البحوث

مواصفات المياه الصناعية لبعض الصناعات الخفيفة السائدة وطرق التحكم بها

د. مشعل عبدالله المشعان*
م. فرحات محروس أحمد**

المقدمة:

تزداد حدة التلوث الناجم عن المخلفات الصناعية المختلفة يوما بعد يوم نظرا لتزايد عدد المصانع من جهة ، وقيام صناعات جديدة تواكب عمليات التنمية الصناعية من جهة أخرى ، وقد أدى التصريف غير السليم للمياه الصناعية بما تحتويه من ملوثات دون إجراء أي معالجة لعناصر التلوث الموجودة بها من أحماض وقلويات ومواد عضوية وغير عضوية . . وغيرها ، إلى تلف النبات والقضاء على الكائنات الحية وتلوث التربة والمياه الجوفية ومياه الأنهار والخلجان ، مما أدى إلى حدوث تدهور كامل لكل خصائص المياه الطبيعية والكيميائية ، وانعكس هذا على النواحي الصحية والزراعية والاقتصادية ، كما أدى وصول تلك المياه بما تحتويه من ملوثات بتراكيز عالية لمحطات المعالجة الخاصة بالمياه الصحية ، إلى التقليل من كفاءة تلك المحطات بجانب ما تسببه من مشكلات التآكل للمعدات وغيرها .

وقد اهتمت دولة الكويت في السنوات الأخيرة بهذه المشكلة نظرا للنمو المتزايد في مجال التنمية الصناعية من جهة ، واستحداث مناطق صناعية جديدة تواكب هذا النمو من جهة أخرى ، مما تطلب وضع الضوابط والمعايير البيئية التي تحدد مواصفات المياه الصناعية الناتجة عن كل صناعة ، والتي يسمح بصرفها إلى شبكة المجاري ، سواء كانت مجاري صناعية أو صحية أو يسمح بصرفها في البحر أو يعاد استخدامها في مجال الزراعة وغيرها .

وهناك العديد من الدراسات التي تم تنفيذها في هذا المجال بهدف التعرف على نوعية وكمية المخلفات الصناعية السائلة أو الغازية أو الصلبة المتولدة عن المناطق الصناعية المختلفة التي يتضمنها المخطط الهيكلي لدولة الكويت ، إلا أن معظمها كانت تعتمد على التقديرات النظرية بتطبيق طريقة حسابات التقدير السريع للملوثات والموضوعة من قبل منظمة الصحة العالمية ، والتي تعتمد أساسا على استخدام المعلومات المتاحة عن الصناعة كنوعية وكمية المواد الخام والمنتجات والعمليات الصناعية المختلفة في الحسابات .

---

* عميد كلية العلوم الصحية ، الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب ، وزارة التعليم العالي ، دولة الكويت .
** مهندس إدارة البيئة الصناعية ، الهيئة العامة للبيئة ، دولة الكويت .

لذا كان من الضروري إجراء دراسة عن المياه الصناعية المتولدة عن بعض الصناعات الخفيفة السائدة ببعض المناطق الصناعية التي يتضمنها المخطط الهيكلي ، تعتمد على جمع العينات وإجراء التحاليل والقياسات العملية بجانب الحسابات النظرية وذلك للتأكد من مدى ملاءمة طريقة حسابات التقدير السريع للاستفادة منها في دراسات المردود البيئي .

الهدف من الدراسة:

تهدف الدراسة إلى التعرف على كمية ونوعية وتراكيز الملوثات الأساسية ، بالمياه الصناعية المتولدة عن بعض الصناعات الخفيفة السائدة بالمناطق الصناعية التي يتضمنها المخطط الهيكلي لدولة الكويت ، ومقارنة نتائج التحاليل والتراكيز المقاسة بالحدود المسموح بها لكل من مياه الصرف المقبولة لمحطات المعالجة القريبة من تلك المناطق أو بمواصفات المياه التي يسمح بصرفها للبحر .

كما تتناول الدراسة الحسابات الخاصة بمعامل النفاية للمياه الصناعية التي تشملها الدراسة ، ومقارنة تلك القيم بالكميات المقدرة والموضوعة من قبل منظمة الصحة العالمية ، والتي تستخدم عند تنفيذ حسابات التقدير السريع ، والتأكد من مدى ملاءمة تلك الطريقة في تنفيذ دراسات المردود البيئي للمنشآت أو المناطق الصناعية ، ويستفاد من نتائج الدراسة في الوصول لأنسب طرق المعالجة اللازمة للتقليل من حجم المياه وتراكيز الملوثات بها ، كما يستفاد منها ومن نتائج الدراسات العملية المماثلة في وضع الضوابط والأسس والمعايير البيئية للمياه الصناعية الناتجة عن المنشآت الصناعية السائدة بالمناطق الصناعية .

طريقة تنفيذ الدراسة:

اعتمدت الدراسة على طريقة القياس العملي لتعيين تراكيز الملوثات الأساسية بالمياه الصناعية المتولدة عن الصناعات التي اعتبرتها الدراسة مصادر أساسية للمياه الصناعية في بعض المناطق الصناعية التي يتضمنها المخطط الهيكلي لدولة الكويت ، حيث جمعت عينات وبصفة منتظمة خلال عام ١٩٩٤ ، من النفايات الصناعية السائلة وبمتوسط خمس عينات لكل منشأة ، وقد جمعت العينات في أوقات مختلفة خلال فترة الدراسة بطريقة يدوية وباستعمال جامع عينات كباش Grab Sampler ، وتم قياس الرقم الهيدروجيني pH أثناء جمع العينات بالمواقع

بوساطة Automatic pH Meter ، وحفظت العينات التي جمعت في عبوات زجاجية مجهزة لهذا الغرض تم غسلها جيدا بالإضافة إلى غسلها بكمية من عينات المياه الصناعية قبل جمعها ، ونقلت إلى صندوق به ثلج Ice Box تمهيدا لنقلها إلى مختبرات إدارة حماية البيئة سابقا (الهيئة العامة للبيئة حاليا) .

وقد أجريت التحاليل الكيميائية اللازمة للعينات وفقا للطرق القياسية[١] وباستعمال الأجهزة المناسبة مثل جهاز قياس درجة التوصيل الكهربائي ، وجهاز الفوتومتر الطيفي للامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrophotometer (ASS) لقياس العناصر الثقيلة .

وبلغ عدد المنشآت التي شملتها الدراسة أربعا وعشرين منشأة صناعية ممثلة للصناعات الغذائية والدوائية وصناعة النسيج والمنظفات ودباغة الجلود وصناعة الورق ، بالإضافة إلى صناعة مركزات البروتين المستخدم في إنتاج الأعلاف الحيوانية ، وشركات سحب الألمنيوم والطلاء الكهربائي وشركات إنتاج أصباغ الدهانات .

وكان عدد الصناعات الغذائية المختلفة التي شملتها الدراسة ١٢ مصنعا منها ثلاثة مصانع تقوم بإنتاج الأنواع المختلفة للمشروبات الغازية والعصائر تقع بمنطقة صبحان الصناعية التي تعد أحدث مناطق الصناعات الخفيفة التي يتضمنها المخطط الهيكلي[٢] ، بالإضافة إلى ثلاثة مصانع أخرى تقوم بتصنيع منتجات الألبان المختلفة منها مصنعان يعتمدان في إنتاجهما على الحليب البودرة (الحليب المجفف) أحدهما يقع بمنطقة صبحان والآخر بمنطقة الشويخ الصناعية أقدم المناطق الصناعية بالمخطط الهيكلي ، بينما يقع المصنع الثالث بمنطقة الصليبية التي يوجد بها عدد كبير من مزارع الأبقار حيث يعتمد المصنع في إنتاجه على الحليب الطازج الذي يتم تجميعه من تلك المزارع . أما الصناعات الغذائية الأخرى ، فقد تم اختيار مصنع واحد يعمل في كل من مجالات إنتاج الكيك والمعجنات والبسكويت بمنطقة صبحان ، وشركة لطحن الحبوب وإنتاج الخبز والبسكويت والمعكرونة ، وأخرى لمعالجة حبوب السمسم وإنتاج الطحينة يقعان بمنطقة الشويخ الصناعية ، ومسلخ لذبح وتجهيز الدجاج يقع بمنطقة أمغرة الصناعية ، بالإضافة إلى مصنعين لتجهيز وتعبئة منتجات اللحوم أحدهما بمنطقة صبحان والآخر بمنطقة الشويخ الصناعية .

وبالنسبة للصناعات المعدنية فقد تم اختيار مصنعين أحدهما يعمل في مجال سحب

وتشكيل الألنيوم يقع بمنطقة صبحان الصناعية والمصنع الآخر يقوم بالطلاء الكهربائي للمشغولات المتنوعة ويقع بمنطقة الشويخ .

وقد مثلت الصناعات الكيميائية بمصنعين أحدهما لإنتاج الأنواع المختلفة من بودرة الأصباغ الزيتية والمائية ، ومصنع لصناعة المنظفات والصابون السائل ، والمصنعان يقعان بمنطقة صبحان الصناعية .

كما شملت الدراسة منشأتين تعملان في مجال صناعة وصباغة النسيج تقعان بمنطقة صبحان بالإضافة إلى خمسة مصانع تعمل في مجالات متنوعة منها صناعة الأدوية ، ومصنع إنتاج الأكاسيد المعدنية المستخدمة في صناعة الأصباغ ويقع المصنعان بمنطقة صبحان ، وكذا مصنعان أحدهما لإنتاج البروتين المستخدم في مركزات الأعلاف ، ومصنع آخر لصقل الجلود ، ويقع المصنعان بمنطقة الصليبية الصناعية ، ومصنع لصناعة مساحيق الغسيل والتنظيف ويقع بمنطقة الري ، ويبين الشكل رقم (١) المرفق المناطق الصناعية وأماكن جمع العينات .

وقد قام فريق البحث بزيارة المنشآت الصناعية التي شملتها الدراسة للتعرف مسبقا على طبيعة الصناعة ومراحل الإنتاج المختلفة ، بالإضافة إلى جمع البيانات والمعلومات عن كل صناعة خاصة نوعية وكمية المواد الخام المستخدمة والمنتجات الأساسية أو الثانوية وفترات التشغيل والغسيل ، وذلك للاستفادة منها في إتمام دراسات المردود البيئي ، كما كان الهدف من الزيارة هو تحديد الأماكن والفترات المناسبة لجمع العينات بصفة منتظمة خلال الدراسة .

وقد روعي عند تحديد مواقع جمع العينات أن تكون تلك المواقع ممثلة لنقطة تجمع للمخلفات الصناعية السائلة المتولدة عن الأقسام المختلفة على أن تكون تلك النقطة غير متصلة بشكل أو بآخر بخطوط تصريف المخلفات الصحية السائلة المتولدة عن الأنشطة البشرية للعاملين بها .

وعند البدء في تنفيذ الدراسة وجمع العينات فقد أخذ في الاعتبار أن تكون فترات جمع العينات مناسبة لتكون العينة التي يتم جمعها ممثلة لكل نوعيات المياه المتولدة من مراحل الإنتاج المختلفة ، وتشتمل على مياه الغسيل سواء لخطوط الإنتاج أو للأرضيات وغيرها ، وأن يؤخذ الحجم المناسب من العينة بحيث يكفي لإتمام التحاليل المطلوبة .

وقد بلغ إجمالي العينات التي جمعت خلال فترة تنفيذ الدراسة مائة وعشرين عينة تم تحليلها كيميائيا لقياس الملوثات والمتغيرات الأساسية ، منها درجة الرقم الهيدروجيني pH ، والحاجة البيولوجية للأكسجين BOD_5 ، والحاجة الكيميائية للأكسجين COD ، والجسيمات الصلبة العالقة TSS ، والجسيمات الصلبة المذابة TDS والقاعدة الكلية والكبريتات والفوسفات

والنترات والكلوريدات والعناصر الثقيلة ، بالإضافة إلى بعض التحاليل المميزة للصناعة نفسها ، وقد تمت مقارنة نتائج التحاليل بالقيم الموضوعة من قبل منظمة الصحة العالمية في جداول حسابات التقدير السريع .

ودراسات التقدير السريع[٣] Rapid Assessment Studies هي طريقة تتبع إجراء تقدير سريع لنوعية وكمية تلوث الهواء والماء والتربة في منطقة معينة أو بلد معين ، حيث يصعب في أحيان كثيرة الحصول على أنواع معينة من المعلومات أو إجراء الدراسات التي تعتمد على القياس العملي والتي تتطلب توفر قدر كاف من الإمكانيات العملية والوقت اللازم .

ويستفاد من نتائج تنفيذ دراسات التقدير السريع للملوثات في دراسات التقييم البيئي Environmental Assessment للمنشآت أو المناطق الصناعية ، وعملية التخطيط البيئي وتوطين الصناعات . وقد وضعت من قبل منظمة الصحة العالمية World Health Organization (WHO) ، وصممت بحيث تستخدم حيثما أمكن البيانات والمعلومات المتاحة عن نوعية وطبيعة وخطوات التصنيع وكمية المواد الخام أو المنتجات في الصناعة بإجراء عمليات المسح الميداني ، وباستعمال جداول الصناعات الهامة لقيم عوامل التلوث والنفاية والمبينة لاحقا لكل صناعة والموضوعة من قبل المنظمة والمماثلة للصناعات التي تشملها منطقة المسح أو الدراسة .

ويمكن تحديد نوعية وحساب كمية عامل التلوث أو عامل النفاية لكل عملية صناعية أو مصدر نفاية وذلك بضرب الأعداد الدالة على كمية الإنتاج الصناعي أو كمية المواد الخام كل في عامل التلوث أو النفاية المناظر له ، وتكون نتائج الدراسة أفضل كلما توافرت بيانات ومعلومات إضافية أكثر تفصيلا عن الصناعة .

نتائج تحاليل عينات الدراسة:

تعتمد نوعية وكمية وطبيعة المياه الصناعية المتخلفة على نوعية الصناعة نفسها والمواد الخام والمنتجات والعملية الصناعية والمعدات المستخدمة ، وقد تبين من نتائج تحاليل العينات المختلفة للصناعات التي شملتها الدراسة ما يلي :

أولا: الصناعات الغذائية:

١ ـ صناعة المشروبات الغازية والعصائر :

تتمثل المراحل المختلفة للعملية الصناعية في تحضير المحلول السكري وإضافة المركزات تبعا

لنوعية المنتج المطلوب ، ثم تصفيته من أي شوائب قد تكون عالقة به ، وينقل الشراب الجاهز لماكينات التعبئة ، ليعبأ في العبوات المناسبة ، سواء كانت قناني أو غيرها من العبوات الأخرى ، وقد يخلط الشراب قبل التعبئة بغاز ثاني أكسيد الكربون في حالة تحضير المشروبات الغازية .

وتختلف كمية ونوعية المخلفات السائلة في الصناعة مثل أي صناعة أخرى تبعا لنوعية وكمية المواد الخام والمنتجات ، ولكن غالبا ما يتولد الحجم الأكبر من المياه الصناعية في المصانع من مراحل الغسيل المختلفة للقناني المرتجعة قبل إعادة تعبئتها مرة أخرى أو من غسيل خطوط الإنتاج والأرضيات .

وتتميز المياه الصناعية باحتوائها على تراكيز عالية من الحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين نتيجة استخدام السكر والمركزات المحتوية على نسب عالية منه ، ويتغير الرقم الهيدروجيني للمياه وكما هو مبين بالصفحة التالية ما بين ٣ ـ ١٣ ، وذلك نتيجة استخدام الأصناف المختلفة من المنظفات بمراحل الغسيل المتعددة ، حيث يصل عدد المرات التي يمكن أن يعاد فيها استعمال وتعبئة الزجاجات المرتجعة[٤] أكثر من سبع عشرة مرة للزجاجة الواحدة قبل التخلص منها نهائيا ، وهذا يوضح مدى استهلاك المياه بنسبة كبيرة في عمليات غسيل القناني في حالة استخدام الزجاجات المرتجعة .

