مجلة جامعة الملك عبدالعزيز: علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، م٢١ ع٢، ص ص: ٢٦٧-٢٨٩ (٢٠١٠م/١٤٣١هـ)
DOI: 10.4197/Met. 21-2.15

دراسة عن النفايات السائلة بمصانع تدوير الورق
دراسة حالة

محمد حسن محمد رمضان، ورياض فاروق حلواني

كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة،
جامعة الملك عبدالعزيز، جدة، المملكة العربية السعودية

المستخلص. تعتبر صناعة تدوير الورق من الصناعات الاستثمارية الهامة التي تتضمنها المنطقة الصناعية بجنوب جدة. وتنتج عن هذه الصناعة نفايات سائلة قد تسبب الكثير من الأضرار عند التخلص منها بطريقة غير آمنة. وتهدف الدراسة الحالية إلى دراسة خصائص النفايات السائلة الناتجة عن مراحل الإنتاج المختلفة، وطرق الإدارة المتبعة معها، وذلك بإحدى مصانع تدوير الورق بالمنطقة الصناعية بجنوب مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية.

وقد أظهرت نتائج التحاليل انخفاض درجة الأس الهيدروجيني للنفايات في معظم المواقع، مع احتوائها على تركيزات عالية من المواد العالقة، والمواد الذائبة، والاحتياج الكيميائي للأكسجين، ووجود فرق كبير بين تركيزات الاحتياج الكيميائي والبيوكيميائي للأكسجين. كما بينت النتائج تجاوز تركيزات معظم الملوثات التي تم رصدها بنفايات معظم المواقع معايير الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف المباشر، أو للتصريف على مرافق المعالجة

المركزية أو كليهما. كما تبين أن المصنع يطبق خيارات إدارة النفايات السائلة المختلفة، حيث يتبع استراتيجية المعالجة مع نفايات الموقع الأول قبل التخلص منها، وخفض التلوث مع المواقع من الثاني للسادس وذلك بتدويرها، واستراتيجيتي التدوير والمعالجة مع نفايات الموقع السابع (نفايات خزان إزالة العوالق بالطفو)، واستراتيجية التخلص مع نفايات الموقع الثامن (نفايات حوض التهوية) بنقلها للمعالجة بمحطة الخمرة. وقد اقترحت الدراسة بعض التوصيات منها اتباع الاحتياطات اللازمة كالحد من التلوث مع بعض الوحدات التي يتسرب عنها عجينة، واستخدام إحدى طرق خفض التلوث المختلفة قبل صرف المياه العادمة من حوض التهوية على محطات المعالجة المركزية، ودراسة إمكانية التخلص منها في محطة معالجة الصرف الصناعي بجنوب جدة، ودراسة الاستفادة من المياه العادمة من خزان التهوية بدلا من التخلص منها.

المقدمة

يعتبر القطاع الصناعي أحد أهم الأنشطة المسببة للعديد من المشكلات البيئية من خلال استنزاف الموارد الطبيعية، ومايصاحب العمليات الصناعية المختلفة من انبعاث للملوثات التي تهدد صحة الانسان، وسلامة البيئة.

وتضم مدينة جدة منطقة صناعية تقع في جنوب المدينة، وقد تم تزويدها ببنية تحتية وخدمات تساعدها على خدمة أنواع متعددة من الأنشطة الصناعية. ومن الصناعات التي تشتمل عليها المدينة الصناعية بجدة، تأتي صناعة تدوير الورق. وهي صناعة تقوم على تحويل الورق المسترجع إلى ورق مقوي بني اللون يستخدم في الطباعة والتغليف، وذلك من خلال بعض العمليات الصناعية التي يتخللها بعض الإضافات الكيميائية. وتنتج عن هذه الصناعة نفايات سائلة قد تسبب الكثير من الأضرار عند التخلص منها بطريقة غير أمنة.

تأتي أهمية دراسة خصائص النفايات السائلة وطرق إدارتها في مراقبة وتنظيم عمليات توليد، ومعالجة، والتخلص النهائي من المخلفات. وتشمل عملية إدارة المخلفات الصناعية على عدد من الاستراتيجيات: الخيار الأول هو استراتيجية الحد من التلوث، الخيار الثاني هو خفض التلوث من خلال عملية التدوير أو إعادة الاستخدام، الخيار الثالث هو استخدام طرق المعالجة لخفض كل من حجم وتركيز التلوث، وأخيرًا الخيار الرابع وهو التخلص بإحدى الطرق الآمنة بيئياً.

أشار عوض (١٩٩٦م) أن الورق يشكل نسبة عالية قد تصل إلى أكثر من ٣٠٪ من النفايات الصلبة، وإعادة تدوير النفايات الورقية أمر ذو أهمية بيئية واقتصادية لأنه يساهم في الحد من استنزاف الموارد الطبيعية كالطاقة والمياه والغابات ذات الأهمية لاستقرار المناخ العالمي.

تقل الطاقة اللازمة لإنتاج ورق الصحف من الورق المستخدم بنحو ٢٥-٦٠٪ من مقدار الطاقة اللازمة لصنعه من لب الخشب. وقد ثبت أن إنتاج الورق بإعادة تصنيع الكميات المستخدمة منه، يقلل الملوثات التي تدخل الهواء والماء، كما يقلل الضغوط على استنزاف الغابات. وتشير إحدى الدراسات إلى أن دولة مثل كندا يمكنها أن توفر ٨٠ مليون شجرة سنوياً إذا أعادت تصنيع ورق الصحف، وإن الورق المعاد تدويره أقل تكلفة بكثير من الورق المنتج لأول مرة، سواء في الطاقة أو التكاليف المادية أو الماء اللازم للصناعة (النجار، ٢٠٠٧).

يعتمد الصرف الناتج عن عملية تدوير الورق أو إنتاجه على العمليات والمواد المستخدمة في هذه الصناعة. فقد يحتوي على بعض ألياف الورق الذائبة مع الماء، وأيضا على مواد مبيضة، وأصباغ ملونة، وكيماويات خاصة لفرد الورق، بالإضافة إلى مستويات قليلة جدا من المعادن الثقيلة في الحمأة الناتجة من عمليات تنقية المياه قبل تصريفها. ويؤدي التصريف المباشر لهذه

المياه الصناعية بدون معالجة إلى بعض الأضرار للكائنات الحية التي تعيش بالمياه كما أشار تومسون وآخرون (Thompson *et al.*, 2001). وقد أثبت وايت وآخرون (White *et al.,* 1996) أن مياه الصرف الصناعي الناتجة من صناعة الورق لها نشاط مطفر.

