠,٠ الفيروسات، البكتيريا، الغراونيات	المواد العضوية ذات وزن جزيئي اكبر من ٣٠٠,٠ بعض المواد الصلبة المنحلة، مواد اخرى	المواد العضوية ذات وزن جزيئي اكبر من ١٠٠,٠، الشوارد
ضغط التشغيل psi	١٥- ١	١٠٠- ١٠	١٢٥ - ٨٠	١٠٠٠- ١٢٥



شكل١. المفاعل الغشائي المغمور

٢–الحصول على كميات كبيرة من الحمأة لمصانع الحليب التي تعتمد على الطريقة الهوائية لمعالجة المياه الملوثة.

ان مستوى المعالجة عادة ما يرتبط بالتشريعات المحلية. فبينما أغلب مصانع الالبان الكبيرة تمتلك محطات معالجة خاصة بها او على الاقل تصرف المياه الملوثة بعد معالجتها بشكل اولي الى محطات معالجة مياه الصرف الصحي المحلية اذا كانت متوفرة او تصريفها الى مياه البحر، فان الكثير من المصانع الصغيرة لتصنيع الالبان تصرف مياهها الملوثة الى الاراضي لاستخدامها في الري.

طرق المعالجة

ان الطبيعة المتنوعة للمياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الالبان، من حيث معدل التدفق وتغير قيم pH المياه ومحتوى المواد الصلبة المعلقة، يجعل خيارات المعالجة صعبة. وبسبب كون ملوثات صناعة الالبان قابلة للتحلل البيولوجي بشكل كبير فان معالجة المياه الملوثة بالطريقة البيولوجية تكون فعالة ومجدية. وهناك ثلاثة خيارات لمعالجة المياه الملوثة الناتجة عن تصنيع الالبان وهى:

١– التصريف الى اقرب محطة معالجة مياه صرف صحي محلية

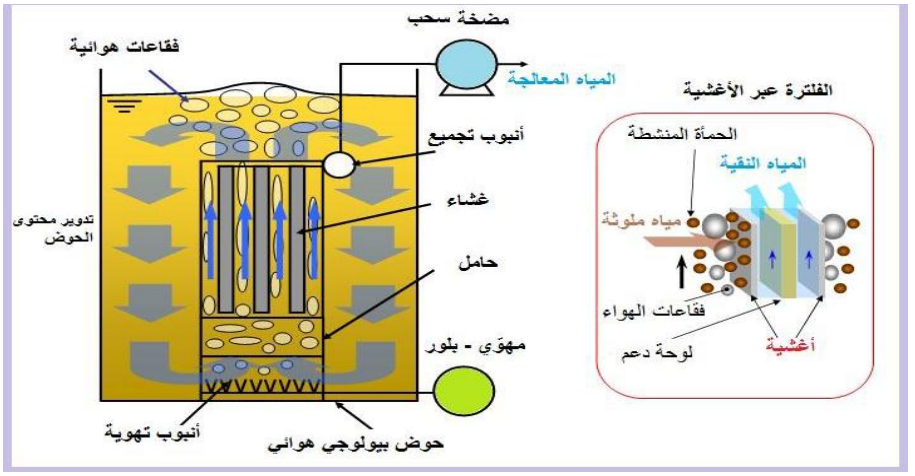
٢–ازالة المواد شبه الصلبة والملوثات الخاصة من قبل متعهد بحيث يقوم بالتخلص منها وفق طريقة سليمة بيئيا" متفق عليها سلفا"

٣– معالجة المياه الملوثة الناتجة بواسطة محطة معالجة ضمن الموقع (مخصصة للمعمل).

الخياران الاول والثاني مرتبطان بزيادة الكلفة ولذلك ينصح باستخدام الخيار الثالث عموما"

الطريقة والمواد

تتكون منظومة وحدة المعالجة MBR في هدا البحث من خزان التهوية MBR tank المصنع من مادة البيرسبيكس سعة ٠,٥ m^3 وابعاده(٠,٥ m *١*١) مثبت على جانبي الخزان الغشاء البيولوجي(HF) pp hollow fiber ذو حجم مسامات نوع micron ٠,١، يجهز الخزان من الاسفل بناشر للهواء وهو انبوب مثقب (PVC "١/٢)، عن طريق ضاغط الهواء لضمان التهوية المستمرة داخل الخزان. بعد الوصول الى النمو البيولوجي المطلوب يتم تشغيل مضخة السحبdiaphragm لسحب الماء المنتج وضخه الى خزان التجميع effluent tank، مع الاستمرار بإضافة المياه العادمة (الخام) wastewater وسحب الماء المنتج كما موضحه بالشكل التخطيطي (٢).