وللتقليل من حجم المياه الصناعية وتراكيز الملوثات المختلفة المتولدة عن مصانع المشروبات الغازية والعصائر ، فإن معظم المصانع تقوم حاليا بإنتاج الأصناف الخالية من السكر أو الأصناف ذات السعرات الحرارية المنخفضة ، بالإضافة إلى التوسع في استخدام العبوات غير المرتجعة ، لأنه بالإضافة إلى ما سبق فإن نظام التأمين الإجباري على القناني المرتجعة والمتبع في معظم شركات إنتاج المشروبات الغازية في كثير من الدول تسبب في كثير من المشكلات الإدارية والحسابية ، مما دفع تلك الشركات أيضا للاستغناء عن نظام القناني المرتجعة والتوسع في تعبئة العبوات غير المرتجعة من القناني أو العلب المعدنية ، أو العبوات المصنعة من الكرتون والبلاستيك و . . . غيرها .

وتفضل العبوات الزجاجية غير المرتجعة عن العبوات المعدنية لأن الزجاج من المواد الخاملة التي لا تتفاعل مع المنتج ولا تؤثر على خصائصه الفيزيائية والكيميائية ، كما قد يحدث في حالة استخدام بعض العبوات المعدنية ، بالإضافة إلى عدم تأثره برطوبة الجو مما يزيد من فترة صلاحية المنتج المعبأ بالقناني ، وإن كانت هناك بعض المشكلات البيئية الأخرى التي تسببها العبوات

الزجاجية غير المرتجعة عند إلقائها بالطرق والأماكن العامة ، دون الاستفادة منها بتجميعها وإعادة تصنيعها مرة أخرى .

وقد تبين أنه كلما زادت الطاقة الإنتاجية لمصانع المشروبات من الأصناف الخالية من السكر أو المنخفضة السعرات الحرارية والمعبأة في عبوات غير مرتجعة كلما قل بشكل كبير جدا حجم المياه الصناعية المتولدة عن الصناعة وانخفضت تراكيز الملوثات المختلفة بها ، خاصة الحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين بالإضافة إلى الجسيمات الدقيقة العالقة والذائبة وانخفاض درجة الرقم الهيدروجيني نتيجة التقليل بنسبة كبيرة من كمية المنظفات المستخدمة في عمليات غسيل القناني المرتجعة .

ويبين جدول رقم (١) نتائج تحاليل المياه الصناعية لمصانع المشروبات الغازية الثلاث التي جمعت عينات منها خلال الدراسة ، حيث يتضح زيادة معدل حجم المياه المتخلفة بالمصانع الثلاث ، ليتراوح معدلاتها من ١٢ ألف إلى ٨٠ ألف متر مكعب/ السنة ، وهذا يبين مدى ارتفاع معدلات استهلاك المياه في المصانع ، لكونها مازالت تعتمد في إنتاجها بنسبة كبيرة على استعمال القناني المرتجعة ، ويتضح أيضا التغير الواضح في درجة الرقم الهيدروجيني للمياه المتولدة ، حيث تتراوح القيمة في المصانع الثلاثة ما بين ٣ ـ ١٣ أي أن أدنى قيمة بلغت ٣ بينما بلغت أعلى قيمة ١٣ درجة ، وهذا نتيجة لتنوع الأصناف والكميات المستخدمة من المنظفات .

كما يتضح من الجدول احتواء المياه على تراكيز عالية من الجسيمات الصلبة المذابة أو العالقة والكبريتات ، وهذه القيم أعلى من الحدود المسموح بها والمبينة بجدول (١١) بالنسبة لمواصفات المياه المقبولة لمحطات المعالجة الصحية ، أو للمياه الصناعية التي يتم معالجتها داخل المصانع ثم يسمح بصرفها للبحر ، وكما هو متبع في بعض الشركات الواقعة بمنطقة الشعيبة الصناعية التي تعتبر أكبر المناطق الصناعية التي يتضمنها المخطط الهيكلي لدولة الكويت حيث تتواجد بها معظم الصناعات النفطية والبتروكيماوية .

وعلى الرغم من ارتفاع معدلات استهلاك المياه كما سبق الإشارة ، إلا أننا نجد أن حجم النفاية Waste Volume (WV) في الصناعة يصل لحوالي ٣ ,٤ متر مكعب لكل طن من المياه الغازية المنتجة ، وهي تعتبر أقل من معامل حجم النفاية المقدر من قبل منظمة الصحة العالمية والمستخدم في جداول حسابات التقدير السريع ، والذي تصل قيمته إلى ١ ,٧ من الأمتار المكعبة لكل طن من المياه الغازية المنتجة وكما هو مبين بجدول رقم (١٢) ، أما بالنسبة لمعاملات التلوث

للملوثات الأخرى فإن مقدارها أقل بكثير عن القيم الموجودة بجداول حسابات التقدير السريع لمنظمة الصحة العالمية .

٢ ـ مصانع منتجات الألبان :

تقوم تلك المصانع بإنتاج الأصناف المختلفة من الألبان والأجبان والآيس كريم ، وتعتمد في إنتاجها إما على تحضير الحليب السائل من بودرة الحليب ، أو بتجميع الحليب طازجا من المزارع بوساطة سيارات مبردة خاصة تنقله إلى غرفة الاستقبال بالمصنع ، وفي كلتا الحالتين يصفى الحليب من أي شوائب قد تكون عالقة به ليمر بعد ذلك بالمراحل المختلفة للصناعة من بسترة وتعقيم ثم خلطه بالمواد والمنكهات المضافة تبعا لنوعية المنتج ثم التعبئة .

وتتولد المياه الصناعية المتخلفة بمصانع الألبان من المياه المستخدمة في عمليات التبريد المختلفة ، والتي تصل نسبتها إلى ثلثي كمية المياه الكلية الناتجة عن الصناعة[٥] ، بينما تمثل المياه المتولدة من المراحل الصناعية النسبة الباقية ، وتعتمد كمياتها ونوعياتها على الطاقة الإنتاجية للمصنع ونوع المنتجات وطبيعة المواد الخام .

وتتميز نفايات المياه الصناعية المتولدة عن الصناعة باحتوائها على نسبة كبيرة من الألبان والمواد الخام المفقودة ، والتي تتسبب في زيادة تراكيز الحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين ، حيث تتراوح تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين في بعض المصانع من ٦٠٠ ملجم/ لتر إلى ٨٠٠ ملجم/ لتر من المياه المتولدة (انظر جدول رقم ٢) ، وتختلف التراكيز أيضا تبعا لطبيعة المواد وذلك لاختلاف كمية الأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة بالمياه من بروتين ودهون ومواد كربوهيدراتية . . وغيرها . وتعتبر تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين بالمياه الصناعية أعلى من الحدود المسموح بها بالنسبة لمواصفات المياه المقبولة بمحطات المعالجة الصحية والتي تتراوح قيمتها ما بين ٢٥٠ ملجم/ لتر إلى ٤٠٠ ملجم/ لتر ، وكما هي موضحة بجدول رقم (١١) .

أما تراكيز الجسيمات الصلبة العالقة بالمياه المتخلفة عن المصانع فإنها تتراوح ما بين ٤٠٠ ملجم/ لتر إلى ٩٠٠٠ مجلم/ لتر بالمياه ، كما أن أكثر من ٧٠٪ من هذه الجسيمات تكون عبارة عن مواد متطايرة أو غير عضوية في طبيعتها ، وغالبا ما تكون من الحليب المجمد والجسيمات الدقيقة من الجبن وجوز الهند والمكسرات المضافة لأنواع الآيس كريم ، كما تحتوي المياه على نسبة من الفوسفات والكلوريدات والمواد النشطة التي غالبا ما تكون بالمنظفات المستخدمة في

عمليات تنظيف خطوط الإنتاج والأرضيات . وعلى الرغم من أن مواد التنظيف والأحماض والقلويات أساسية في مراحل الغسيل المختلفة من الصناعة ، للتخلص من أي مواد عضوية قد تتراكم بخطوط الإنتاج خاصة عند تغيير نوعية المنتج من فترة لأخرى بهذه الخطوط ، إلا أنها تعتبر من المواد المؤثرة على درجة الرقم الهيدروجيني للمياه المتولدة عن الصناعة حيث تتراوح درجة الرقم الهيدروجيني للمياه ما بين ٤ ـ ٨ درجات .

ويمكن التقليل من حجم النفاية WV للمياه الصناعية المتولدة عن مصانع الألبان ، باتباع أسلوب إعادة استخدام المياه لأكثر من مرة خاصة غير الملوث منها ، كمياه التبريد التي تمثل نسبة كبيرة من المياه المتخلفة ، ويمكن استخدامها في غسيل أرضيات المصانع ، كما يمكن الحد من تراكيز الملوثات بالمياه الناتجة عن الصناعة بالاهتمام بالصيانة المستمرة لخطوط الإنتاج للتقليل من نسبة الفاقد من المواد الخام أو المنتجات والتي تؤثر بشكل مباشر على مواصفات المياه المتخلفة عن الصناعة ، ويحدث هذا بتطبيق أسلوب يعتمد على ترقيم الصمامات المختلفة بخطوط الإنتاج[٦] ، خاصة ما هو متصل منها بالأنابيب المحتوية على المواد الخام أو المنتجات ، وإجراء فحص يومي لهذه الصمامات للتأكد من سلامتها بصفة دائمة وللتقليل من نسبة تسرب المواد ، بالإضافة إلى تركيب منظم أتوماتيكي للتحكم بمستوى السوائل بالخزانات المحتوية على المواد الخام والمنتجات والمحتمل أن تطفو ، مما يتسبب في وصول نسبة كبيرة من المواد إلى المجاري وزيادة تراكيز الملوثات بها ، كما يجب أن يراعي دائما أن يكون منسوب ارتفاع المواد الخام بالخلاطات أثناء مراحل التصنيع مناسبا حتى لا يؤدي إلى فقدان أي كمية من المواد وبالتالي تغيير مواصفات المياه الصناعية المتولدة .

وتعتبر نوعية المياه الصناعية المتخلفة عن مصانع الألبان من المياه التي يمكن معالجتها بيولوجيا[٧] ، ويمكن تنفيذ عملية المعالجة بسهولة في حالة المصانع محدودة الإنتاج ، والتي يتولد عنها كميات قليلة من المياه الصناعية ، ويتم ذلك باستخدام أنواع خاصة من الفلاتر البلاستيكية للتقليل من تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين إلى الحدود المسموح بها كي تصرف المياه بالمجاري العامة ، كما يمكن استخدام وحدة ترسيب صغيرة لترسيب المواد البروتينية من المياه بمساعدة المواد الكيمياوية المناسبة لذلك مثل Carboxymethyl Cellulose .

ويبين جدول رقم (٢) مواصفات المياه الصناعية لمصانع الألبان ، حيث يتضح من الجدول اختلاف درجة الأس الهيدروجيني للمياه في المصانع الثلاثة لتتراوح القيمة ما بين ٤ ـ ٨ ، بجانب

احتواء المياه على نسبة عالية من الدهون والزيوت والشحوم (Fats, Oil & Grease (FOG ، كما يوجد تغير واضح في تراكيز الحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين ، لتصل تراكيز الحاجة الكيميائية للأكسجين لأكثر من ٢٠٠٠ ملجم/ لتر .

وتصل كمية المياه المتخلفة عن أحد المصانع لحوالي ٣٠٠ ألف متر مكعب/ السنة ، بينما تصل كمية المياه الكلية المتولدة عن المصانع الثلاثة لحوالي ٥٠٠ ألف متر مكعب/ السنة لا تصرف للمجاري العامة حيث مازالت المنطقة الصناعية التي تتواجد بها المصانع غير متصلة بالشبكة الرئيسية للمجاري ، ويتم التخلص من معظمها بنقلها بوساطة التناكر إلى مناطق الأشجار الحرجية أو لمواقع ردم النفايات المنزلية المخصصة من قبل بلدية الكويت .

ويتضح من جدول (١٢) الذي يبين حجم النفاية ومعاملات التلوث للملوثات الأخرى والمحسوبة لمياه مصانع الألبان ، وكذا الموجودة بجداول حسابات التقدير السريع المستخدمة من قبل منظمة الصحة العالمية ، أن معدل حجم النفاية المحسوب يصل إلى ٨ أمتار مكعبة/ طن من الحليب الطازج المستخدم في الصناعة ، بينما تصل القيمة إلى ٤ ,٢ متر مكعب/ لكل طن حليب بجداول حسابات التقدير السريع ، أي أن حجم النفاية للمياه المتخلفة عن الصناعة يصل لحوالي أربعة أضعاف الكمية المقدرة نظريا ، وأننا نلاحظ أن هذا الفرق يصل لحوالي ثمانية أضعاف القيمة بالنسبة للمصانع التي تعتمد في إنتاجها على الحليب البودرة ، حيث يصل معدل حجم النفاية في الصناعة ١٧ مترا مكعبا/ طن من الحليب المستخدم ، أما باقي المعاملات للملوثات الأخرى فهي أقل من معاملات التلوث الموجودة في جداول حسابات التقدير السريع ، وقد يرجع هذا لعملية التخفيف التي تحدث للمياه الصناعية المتولدة نتيجة زيادة معدلات استهلاك المياه بمراحل الصناعة نفسها عن الحد المقبول .

٣ ـ مصانع تجهيز وتعبئة اللحوم :

تتمثل العملية الصناعية في المصانع في مراحل التقطيع والفرم والخلط بالمواد المساعدة والمنكهات ثم التغليف والتعبئة ، وتقوم المصانع بإنتاج الأصناف المختلفة من الهامبورجر والمرتديلا واللحوم المفرومة . . وغيرها .

وتتميز المياه الصناعية المتولدة عن المصانع باحتوائها على أعلى تركيز من الدهون والزيوت والشحوم FOG والأحماض الدهنية ، وعادة ما يتم استرجاع نسبة كبيرة منها ، كما تتميز المياه

كما تتميز المياه باحتوائها على نسبة من النيتروجين والفسفور .

وتعتبر مشكلة انسداد التوصيلات الخاصة بالمجاري من أهم المشكلات التي تسببها المخلفات الدهنية الموجودة في المياه الصناعية ، في حالة صرفها مباشرة إلى المجاري دون أي معالجة ، كما يؤدي وصولها لمحطات المعالجة لانسداد المضخات وفتخات شباك التقنية وغيرها من المشكلات التي تقلل من كفاءة عمل تلك المحطات ، لذا يجب إجراء عملية معالجة أولية للمياه الصناعية لتلك المصانع قبل صرفها أو وصولها لشبكة المجاري ومحطات المعالجة للتقليل من نسب الدهون والزيوت والشحوم ، بالإضافة إلى التقليل من تركيز الحاجة البيولوجية للأكسجين والجسيمات العالقة .

أما بالنسبة لمصانع تجهيز اللحوم التي شملتها الدراسة فإنها تتعامل مباشرة مع اللحوم المجهزة الذبح لتحويلها إلى منتجات دون إجراء أي عملية ذبح بها ، لذا فإن تراكيز الملوثات بمياهها المتخلفة أقل بكثير من تلك الموجودة بمياه المصانع التي تتم بها عملية الذبح والتجهيز معا ، كما أن هذه النوعية من المصانع التي يتم فيها عملية الذبح والتجهيز يجب أن يكون لديها نظام معالجة يعتمد على فصل الدهون والدماء بأماكن الذبح للتقليل بشكل كبير من تراكيز الملوثات بالمياه المتولدة عن المصنع .