تعتبر صناعة الورق والسليلوز مستهلكة كبيرة للمياه والطاقة، ومساهمة كبيرة أيضا في إلقاء الملوثات إلى البيئة كما وضح رودريجس وآخرون (Rodrigues *et al.,* 2008). وقد تم إعداد إجراءات عديدة لتقليل الآثار البيئية لمصانع الورق. فمثلا يتم إعداد دوائر مغلقة لاستخدامات المياه لتقليل الصرف إلى البيئة، وقد يحدث أيضا خفضًا ملحوظًا في المركبات العضوية المكلورة وغير المكلورة في مياه الصرف عن طريق تعديل وتطوير العمليات. وقد ينتج عن تركيب محطات معالجة خارجية تخفيضًا كبيرًا في الأحمال العضوية وفي انبعاثات كل من المركبات العضوية السامة المكلورة وغير المكلورة كما أشار سافانت وآخرون (Savant *et al*., 2006).

وقد أظهرت الطرق الفيزيائية والكيميائية نجاحا كبيرا في التخلص من صبغات النفايات السائلة لصناعة الورق. ومن هذه الطرق الادمصاص، الترويب والترويق، والترشيح عبر الأغشية كما ذكر كوندورو وفيراراغافان (Konduru & Viraraghavan, 1997). وظهرت عملية الأكسدة الكهروكيميائية في السنوات الحديثة كأحد المعالجات الواعدة في تكسير المواد العضوية السامة في مياه صرف صناعات الورق، كما وضح شيانج وآخرون (Chiang *et al*., 1997). كما ساعد استخدام الفصل الكهربائي في وجود المرشحات ذات الأغشية الدقيقة الخزفية في التخلص من الألوان وبعض الملوثات العالقة في التدفقات المائية، وأنه عند استخدام ٥٠ فولت حدث انخفاض في الأملاح الذائبة (TDS)، والتوصيل الكهربائي (EC)، والاحتياج الكيميائي للأكسجين (COD). وقد

ساعدت هذه الطريقة على إعادة استخدام ٩٠٪ من المياة المستخدمة في صناعة الورق كما أعلن ناتارج وآخرون (Nataraj *et al*., 2007).

وتستخدم نظم الأغشية المتعددة الخزفية الدقيقة في أحد مصانع الورق في إيطاليا مع وجود وحدة تناضح عكسي ملحقة بالأغشية، وأدى ذلك إلى انخفاض نسبة الـ TDS، والـ EC، والـ COD والكربون العضوي الكلي (TOC) طبقاً لما أشار إليه بيزيشيني وآخرون (Pizzichini *et al*., 2005).

وفي دراسة تم استخدام مركبين من مرسبات المواد العالقة الموجودة في المياه الصناعية الناتجة من صناعة الورق، وهما الـ(Polyvinyalcohol-PVA)، و(Polyehtyleneimine -PEI)، وفي وجود مرشحات فقد ساهم ذلك في إنتاج مياه صالحة للاستخدام مرة أخرى في الصناعة طبقاً لما وجده فييرا وآخرون (Vieira *et al*., 2001).

كما أثبتت دراسة قام بها تارلان وآخرون (Tarlan *et al*., 2002) بأنه يمكن إزالة نسب كبيرة من الـ COD والألوان والمواد العضوية المكلورة، عند استخدام أنواع معينة من الطحالب الخضراء (Chlorella) في معالجة الصرف الصناعي الناتج من مصانع الورق تحت متغيرات مختلفة من الضوء وتركيز الملوثات.

ويعتبر استخدام تقنية التعقيم بالأوزون والأشعة فوق البنفسجية مجدياً جداً في معالجة المياه الصناعية الناتجة من مصانع الورق، حيث تساعد في تقليل كل من COD والاحتياج البيوكيميائي للأكسجين (BOD) كما وجد أمات وآخرون (Amat *et al*., 2005a). كما يساعد استخدام المحفزات الضوئية في معالجة مياه الصرف الصناعي الناتجة من مصانع الورق على التقليل من الحمل العضوي كما لاحظ أمات وآخرون (Amat *et al*., 2005b)، ورودريجس وآخرون (Rodrigues *et al*., 2008).

وتساهم المعالجة الثلاثية بالكربون المنشط في إزالة الألوان والكاتيونات الأخرى العالقة في المياه العادمة من صناعة الورق بشكل كبير، إلا أن من عيوب هذه الطريقة أنها مكلفة اقتصادياً كما أوضح تامينك وجروللي (Temmink & Grolle, 2005).

ويهدف البحث الحالي إلى دراسة خصائص النفايات السائلة الناتجة عن مراحل الإنتاج المختلفة وطرق الإدارة المتبعة معها وذلك بإحدى صناعات تدوير الورق بالمنطقة الصناعية بجنوب جدة.

مواد وطرق البحث

وقد تضمنت خطة البحث إجراء مسح ميداني للمصنع لتحديد مواقع جمع العينات، والتعرف على نظام الإدارة المتبع مع المياه العادمة الخارجة من كل مرحلة إنتاجية. وقد تم اختيار عدد ٨ مواقع والتي تم جمع عينات لحظية منها شهرياً لمدة عشرة شهور، ويبين شكل (١) تدفقات المياه المستخدمة والعادمة من مراحل الإنتاج المختلفة ومواقع جمع العينات والتي يمكن إيجازها في الآتي:

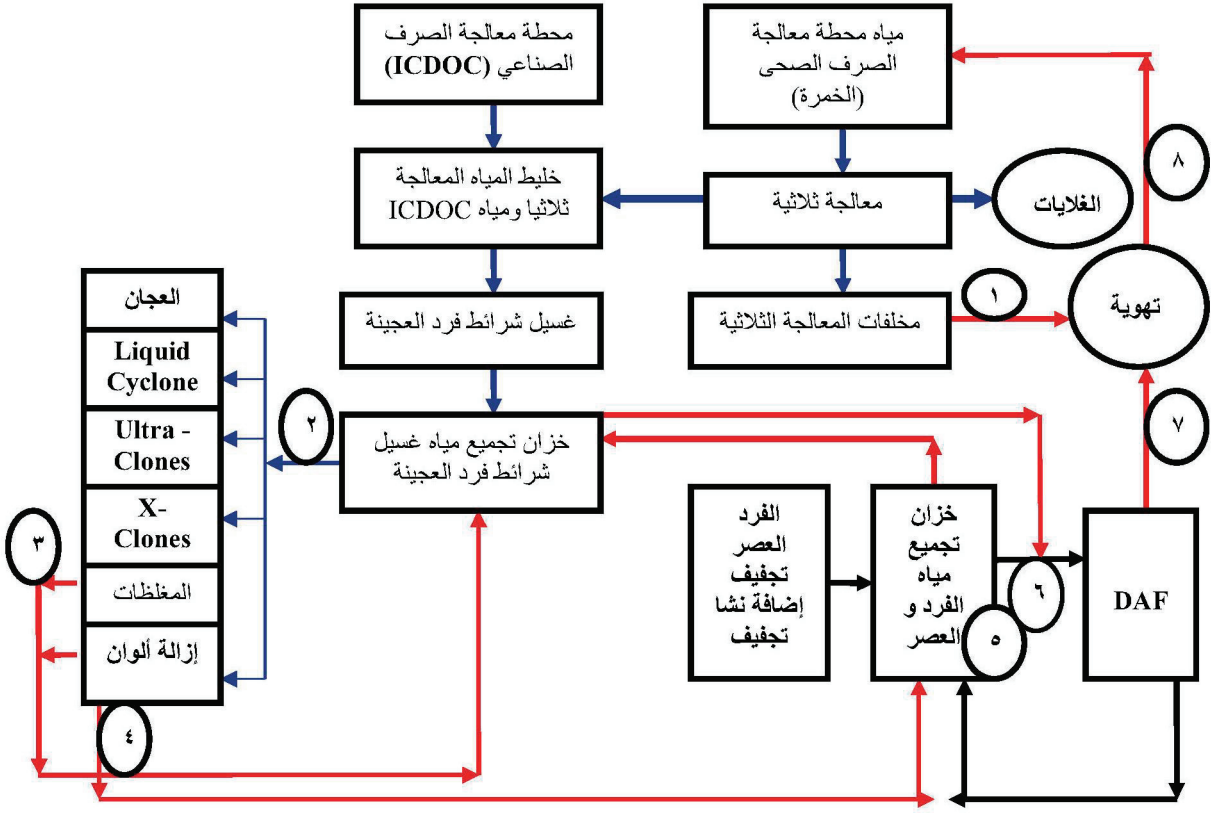
الموقع الأول: المياه العادمة من المعالجة الثلاثية.

الموقع الثاني: خليط المياه المجمعة من غسيل شرائط فرد العجينة، والناتجة من عملية التغليظ، والناتجة من عملية إزالة الألوان، والفائضة من خزان تجميع مياه فرد وعصر العجينة.

الموقع الثالث: المياه الخارجة من عملية التغليظ.

الموقع الرابع: المياه الخارجة من عملية إزالة الألوان.

الموقع الخامس: خليط المياه الخارجة من خزان تجميع مياه فرد وعصر العجينة بعد إضافة النشا، والتي تتضمن العجينة المتسربة من العملية، وجزء من عملية إزالة الألوان، والمياه الراجعة من خزان إزالة العوالق بالطفو (DAF).



شكل ١. تدفقات المياه المستخدمة والعادمة من مراحل الإنتاج المختلفة بأحد مصانع تدوير الورق بالمنطقة الصناعية بجدة ومواقع جمع العينات.

الموقع السادس: خليط المياه الخارجة من خزان تجميع مياه فرد وعصر العجينة بعد إضافة النشا والتي تتضمن العجينة المتسربة من العملية، وجزء من عملية إزالة الألوان، والمياه الراجعة من خزان إزالة العوالق بالطفو (DAF)، والفائض من خزان تجميع غسيل شرائط فرد العجينة.

الموقع السابع: المياه الخارجة من خزان إزالة العوالق بالطفو بالهواء.

الموقع الثامن: المياه الخارجة من وحدة التهوية إلى محطة الخمرة.

وقد تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية عليها طبقا للطرق القياسية الأمريكية لتحاليل المياه والصرف الصحي (APHA, 1995). ومقارنة نتائج التحاليل مع معايير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ١٤٢٤هـ للتصريف المباشر وعلى مرافق المعالجة المركزية.

النتائج والمناقشة

تبين من خلال المسح الميداني أنه نظراً لطبيعة احتياج المصنع لكميات كبيرة من المياه وبناءً على النقص في المياه بالمنطقة، فيعتمد المصنع على مصدرين للمياه. المصدر الأول هو المياه المعالجة من محطة الخمرة لمعالجة مياه الصرف الصحي، وتمثل النسبة الأكبر، والمصدر الثاني هو المياه المعالجة من محطة معالجة الصرف الصناعي (ICDOC). ويضم المصنع وحدة لمعالجة المياه القادمة من محطة الخمرة لإنتاج مياه منزوعة الأملاح. ويتم تقسيم المياه التي يتم معالجتها بهذه الوحدة إلى قسمين: القسم الأول يستخدم في الغلايات، والقسم الثاني يتم خلطه مع المياه التي يقوم المصنع بالحصول عليها من محطة معالجة الصرف الصناعي (ICDOC) لاستخدامها في العملية الإنتاجية.

تقييم خصائص النفايات السائلة

الخصائص الفيزيائية

يبين جدول (١) نتائج تحليل الخصائص الفيزيوكيميائية للعينات التي تم جمعها من المواقع المختلفة.

درجة الحموضة

يتبين من النتائج انخفاض درجة الأس الهيدروجيني في المواقع من الثاني إلى السابع بمتوسطات ٥,٦١، و٥,٥، و٥,٦١، و٥,٥، و٥,٥، و٥,٦. ويمكن أن يعزي سبب الانخفاض إلى استخدام المصنع لبعض الأحماض القوية في غسل الشرائط وعملية العجن.

واتضح ارتفاع درجة الأس الهيدروجيني بالموقع الثامن الذي يمثل الصرف النهائي للمصنع والخارج من وحدة التهوية، حيث تراوحت بين ٦,٢، و٦,٨ بمتوسط ٦,٦. ويمكن أن يعزي ذلك الارتفاع إلى خفض نسبة العوالق التي تتصف بدرجة حموضة منخفضة، وإلى التخفيف الناتج من مياه الرجيع ذات درجة الحموضة المتعادلة بمتوسط ٧,٣.

ويتبين بناءً على ذلك مطابقة درجة الحموضة للموقعين الأول والثامن مع المدى الذي أشارت إليه الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف المباشر (٦-٩)، بينما حدث تجاوز لنتائج بقية المواقع. وتتفق جميع المواقع مع معيار التصريف إلى مرافق المعالجة المركزية (٥-١٠).

المواد العالقة والعكارة

تبين وجود تركيزات مرتفعة من المواد العالقة بالمواقع من الثاني إلى السادس بمتوسطات ١٢٦٧، و٧٢٧٦، و٥٢٢٨، و٢٢٨٣، و١٩٢٤مجم/ لتر على التوالي، ويعزى السبب في ذلك إلى وجود تسريبات في العجينة من هذه المواقع. كما يتضح من هذه النتائج ارتفاع المواد العالقة بالمواقع الثالث والرابع عن المواقع الثاني والخامس والسادس، حيث يمثل الموقع الثالث عملية فرك

العجينة باستخدام مراوح تدور ميكانيكيا بطريقة معاكسة لبعضهما البعض لزيادة حجمها وتماسكها، كما يمثل الموقع الرابع أيضاً عملية فرك للعجينة باستخدام ستة وحدات من الأقراص، وذلك لضغطها ونزع المياه الملونة. وتنتج عن هاتين العمليتين تسريبات كبيرة من العجينة مما أدى إلى رفع تركيزات المواد العالقة بهما.