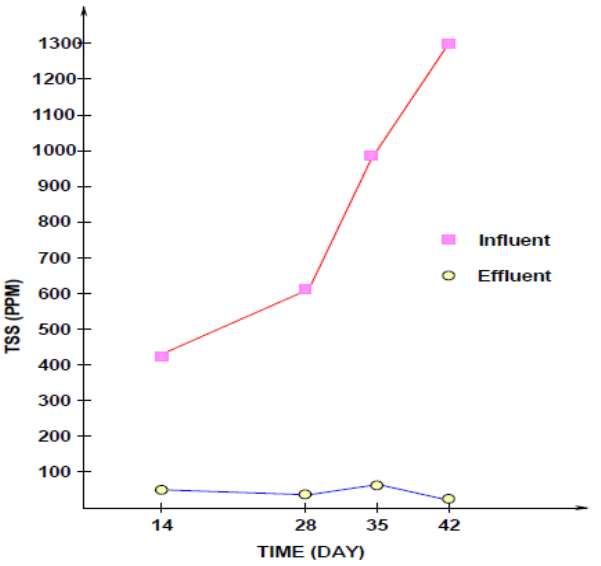
شكل٢. تخطيطي يبين طريقة سحب المياه المعالجة من خزان الغشاء البيولوجي MBR

النتائج ومناقشتها

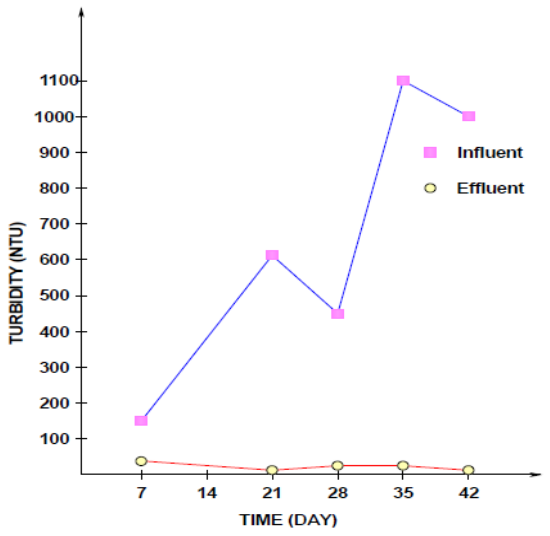
الاشكال التالية(٦،٥،٤،٣) توضح النتائج المتحصل عليها من معالجة مخلفات الالبان باستخدام تقنية المعالجة البيولوجية ذات الاغشية النفادة نوع hollow fibber

تبين الاشكال ٤،٣ كفاءة الغشاء UF على فصل المواد العالقة الكلية والشوائب، كما نلاحظ ان المياه الخام للألبان ذات نسبة عكوره عالية ١٠٠٠< كما ان قيم المواد الصلبة العالقة الكلية TSS والعكوره في تزايد مع الاستمرار بإضافة المياه العادمة للألبان الى الخزان.

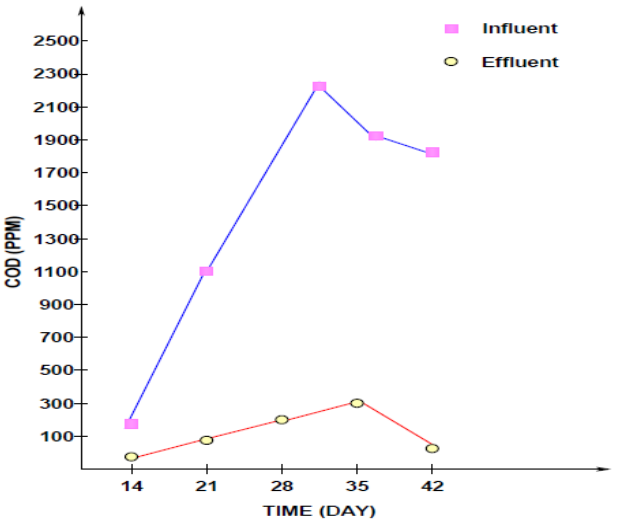
ومن خلال التجربة نلاحظ نجاح هذا النوع من الاغشية ضمن العملية البيولوجية على تخفيض نسبة COD على الرغم من وجود حمل عالي لل COD في مياه(الخام) الالبان شكل رقم(٥) COD، وباستمرار العملية البيولوجية واستمرار التهوية تتم ازالة نسبة عالية من الكربون العضوي الكلي TOC لتصل الى اقل من واحد كما في شكل(٦)في نهاية التجربة كانت نسبة ازالة كل من النيتروجين والفسفور جيدة.



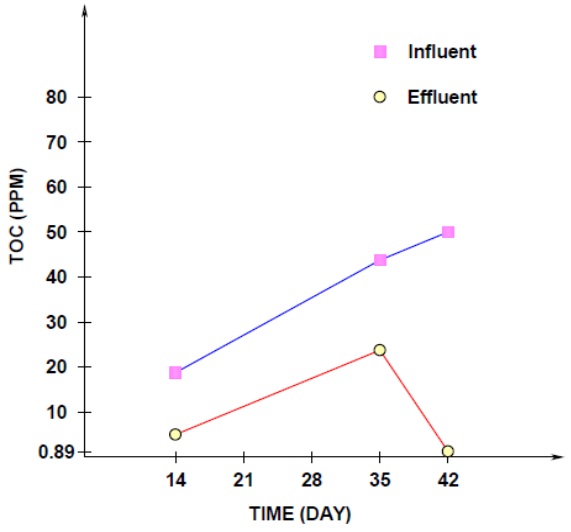
شكل ٣. العلاقة بين TSS مع الزمن.