وتبدأ عملية المعالجة للمياه المتخلفة عن الصناعة[٨] بفصل المواد الطافية والعالقة من دهون وشحوم ولحوم . . وغيرها ، وذلك بتمرير المياه على مجموعة من شباك التنقية الخاصة والتي يتم تنظيفها من فترة لأخرى لإزالة المواد الدهنية المتجمعة عليها ، ويمكن تنظيف فتحات شباك التنقية إما باستخدام الهواء الساخن أو بخار الماء ، وهذه العملية تقلل نسبة كبيرة من الأعطال الناتجة عن انسداد خطوط الصرف والمضخات التي تمر بها المياه ، وبالإضافة إلى ما سبق فإن الهواء الساخن المضغوط يعمل على تفتيت الجسيمات الكبيرة الموجودة بالمياه وتحويلها إلى جسيمات دقيقة طافية ، يمكن إزالتها بسهولة بمساعدة بعض المواد الكيماوية التي تزيد من فاعلية عملية تجميع وفصل تلك المواد ، وهذا سوف يقلل بالتالي من نسبة المواد الصلبة المترسبة (الحمأة) بقاع خزانات تجميع المياه الصناعية والتي قد يتحلل جزء منها ويتولد عنها انبعاث الروائح الكريهة .

وتبلغ كفاءة عملية إذابة المواد الدهنية بالهواء الساخن ما بين ٥٠ ـ ٨٠٪ ، وتعمل العملية في نفس الوقت على التقليل من تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين بالمياه الصناعية بنسبة تتراوح من ٢٠ ـ ٤٠٪ ، والتقليل من الجسيمات الصلبة العالقة بنسبة تتراوح ما بين ٣٠ ـ ٦٠٪ ، وهذا

يقلل بشكل مباشر من كمية الحمأة المتراكمة بالقاع والمشكلات التي تسببها من انسداد لمجاري الصرف . . وغيرها .

وتعتبر عملية معالجة المياه بالكلور Chlorination من أفضل الطرق المستخدمة لمعالجة المياه المتخلفة عن مصانع تجهيز وتعبئة اللحوم ، ويمكن إتمام عملية المعالجة باستعمال خزانات ذات سعة مناسبة كافية لتجميع المياه المتولدة عن المصنع يوميا ، ومزودة بوسيلة ميكانيكية للتقليب المستمر ، وتعالج المياه في الخزانات بالكلور وبعض المواد الكيماوية المساعدة لإتمام عملية ترسيب وتجميع وفصل المواد الصلبة مثل مادة الجير المطفأ أو أملاح الألمنيوم وكبريتات الحديدوز أو كلوريد الحديديك .

وتعمل عملية الكلورة على التقليل من تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين بنسبة تتراوح من ٧٤ ـ ٧٨٪ ، والجسيمات الصلبة العالقة والشحوم بنسبة ما بين ٩٧ ـ ٩٩٪ ، كما تعمل العملية بالإضافة إلى ما سبق على تطهير المياه Disinfection وإزالة البكتيريا والطحالب والكائنات الدقيقة وأكسدة بعض المواد التي تحتويها مثل كبريتيد الهيدروجين والنترات والسيانيد والحديد . . وغيرها ، وتتأثر عملية الأكسدة بشكل مباشر بدرجة الرقم الهيدروجيني فكلما زادت تلك الدرجة زادت كفاءة عملية الأكسدة .

ونظرا لما لعملية الكلورة من بعض السلبيات ، حيث قد ينتج عنها تكون مركبات عضوية حلقية تحتوي على الكلور تكون أكثر سمية ، فمثلا في حالة احتواء المياه على فينول فإنه يتحول بعملية الكلورة إلى كلور الفينول الأكثر سمية ، لذا يفضل استخدام أكسيد الكلورين الثنائي CLO_2 في عملية الكلورة بدلا من الكلور ، كما يفضل استخدام فوق أكسيد الهيدروجين كمادة مؤكسدة خاصة لأكسدة كبريتيد الهيدروجين والتغلب على مشكلة انبعاث الروائح الكريهة .

ويبين جدول رقم (٣) مواصفات المياه المتولدة عن مصانع تجهيز وتعبئة اللحوم ، ويتضح من الجدول تقارب درجة الرقم الهيدروجيني بالمصنعين اللذين تم جمع عينات من مياههما حيث تتراوح القيمة ما بين ٦ ـ ٧ ، وذلك لعدم وجود أي مواد كيماوية مستخدمة في مراحل التصنيع عدا المنظفات ومواد التطهير المستخدمة في عمليات غسيل خطوط الإنتاج والأرضيات . كما يبين الجدول وجود تراكيز عالية جدا من المواد الدهنية والزيوت والشحوم والكبريتات والكلوريدات ، بالإضافة إلى الجسيمات الصلبة العالقة والحاجة البيولوجية للأكسجين والتي يصل تركيزها في مياه أحد المصنعين لأكثر من ٨٠٠ ملجم/ لتر .

وبين جدول رقم (١٢) حجم النفاية ومعاملات التلوث لمياه هذه النوعية من الصناعة مقارنة بالمعاملات المستخدمة في حسابات التقدير السريع ، وقد وجد أن معدل حجم النفاية للمياه المتولدة بالمصانع التي شملتها الدراسة يبلغ حوالي ١٨ مترا مكعبا لكل طن من اللحوم المستخدمة كمواد خام في الصناعة ، بينما وجد أن هذا المعدل يصل إلى ٣ ,٩ من الأمتار المكعبة لكل طن من وزن الذبيحة الحية Live Weight Killed (LWK) في المصانع التي تقوم بعملية الذبح والتجهيز معا ، أما باقي معاملات التلوث الأخرى فإنها أقل من المعاملات المذكورة بجداول التقدير السريع لمنظمة الصحة العالمية .

٤ ـ مسالخ ذبح وتجهيز الدجاج :

تعتمد معظم مسالخ ذبح وتجهيز الدجاج على خطوط الإنتاج الأتوماتيكية لإتمام المراحل المختلفة من الصناعة والتي تبدأ بالذبح ثم ما يليها من مراحل نزع الريش والتقطيع والغسيل ثم تنتهي بعملية الوزن والتصنيف والتغليف .

وتتولد عن عملية الذبح والتجهيز كمية كبيرة من المياه خاصة من مراحل الغسيل المختلفة ، وتتشابه مواصفات المياه المتخلفة إلى حد كبير مع مواصفات المياه المتولدة عن مصانع تجهيز وتعبئة اللحوم ، ولكن تختلف عنها في احتوائها على نسبة كبيرة من الدماء والريش المنزوع من على أجسام الطيور ، كما تتميز باحتوائها على التراكيز العالية لكل من الحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين والشحوم والجسيمات الصلبة العالقة .

وتستهلك مسالخ ذبح وتجهيز الدجاج كمية كبيرة من المياه قد تصل في بعض المصانع إلى حوالي ٩ جالونات للطائر الواحد الذي يمر بمراحل الذبح والغسيل والمعالجة والتبريد ، ويتولد عن هذه العمليات كمية من المياه المتخلفة تصل إلى ٧٥ ,٨ جالون ، بينما يمتص بواسطة جسم الطائر نسبة من المياه تصل إلى ٢٥ ,٠ جالون[٩] .

وتعتمد كمية المياه المتولدة من أي مسلخ على السعة الإنتاجية للمسلخ نفسه والتي تتوقف بشكل مباشر على عدد الطيور التي يتم ذبحها وتجهيزها فيه سنويا ، ونظرا لأن معظم المسالخ لا تحتوي على نظام خاص لفصل الدماء بل تصرف تلك الدماء مباشرة مع المياه المتولدة من المسلخ ، لذا فإنه غالبا ما تحتوي مياه المسالخ على تراكيز عاليةمن الملوثات ، وتزداد تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين في حالة المسالخ التي لا تحتوي على نظام لفصل الدماء ، وقد تبلغ نسبة

هذه الزيادة إلى ٥٠٪ عن المسالخ المحتوية على هذا النظام ، وهذا ما يؤكد أهمية وجود نظام لفصل الدماء بالمسالخ بصفة عامة ، وهذا النظام لا يتعدى كونه عملية فصل للمجاري الخاصة بمناطق الذبح عن باقي مجاري المسلخ ، وتجمع الدماء في خزان خاص لتنقل وتصرف في أماكن خاصة بمواقع ردم النفايات المنزلية ، أو تستخدم في أغراض صناعية أخرى ، كصناعة المركزات البروتينية المستخدمة في صناعة الأعلاف الحيوانية .

وتبدأ عملية المعالجة للمياه الناتجة عن مسالخ ذبح وتجهيز الدجاج بفصل الريش عنها ، وذلك بتمريرها على مجموعة من شباك التقنية أو دارات دوارة Rotary Drums والتي تعتبر أفضل من الشباك لإمكانية تنظيفها أتوماتيكيا حتى لا يعمل الريش على سد فتحاتها ، وبالتالي حدوث مشكلات لتصريف المياه من وقت لآخر .

ويتم تنظيف الدارات أو الشباك بدفع كميات كبيرة من المياه المضغوطة أو البخار الساخن من خلالها ، وهناك بعض المسالخ التي تقوم بفصل الريش والأجزاء الطافية بقشطها بعد تجميع المياه في أحواض خاصة بهذا الغرض ، أو بفصلها بوساطة ماكينة خاصة تعتمد على القوة الطاردة المركزية .

ويبين جدول رقم (٣) مواصفات المياه الناتجة عن مسالخ ذبح وتجهيز الدجاج التي لا تحتوي على نظام لفصل الدماء عن المياه المتولدة بل توجد بها ماكينة لفصل الريش عن المياه المتخلفة بالقوة الطاردة المركزية ، ويتضح من الجدول تغير درجة الرقم الهيدروجيني للمياه ما بين ٥ ,٥ ـ ٧ واحتواء المياه على تراكيز من الكبريتات والكلوريدات ، ويرجع هذا إلى تعدد أصناف واختلاف كميات المنظفات المستخدمة في عمليات الغسيل اليومية لخطوط الإنتاج والأرضيات ، حيث لا تستخدم أي من المواد الكيماوية في العملية الصناعية نفسها .

كما يتضح احتواء المياه على نسبة عالية من الدهون والزيوت والشحوم FOG ولكن بنسبة أقل بكثير من مصانع تجهيز وتعبئة اللحوم ، وتصل تراكيز الجسيمات الصلبة العالقة بالمياه لأكثر من ٩٠٠ ملجم/ لتر والحاجة البيولوجية للأكسجين تتراوح تراكيزها ما بين ٦٠٠ ملجم/ لتر إلى ١٠٠٠ ملجم/ لتر ، وتلك القيم أعلى من الحدود المسموح بها بالنسبة لمواصفات المياه المتولدة عن المسالخ والتي تتراوح ما بين ٢٠٠ ملجم/ لتر إلى ٣٠٠ ملجم/ لتر ، أما بالنسبة للشحوم فتصل إلى حوالي ٦٠٠ ملجم/ لتر بينما تصل النسبة المسموح بها منها في هذه النوعية من المياه إلى ١٠٠ ملجم/ لتر ، مما يوضح احتواءها على تراكيز عالية من

الدهون ، وذلك لعدم وجود أنظمة بالمصانع خاصة بفصل الدهون عن المياه الصناعية .

ويتضح من جدول رقم (١٢) أن معاملات التلوث التي تم حسابها بالنسبة للمصانع التي شملتها الدراسة أقل بكثير من المعاملات المستخدمة في حسابات التقدير السريع لمنظمة الصحة العالمية WHO ، فبينما نجد القيمة المحسوبة بالنسبة لحجم النفاية تصل لحوالي ٨ من الأمتار المكعبة/ ألف طائر يتم ذبحه وتجهيزه بالمسلخ نجد القيمة بجداول حسابات التقدير السريع تصل إلى ٣٧, ٥ متر مكعب لكل ألف طائر ، أي أن القيمة المقدرة من قبل منظمة الصحة العالمية تصل لأكثر من أربعة أمثال القيمة المحسوبة ، أما باقي قيم معاملات التلوث للملوثات الأخرى بجداول التقدير السريع فإنها تعتبر أعلى من القيم المحسوبة بالدراسة وقد يرجع هذا لاختلاف أنواع الطيور وأنظمة الذبح والغسيل في المصانع .

٥ ـ مصانع طحن الحبوب وإنتاج الخبز والكيك :

هناك مصنع واحد من هذه الصناعة يقوم بطحن الحبوب لإنتاج الطحين بجانب إنتاج الكيك والبسكويت والخبز والمعكرونة ، وتبدأ العملية الصناعية بتنظيف الحنطة التي سوف تستخدم لإنتاج الطحين بالطريقة الجافة حيث تطحن الحنطة بعد ترطيبها ، ويفصل الطحين بعد ذلك عن النخالة بوساطة المناخل والأجهزة المساعدة ، وتنقل النخالة إلى قسم كبس النخالة ليتم كبسها وتعبئتها .

أما الطحين المستخدم لإنتاج البسكويت والخبز فيخلط مع الماء والمواد المساعدة والنكهات داخل الخلاطات ، ثم يسحب العجين من الخلاطات إلى مكائن الفرد والتقطيع حسب الأشكال والأوزان المطلوبة ، ويتم تسويتها بالأفران ثم تغلف وتعبأ .

وتنتج المياه الصناعية عن هذا النشاط من عمليات الغسيل المختلفة لخطوط الإنتاج والأرضيات ، ويتضح من جدول رقم (٤) أن مواصفات المياه الصناعية الناتجة عن هذا النشاط تتميز باحتوائها على تراكيز عالية من الجسيمات العالقة حيث تتراوح تراكيزها ما بين ٨٠٠ ملجم/ لتر إلى ١٥٠٠ ملجم/ لتر ، بالإضافة إلى تراكيز عالية من الحاجة البيولوجية للأكسجين والتي تتراوح ما بين ٣٠٠ ملجم/ لتر إلى ٨٠٠ ملجم/ لتر ، وتتغير درجة الرقم الهيدروجيني للمياه من ٥ ـ ٨ ، بجانب احتواء المياه على نسبة من الكبريتات والفوسفات والكلوريدات نتيجة استخدام مواد التنظيف المختلفة في غسيل خطوط الإنتاج والأرضيات ، كما تحتوي المياه الناتجة

عن مياه التبريد بمصنع طحن الحبوب على نسبة من العناصر الثقيلة الموجودة في المواد الكيميائية المضافة لحماية الأنابيب من التآكل ، وتتواجد بعض هذه العناصر بتراكيز عالية مثل الرصاص (٣٥ ,٥ ملجم/ لتر في المتوسط) .

ويصل حجم النفاية للمياه المتولدة في الصناعة وكما هو مبين بجدول رقم (١٢) لحوالي ٢ متر مكعب/ طن من الطحين المنتج ، بينما تصل قيمة حجم النفاية المقدر تبعا لحسابات التقدير السريع لحوالي ٦٥ ,٠ متر مكعب لكل طن من الطحين المنتج ، وهذا يبين أن قيمة حجم النفاية المحسوبة تصل لأكثر من ضعف الكمية المقدرة في حسابات التقدير السريع لمنظمة الصحة العالمية ويرجع هذا لاختلاف العملية الصناعية .

٦ ـ مصانع معالجة حبوب السمسم وإنتاج الطحينة :

تتميز المياه الصناعية الناتجة عن مصانع معالجة حبوب السمسم لإنتاج الطحينة ، باحتوائها على نسبة عالية من الجسيمات العالقة والطافية وهي معظمها من القشور المنزوعة من على الحبوب نتيجة عملية النقع لها في أحواض من المياه المالحة ، وهذه القشور غالبا ما تتسبب في انسداد شبكة مجاري الصرف .

وتعتبر عملية فصل القشور عن المياه المتخلفة من أهم مراحل المعالجة ، وتتم العملية باتباع الطرق اليدوية أو الميكانيكية ، وتصرف المياه الخالية من القشور إلى المجاري العامة دون أي معالجة تذكر .