وتبين حدوث انخفاض بالمواد العالقة بالموقع السابع بمتوسط ٥٧٦ مجم/لتر، والذي يمكن أن يعزى إلى تأثير عملية الطفو بالهواء حيث يتم فيها إزالة المواد العالقة، وبالموقع الثامن وهو يمثل الصرف النهائي بمتوسط ١٦٧ مجم/لتر والذي يمكن إيعازه إلى أكسدة المواد العضوية بالعوالق وبالتالي انخفاضها بالإضافة إلى التخفيف الناتج من رجيع المعالجة الثلاثية.

ويتضح من ذلك تجاوز جميع نتائج المواد العالقة بالمواقع المذكورة لمعيار الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف المباشر (١٥ مجم/لتر)، بينما تجاوزت نتائج المواقع الثالث والرابع والخامس معيار التصريف إلى مرافق المعالجة المركزية (٢٠٠٠ مجم/لتر).

كما تبين ارتفاع العكارة بالمواقع من الثاني إلى الثامن، وتجاوزها لمعيار الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف المباشر (٧٥ وحدة نيفيلومترية) لنفس الأسباب المذكورة أعلاه.

المواد الذائبة

تبين وجود تركيزات مرتفعة من المواد الذائبة الكلية بالتدفقات الناتجة من الموقع الأول بمتوسط ٣٨٦١ مجم/ لتر، والذي يمثل صرف وحدة المعالجة المتقدمة. ويمكن أن يعزى ذلك إلى قيام الوحدة بفصل الأملاح من المياه الخام التي تصل إليها لتنتج مياهًا ذات تركيز أملاح منخفض تتفق مع ماذكره (عوض، ١٩٩٦م) أن صناعة الورق يجب أن تكون المياه المستخدمة فيها نقية، ورائقة، ويسرة، وفقيرة بالأملاح، وألا تحتوي على الحديد، والمنجنيز، وعلى أي عنصر يمكن أن يشكل أثراً على العملية الإنتاجية.

جدول ١. نتائج تحليل الخصائص الفيزيوكيميائية للنفايات السائلة الخارجة من مراحل الإنتاج المختلفة بصناعة تدوير الورق بجدة.

الموقع	المؤشر	الأس الهيدروجينى (درجة)	التوصيل الكهربي (ميكروسمنز / سم)	المواد الذائبة الكلية (مجم/لتر)	العكارة (وحدة نيفيلومترية)	المواد العالقة الكلية (مجم/لتر)
الموقع الأول	القراءة الصغرى	٧,٢٨	٦٢٨٠	٣٦٤٤	٨,٧٩	١٧
	القراءة القصوى	٧,٤٥	٧٠٧٠	٤١٢٠	١٤,٢٣	٢٨
	المتوسط	٧,٣٧	٦٧٢٤	٣٨٦١	١١,٤١	٢٣
الموقع الثانى	القراءة الصغرى	٥,٤٥	٨٦٨٨	٥٥٨٧	٣٨٩	٩٩٦
	القراءة القصوى	٥,٨٥	٩٧٨٤	٧٠٤٠	٥٦٨	١٥٤٤
	المتوسط	٥,٦١	٩١١٧	٦٠٥٩	٤٦٢	١٢٦٧
الموقع الثالث	القراءة الصغرى	٥,٣٥	١١٩٥٠	٦١١٠	١٨١	٧١٥٦
	القراءة القصوى	٥,٦٨	١٢٧٢٤	٦٧١٠	٢٩٤	٣٧٥٤
	المتوسط	٥,٥٠	١٢٣٥٩	٦٤١٠	٢٣٦	٧٢٧٦
الموقع الرابع	القراءة الصغرى	٥,٥٦	٩٥٣٦	٥٩٨٤	٣٠٦	٤٦٧٥
	القراءة القصوى	٥,٦٦	٩٩٩٦	٦٧٨٠	٣٩٩	٥٧٢٠
	المتوسط	٥,٦١	٩٧٣٠	٦٤٦١	٣٦٧	٥٢٢٨
معايير الرئاسة العامة للتصريف المباشر		٦-٩	---	---	٧٥	١٥
معايير الرئاسة العامة للتصريف إلى مرفق معالجة مركزى		٥-١٠	---	---	---	٢٠٠٠

ملحوظة: لا توجد معايير لدى الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة

جدول ١. (تابع).

الموقع	المؤشر	الأس الهيدروجيني (درجة)	التوصيل الكهربي (ميكروسمنز/ سم)	المواد الذائبة الكلية (مجم/لتر)	العكارة (وحدة نيفيلومترية)	المواد العالقة الكلية (مجم/لتر)
الموقع الخامس	القراءة الصغرى	٥,٣٢	٨٧٥٦	٥٣٨٦	٣٣٠	١٩٨٠
	القراءة القصوى	٥,٧٣	٩٧٣٠	٦٣٢٦	٤١٠	٢٤٦٥
	المتوسط	٥,٥	٩٢٩٠	٥٩٣٨	٣٦٣	٢٢٨٣
الموقع السادس	القراءة الصغرى	٥,٤	٨٠٨٤	٥٩٤٠	٣١١	١٨٨٠
	القراءة القصوى	٥,٦٣	٨٨٠٤	٦٨٠٠	٣٧٢	١٩٦٧
	المتوسط	٥,٥	٨٤٧١	٦٣١٥	٣٣٩	١٩٢٤
الموقع السابع	القراءة الصغرى	٥,٥	٩٠٢٢	٥٤٦٠	٢٨٤	٦٤٦
	القراءة القصوى	٥,٩	١٠٩٦٦	٦٨٢٠	٤١٦	٦٥٨
	المتوسط	٥,٦	٩٨٦٧	٦٠٩٢	٥٣٥	٥٦٧
الموقع الثامن	القراءة الصغرى	٦,٢	٥٧٨٢	٥٩٣٦	١٤٧	١٤٠
	القراءة القصوى	٦,٨	٧٥٥٢	٦٤٣٢	٢٠٨	٢١٦
	المتوسط	٦,٦	٦٨٧٩	٦١٧١	١٦٧	١٦٧
معايير الرئاسة العامة للتصريف المباشر		٦-٩	---	---	٧٥	١٥
معايير الرئاسة العامة للتصريف إلى مرفق معالجة مركزى		٥-١٠	---	---	---	٢٠٠٠

ملحوظة: لا توجد معايير لدى الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة.