شكل٤. العلاقة بين درجة التعكير مع الزمن.



شكل٥. العلاقة بين COD مع الزمن.



شكل٦. العلاقة بين TOC مع الزمن .

الاستنتاجات والتوصيات

ان التخلص الامن من المياه الملوثة الصناعية تعتبر من أهم مشكلات البيئة ونظرا" لخطورتها على الصحة العامة والوسط المحيط فان سن التشريعات اللازمة لضبط صرفها الى المسطحات المائية وغيرها تعتبر اولوية لجميع البلدان على اختلاف مستوى تطورها. ان فهم طرق وأساليب معالجة او ادارة هذا النوع من المياه الملوثة يعتبر الخطوة الاولى نحو وضع استرتيجية عامة للتخلص الامن من هذا الخطر المحدق. كما ان صناعة الحليب بدورها تعتبر مصدرا" مهما" للتلوث لذلك لابد من معالجة مخلفاته بالطرق السليمة. واتباع الدائرة المغلقة في ادارة المياه الملوثة الناتجة عن صناعة الالبان ومنتجاته مع اتباع بعض الاستراتيجيات الخاصة بهذه الصناعة تعتبر خطوة حاسمة في تخفيف التلوث الناجم عنها. وقد اظهرت الدراسات ان المعالجة البيولوجية تعتبر من الطرق الفعالة في التخلص من الملوثات الناتجة عن مثل هذه الصناعات.

وتشير نتائج البحث العملية نجاح الغشاء البيولوجي نوع (HF) pp hollow fibber ضمن العملية البيولوجية MBR في معالجة المياه الصناعية نوع مياه مخلفات البان فهي قليلة المواد الصلبة العالقة وعالية العكوره ومدى ملائمتها مع الغشاء وعليه نوصي بالاتي:

١ – ان وجود وحدة الاغشية ضمن وحدة معالجة يؤمن اعطاء مياه نهائية معالجة ذات جودة عالية مناسبة لكافة تطبيقات اعادة استخدام المياه المعالجة وذات مواصفات المياه المعالجة الناتجة عن محطات المعالجة ذات الاغشية (membrane biological reactor) او ما يطلق عليها اختصار (MBR)

٢– دراسة مواصفات المياه الصناعية المراد معالجتها (مسح صناعي) وذلك لان تركيب المياه الصرف الصناعي الناتجة تختلف من صناعة الى صناعة ومن مصنع الى اخر ضمن الصناعة الواحدة ومن يوم الى يوم ومن ساعة الى ساعة فيجب التركيز على الصناعة كمستهلك رئيسي للمياه وكمصدر رئيسي للتلوث.

٣– توفير شروط المعالجة البيولوجية الاوكسجين والبكتريا ودرجة الحرارة وبعض المغذيات المساعدة .

٤– اختيار الغشاء المناسب مع نوع المياه المراد معالجتها.

٥– وضع وحدة المعالجة في موقع قريب من مأخذ اومصدر المياه المراد معالجتها.

٦ – سهولة التشغيل والصيانة وعدم الحاجة لخبير او متمرن لتشغيلها نظراً لإتمام عملها بالكامل.

٧ – لا تنشر الروائح والضجيج نظراً لصغر حجمها ويمكن ان توضع ضمن مبنى واحد.

المـــراجـــع

Chapman, S. Membrane Bioreactors (MBR) for Municipal Wastewater Treatment. Australia 2001.

Komeslia, O.K. and Teschnerb, K. Vacuum membrane applications in domestic wastewater reuse. Turkey, 2006

O' Conror, K. and Martin, D. Pilot testing of membrane bioreactor reactant plant for reuse applications.

Schrader, G.A. Direct Nano-filtration of waste water treatment plant effluent. Netherland, 2006

Simon J. The MBR Book: Principles and applications of membrane Bioreactors in Water and Wastewater Treatment, 2010.

Visvanathan C. and Ben Aim, R. Membrane Bioreactor Applications in Wastewater Treatment. France, 2002

Wang, Y, Huang, X, Yuan, Q, and Cheng, Y. Anoxic/aerobic membrane bioreactor for treatment of industrial wastewater containing high strength of carbon and nitrogen; xiandai huagong 22(8),47-49,58,2002.

SUMMARY

The Use of Biological Membrane Technology to Treat and Re-Use Wastewater from The Dairy Industry

Khairi M. Lamari, Mohamed M. Ziyania

The research aims to test the possibility of wastewater treatment from dairy industries using technology bioreactors with membrane impermeable (MBR) capacity m3 0.5 and using membrane type hallow fiber, and then run the unit for more than 42 days and the work of analysis necessary for inflow water (raw) and effluent water (resulting), The removal rates are as follows: COD 74.6%, TSS 93%, TOC 74.2%, P 60.6%, NO3 39%, turbidity 95%)) as preliminary results indicate pressure difference across the membrane used in the unit in question to the absence of obstruction influential on the work of the Unit.

Key words: MBR, pp hallow fiber, COD, MLSS