ويبين جدول رقم (٤) مواصفات المياه الناتجة عن مصانع معالجة السمسم حيث يتضح من الجدول احتواء المياه على تراكيز عالية من الجسيمات العالقة والزيوت بجانب الحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين .

ثانيا: صناعة النسيج:

تختلف العملية الصناعية بمصانع النسيج من مصنع لآخر تبعا لنوعية الخيوط التي يتم معالجتها ، سواء كانت الخيوط قطنية أو صوفية أو صناعية .

وتتمثل العملية الصناعية بمصانع النسيج عموما في عملية الفرك والتنشية ثم إزالة النشا والمرسرة والتبييض بجانب المراحل المتعددة من الصباغة والطباعة والغسيل .

ويبين جدول رقم (٥) مواصفات المياه الصناعية الناتجة عن مصنعي النسيج حيث يقوم أحدهما بمعالجة الخيوط القطنية والآخر بمعالجة الخيوط الصناعية .

وتتميز المياه الصناعية المتولدة عن الصناعة بصفة عامة بتعدد ألوانها واحتوائها على العناصر الثقيلة .

وتعتبر عملية تجميع المياه والمعادلة بالجير من أهم طرق المعالجة للمياه الصناعية المتولدة عن مصانع النسيج خاصة المتعاملة مع الخيوط الصناعية . أما المياه المتولدة عن مصانع النسيج المتعاملة مع الخيوط القطنية والصوفية فيتم معالجتها بواسطة عملية الهضم اللاهوائي Anaerobic Digestion ، وهي إحدى طرق المعالجة البيوكيميائية(١٠) .

ويعتبر الجير الحي من المواد المستخدمة اقتصاديا لمعالجة المياه الصناعية المتولدة بمصانع النسيج ، وذلك لإزالة الألوان التي غالبا ما تتميز بها مياه الصناعة ، بالإضافة إلى كفاءته لإزالة المواد العضوية الأخرى وترسيب غالبية العناصر الثقيلة .

ويمكن إزالة الألوان من مياه الصباغة أيضا بالامتصاص على الكربون النشط أو بطريقة التبادل الأيوني باستخدام أنواع خاصة من الرزين ، وفي تلك العملية يمكن إزالة المواد العضوية والمذابة بجانب إزالة الألوان .

وفي عملية التبادل الأيوني Ion Exchange يتم استبدال الأيون الموجود على أسطح المواد الصلبة المستخدمة في عملية التأين بالأيون الموجود بالمحلول والمراد التخلص منه ، وتستخدم هذه العملية بصفة عامة لإزالة الأيونات غير المرغوب فيها والمراد إزالتها من المياه بشرط أن يكون الأيونان المتبادلان لهما نفس الشحنة الكهربائية(١١) .

وتعتبر طريقة التبادل الأيوني مناسبة في حالة استخلاص العناصر ذات القيمة الاقتصادية ، مثل استخلاص عنصر النحاس أو الكروم من مياه الطلاء الكهربائي ، والفضة من صور الأشعة وكيماويات التصوير ، أو في حالة التفكير في إعادة استخدام المياه المتخلفة مرة أخرى . كما يمكن إزالة الألوان من مياه الصباغة بوساطة الأوزون O_3 والذي يستخدم بمعدل ١ جرام/ لتر من المياه المراد معالجتها .

وتصل كمية المياه المتولدة عن مصنعي النسيج التي شملتهما الدراسة ١٣٣ ألف متر مكعب/ سنة . كما يبين جدول رقم (٥) مواصفات المياه المتولدة حيث يتضح من الجدول تغير درجة الرقم الهيدروجيني لتصل القيمة إلى ٧ في مصنع معالجة الخيوط الصناعية ، بينما نجدها ١١ في

مصنع معالجة الخيوط القطنية ، ويبين الجدول أيضا احتواء المياه على تراكيز لكل من الجسيمات الصلبة المذابة والعالقة والعناصر الثقيلة ، وهذه التراكيز تعتبر أعلى من الحدود المسموح بها بالنسبة للمياه المقبولة لمحطات المعالجة .

ويصل حجم النفاية بالنسبة للمياه الصناعية المتخلفة عن المصنع الذي يقوم بمعالجة الخيوط القطنية وكما هو مبين بجدول رقم (١٢) لحوالي ٣٥٧ مترا مكعبا لكل طن من الخيوط المنتجة ، بينما نجد القيمة تبلغ ٣١٧ مترا مكعبا/ طن من الخيوط المنتجة أيضا وفقا لجداول حسابات التقدير السريع ، أي أن القيمتين المحسوبة والمقدرة نظريا متقاربتان ، بينما نجد أن القيم المحسوبة لنفس المصنع ولكل من تراكيز الجسيمات الصلبة العالقة والمذابة أقل بكثير من الموجودة بجداول حسابات التقدير السريع وكما هي موضحة بالجدول ، ولم نتمكن من حساب ومقارنة معاملات النفاية والتلوث بالنسبة للمصنع الذي يقم بمعالجة الخيوط الصناعية ، لأن المعاملات موجودة بجداول التقدير السريع لكل نوعية من الخيوط على حدة كالنايلون والبولي استر والاكليرك . . وغيرها ، بينما يقوم المصنع في نفس الوقت باستخدام مخلوط من تلك النوعية من الخيوط .

ثالثا: صناعة دباغة الجلود:

تبدأ العملية الصناعية في الشركة العاملة في مجال دباغة الجلود بتصنيف الجلود التي تصل إليها من المسالخ مباشرة إلى جلود أبقار أو أغنام أو جمال ، ثم تجرى عليها أولى مراحل المعالجة بإزالة ما قد يوجد بالجلود من قطع لحوم وشحوم ، ثم ينزع الصوف من على الجلود بطريقة يدوية بعد معالجتها بمخلوط من الجير الحي وكبريتات الصوديوم لتسهيل عملية نزع الشعر ، ثم تمر الجلود بعد نزع الصوف على مراحل متعددة من الغسيل والصقل وهي أولى مراحل الدباغة ، وبين كل مرحلة وأخرى من المراحل يتم غسل الجلود باستخدام الأنواع المختلفة من المنظفات والشامبوهات ، أما الصوف فيتم معالجته بغسله على عدة مراحل وتبييضه ثم تجفيفيه وتنقيته من أي شوائب قد تكون مختلطة به ، ويصنف حسب ألوانه ودرجة نقاوته .

وتعتبر عملية الدباغة من أهم عمليات المعالجة التي تتم على الجلود ، حيث يتم فيها تحويل البروتين القابل للتعفن والموجود على سطح الجلد إلى بروتين مستقر وغير قابل للتعفن .

والمياه الصناعية المتولدة عن مصانع دباغة الجلود تشبه إلى حد كبير المياه الناتجة عن مصانع تجهيز وتعبئة اللحوم ومسالخ ذبح وتجهيز الدجاج ، من حيث احتوائها على نسب عالية من الدماء والدهون ، ولكن تختلف المواصفات الأخرى للمياه من مصنع لآخر تبعا لنوعية عملية

الدباغة التي سوف تتم على الجلد . فمثلا في حالة الدباغة باستخدام أملاح الكروم تكون المياه الصناعية المتولدة عن العملية بها نسبة عالية من الكرّوم ، بالإضافة إلى المواد البروتينية والدهون . . وغيرها .

وتتميز المياه الصناعية الناتجة عن مصانع دباغة الجلود باحتوائها على نسبة عالية من القطع الصغيرة من الجلود والدهون والشحوم بالإضافة إلى الشعر والدماء وآثار من المواد الكيماوية المستخدمة في مراحل الدباغة المختلفة ، كما تحتوي على نسبة عالية من الجسيمات الصلبة العالقة والمذابة والعناصر الثقيلة . . وغيرها .

وتشتمل عملية المعالجة للمياه على عدة مراحل ، تبدأ الأولى منها بفصل الأجسام الصلبة كبيرة الحجم من لحوم وجلود وشحوم ، بالإضافة إلى الشعر وذلك باستخدام شباك ومناخل التنقية الثابتة أو المتحركة مختلفة الفتحات وكما هو متبع من قبل في مسالخ ذبح وتجهيز الدجاج لفصل الريش والأجزاء الطافية . وتتراوح فتحات شباك التنقية المستخدمة في مصانع الدباغة ما بين ٢٠ ـ ٣٠ مم ، أما المناخل فتتراوح فتحاتها ما بين ٥ ـ ٥ ,٥مم وبإتمام هذه العملية يمكن إزالة نسبة تتراوح من ٤٠ ـ ٦٠٪ من قطع الجلود والشحوم غير المرغوب فيها .

أما المرحلة الثانية من معالجة المياه فيمكن أن تتم بتخزين المياه المتولدة عن الدباغة لمدة ٢٤ ساعة في خزانات خاصة لتجميع وتلبيد Coagulation and Flocculation (C&F) المواد الصلبة العالقة ، وفي هذه العملية يمكن استخدام بعض المواد الكيماوية المرسبة المساعدة مثل كبريتات الألمنيوم أو الحديد وغيرها .

وتختلف نوعية ونسبة المواد المرسبة تبعا لمواصفات المياه المراد معالجتها ، فعند استخدام كبريتات الألمنيوم أو الحديدوز كمادة مرسبة فإن النسب اللازمة من هذه المواد على التوالي لإتمام عملية الترسيب تبلغ حوالي ٢٠٠ ملجم/ لتر من المياه المتخلفة و٥٠٠ ملجم/ لتر من المياه الصناعية المراد معالجتها . أما بالنسبة لأكسيد الكالسيوم فإنه يستخدم بنسبة تتراوح من ٣٠٠ ـ ٤٠٠ ملجم/ لتر من المياه المراد معالجتها .

وتعتبر المياه الصناعية المتولدة في مصانع دباغة الجلود من الأنواع التي يمكن إعادة استخدامها لأكثر من مرة ، ولكن المشكلة تكمن في كيفية إزالة الألوان منها ، وقد تم التغلب على ذلك بعدة طرق منها استخدام الكربون النشط ، أو التبادل الأيوني ، أو الاستخلاص بوساطة المذيبات ، أو الأكسدة بوساطة مادة هيبوكلوريت الصوديوم ، وكما هو متبع في المياه الناتجة عن مسالخ ذبح وتجهيز الدجاج لإزالة اللون الأحمر المتبقي من آثار الدماء ، كما يمكن بوساطة التبادل الأيوني

إزالة البروتين من المياه باستخدام Cellulose Cation Exchanger .

ويبين جدول رقم (٦) مواصفات المياه الصناعية المتولدة عن مصانع دباغة الجلود ، حيث يتضح من الجدول تغير الرقم الهيدروجيني ما بين ٥ ,٧ ـ ٥ ,٩ بجانب وجود تراكيز عالية لكل من الزيوت والدهون والحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين والكبريتات والكلوريدات والعناصر الثقيلة المختلفة ، وهذه التراكيز أعلى من الحدود المسموح بها بالنسبة للمياه المقبولة بمحطات المعالجة للمياه الصحية ، علما بأن المصنع يحتوي على وحدة معالجة لفصل الجلود والدهون وترسيب المواد الصلبة العالقة ، مما يبين أن كفاءة وحدة المعالجة الموجودة بالشركة غير كافية لجعل مواصفات المياه المتولدة مقبولة لصرفها بالمجاري العامة ، ولابد من زيادة كفاءة تلك الوحدة حتى تصل تلك التراكيز إلى الحدود المسموح بها نظرا لأن العينات قد تم جمعها بعد إتمام عملية المعالجة عليها .

ويصل حجم النفاية للمياه المتخلفة عن المصنع ، وكما هو مبين بجدول رقم (١٢) إلى ٨ أمتار مكعبة/ طن من الجلود المستخدمة ، بينما تصل هذه القيمة بجداول حسابات التقدير السريع إلى ٢٠ مترا مكعبا/ طن من الجلود ، ويرجع هذا النقص في كمية المياه الصناعية المتولدة من الشركة إلى استخدام الشركة لجزء كبير من المياه لأكثر من مرة وذلك بعد معالجتها . أما معاملات التلوث للملوثات الأخرى فتعتبر قيمتها أقل بكثير من القيم الموضحة بجداول حسابات التقدير السريع لمنظمة الصحة العالمية WHO خاصة بالنسبة للحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين .

رابعا: صناعة البروتين والدهون الحيوانية:

توجد شركة واحدة تعمل في هذا المجال بمنطقة الصليبية الصناعية تتعامل مع نفايات المسالخ والقصابين ، وتصل كمية نفايات المسالخ التي تتعامل معها الشركة لحوالي ١٢ ألف طن/ السنة من الأحشاء والأمعاء وأجزاء الحيوانات غير المرغوب فيها تنقل يومياً ومباشرةً إلى قسم استقبال المواد الخام بالشركة ، حيث تبدأ العملية الصناعية بعملية غسيل للمواد للتخلص من نسبة كبيرة من الدماء وما تحتويه الأمعاء من نفايات داخلية ، ويتم تكسير العظام بواسطة كسارة خاصة ، ثم تنقل المواد المجهزة لمراحل الطبخ والتعقيم والتجفيف والطحن ، ثم تبرد المواد قبل تمريرها على مجموعة من الغرابيل لفصل الأجزاء الكبيرة غير المرغوب فيها وما قد تحتويه من صوف . وتعتبر

المواد المطبوخة والمجففة بعد غربلتها هي المنتج الرئيسي من مركزات البروتين التي تضاف بنسبة عند تحضير خلطة علف الحيوانات .

وتفصل الدهون المتولدة أثناء الطبخ عن المواد المطبوخة في قسم استخلاص الدهون لتجرى عليها عدة مراحل من تصفية وتنقية وتبييض ، وتنتج الشركة حوالي ثلاثة آلاف طن في السنة من مركزات البروتين وحوالي ألف طن في السنة دهون حيوانية تستخدم في صناعة الصابون وغيرها .

وتتشابه المياه الصناعية المتولدة عن الصناعة إلى حد كبير مع المياه الناتجة عن مسالخ ذبح وتجهيز الدجاج ، ومصانع تجهيز وتعبئة اللحوم ، وذلك لاحتوائها على تراكيز عالية من الدماء والبروتين والدهون والزيوت والشحوم والحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين والجسيمات الصلبة العالقة .

وتتسبب النسبة الكبيرة من الجسيمات الصلبة العالقة الموجودة بالمياه المتولدة عن المصانع إلى حدوث مشكلة في خزانات تجميع تلك المياه قبل صرفها ، وذلك بسبب ترسب وتراكم المواد في القاع والتقليل من السعة الاستيعابية للخزانات ، مما يتطلب ضرورة تنظيف تلك الخزانات من فترة لأخرى للتخلص من تلك المواد ، بالإضافة إلى وجود نسبة من الجسيمات الطافية التي تتجمع على سطح المياه مكونة طبقة سميكة جافة قد يتحلل جزء منها مسببة انبعاث روائح كريهة .

وتشبه عملية المعالجة للمياه المتولدة عن الصناعة إلى حد كبير عملية معالجة المياه الناتجة عن مصانع تجهيز اللحوم ودباغة الجلود ومسالخ ذبح وتجهيز الدجاج ، حيث تبدأ أولى مراحل المعالجة بفصل الأجزاء الصغيرة من اللحوم والدهون والجسيمات الصلبة العالقة بوساطة شباك ومناخل التنقية الثابتة أو المتحركة ، ثم تجرى عملية المعالجة البيولوجية للمياه للتقليل من التكلفة الاقتصادية والجهد اللازم لعملية تنظيف خزانات تجميع المياه من فترة لأخرى لإزالة المواد المتراكمة من المخلفات الصلبة والتغلب على هذه المشكلة بتزويد الخزانات بوسيلة ميكانيكية للتقليب المستمر أو بدفع الهواء المضغوط خلالها لإتمام عملية التقليب والتهوية Aeration في نفس الوقت ، وذلك للتقليل من تراكم الجسيمات الصلبة والحد من تحللها وانبعاث الروائح الكريهة منها . ويمكن الاستفادة من المواد الصلبة باستخدامها كسماد عضوي لاحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية .

ويبين جدول رقم (٦) مواصفات المياه الصناعية المتولدة عن مصنع البروتين ، ويتضح من الجدول ارتفاع معدل استهلاك المياه لهذه الصناعة ، حيث تصل كمية المياه المتخلفة عن العملية الصناعية بالمصنع إلى ٢٢ ألف متر مكعب / السنة ، أي بمعدل سبعة أمتار مكعبة من المياه المتخلفة لكل طن منتج من البروتين ، أو ٢٢ مترا مكعبا من المياه الصناعية لكل طن منتج من الدهون ، ولا توجد قيم مقدرة لمعاملات نفاية أو تلوث لهذه النوعية من الصناعة في جداول حسابات التقدير السريع الموضوعة من قبل منظمة الصحة العالمية WHO .

كما تتميز المياه باحتوائها على تراكيز عالية من الدهون والزيوت والشحوم والحاجة البيولوجية للأكسجين والتي يصل تركيزها بالمياه إلى ٩٠٠ ملجم/ لتر ، والأمونيا والتي يصل تركيزها إلى ٦٠٠ ملجم/ لتر .

خامسا: صناعة المنظفات:

تقوم مصانع المنظفات بصفة عامة بإنتاج مساحيق الغسيل بالإضافة إلى إنتاج الأصناف المختلفة من الصابون السائل ومنظفات الأرضيات ومواد التطهير وشامبو الشعر وغيرها . وفي مصنع تحضير مساحيق الغسيل الوحيد في الكويت والتابع لشركة الصناعات الوطنية ، تبدأ العملية الصناعية بتحضير حمض السلفونيك والذي يعتبر المادة المنشطة Active Matter ، ثم يعادل هذا الحمض بمحلول الصودا الكاوية وتضاف المواد البناءة من ثلاثي بولي فوسفات الصوديوم وسليكات الصوديوم وكبريتات الصوديوم ، وتضخ المواد الناتجة عن الخلطة على هيئة رذاذ داخل برج التجفيف لتخرج بعد ذلك من أسفل البرج على شكل مسحوق ، ثم تضاف إليه المواد المحسنة كالمواد الحساسة للحرارة والأنزيمات والعطور ومواد التبييض والتزهير ، ثم ينخل ويعبأ . أما في مصانع المنظفات السائلة فيتم تحضير وتجهيز المواد الخام اللازمة للصناعة وخلطها جيدا مع المواد المضافة المحسنة للمنتج من مواد قاتلة للجراثيم أو مطهرة وملونة وغيرها ثم تعبأ .

وتستخدم المياه في مراحل التصنيع المختلفة وتنتج المياه الصناعية من عمليات الغسيل المختلفة لخطوط الإنتاج والخزانات والأرضيات ، وعادة ما تكون المياه الناتجة مشبعة بالصابون نتيجة للمنسكب من المواد الخام أو المنتجات ، كما تتميز المياه باحتوائها على تراكيز عالية من مادة لبولي فوسفات Polyphosphate المتعددة والمواد المنشطة Surfactants واللتين تعتبران من أهم الملوثات المصاحبة لمياه مصانع إنتاج مساحيق الغسيل والمنظفات ، بالإضافة إلى تراكيز عالية من

المواد العالقة والمذابة والمواد البناءة الأخرى المستخدمة في تحضير المساحيق كالكبريتات والسليكات وغيرها .

ويؤدي تصريف مياه مصانع الصابون بالمجاري العامة ووصولها لمحطات المعالجة إلى حدوث بعض المشكلات ، وذلك لقابليتها العالية لتوليد الرغاوى وعدم قابليتها للتحلل بسهولة ، كما أن غالباً ما تتفكك مركبات البولي فوسفات الموجودة بالمياه إلى مركبات الأرثوفوسفات القادرة على أن تسبب للمياه Eutrophication لأنها تعتبر من المواد الغذائية التي تعمل على نمو النباتات بالمياه بمعدل عال مما يؤدي إلى نقص كبير في الحاجة البيولوجية للأكسجين .

ويمكن إزالة مركبات الفوسفات أما بالترسيب باستخدام بعض المواد المرسبة مثل كبريتات الألمنيوم أو كلوريد الحديديك أو بطريقة التبادل الأيوني بتحويل أيون الفوسفات القابل للذوبان في المياه إلى أيون غير قابل للذوبان في المياه ، وفي حالة استخدام أيون الألمنيوم في العملية يمكن تحويل أيون الفوسفات إلى أيون فوسفات الألمنيوم غير القابل للذوبان والذي يمكن ترسيبه وفصله .

ويبين جدول رقم (٧) مواصفات المياه الصناعية الناتجة عن مصنع تحضير مساحيق الغسيل وأحد مصانع المنظفات السائلة ، حيث يتضح من الجدول تغير درجة الرقم الهيدروجيني فتصل إلى ٦, ٥ في مصانع تحضير المنظفات السائلة ، بينما نجدها تتراوح ما بين ٢ ـ ٩ في مصنع تحضير مساحيق الغسيل ، وتختلف درجة الرقم الهيدروجيني في مصنع المساحيق تبعا لفترات تشغيل قسم تحضير حمض السلفونيك ، وكذا على عمليات المعادلة التي تجرى على المياه المتولدة عن القسم قبل صرفها لمجاري المصنع ، كما يبين الجدول احتواء المياه على تراكيز عالية للجسيمات الصلبة المذابة والعالقة والعناصر الثقيلة ، وهذه النسب أعلى من الحدود المسموح بها بالنسبة للمياه المقبولة بمحطات المعالجة لمياه الصرف الصحي .

وتتراوح تراكيز مادة البولي فوسفات بالمياه الصناعية ما بين ٦ ملجم/ لتر إلى ١٠٠٠ ملجم/ لتر ، ووجودها بهذه التراكيز يسبب العديد من المشكلات التي سبق ذكرها ، نظرا لقابليتها للتفكك .

ويصل حجم النفاية للمياه الصناعية في الصناعة لحوالي ٢ متر مكعب/ طن منتج من مساحيق الغسيل كما هو مبين بجدول رقم (١٢) ، بينما تبلغ القيمة بجداول حسابات التقدير السريع إلى ٨, ٢ مترا مكعبا/ طن منتج ، وهذا يبين أن حجم النفاية المحسوب قريب جدا من

حجم النفاية المقدر بجداول حسابات التقدير السريع ، بينما نجد أن معاملات التلوث المحسوبة للملوثات الأخرى أقل بكثير من مثيلاتها بجداول التقدير السريع .

سادسا: الصناعات الدوائية:

تتمثل العملية الصناعية في مصانع الأدوية في تحضير وتجهيز ووزن وخلط المواد الخام وإعدادها للشكل النهائي سواء كانت المواد صلبة أو سائلة ، ثم التعبئة في العبوات المناسبة . ونظرا لتعدد المواد الخام المستخدمة في الصناعة وكثرة وتنوع المنتجات ، فإنه من الصعب تحديد مواصفات مميزة للمياه الصناعية لأنها تختلف من مصنع لآخر ، ولكنها تتميز بوجه عام باحتوائها على نسبة عالية من الحاجة البيولوجية للأكسجين خاصة في حالة قيام المصنع بتحضير المراهم والمضادات الحيوية والأدوية المحتوية على نسبة عالية من المواد العضوية ، كما تتميز المياه الصناعية باحتوائها أيضا على نسب مختلفة من المواد الكيماوية السامة المستخدمة في الصناعة نفسها كمادة خام .

وتبدأ عملية المعالجة بمصانع الأدوية بإزالة المواد السامة بوساطة عملية الترسيب الكيماوي أو أكسدة للعناصر الثقيلة التي تحتوي عليها المياه .

وغالباً ما تحتوي مياه مصانع الأدوية على نسبة من مركبات السيانيد ، والتي يمكن إزالتها بوساطة عملية الكلورة Chlorination أو تحويلها لمركبات غير قابلة للذوبان في المياه . أما بالنسبة للمذيبات العضوية والمستخدمة بنسبة كبيرة في الصناعة فيمكن إعادة استرجاعها واستخدامها مرة أخرى .

ويبين جدول رقم (٨) مواصفات المياه الصناعية المتولدة عن إحدى الشركات العاملة في مجال الصناعات الدوائية ، حيث يتضح من الجدول احتواء المياه على تراكيز عالية من الزيوت والدهون والجسيمات الصلبة العالقة . . وغيرها ، وتصل كمية المياه الصناعية المتولدة عن المصنع حوالي ١٧ ألف متر مكعب/ السنة ، وتنقل المياه بوساطة التناكر ليتم التخلص منها بمواقع ردم النفايات المخصصة من قبل بلدية الكويت .

ولم نتمكن من حساب حجم النفاية ومعاملات التلوث للملوثات الأخرى ومقارنتها بالقيم المذكورة بجداول حسابات التقدير السريع الموضوعة من قبل منظمة الصحة العالمية WHO ، لأن القيم المذكورة بهذه الجداول تكون خاصة لبعض المصانع التي تقوم بإنتاج صنف واحد من

الأدوية ، بينما الشركة التي شملتها الدراسة تقوم بإنتاج نوعيات مختلفة من الأدوية في وقت واحد .

سابعا: صناعة الورق:

تختلف العملية الصناعية عامة في مصانع الورق من مصنع لآخر تبعا لنوعية المنتج والمواد الخام المستخدمة ، وتتلخص العملية الصناعية في مصانع الورق في عملية العجن سواء لنفايات الورق أو لب الورق الخام بعد إضافة المواد المبيضة والملونة ، ثم مرور العجين بمراحل مختلفة للتنقية والتبييض ، وفي حالة إنتاج الورق المقوى أو ورق التغليف تُضاف نسبة من عجينة لب الورق إلى عجينة نفايات الورق ، أما في حالة إنتاج المناديل الورقية فتستخدم عجينة لب الورق الخام فقط حيث لا يصلح استخدام نفايات الورق ، ويمرر العجين في كلتا الحالتين على ماكينة الفرد لإنتاج الورق تبعاً للسمك والوزن المطلوب ثم يمرر الورق الناتج من ماكينة الفرد على ماكينات التجفيف والتقطيع والتغليف .

وهناك شركة واحدة تقوم بإنتاج الأنواع المختلفة من الورق ، وتقوم الشركة بإعادة استخدام حوالي ٣٠ ألف طن في السنة نفايات ورقية بجانب استخدام ١٠٠٠ طن في السنة من لب الورق الخام المستورد ، لتقوم بإنتاج حوالي ٢٧ ألف طن في السنة من الأنواع المختلفة من الورق .

وتتميز المياه الصناعية المتخلفة بمصانع الورق باحتوائها على نسبة عالية من ألياف السليولوز ، وهي المادة الخام الأساسية المستخدمة في الصناعة ، حيث تصل النسبة المفقودة منها خلال مراحل التصنيع لحوالي ١٥٪ من كمية السليولوز الخام الداخلية في الصناعة ، وتبلغ كمية المياه الصناعية المتخلفة بهذه الشركة لحوالي ١٣٠ ألف متر مكعب سنوياً .

ويبين جدول رقم (٨) مواصفات المياه الصناعية الناتجة عن مصنع الورق ، حيث يتضح من الجدول تغير درجة الرقم الهيدروجيني من ٥ ـ ٨ ، واحتواء المياه على نسبة عالية من الجسيمات العالقة التي تصل تراكيزها بالمياه إلى ٨٠٠٠ ملجم/ لتر بينما تصل تراكيز الجسيمات الصلبة المذابة إلى ٤٠٠٠ ملجم/ لتر ، بالإضافة إلى تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين التي تصل إلى ٧٠٠ ملجم/ لتر وهناك تراكيز الكبريتات والفوسفات والكلوريدات والعناصر الثقيلة .

بينما يبين جدول رقم (١٢) أن حجم النفاية المحسوب للمياه الصناعية المتولدة عن الصناعة يبلغ حوالي ٥ أمتار مكعبة / طن منتج من الورق ، وهي أقل بكثير عن القيمة الموجودة بجداول

حسابات التقدير السريع ، والتي تصل إلى ٢٢ مترا مكعبا/ طن منتج ، ويرجع هذا النقص في كمية المياه الصناعية المتولدة لقيام الشركة بإعادة استخدام المياه لأكثر من مرة في الصناعة ، وذلك بهدف التقليل من النسبة المفقودة من ألياف السليولوز وهي المادة الخام المستخدمة في الصناعة . وهذا يجعل أيضا معامل التلوث المحسوب بالنسبة للجسيمات الصلبة العالقة أقل بكثير من المبين بجداول حسابات التقدير السريع .

وتعتبر عملية التقليل من نسبة ألياف السليولوز الموجودة بالمياه الناتجة عن مصانع الورق أهم مراحل المعالجة للمياه الصناعية ، وهذا يتم بإعادة استخدام المياه الناتجة أكثر من مرة في العملية الصناعية ، وذلك للتقليل من نسبة الفاقد من ألياف السليولوز ، ولكن هذا يتوقف على نوعية الورق المنتج ، ففي حالة إنتاج أنواع من الورق الأقل جودة كورق التغليف فإن عملية إعادة استخدام المياه لأكثر من مرة تعتبر مناسبة ، أما في حالة إنتاج الأصناف الجيدة من الورق كورق الكتابة والمناديل الورقية فإن عملية إعادة استخدام المياه لأكثر من مرة تعتبر غير مناسبة لتأثيرها على جودة الورق المنتج .

وإذا كانت عملية إعادة استخدام المياه مناسبة لنوعية المنتج فإنه يمكن إعادة ما يقرب من ٧٥٪ من المياه المتولدة عن الصناعة واستخدامها مرة أخرى ، أما في حالة عدم ملاءمة عملية استرجاع المياه للمنتج فإنه يمكن التقليل من نسبة الفاقد لألياف السليولوز ، وذلك بفصلها عن المياه بوساطة نظام معالجة خاص يحتوي على مراحل متعددة من الترسيب والترشيح ، وفي عملية الترسيب يمكن استخدام خزانات خاصة لترسيب المواد العالقة من المياه الصناعية باستخدام المواد الكيماوية المساعدة مثل هيدروكسيد الكالسيوم ، وهذا يعمل أيضا على ترسيب المواد الغروية والتقليل من تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين بجانب ترسيب ألياف السليولوز ويمكن التقليل من تراكيز الحاجة البيولوجية للأكسجين بهذه الطريقة بنسبة قد تصل إلى ٤٥٪ بل يمكن زيادة النسبة إلى ٨٨٪ في حالة إتمام عملية المعالجة البيولوجية[١٢] . وينتج عن عملية المعالجة السابقة كمية من الحمأة التي يمكن استخدامها لإنتاج أنواع خاصة من الورق المعرج لاحتوائها على نسبة عالية من ألياف السليولوز ، وهذه الطريقة تستخدم في عدة دول منها ألمانيا وتشيكوسلوفاكيا والسويد . . وغيرها .

ويعتبر تعدد الألوان من الصفات المميزة للمياه المتولدة عن مصانع الورق بجانب وجود النسب العالية من ألياف السليولوز ، وذلك نتيجة استخدام مواد الصباغة لإنتاج الأنواع المتعددة

من الورق الملون . ويمكن التغلب على مشكلة وجود الألوان بالمياه الصناعية بإزالتها بوساطة عملية التبادل الأيوني أو الامتصاص على الكربون النشط أو باستخدام الأوزون وهي نفس الطرق المستخدمة في إزالة الألوان من المياه الصناعية المتولدة والتي سبق إيضاحها في صناعة النسيج والصناعات الأخرى .