كما تبين ارتفاع التركيزات بالمواقع من الثاني إلى السابع بمتوسطات ٦٠٥٩، و٦٤١٠، و٦٤٦١، و٥٩٣٨، و٦٣١٥، و٦٠٩٢ مجم/ لتر على التوالي. ويمكن أن يكون ذلك بسبب وجود الأحماض القوية سهلة التأين وإلى بعض الأملاح التي يتم إضافتها لخلطة الخام، والتي أدت إلى ارتفاع نتائج الناقلية الكهربية، والمواد الذائبة الكلية، وأيضاً الانخفاض في درجة الحموضة. ويعزى عدم انخفاضها بمتوسط ٦١٧١ مجم/ لتر بالموقع الثامن إلى الدور المحدود لعملية التهوية في معالجة المواد الذائبة.

الخصائص الكيميائية

يبين جدول (٢) نتائج التحاليل الكيميائية للعينات التي تم جمعها من المواقع المختلفة.

الاحتياج البيوكيميائي (BOD) والكيميائي (COD) للأكسجين

تراوحت تركيزات متوسطات الاحتياج البيوكيميائي للاكسجين بين ٣٥,٧مجم/ لتر بالموقع الأول، و١٩٦,٦مجم/ لتر بالموقع الخامس. بينما تراوحت تركيزات الاحتياج الكيميائي للأكسجين بين متوسطات ٢٨١مجم/ لتر بالموقع الأول، و٢٥٠٧٨مجم/ لتر بالموقع السابع.

ويمكن أن تعزى التركيزات العالية للاحتياج الكيميائي للأكسجين بالمواقع من الثاني للثامن لتواجد كمية كبيرة من المواد العضوية صعبة التحلل الحيوي تتمثل في مادتي النشا والألياف السليلوزية. وهو نفس السبب الذي أدى إلى وجود فرق كبير بين تركيزات الاحتياج الكيميائي للأكسجين والاحتياج البيوكيميائي للأكسجين بنفس المواقع.

وعلى الجانب الآخر، فيمكن أن يعزى انخفاض الاحتياج الكيميائي للأكسجين بالمواقع الخامس والسادس مقارنة بمياه المواقع السابقة لها مباشرة، إلى انخفاض كميات المواد العالقة (الألياف السيلولوزية) نتيجة لإزالتها بخزان الطفو. كما تبين نتيجة الاحتياج الكيميائي للأكسجين بالموقع الثامن (٣٨٢٣مجم/ لتر) كفاءة الأكسدة الهوائية بخزان التهوية.

جدول ٢. نتائج التحاليل الكيميائية للنفايات السائلة الخارجة من مراحل الإنتاج المختلفة بصناعة تدوير الورق بجدة.

الموقع	المؤشر (مجم/لتر)	الكلور المتبقي	الكلوريدات	الفوسفات	الأمونيا	النيتروجين الكلي	الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين	الاحتياج الكيميائي للأكسجين	الزيوت والشحوم
الموقع الأول	القراءة الصغرى	٠,٣	١٦١٤	٠,٧٢	١,٠٨	١,٠١	٢٩,٧٩	٢٤٦	٠,٥
	القراءة القصوى	٠,٣٨	١٨٥٩	١,٢٢	١,٥٣	١,٦	٣٩,٣٩	٣١٥	١,٨
	المتوسط	٠,٣٤	١٧٦٢	٠,٩٧	١,٣٠	١,٢٥	٣٥,٧	٢٨١	٠,٩٨
الموقع الثانى	القراءة الصغرى	١,٩٦	٧٣٤	١,٠٠	١,٣٩	٦,٦	٢٨,٢٤	١٣٢٨٠	٤,٩
	القراءة القصوى	٢,٨٨	٧٨٣	١,١٠	٢,٠١	١٤,٨	٥٠	١٩٧٢٥	٨,٧
	المتوسط	٢,٥١	٧٦٢	١,٠٦	١,٦٦	١١,١٥	٤٠,٥	١٦٦٦٤	٦,٣٠
الموقع الثالث	القراءة الصغرى	١,٩٥	٨١٤	١,١٩	١,٣٥	١	١٦٠,١٢	١٣١٧٢	٦,٦
	القراءة القصوى	٢,٦٥	٩٣٢	١,٤٥	١,٧٥	٢,٩٢	١٧٩,٣	١٧٢٦٤	١٣,٢
	المتوسط	٢,٣١	٨٧١	١,٢٨	١,٥٨	٢,١١	١٦٧,١	١٤٨٧٦	٩,٦٠
الموقع الرابع	القراءة الصغرى	١,٦٨	٨٥١	١,٣٧	١,٣٦	٢	١٦٠,٨٨	١٨٣٢٨	٨,٥
	القراءة القصوى	٢,٩٧	٨٨١	١,٧٠	١,٥٦	٢,٧	١٧٧,٢١	١٩٩٦٠	١١,٥
	المتوسط	٢,٥٢	٨٦٩	١,٥٥	١,٤٥	٢,٢٦	١٦٨,٤	١٨٩٨٨	٩,٦٧
معايير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر		٠,٥	---	١	١	٥	٢٥	١٥٠	١٥
معايير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف إلى مرفق معالجة مركزى		---	---	---	---	---	---	١٥٠٠	١٢٠

جدول ٢. (تابع).

الموقع	المؤشر (مجم/لتر)	الكلور المتبقي	الكلوريدات	الفوسفات	الأمونيا	النيتروجين الكلي	الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين	الاحتياج الكيميائي للأكسجين	الزيوت والشحوم
الموقع الخامس	القراءة الصغرى	٢,٠٥	٧٣٤	١,٦٣	١,٧١	٢	١٦٣,٢١	٨٦٠٢	٩
	القراءة القصوى	٢,٦١	٨٨١	١,٨٩	١,٩٠	٢,٨٤	١٧٨,٥	١١٣٥٤	١٠,٢
	المتوسط	٢,٢٩	٨٠٢	١,٧٩	١,٧٩	٢,٢٤	١٩٦,٦	٩٧٧٣	٩,٤٧
الموقع السادس	القراءة الصغرى	١,٥١	٧٨٣	١,٢٣	١,٥٢	٢,٥	١٦٠	٣٢٩٨	٥,٤
	القراءة القصوى	١,٨٩	٩٣٠	١,٣٨	١,٨٥	٢,٨	١٧٤,١٢	٣٦٩٤	٧
	المتوسط	١,٦٩	٨٥٢	١,٣٢	١,٧٤	٢,٦٦	١٥٦,٦	٣٤٤٧	٦,٣
الموقع السابع	القراءة الصغرى	١,٦	٧٤٥	١,٢٩	١,٤٣٨	١,٩	١٥٨,٢	٢٣٥٠٤	١٠,٥
	القراءة القصوى	٢,٢	٨٩٢	١,٤٩	١,٥٠	٢,١	١٧٨,٧	٢٦٧٣٠	١٣,٣
	المتوسط	١,٨	٨٣٩	١,٣٨	١,٤٨	٢,٠١	١٦٨,١	٢٥٠٧٨	١١,٧
الموقع الثامن	القراءة الصغرى	٢,٢	٨٨٠	١,٥٧	١,٠٥٤	١	١٦٢,٤	٣٧٥٦	١٠
	القراءة القصوى	٢,٩	٩٣٠	١,٧٧	١,٣٨٢	٢	١٦٧,٤٢	٣٩١٨	١٦
	المتوسط	٢,٦١	٩٠٥	١,٦٧	١,٢٦	١,٣٢	١٦٧,٩	٣٨٢٣	١٣,٣
معايير الرئاسة العامة للتصريف المباشر		٠,٥	---	١	١	٥	٢٥	١٥٠	١٥
معايير الرئاسة العامة للتصريف إلى مرفق معالجة مركزى		---	---	---	---	---	---	١٥٠٠	١٢٠