ثامنا: مصانع سحب الألمنيوم والطلاء الكهربائي:

تعتمد عملية الطلاء الكهربائي بشكل كبير على نوعية العنصر المراد الطلاء به وأسطح المشغولات المراد طلاؤها وطبيعة الأحواض المستخدمة في عملية الطلاء . ومن أملاح المعادن الشائعة الاستخدام في عملية الطلاء الكهربائي النحاس والنيكل والكروم والكادميوم . . وغيرها .

ويوجد بالكويت بعض المصانع التي تقوم بإنتاج وطلاء المشغولات الحديدية كمصانع الأثاث المعدني ومصانع إنتاج برادات المياه المتنوعة . . وغيرها .

وتتولد المياه الصناعية في عملية الطلاء الكهربائي بنسبة كبيرة من عمليات المعالجة الأولية لأسطح المشغولات كعملية إزالة الدهون والشحوم والزيوت والجسيمات العالقة وغيرها باستخدام المنظفات أو أحواض الصودا الكاوية والأحماض ، وغالبا ما يستخدم حمض الكبريتيك والنيتريك والفوسفوريك في العملية ، لذا فإن المياه الصناعية المتولدة عن عملية معالجة أسطح المشغولات ، إما أن تكون شديدة الحمضية أو القاعدية تبعا لنوعية الأحواض المستعملة . وغالبا ما تستخدم أحواض السيانيد في عمليات الطلاء المختلفة وذلك لإعطائه للأسطح اللمعان والبريق ، ومن هنا فإن نوعية المياه الصناعية الناتجة عن المصانع تعتبر من النوعية الخطرة التي لا يجب صرف نفاياتها مباشرة للمجاري العامة دون معالجة .

وتعتبر العناصر الثقيلة من الملوثات المميزة للمياه الناتجة عن عملية الطلاء الكهربائي بصفة عامة ، كما أن هناك بعض العمليات الصناعية التي يمكن إجراؤها على أسطح بعض المشغولات وتكون مياهها الصناعية لها نفس مواصفات مياه الطلاء الكهربائي ومنها عمليات الأنودة أو الفسفتة .

ففي عملية الفسفتة[١٣] Phosphating Process يتم معالجة أسطح المشغولات بأملاح الفوسفات لإكسابها طبقة أساسية تكون لازمة لإجراء بعض عمليات الطلاء الأخرى ، كالطلاء

الأصباغ أو إكساب الأسطح طبقة من السيراميك أو الزجاج Glazing ، ولا توجد بالمناطق الصناعية التي شملتها الدراسة أي مصنع يقوم بعملية فسفتة للأسطح ولكن توجد بعض المصانع التي تقوم بعملية الأنودة والطلاء الكهربائي .

أما عملية الأنودة Anodizing Process فهي عبارة عن أكسدة كهربائية لأسطح المعادن ، وذلك بتحويل الطبقة السطحية للمشغولات التي يتم أنودتها إلى أكاسيد المعادن غير القابلة للذوبان ، وبالتالي تعمل الطبقة المؤكسدة على إكساب الأسطح الصلادة واللمعان والبريق خاصة للبروفيلات المستخدمة في أغراض الديكور .

وتتم عملية الأنودة باستخدام المشغولات المراد أنودتها كأقطاب سالبة Anodic في محلول مخفف من حمض الكبريتيك أو الكروميك ، على أن يتم تنظيف تلك الأسطح جيدا من المواد الزيتية والشحوم العالقة بها قبل إتمام عملية الأنودة ، ويمكن استخدام الأصباغ العضوية في إحدى مراحل المعالجة لإنتاج أسطح مأنودة ذات ألوان مختلفة مثل اللون الذهبي أو البني ، وهي ألوان مناسبة لاستخدامات الديكور ، ويعتبر عنصر الألمنيوم الأكثر شيوعا واستخداما لعمليات الأنودة .

وتعتبر أيونات الكروم السداسية السامة من الملوثات الأساسية الناتجة عن عملية الأنودة للألمنيوم ويمكن إزالة تلك الأيونات بامتصاصها على أسطح بعض المواد الكيماوية ، أما الأيونات التي لا يمكن امتصاصها فيمكن التقليل من تأثيرها السام بتحويلها لأيونات الكروم الثلاثية باستخدام كلوريدات الحديديك أو بيكربونات الصوديوم .

ويبين جدول رقم (٩) مواصفات المياه الصناعية المتولدة من أحد مصانع الطلاء الكهربائي ومن أحد مصانع الألمنيوم التي يوجد لديها أحواض لأنودة البروفيلات المنتجة من الألمنيوم .

ويتضح من الجدول أن حمل النفاية للمياه بمصانع الطلاء الكهربائي أقل بكثير من حمل النفاية للمياه بمصانع سحب الألمنيوم ، وهناك تغير في درجة الرقم الهيدروجيني بجانب وجود تراكيز عالية للجسيمات الصلبة العالقة والمذابة والكبريتات ، بالإضافة إلى الملوثات من العناصر الثقيلة والتي تعتبر الصفة المميزة للمياه الصناعية المتولدة عن مصانع الطلاء الكهربائي أو من المصانع التي تقوم بعملية الأنودة للأسطح .

وتعتبر عملية الترسيب الكيماوي للعناصر الثقيلة من أهم الطرق استخداما لمعالجة المياه الصناعية المتولدة عن تلك المصانع حيث يتم الترسيب على هيئة هيدروكسيد العنصر ، وهذا يتطلب ضرورة معرفة درجة الرقم الهيدرجيني التي يحدث عندها ترسيب هيدروكسيد العنصر .

ويعتبر هيدروكسيد الكالسيوم من أرخص المواد المرسبة والمستخدمة لعملية الترسيب ويمكن أن تتم عملية الترسيب بطريقتين ، إحداهما تتم على فترات زمنية متباعدة ، والأخرى بصفة مستمرة ، وذلك تبعا لحجم المياه الصناعية المتولدة عن الصناعة . فعندما يكون حجم المياه الصناعية المراد معالجتها مساويا أو أقل من مائة متر مكعب يوميا ، ومواصفاتها الفيزيائية والكيميائية غير ثابتة بل تتغير يوميا فإن طريقة الترسيب على فترات تعتبر مناسبة .

أما إذا كان حجم المياه المراد معالجتها أكبر من ذلك ومواصفاتها ثابتة تقريبا فإن طريقة الترسيب المستمرة تعتبر مناسبة ، وفي الحالة الأولى يتطلب لعملية المعالجة حوضين ، أحدهما يستخدم لتجميع المياه الناتجة عن العملية الصناعية ، والآخر تتم فيه عملية الترسيب بعد ضبط درجة الرقم الهيدروجيني اللازمة لترسيب العنصر بواسطة الحمض أو هيدروكسيد الكالسيوم ، ويتم تقليب المياه في حوض الترسيب لحوالي ٣٠ دقيقة ثم تترك المياه للترسيب في الخزان لمدة تتراوح من ٣ ـ ٨ ساعات ، ثم يفصل الراسب وتصرف المياه للمجاري بعد التأكد من مطابقة تراكيز العناصر الثقيلة بها للحدود المقبولة لصرفها بالمجاري .

أما طريقة الترسيب المستمرة فهي مماثلة للطريقة السابقة إلا أنها تتم بصورة مستمرة ، ويضاف إلى الحوضين السابقين حوض آخر للترويق ونظام أتوماتيكي لإضافة الحمض أو القلوي اللازم ، ومقياس درجة الرقم الهيدروجيني بصفة مستمرة(١٤) .

ولم نتمكن من حساب حجم النفاية للمياه ومعاملات التلوث الأخرى لهذه الصناعة ومقارنتها بالقيم المذكورة بجداول حسابات التقدير السريع ، وذلك لتعذر معرفة مساحة أسطح المشغولات التي يتم طلاؤها أو كمية الأنود المستخدم ، وذلك لتعدد أنواع المشغولات واختلاف أشكال أسطحها وتنوع وقلة الكميات المستهلكة من الأنود ، حيث لا تتعدى الكميات (الأنود) مجتمعة الكيلوجرام/ السنة ، ويقاس حجم النفاية ومعاملات التلوث الأخرى للمياه في جداول التقدير السريع للصناعة بالمتر المكعب لكل متر مربع يتم طلاؤه أو بالمتر المكعب لكل طن من الأنود المستخدم .

تاسعا: صناعة الأكاسيد المعدنية والأصباغ:

تختلف العملية الصناعية في مصانع إنتاج الأكاسيد المعدنية Pigment عنها بمصانع إنتاج الأنواع المختلفة من الأصباغ ، فبينما نجد العملية الصناعية في مصانع الأكاسيد تتلخص في

معالجة المعادن المراد تحضير أكاسيدها كالحديد أو الرصاص وغيرها بالأحماض وترشيح المحلول الناتج عن عملية المعالجة لفصل الراسب ثم تجفيفه وطحنه ، نجد العملية في مصانع إنتاج الأصباغ تتلخص في تحضير المواد الأولية الخام وخلطها جيدا وتعبئتها .

وتتميز المياه الصناعية الناتجة عن مصانع تحضير الأكاسيد المعدنية باحتوائها على نسب عالية من الأحماض والكبريتات والكلوريدات وأملاح الحديد والرصاص والكروم ، بينما تتميز المياه الصناعية المتولدة عن مصانع إنتاج الأصباغ باحتوائها على نسب عالية من المذيبات المستخدمة في العملية الصناعية كالكيروسين والذيلين والتلوين بالإضافة إلى العناصر الثقيلة .

وتعتبر عملية الترسيب الكيماوي من أهم الطرق المستخدمة لمعالجة المياه المتولدة عن مصانع إنتاج الأكاسيد المعدنية والأصباغ لاحتوائها على نسب مختلفة من العناصر الثقيلة ، وتختلف عملية الترسيب الكيماوي تبعا لنوعية وتراكيز العناصر الثقيلة المراد التخلص منها ومواصفات المياه التي يجب الحصول عليها بعد عملية الترسيب .

فإذا كان الغرض من عملية الترسيب هو استخلاص عنصر الرصاص ، فإن المياه في هذه الحالة يمكن معالجتها بمحلول بيكربونات الصوديوم أو هيدروكسيد الكالسيوم لتحويل أملاح الرصاص الذائبة في المياه إلى كربونات الرصاص غير القابلة للذوبان والتي يمكن فصلها بالترسيب ، وكذلك أملاح الباريوم الذائبة يمكن تحويلها إلى كبريتات الباريوم غير القابلة للذوبان في المياه وترسيبها وفصلها ، أما بالنسبة لأملاح الكروم السداسية فيمكن تحويلها لمركبات الكروم الثلاثية باستخدام أملاح الحديد الثنائية ثم ترسيبها بوساطة الجير الحي(١٤) .

ويبين جدول رقم (٩) مواصفات المياه الصناعية الناتجة عن مصنع إنتاج الأكاسيد المعدنية ، حيث يتضح من الجدول تغير درجة الرقم الهيدروجيني ما بين ٣ ـ ٥ ، ووجود تراكيز عالية من الجسيمات الصلبة العالقة والتي يصل تركيزها إلى ٧٠٠ ملجم/ لتر وتكون غالبيتها من بودرة الأكسيد المنتج ، بالإضافة إلى الكبريتات والنترات والعناصر الثقيلة الأخرى .

ويبين جدول رقم (١٠) مواصفات المياه الصناعية لأحد مصانع إنتاج الأنواع المختلفة من الأصباغ المائية والزيتية ، حيث تتكون المياه الصناعية المتخلفة عن الصناعة من طبقتين تتمثل في طبقة المذيبات Solvent - Based ، وطبقة المياه Water - Based ، حيث جمعت العينات من كل طبقة على حدة .

فبالنسبة لطبقة المياه Water - Based نجد درجة الرقم الهيدروجيني حوالي ٥ ,٥ بينما نجد

هذه القيمة تبلغ ٥ ,٦ لطبقة المذيبات Solvent - Based وتختلف تراكيز العناصر الثقيلة في كل من الطبقتين كما هو موضح بالجدول ، بالإضافة إلى احتواء طبقة المذيبات على نسبة كبيرة من المذيبات المستخدمة في العملية الصناعية كالكيروسين والتلوين والزيلين .

وتعتبر عملية الترسيب الكيماوي للعناصر الثقيلة بجانب عملية إعادة استرجاع المذيبات واستخدامها مرة أخرى من أهم طرق المعالجة للمخلفات الصناعية السائلة الناتجة عن مصانع إنتاج الأكاسيد المعدنية والأصباغ .

الاستنتاجات والتوصيات:

- تختلف كمية ونوعية وطبيعة المياه الصناعية الناتجة عن أي صناعة على نوعية الصناعة نفسها ، فالمياه الناتجة عن الصناعات الغذائية تختلف عن المياه الناتجة عن الصناعات الكيماوية أو المعدنية وغيرها . وتعتمد نوعية المياه بشكل كبير على نوعية وكمية المواد الخام والمنتجات بجانب العملية الصناعية والمعدات المستخدمة بها ، وتتولد المياه في أي صناعة بشكل عام من مياه التبريد ، أو من المياه التي قد تستخدم أثناء العملية الصناعية في نقل بعض المواد الخام ، أو من المياه المتولدة عن العملية الصناعية نفسها بما فيها الكميات المنسكبة من المواد الخام أو المنتجات بالإضافة إلى مياه الغسيل المختلفة لخطوط الإنتاج والخزانات والأرضيات .
- تتميز المياه الصناعية الناتجة عن الصناعات الغذائية بشكل عام باحتوائها على نسبة عالية من الزيوت والشحوم والدهون والبروتين والمواد الكربوهيدراتية ، بالإضافة إلى تراكيز عالية من الحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين وبالجسيمات العالقة ، وغالبا ما يتم معالجة هذه النوعة من المياه بفصل المواد الطافية والجسيمات العالقة عنها بوساطة عملية الطفو والترسيب والترشيح مستخدمين في ذلك شباك ومناخل التنقية الثابتة أو المتحركة ، بالإضافة إلى خزانات الترسيب والترويق ، كما قد يتم معالجة المياه بيولوجيا كالمياه الصحية ولكن غالبا ما تكون هذه المعالجة مكلفة اقتصاديا لاحتواء المياه على تراكيز عالية من الحاجة البيولوجية للأكسجين عادة ما تكون أعلى من التراكيز الموجودة بالمياه الصحية .
- تتشابه المياه الصناعية الناتجة عن مصانع إنتاج البروتين والدهون الحيوانية إلى حد كبير مع المياه الصناعية الناتجة عن مصانع تجهيز وتعبئة اللحوم ومسالخ ذبح وتجهيز الدجاج ، من حيث

احتواؤها على نسب عالية من الدماء والبروتين والدهون والزيوت والشحوم والشعر أو الريش ، بالإضافة إلى التراكيز العالية من الحاجة البيولوجية والكيميائية للأكسجين والجسيمات الصلبة العالقة .