وقد تجاوزت نتائج الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين بجميع المواقع معيار الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف المباشر (٢٥مجم/ لتر)، وعلى الجانب الآخر، فقد تجاوزت نتائج الاحتياج الكيميائي للأكسجين بجميع المواقع معيار الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف المباشر (١٥٠مجم/ لتر)، ومن المواقع من الثاني للثامن معيار الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف على مرافق المعالجة المركزية (١٥٠٠ مجم/ لتر).

مستوى العناصر الخفيفة والثقيلة الضارة

يبين جدول (٣) نتائج تحليل العناصر الصغرى والثقيلة الضارة بالعينات التي تم جمعها من المواقع المختلفة.

ويتبين منها عدم تجاوز نتائج العناصر التي تم رصدها بجميع المواقع معايير الرئاسة العامة للارصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر أو التصريف على مرافق المعالجة المركزية.

تقييم نظام إدارة النفايات السائلة بالمصنع

نظراً لندرة المياه بالمنطقة، وللاستفادة من المواد التي تسربت مع النفايات السائلة وخاصة الألياف السيلولوزية، ولوجود العديد من التجاوزات مع معايير الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة لكل من التصريف المباشر والتصريف على مرافق المعالجة المركزية، فيتم بالمصنع نظام لإدارة النفايات السائلة التي تنتج عن كل مرحلة إنتاجية.

يتم مع نفايات الموقع الأول (المياه العادمة من المعالجة الثلاثية) اتباع استراتيجية المعالجة (السيطرة على التلوث) من خلال معالجتها بالتهوية قبل نقلها للمعالجة بمحطة الخمرة، وخاصة أن تركيزات المؤشرات التي تم رصدها بهذه المياه تتفق مع معايير التخلص في مرافق المعالجة المركزية كما نص عليها النظام العام للبيئة.

جدول ٣. نتائج تحليل العناصر الخفيفة والثقيلة الضارة للنفايات السائلة الخارجة من مراحل الإنتاج المختلفة بصناعة تدوير الورق بجدة.

	العنصر (ppb)	Al	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
الموقع الأول	القراءة الصغرى	٠,٠٣٩	ND	٠,٠٠١	ND	٠,٠٤٥	٠,٠٦٦	ND	٠,٠٤٠	٠,٠٣٠	ND
	القراءة القصوى	٠,٠٧٨	٠,٠٨٢	٠,٠٠٦	٠,٠٠٩	٠,٠٢٨	٠,٠٨٧	٠,٠٠٨	٠,٠٩٣	٠,٠٤٠	١,٢١١
	المتوسط	٠,٠٥٤	٠,٠٣٩	٠,٠٠٣	٠,٠٠٥	٠,٠٢٢	٠,٠٧٨	٠,٠٠٤	٠,٠٦٢	٠,٠٣٦	٠,٥٥٦
الموقع الثانى	القراءة الصغرى	٥,٣٨٥	ND	٠,٠٠٢	٠,٠٤٦	٠,٠٤٥	٠,٦٥٨	٠,٠٢٢	٠,١٠٩	ND	٠,٢٣٥
	القراءة القصوى	٧,٢٣٨	٠,٠٥٥	٠,٠٠٦	٠,٠٦٠	٠,١١٨	١,٠٦٤	٠,٠٢٩	٠,١٦٧	٠,٠٥٨	٠,٤٠٧
	المتوسط	٧,٤٣٧	٠,٠٢٦	٠,٠٠٣	٠,٠٥٥	٠,٠٨٢	٠,٨٠٢	٠,٠٢٤	٠,١٣٢	٠,٠٢٨	٠,٢٩٥
الموقع الثالث	القراءة الصغرى	٧,٨٨٨	ND	ND	٠,٠٥٥	٠,٠٤٥	٠,٧٣٤	٠,٠٠٥	٠,٠٤٤	٠,٠١٨	٠,٦١٩
	القراءة القصوى	٣٤,٢٩١	٠,٠٠٥	٠,٠٠٦	٠,٠٨٥	٠,٢٢١	١,٠٥٩	٠,٠٧٧	٠,١٣٤	٠,٠٥٣	٠,٩٥٧
	المتوسط	١٩,٣٣٣	٠,٠٠١	٠,٠٠٢	٠,٠٦٧	٠,١٤٤	٠,٨٨٣	٠,٠٣٨	٠,٠٨٣	٠,٠٣٣	٠,٧٥٠
الموقع الرابع	القراءة الصغرى	٩,١١٧	ND	٠,٠٠٢	٠,٠٣٩	٠,٠٤٥	٠,٨٣٠	٠,٠١٢	٠,٠٧١	ND	٠,٤٦٤
	القراءة القصوى	١٦,٩٢٢	٠,٠٠٥	٠,٠٠٧	٠,٠٥٢	٠,٢٤٥	١,٢٥١	٠,٠١٦	٠,١٦٦	٠,٠٠٧	٠,٦٥١
	المتوسط	١١,٩٣٦	٠,٠٠١	٠,٠٠٤	٠,٠٤٧	٠,١٥٥	١,٠٠٣	٠,٠١٣	٠,١١٠	٠,٠٠٣	٠,٥٥٧
معايير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر (مجم/لتر)		---	٠,١	٠,٠٢	٠,١	٠,٢	---	٠,٢	٠,١	---	١
معايير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف إلى مرفق معالجة مركزى (مجم/لتر)		---	١	٠,٥	٢	١	---	٢	١	---	١٠

ND لم يستدل عليه (دون قدرة الجهاز)

جدول ٣. (تابع).

	العنصر (ppb)	Al	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
الموقع الخامس	القراءة الصغرى	٥,٧٤٠	ND	٠,٠٠٢	٠,٠١٠	٠,٠٤٥	٠,٥٧٨	٠,٠١٢	ND	٠,٠٢١	٠,٢١٢
	القراءة القصوى	٧,٨٠٠	٠,٠٠٥	٠,٠٠٧	٠,٠٥٨	٠,١١٥	١,١١٩	٠,٠٣٩	٠,١٢٥	٠,٠٣٤	٠,٦١٢
	المتوسط	٦,٨٦٩	٠,٠٠١	٠,٠٠٣	٠,٠٣٢	٠,٠٩٠	٠,٧٧٩	٠,٠٢٤	٠,٠٥٨	٠,٠٢٦	٠,٣٧٩
الموقع السادس	القراءة الصغرى	٣,٠٨١	ND	٠,٠٠١	٠,٠٢٩	٠,٠٤٥	٠,٥٤٤	٠,٠٠٥	٠,٠٩٨	ND	٠,١٤٢
	القراءة القصوى	٧,٥٥٦	٠,٠٣٦	٠,٠٠٦	٠,٠٦٨	٠,١٠٩	١,٠٤٧	٠,٠٠٩	٠,٢١٨	٠,٠١٥	٠,٤٥٢
	المتوسط	٤,٨٧٦	٠,٠١٧	٠,٠٠٢	٠,٠٤٦	٠,٠٨٨	٠,٧٣٠	٠,٠٠٦	٠,١٤٦	٠,٠٠٨	٠,٢٧٣
الموقع السابع	القراءة الصغرى	٢,٧٩٧	ND	٠,٠٠٢	٠,٠٥٦	٠,٠٤٥	٠,٥٨٦	٠,٠٣٢	٠,٠٥٠	٠,٠٣٨	٠,١٥٧
	القراءة القصوى	٧,٤٥٩	٠,٠٠٥	٠,٠٠٦	٠,٠٨٤	٠,١٠٧	١,١٥٥	٠,٠٤٧	٠,١٥٣	٠,٠٦١	٠,٤٨٧
	المتوسط	٤,٧٠١	٠,٠٠١	٠,٠٠٣	٠,٠٦٧	٠,٠٨١	٠,٧٩٩	٠,٠٣٦	٠,٠٩٤	٠,٠٤٦	٠,٢٩٦
الموقع الثامن	القراءة الصغرى	٠,٩٦٦	ND	ND	٠,٠١٩	٠,٠٤٥	٠,٣١٤	٠,٠٣٠	٠,٠٨١	٠,٠٠٢	٠,٠٨١
	القراءة القصوى	١,٣٠٦	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥	٠,٠٣٠	٠,٠٦٥	٠,٧٤٦	٠,٠٦٦	٠,١٨٥	٠,٠٤٨	٠,١٣١
	المتوسط	١,١٥٥	٠,٠٠١	٠,٠٠٢	٠,٠٢٤	٠,٠٥١	٠,٤٨٧	٠,٠٤٢	٠,١٢٣	٠,٠٢٣	٠,٠٩٩
معايير الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف المباشر (مجم/لتر)		---	٠,١	٠,٠٢	٠,١	٠,٢	---	٠,٢	٠,١	---	١
معايير الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف إلى مرفق معالجة مركزى (مجم/لتر)		---	١	٠,٥	٢	١	---	٢	١	---	١٠

ND لم يستدل عليه (دون قدرة الجهاز).

وفيما يخص نفايات المواقع من الثاني إلى السادس، فيقوم المصنع باستخدام إستراتيجية خفض التلوث للاستفادة من مكونات هذه المياه، وذلك بتدويرها (reuse)، وإرجاعها إلى بعض الوحدات الإنتاجية بالمصنع وهي استراتيجية ملائمة بدلاً من التخلص منها، وخاصة إن مواصفاتها لاتتفق مع معايير التصريف المباشر أو العودة إلى مرافق المعالجة المركزية.

في الموقع السابع (النفايات الخارجة من خزان إزالة العوالق بالطفو بالهواء)، تبين أن المصنع يستخدم استراتيجيتين مع خارج هذه المرحلة، حيث يتم تدوير العوالق التي تم فصلها بالطفو، بينما تتبع طريقة نقل المياه والمفترض احتوائها على نسب منخفضة من المواد العالقة إلى حوض التهوية لإجراء استراتيجية المعالجة. وعلى الجانب الآخر، فقد تبين النتائج التي تم الحصول عليها للمياه الخارجة من هذا الموقع ضعف كفاءة وحدة الطفو بالهواء.

وفي الموقع الثامن (النفايات الخارجة من حوض التهوية) تبين منه انخفاضًا في العديد من المؤشرات، بينما تبين على الجانب الآخر وجود تركيزات مرتفعة من المواد الذائبة الكلية، والاحتياج الكيميائي للأكسجين. ويتم إدارة هذه المياه بنقلها للمعالجة بمحطة الخمرة لمعالجة الصرف الصحي. إلا أن تركيز الاحتياج الكيميائي بها لايتفق مع معيار الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة للتصريف على مرفق المعالجة المركزية (١٥٠٠مجم/ لتر).

وبعد تقدير تركيزات مياه هذا الموقع، تبين أنها تقع في مدى تركيزات مواصفات مياه بعض المواقع التي يقوم المصنع بإعادة تدويرها والاستفادة منها، ولذلك يوصى بأهمية دراسة الاستفادة من هذه المياه بدلا من التخلص منها. كما يجب على الصناعة في حالة الإصرار على استخدام طريقة الصرف اتباع إحدى طرق خفض التلوث المختلفة قبل صرفها لخفض تركيزات الاحتياج الكيميائي

للأكسجين المتجاوزة. والحل الأخير هو التعرف على معـــايير الميـــاه المـــسموح استقبالها بمحطة معالجة الصرف الصناعي بجنوب جدة، والتخلص من الـــصرف بهذه المحطة.

الاستنتاجات والتوصيات

• يعتمد المصنع على مصدران للمياه لعمليات إنتاجه: أحدهما ناتج محطة الخمرة لمعالجة الصرف الصحي ويمثل النسبة الأكبر، والثـــاني نـــاتج محطـــة معالجة الصرف الصناعي.

• بينت نفايات معظم المواقع وجود درجة حموضة منخفضة، وتركيـــزات مرتفعة من المواد العالقة، والمواد الذائبة، والاحتياج الكيميائي للأكسجين ووجود فرق كبير بين تركيزات الاحتياج الكيميائي والبيوكيميائي للأكسجين.

• وجود تجاوز لمعظم المؤشرات التي تم قياسها بمعظم المواقع لمعـــايير الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للتصريف المباشر، أو للتـــصريف علـــى المعالجة المركزية، أو لكليهما.