- تتميز المياه الصناعية الناتجة من مصانع دباغة الجلود باحتوائها على نسب عالية من الدماء والقطع الصغيرة من الجلود والدهون والشحوم والشعر ، بالإضافة إلى الجسيمات الصلبة العالقة وآثار من المواد الكيماوية المستخدمة في مراحل الدباغة المختلفة والمحتوية على نسبة من العناصر الثقيلة ، وتتشابه المراحل الأولى لمعالجة المياه المتولدة عن مصانع الدباغة مع مراحل معالجة المياه الصناعية المتولدة عن مصانع إنتاج البروتين والدهون الحيوانية ، ومسالخ ذبح وتجهيز الدجاج ، ومصانع تجهيز وتعبئة اللحوم ، من حيث فصل الجسيمات الصلبة الكبيرة والصغيرة وترسيبها ، ويضاف إلى مراحل المعالجة السابقة بمصانع دباغة الجلود عملية إزالة الألوان والترسيب الكيماوي للعناصر الثقيلة .
- تتمثل مواصفات المياه الصناعية الناتجة عن مصانع المنظفات المختلفة باحتوائها على نسبة عالية من مادة الفوسفات المتعددة والمواد المنشطة والعناصر الثقيلة ، وعادة ما تكون المياه مشبعة بالصابون ، ويمكن إزالة مركبات الفوسفات بالترسيب باستخدام بعض المواد المرسبة مثل كبريتات الألمنيوم أو بطريقة التبادل الأيوني .
- يعتبر من أهم مواصفات المياه الصناعية المتولدة عن مصانع الأدوية احتواؤها على نسب مختلفة من المواد الكيماوية السامة ، خاصة مركبات السيانيد والمذيبات العضوية المستخدمة في الصناعة ، بالإضافة إلى العناصر الثقيلة والحاجة البيولوجية للأكسجين خاصة في حالة تحضير المراهم والمضادات الحيوية والأدوية المحتوية على نسب عالية من المواد العضوية ، ويمكن إزالة العناصر الثقيلة من المياه بالترسيب الكيماوي ، ويمكن التخلص من مركبات السيانيد في المياه بعملية الكلورة ، والمذيبات العضوية باسترجاعها وإعادة استخدامها مرة أخرى .
- تتميز المياه الصناعية المتولدة عن مصانع الورق بتعدد ألوانها واحتوائها على تراكيز عالية من الجسيمات الصلبة العالقة تكون معظمها من ألياف السليولوز ، حيث غالبا ما تصل النسبة المفقودة من هذه المادة في الصناعة إلى ١٥٪ ، وتهدف عملية المعالجة للمياه الصناعية لخفض تلك النسبة من المواد المفقودة ، وذلك إما بإعادة استخدام المياه الصناعية لأكثر من مرة في الصناعة للتقليل من النسبة أو بفصل ألياف السليولوز بوساطة نظام معالجة خاص ، أما

الألوان فيمكن إزالتها بالامتصاص على الكربون النشط أو بطريقة التبادل الأيوني أو باستخدام الأوزون .

- تتصف المياه الصناعية الناتجة عن مصانع النسيج بتعدد ألوانها ، واحتوائها على نسبة من المواد العضوية والعناصر الثقيلة ، ويعتبر الجير الحي من أهم المواد المستخدمة لمعالجة المياه الناتجة عن الصناعة لكفاءته في إزالة الألوان بجانب بعض المواد العضوية والعناصر الثقيلة ، كما يمكن إزالة الألوان من المياه بالامتصاص على الكربون النشط أو بطريقة التبادل الأيوني أو باستخدام الأوزون وكما هو متبع في معالجة المياه الصناعية بمصانع الورق .
- تتشابه المياه الصناعية الناتجة عن مصانع إنتاج الأكاسيد المعدنية مع المياه الناتجة عن مصانع الأصباغ ، وذلك بتعدد ألوانها واحتوائها على تراكيز عالية من الأحماض والمذيبات والكبريتات والكلوريدات وأملاح الحديد والرصاص والكروم والعناصر الثقيلة الأخرى والجسيمات الصلبة . وتعتبر عملية إزالة الألوان بالطرق السابق ذكرها وفصل العناصر الثقيلة بالترسيب الكيماوي أهم مراحل المعالجة للمياه بجانب استرجاع المذيبات وإعادة استخدامها مرة أخرى .
- تعتبر العناصر الثقيلة وتعدد الألوان وتغير درجة الرقم الهيدروجيني من أهم الصفات المميزة للمياه الصناعية الناتجة عن مصانع الطلاء الكهربائي وعملية الأنودة الكهربائية . ويمكن إزالة الألوان بإحدى الطرق التي تم إيضاحها من قبل بالكربون النشط أو التبادل الأيوني أو بالأوزون وغيرها ، بينما تعتبر عملية الترسيب الكيماوي من أهم الطرق المستخدمة لترسيب العناصر الثقيلة وإزالتها ، وغالبا ما تبدأ المعالجة بضبط درجة الرقم الهيدروجيني اللازمة لترسيب العنصر بوساطة الأحماض أو القلويات .

وتعتبر عملية ضبط الرقم الهيدروجيني نفسها إحدى مراحل الترسيب لأن معظم العناصر لا يتم ترسيبها إلا عند رقم هيدروجيني محدد ، ويمكن إتمام عملية المعالجة والترسيب على فترات متباعدة إذا كانت كمية المياه المراد معالجتها قليلة وتختلف مواصفاتها يوميا ، أما إذا كانت كمية المياه المراد معالجتها كبيرة ومواصفاتها شبه ثابتة فإن طريقة المعالجة المستمرة تكون أفضل تطبيقا ، وفي كلتا الحالتين تستخدم المواد الكيماوية المرسبة مثل الصودا الكاوية أو هيدروكسيد الكالسيوم وبيكربونات الصوديوم وغيرها ، وتفصل الرواسب عن المياه قبل صرفها للمجاري بعد التأكد من مواصفاتها .

ـ يمكن إعادة استخدام المياه الصناعية المتولدة عن بعض الصناعات الخفيفة ، كالصناعات الغذائية أو الورق وغيرها واستخدامها في أغراض الزراعة ، دون إجراء معالجة على المياه أو بعد معالجة أولية ، تتمثل في ضبط درجة الرقم الهيدروجيني وفصل الجسيمات الصلبة العالقة التي تتميز بها هذه المياه ، ولكن قبل استخدام المياه في الري يجب التعرف على نوعية التربة ومواصفاتها المختلفة رملية أو طينية حمضية أو قاعدية ، ودرجة النفاذية والمسامية ونسبة الرطوبة وارتفاع منسوب المياه الجوفية ، وبمعرفة هذه العوامل يمكن تحديد كميات المياه اللازمة وطريقة الري المناسبة .

ونظرا لما تتميز به التربة الرملية عموما بأن معدل ترشيحها للمياه أسرع من التربة الطينية ، كما أن معدل تحلل المواد العضوية بها أقل من التربة الطينية ، لذا تعتبر طريقة الري بالرش أنسب الطرق استخداما لهذه المياه ، وذلك لقلة معدلات استهلاك المياه بها مما يساعد على عدم وصولها إلى أعماق التربة .

ـ أهمية الاعتماد على نتائج الدراسات العملية للتعرف على حجم النفاية ونوعية ومواصفات المياه الصناعية لباقي الصناعات الأخرى التي لم تشملها الدراسة الحالية ، والأخذ في الاعتبار بنتائج الدراسات والقياسات العملية في دراسات المردود البيئي للمنشآت الصناعية وعدم الاعتماد فقط على نتائج حسابات التقدير السريع نظرا للفرق الواضح بين القيم المقاسة والمحسوبة عمليا والموضوعة من قبل منظمة الصحة العالمية ، لحجم النفاية ومعاملات التلوث للملوثات الأخرى بالمياه الصناعية المتولدة عن معظم الصناعات الخفيفة السائدة بالمناطق الصناعية التي يتضمنها المخطط الهيكلي لدولة الكويت ، وهذا الاختلاف الواضح يرجع إلى أن الكثير من الصناعات الخفيفة التي شملتها الدراسة ، كثيرا ما تعتمد في عملياتها الصناعية على المواد الخام شبه الجاهزة ، والمثال على ذلك الاعتماد في مصانع العصائر على مركزات الفواكه المتنوعة والمستوردة جاهزة ، ولا توجد مصانع تعتمد على إنتاج تلك المركزات من الفواكه الطبيعية ، بينما قد نجد هذا في المصانع المذكورة بجداول حسابات التقدير السريع ، وكذلك بالنسبة لمصانع تعبئة منتجات اللحوم حيث غالبا ما نجدها تعتمد على اللحوم الجاهزة المستوردة أو المذبوحة خارجها ، بينما قد يتم ذبح وتجهيز اللحوم في المصانع المذكورة بجداول التقدير السريع . بالإضافة إلى ذلك فإن معظم المصانع بالمناطق الصناعية لا تتوافر بها أنظمة التحكم أو معالجة المياه الصناعية . . وغيرها .

المصطلحات والتعاريف(١٧، ١٦، ١٥، ٣):

ـ **تلوث المياه** Water Pollution : هو كل تغيير يحدث في الصفات الطبيعية أو الكيميائية أو البيولوجية للمياه بحيث يحد من صلاحيتها أو يجعلها غير صالحة للاستعمالات المختلفة ، ويمكن تعريف **تلوث المياه** بتسرب أو وصل المواد الملوثة إليها مما يضعف من خواصها المفيدة ، والملوثات إما أن تكون ملوثات فيزيائية مثل المواد الصلبة العالقة ، والمواد المشعة والملوثات الحرارية ، أو ملوثات بيولوجية كالكائنات الدقيقة ، أو ملوثات كيميائية كالمواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي ، والمبيدات والمغذيات غير العضوية والأملاح الذائبة ، والمواد الحمضية والقلوية ، أو المواد السامة والعناصر الثقيلة . . وغيرها .

ـ **النفايات الصناعية السائلة** Industrial Waste Water : نفايات تتولد عن الأنشطة الصناعية المختلفة ، وتحتوي على تراكيز من المواد العضوية وغير العضوية تختلف تبعا لنوع الصناعة والعملية الصناعية والمواد الخام ، وقد تتغير تراكيزها من وقت إلى آخر في نفس الصناعة تبعا لتغير ظروف التشغيل ، فالنفايات المتولدة عن الصناعات الغذائية كالألبان والمشروبات الغازية وتجهيز وتعبئة الخضراوات والفواكه واللحوم وغيرها تختلف عن النفايات المتولدة عن بعض الصناعات التعدينية والكيميائية كالطلاء الكهربائي وصناعة النسيج ودباغة الجلود والأسمدة الكيميائية . . وغيرها .

ـ **عامل التلوث** Pollution Factor(2) : هو كمية المادة الملوثة أو مجموعة المواد الملوثة التي تطلقها صناعة ما في البيئة (مباشرة أو بطريق غير مباشر ، خلال مجاري البلدية أو شبكة جمع النفاية البلدية ومعالجتها) ، لكل وحدة من وحدات السلعة المنتجة أو لكل وحدة من وحدات المادة الخام المستهلكة ، حسب نوع الصناعة أو طريقة حساب **عامل التلوث** .

ـ **حمل التلوث** Pollution Load(2) : هو الكمية الكلية للمادة أو مجموعة المواد الملوثة التي تطلقها صناعة ما أو مجموعة من الصناعات في البيئة (مباشرة أو بطريق غير مباشر ، خلال مجاري البلدية أو شبكة جمع النفاية البلدية ومعالجتها) ، في منطقة معينة خلال فترة زمنية معينة .

ـ **لون المياه** Color of Water : إحدى الملوثات الفيزيائية Physical Pollutants للمياه ، نظرا لأن المياه النقية شفافة لا لون لها ، ولكن قد تأخذ المياه في بعض الحالات ألوانا متعددة نتيجة وجود بعض المواد العضوية أو غير العضوية المذابة أو التي على شكل معلق غروي Colloidal .

والنفايات الصناعية السائلة يتغير لونها تبعا لمصدرها ، فالمياه المتولدة من صناعة المنسوجات تكون ذات ألوان مختلفة عن المياه الصناعية المتولدة من صناعة دباغة الجلود أو الصناعات الغذائية . . وغيرها .

ـ **رائحة المياه** Odor of Water : إحدى الملوثات الفيزيائية Physical Pollutants للمياه ، وتتولد فيها بسبب وجود المواد العضوية المتحللة ، خصوصا عند فقد أو نقصان الأكسجين الذائب في المياه ، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث عمليات تحلل لا هوائية وإنتاج راوئح كريهة ، أو قد تتولد نتيجة تسرب الملوثات المختلفة للمياه كالغازات المذابة بها مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S والمواد العضوية المتطايرة .

والنفايات الصناعية السائلة تكون عادة عديمة الرائحة أو يكون لها رائحة مميزة خاصة تعتمد على نوعية الصناعة ، أما النفايات المنزلية السائلة الطازجة فقد تكون بها رائحة العفونة غير المنفرة ولكن بمرور الوقت تزداد شدة الرائحة وتصبح غير مستحبة بسبب التحللات البكتيرية اللاهوائية للمواد العضوية بها .

ـ **درجة حرارة المياه** Water Temperature : تعتبر درجة حرارة المياه من الفحوصات الفيزيائية التي تجرى عادة عليها ، للحكم على مدى صلاحيتها أو عدم صلاحيتها للاستعمالات المختلفة (للشرب ، الصناعة ، الزراعة . . وغيرها) ، أو لمعرفة درجة ونوعية التلوث للمياه ، وللتأكد من كفاءة عمليات المعالجة وغيرها .

ولأهميتها لابد من قياسها عند إجراء فحوصات المياه في موقع أخذ العينات باستخدام ترمومتر Thermometer ذومجال يتراوح بين (- ٥° م) و(+ ٥٠°م) ، وعند قياس درجات حرارة المياه عند الأعماق تستعمل ترمومترات خاصة ، وتكون درجة حرارة المياه على السطح أعلى من درجة المياه الموجودة على عمق ، وتقل درجات الحرارة كلما زاد عمق المياه .

ـ **عكارة المياه** Turbidity of Water : هي إحدى الملوثات الفيزيائية Physical Pollutants للمياه ، وتعرف عكارة المياه بقدرتها على بعثرة الضوء الساطع عليها ، وتتولد العكارة بالمياه نتيجة تواجد المواد العضوية والأحياء الدقيقة والمواد الصلبة الغروية العالقة Colloidal وغيرها بالمياه ، حيث تقوم هذه المواد بامتصاص أو تشتيت الضوء النافذ لها . وتتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها ، وعادة ما تكون النفايات المنزلية السائلة عكرة ، في حين أن النفايات الصناعية السائلة قد تكون عكرة أو شفافة تبعا لنوع الصناعة ،

ويمكن التحكم في عكارة النفايات السائلة بإجراء عمليات التجميع أو الترسيب أو الترشيح وغيرها من العمليات الصناعية .

ـ الرقم الهيدروجيني للمياه pH of Water : إحدى الخواص الفيزيائية للمياه ، ويدل على درجة حموضة أو قاعدية المياه ، وقد عرف بأنه اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين .

$$pH = Log [1 / H^+] = - Log H^+$$

ويمكن قياس الرقم الهدروجيني بوساطة أجهزة الـpH الخاصة التي تعتبر أكثر دقة ، وتعتمد الطريقة على قياس الجهد الكهربائي بين محلولين ذوي معدلات تركيز بروتونات مختلفة باستعمال Electrode ، ويتم معايرة الجهاز باستعمال محاليل ذات تركيزات معروفة لأيونات الهيدروجين ويقاس الرقم الهيدروجيني للمياه الصناعية بالمواقع نفسها .

ـ الحاجة البيوكيميائية للأكسجين[١٧] Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) : هي مقياس لكمية الأكسجين اللازمة للأكسدة البيولوجية للمواد العضوية الممثلة للملوثات العضوية في النفايات السائلة ، حيث إن المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي في النفايات السائلة تتأكسد بيولوجيا بوساطة الكائنات الدقيقة الهوائية متباينة التغذية ، وكمية الأكسجين المستهلكة في العملية تسمى بالحاجة البيوكيميائية للأكسجين ويرمز لها BOD ، ويعطي الأكسجين المستهلك حيويا ، مؤشرا جيدا على درجة تلوث المياه بالمواد العضوية ، فكلما كانت كمية الأكسجين المستهلكة حيويا عالية كلما كانت المياه ملوثة بدرجة كبيرة ، وتعتمد كمية الأكسجين المستهلكة حيويا على عدة عوامل منها ، نوعية وكمية الكائنات الحية الدقيقة في المياه ، نوعية المواد العضوية التي تحتويها المياه والفترة الزمنية التي تتعرض لها للتحلل ، كمية الأكسجين المذابة في المياه ، درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني للمياه ، مدى توافر المواد السامة التي تؤثر في عملية التحلل .