• يتبع المصنع خيارات إدارة النفايات الـــسائلة المختلفـــة، حيـــث يتبـــع استراتيجية المعالجة مع نفايات الموقع الأول قبل التخلص منها، وخفض التلوث مع المواقع من الثاني للسادس وذلك بتدويرها، واستراتيجيتي التدوير والمعالجة مع نفايات الموقع السابع (نفايات خزان إزالة العوالق بـــالطفو)، واســـتراتيجية التخلص مع نفايات الموقع الثامن (نفايات حوض التهوية) بنقلها للمعالجة بمحطة الخمرة.

• وبناءً على الاستنتاجات التي تم استخلاصها من الدراسة الحالية، فيوصي بالتالي:

- اتباع احتياطات الحد من التلوث مع بعض الوحدات التي يتسرب عنها عجينة.

- استخدام إحدى طرق خفض التلوث المختلفة قبل صرف المياه العادمة من حوض التهوية على محطات المعالجة المركزية لخفض تركيزات الاحتياج الكيميائي للأكسجين.

- دراسة إمكانية التخلص من الصرف النهائي بمحطة معالجة الصرف الصناعي بجنوب جدة.

- الاستفادة من المياه العادمة من خزان التهوية خاصة أن مواصفاتها تقع في مدى مواصفات مياه بعض المواقع التي يتم تدوير مياهها.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة (١٤٢٤هـ) *اللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة في المملكة العربية السعودية*، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية.

عوض، عادل رفقي (١٩٩٦م) *إدارة التلوث الصناعي (النفايات السائلة)*، المملكة الأردنية الهاشمية، دار الشروق للنشر والتوزيع، الفصل الثالث، ص ص: ٧٧-١٢١.

النجار، زياد (٢٠٠٧م) *أعيدوا التدوير معنا*، شبكة اقتصاديات المتكاملة الأردنية. متوفر من موقع www.4eqt.com/vb

ثانياً: المراجع الأجنبية

Amat, A.M., Arques, A., Miranda, M.A. and **Lo´pez, F.** (2005a) Use of ozone and/or UV in the treatment of effluents from board paper industry, *Chemosphere,* **60**: 1111-1117.

Amat, A.M., Arques, A., Lo'pez, F. and **Miranda, M.A.** (2005b) Solar photo-catalysis to remove paper mill wastewater pollutants, *Solar Energy,* **79**: 393-401.

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and **Water Pollution Control Federation (WPCF)** (1995) *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water,* 19th ed. Washington, DC.

Chiang, L., Chang, J. and **Tseng, S.** (1997) Electrochemical oxidation pre-treatment of refractory organic pollutants, *Wat. Sci. Tech*., **36**(2): 123-30.

Konduru, R. and **Viraraghavan, T.** (1997) Dye removal using low cost adsorbents, *Wat. Sci. Tech*., **36**(2): 189-96.

Nataraj, S.K., Sridhar, S., Shaikha, I.N., Reddy, D.S. and **Aminabhavi, T.M.** (2007) Membrane-based microfiltration/electrodialysis hybrid process for the treatment of paper industry wastewater, *Separation and Purification Technology,* **57**: 185-192.

Pizzichini, M., Russo, C. and **DiMeo, C.** (2005) "Purification of pulp and paper wastewater, with membrane technology, for water reuse in closed loop, *Desalination,* **178**: 351-359.

Rodrigues, A.C., Boroski, M., Shimada, N.S., Garcia, J.C., Nozaki, J. and **Hioka, N.** (2008) Treatment of paper pulp and paper mill wastewater by coagulation–flocculation followed by heterogeneous photocatalysis, *Journal of Photochemistry and Photobiology, A: Chemistry,* **194**: 1-10.

Savant, D.V., Rahman, R. and **Ranade, D.R.** (2006) Anaerobic degradation of adsorbable organic halides (AOX) from pulp and paper industry wastewater, *Biores. Technol*., **97**: 1092-1104.

Tarlan, E., Dilek, F.B. and **Yetis, U.** (2002) Effectiveness of algae in the treatment of a wood-based pulp and paper industry wastewater, *Bioresource Technology,* **84**: 1-5.

Temmink, H. and **Grolle, K.** (2005) Tertiary activated carbon treatment of paper and board industry wastewater, *Bioresource Technology,* **96**(15): 1683-9.

Thompson, G., Swain, J., Kay, M. and **Forster, C.F.** (2001) The treatment of pulp and paper mill effluent : A review, *Bioresource Technology,* **77**: 275-286.

Vieira, M., Tavares, C.R., Bergamasc, R. and **Petrus, J.C.C.** (2001) Application of ultrafiltration-complexation process for metal removel from pulp and paper industry wastewater, *Journal of Membrane Science,* **194**: 273-276.

White, P.A., Rasmussen, J.B. and **Blaise, C.** (1996) Comparing the presence, potence and potential hazard of genotoxins extracted from a boroad range of industrial effluents, *Environ. Mol. Mutagen*, **27**: 116-139.

Study on Wastewater in Paper Recycling Plants Case Study

Mohamed H. M. Ramadan and **Riyadh F. A. Halawani**
Faculty of Meteorology, Envieonment, and Arid Land Agriculture
King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

Abstract. Paper recycling industry is considered one of the important investment industries, included in the industrial zone south of Jeddah. This industry generates wastewater that causes a lot of damage when disposed in a non-secure method. The current study aims to study the characteristics of wastewater resulting from the different stages of production and the management methods used at one of the paper-recycling industries in the Industrial Zone City, south of Jeddah, KSA.

The results of the field survey showed that the sources of water include the treated effluent from Al-Khumra wastewater treatment plant and the treated effluent emerging from the industrial wastewater treatment plant.

Results of analysis showed that most of the locations discharged wastewater with low pH, high concentrations of suspended solids, dissolved solids, chemical oxygen demand, and presence of a significant difference between concentrations of chemical and biochemical oxygen demands. The results also showed that most of the measured parameters for most of the sites wastewater exceeded PME (Presidency of Meteorology and Environment) standards for direct discharge, for central treatment facilities, or both.

The plant follows the various wastewater management options, where it used the treatment strategy with the wastewater of the 1st site before disposal, pollution minimization with the 2nd to 6th sites by recycling, recycling and treatment strategies with the wastewater of the 7th site (wastewater of floating solids removal basin), and disposal strategy with the wastewater of 8th site (wastewater of the aeration basin) by transferring it to be treated by Al-Khumra plant.

Some recommendations were suggested. Of these, following pollution prevention with some units that leak pulp, using one of the various ways of waste minimization before wastewater discharge from aeration basin to the central treatment plant, studying the feasibility of discharging the wastewater into the industrial wastewater treatment plant located in south Jeddah, and taking the advantage of using the wastewater emerging from aeration basin rather than its disposal.