ـ الحاجة الكيميائية للأكسجين[١٧] Chemical Oxygen Demand (COD) : تلعب المواد العضوية في المياه مؤشرا أساسيا لتحديد درجة تلوثها ، وذلك لاستهلاكها كميات من الأكسجين أثناء عملية تحللها ، أي أن هناك علاقة بين درجة تلوث المياه ودرجة استهلاك الأكسجين بها ، وتعتبر إحدى طرق تعيين درجة استهلاك الأكسجين في المياه . ولقياس كل المواد العضوية القابلة

وغير القابلة للتحلل البيولوجي في عينة ما من النفايات السائلة ، يتم إجراء اختبار لقياس الحاجة الكيميائية للأكسجين في وقت قصير لا يتعدى ٣ ساعات ، وفي هذا الاختبار يتم أكسدة كل المواد العضوية في العينة باستخدام عامل مؤكسد قوي ، عادة ما يستخدم بيكورمات البوتاسيوم في وجود وسط حمضي عند درجة حرارة عالية ولمدة ٣ ساعات ، وقد تستخدم نترات الفضة كعامل مساعد في حالة وجود بعض المواد العضوية الخاصة وتبين المعادلة التالية هذا التفاعل :

$$\text{Organic Matter} + Cr_2O_7^{2-} \text{ (Heat + Catalyst)} \longrightarrow Cr^{3+} + CO_2 + H_2O$$

وتكون قيم الحاجة الكيميائية للأكسجين COD أكبر من قيم الحاجة البيوكيميائية للأكسجين في خمسة أيام BOD_5 ، لأنها تشمل أكسدة كل المواد العضوية بالنفايات السائلة ، أي تعطي كمية الأكسجين اللازمة لأكسدة حوالي ٩٥ - ١٠٠٪ من المواد العضوية الموجودة بالنفايات ، كما أنه يمكن إيجاد علاقة بين COD ، BOD_5 لبعض أنواع من النفايات السامة .

ـ **المواد الصلبة العالقة** Suspended Matter : مواد تتواجد في الأجسام المائية (البحار والمحيطات) أو في النفايات السائلة ويكون مصدرها ، إما من التربة أو بعض النفايات الصناعية ذات المحتوى العالي لهذه المواد . وتتسبب المواد العالقة في زيادة العكارة ، وتقليل نفاذ الجسم المائي للضوء مما يؤدي لعرقلة عملية البناء الضوئي فيه ، والتأثير على الإنتاج البيولوجي وإيقافه في حالات التلوث الشديدة .

وفي حالة التراكيز العالية للمواد الصلبة العالقة ، يكون تأثيرها ضارا على أعضاء التغذية والخياشيم والعيون عند الأسماك ، وعند رسوبها للقاع فإنها تؤثر على البيئة القاعية وقد تدفن بعض أحياء القاع .

ـ **مواد قابلة للترسيب** Settable Material : تمثل المواد القابلة للترسيب جميع المواد ذات الكثافة الأعلى من كثافة المياه (رملية ، طينية ، عضوية . . وغيرها) سواء كانت هذه المياه صالحة للشرب أو مياها متخلفة (عادمة) ، وتختلف نوعية المواد القابلة للترسيب الموجودة بالمياه على نوعية المياه ، فالمياه المتولدة من الصناعات الغذائية مثلا تحتوي على مواد قابلة للترسيب تختلف عن المياه المتولدة من مصانع إنتاج الورق أو دباغة الجلود . . وغيرها .

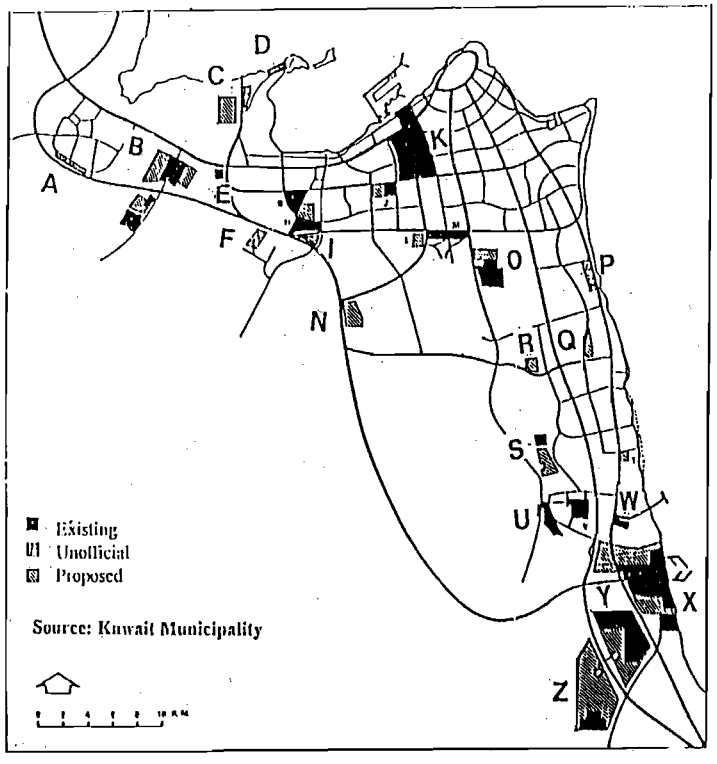
الخلاصة:

تختلف كمية ونوعية وطبيعة المياه الصناعية المتولدة عن أي صناعة على نوعية الصناعة نفسها ، وتعتمد بشكل كبير على طبيعة ونوعية وكمية المواد الخام والمنتجات بجانب المعدات والعملية الصناعية المستخدمة ، وتتولد المياه الصناعية بشكل عام من مياه التبريد أو من المياه التي قد تستخدم أثناء العملية الصناعية في نقل بعض المواد الخام ، والمياه المتولدة من مراحل العملية الصناعية نفسها بما فيها الكميات المنسكبة من المواد الخام والمنتجات ، بالإضافة إلى مياه غسيل خطوط الإنتاج والخزانات والأرضيات .

وتتميز المياه الصناعية بشكل عام بتعدد ألوانها واحتوائها على تراكيز مختلفة من الأحماض والمذيبات والزيوت والشحوم والدهون والبروتين والمواد العضوية والكربوهيدراتية والحاجة البيولوجية الكيميائية للأكسجين والجسيمات العالقة والمذابة والعناصر الثقيلة ، والكبريتات والكلوريدات والفوسفات والنترات والسيانيد . . وغيرها .

وتعتمد المراحل اللازمة لعملية المعالجة وطريقة تنفيذها على حجم ومواصفات ونوعية المياه المراد معالجتها ، ودرجة النقاوة المطلوبة للمياه المعالجة ونوعية استخدامها أو طريقة تصريفها بعد المعالجة ، وتشتمل عملية المعالجة بالنسبة للمياه الصناعية على إحدى عمليات المعالجة من الترسيب والترويق والطفو والتجميع والامتصاص على الكربون النشط أو الترشيح والفلترة والمعادلة والتبخير وعملية التبادل الأيوني أو استخدام الأوزون والكلورة أو الترسيب الكيماوي للعناصر الثقيلة أو عملية استرجاع المذيبات وغيرها . أما الحمأة الناتجة عن بعض مراحل المعالجة السابقة فيمكن معالجتها بعملية التحلل اللاهوائي أو تجفيفها أو حرقها وغيرها .

وقد أوضحت الدراسة أهمية استخدام نتائج الدراسات العملية في تنفيذ دراسات المردود البيئي وعدم الاعتماد فقط على القيم المذكورة بجداول حسابات التقدير السريع والموضوعة من قبل منظمة الصحة العالمية وذلك لوجود اختلاف كبير بين القيم المقاسة والنظرية .



Location of Industrial Area in the Metropolitan Area.

- **A** Jahra South
- **B** Umghara
- **C** Doha Storage
- **D** Doha Yards
- **E** Umghara East
- **F** Sulaibiya Farms
- **G** Sulaibiya North
- **H** Sulaibiya South
- **I** Shadadiya
- **J** Ardiya
- **K** Shuwaikh / Rai
- **L** Jleeb Al Shuyoukh
- **M** Oudhailiya
- **N** Sayid Al Awzzm
- **O** Subhan
- **P** South Sabah Al Salem
- **Q** Fneitees
- **R** West Fneitees
- **S** West Riqqa
- **T** Abu Halifa
- **U** Ahmadi West
- **V** Ahmadi East
- **W** Fahaheel
- **X** Shuaiba
- **Y** Mina Abdullah
- **Z** West Mina Abdullah

Sampling Sites

Area	Industry	No.
B	Poultry Processing	1
F	Dairy Products	1
H	Alfalfa "Protein", Fats	1
	Leather Tanneries	1
K	Sesame Processing	1
	Ice Cream	1
	Flour Mills Products	1
	Electro Plating	1
	Meat Packing	1
	Painting	1
	Detergent Powder	1
O	Soft Drinks Factory	3
	Dairy Products	1
	Aluminum Extrusion	1
	Meat Packing	1
	Cakes and Biscuits	1
	Textiles	2
	Pigment	2
	Pharmaceuticals	1
Y	Paper Mills	1
	Total Industries	**24**

Figure 1. Location map showing industrial areas and sampling sites in the Metropolitan Area of Kuwait.

Table (1)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Soft Drinks Industry (mg/L)

Pollutant	Soft Drinks Factory No. (1)			Soft Drinks Factory No. (2)			Soft Drinks Factory No. (3)		
Waste Voulme (m^3/ year)	12.000			43.000			80.000		
pH	13			6.5-12			3 - 9		
E. Conductivity	3.000	3.233*	3.500	1.400	1.633	2.100	n.d.		
Total Alkalinity	360	982	2.055	60	283	670	n.d.		
Total Hardness	200	1.540	3.060	200	965	2.900	n.d.		
TSS	n.d.			n.d.			128	307	436
TDS	2,048	2.144	2.240	896	1.045	1.344	n.d.		
BOD_5	70	106	130	50	83	150	110	125	140
SO_4^{2-}	148	155	162	130	130	217	43	226	454
NO_3^-	15	23	52	5	36	151	6	427	57
PO_4^-	3	3.6	7	1.6	3.7	5.5	4	9	16
CL^-	40	77	140	30	75	150	n.d.		

n.d. = not determined

* Average

Table (2)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Dairy Products Industry (mg/L)

Pollutant	Fresh Milk			Powder Milk			Ice Cream		
Waste Voulme (m^3/ year)	296.000			120.000			50,000		
pH	4.4 - 5.5			5 - 8			4.5 - 5,8		
E. Conductivity	2.200			1.150	1.617	2.100	2.200	2.700	3.200
Total Alkalinity	30	98*	220	310	660	1.010	50	73	90
Total Hardness	140	412	620	340	935	1,350	400	572	800
Fats, Oil & Grease (FOG)	753	28.745	4.410		n.d.		386	16.972	54,410
TSS		n.d.		484	570	656	4,396	6.577	9.778
TDS		n.d.		736	1.035	1.024		n.d.	
BOD_5	125	465	820	60	420	660	15	69	13
COD	1.964	2.299	2.634	126	n.d.			n.d.	
SO_4^{2-}	146	198	242	39	282	465	219	232	2,616
NO_3^-	26	48	80	8	77	154		n.d.	
PO_4^-	24	26	28		17	40		n.d.	
CL^-	129	373	625		n.d.		189	263	357

n.d. = not determined

* Average

Table (3)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Meat Packing and Poultry (mg/L)

Pollutant	Meat Packing Factory No. (1)			Meat Packing Factory No. (2)			Poultry		
Waste Voulme (m^3/ year)	14.000			42.000			30.00		
pH	5.4 - 7.2			5.5 - 6			5.5 - 7		
E. Conductivity	1.100	2.540	7.500	n.d.			n.d.		
Total Alkalinity	30	70	100	60	120	160	60	128	280
Total Hardness	172	215	300	160	286	460	140	292	480
Fats, Oil & Grease (FOG)	695	97.752	156,620	60	233.742	10.700	220	392	571
TSS	41	5.863	15,997	194	403	641	436	712	987
BOD_5	85	214	480	120	595	870	680	834	1.040
COD		n.d.		354	1.511	2289	2,288	3,878	4.976
SO_4^{2-}	9	108	149	109	140	169	134	160	211
NO_3^-	2	17	56	3	7	18	0.6	3	3.8
NH_3	0.4	7	15	3	6	9	3	7	9
PO_4^-	0.6	4	8		n.d.			n.d.	
CL^-	140	194	233	139	741	1.588	109	131	159

n.d. = not determined

* Average

Table (4)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Flour Mills, Cakes & Biscuits and Sesame Washing (mg/L)

Pollutant	Flour Mills			Cakes & Biscuits			Sesame Washing		
Waste Voulme (m^3/ year)	500.000			4.000			400		
pH	7.8 - 8.1			5 - 6			5 - 5.5		
E. Conductivity	n.d.			665	1.038	1.700	n.d.		
Total Alkalinity	130	133	138	n.d.			120	150	180
Total Hardness	260	3.582	6.940	2.840	3.170	3.500	720	860	1.000
Oil & Grease	24	29	33	n.d.			216	1.380	5.220
TSS	n.d.			835	1.892	1.540	492	4.842	16.930
TDS	33.600	37.690	41.760	426	665	1.088	n.d.		
BOD_5	n.d.			300	570	790	140	469	705
COD	n.d.			n.d.			3.583	3.782	3.982
SO_4^{2-}	2.037	2.549	3.100	112	317	542	280	245	309
NO_3^-	n.d.			24	114	247	16	16	17
NH_3	0.25	0.75	1.9	n.d.			7	14	18
PO_4^{3-}	1.2	3.2	5	6	17	49	n.d.		
CL^-	150	12.960	26.100	n.d.			200	2.986	6.303
Zn^{2+}	0.02	0.04	0.05	n.d.					
Fe^{3+}	0.03	0.8	1.6						
Pb^{2+}	4.5	5.35	6.2						
Cu^{2+}	0.003	1.02	2.3						
Cd^{2+}	0.14	0.17	0.2						

n.d. = not determined

* Average

Table (5)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Textile Industry (mg/L)

Pollutant	Cotton Process			Synthetic Process		
Waste Voulme (m^3/ year)	25.000			88.000		
pH	10 - 11.4			6.5 - 7		
E. Conductivity	3.600	5,250*	6.000	1.500	1.520	1.800
Total Alkalinity		n.d.		120	180	360
Total Hardness		n.d.		400	855	2.400
TSS	1.146	1.708	2.892		n.d.	
TDS	2.304	3.360	3.840	896	973	1.152
COD	803	1.391	1.990		n.d.	
SO_4^{2-}	310	545	852		n.d.	
NH_3		n.d.		113	281	350
PO_4^{3-}	6	7	8	24	52	71
CL^-		n.d.		20	32	50
Zn^{2+}	0.6	0.94	1.2		n.d.	
Ni^{2+}	0.05	0.09	0.14		n.d.	
Fe^{3+}	0.3	0.34	0.38		n.d.	
Cu^{2+}	0.12	0.19	0.26		n.d.	
$Cr_{(T)}$	0.03	0.05	0.09		n.d.	
Mn^{2+}	0.02	0.03	0.04		n.d.	

n.d. = not determined

* Average

Table (6)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Tanneries and Alfalfa Industry (mg/L)

Pollutant	Tanning			Alfalfa (Protein)		
Waste Voulme (m^3/ year)		81.000			22.000	
pH		7.5 - 9.5			7 - 8	
Total Alkalinity	80	100*	130	500	1.212	1.900
Total Hardness	1.100	1.464	1.900	200	640	1.300
Fats, Oil & Grease (FOG)	3	198	480	1.555	1.922	2.650
BOD_5	360	697	970	600	727	930
COD	5.976	6.714	8.267	10.853	17.152	24.572
SO_4^{2-}	1.321	1.705	2.231	63	97	167
NO_3^-	13	35	48	2	35	89
NH_3	13	44	67	424	522	682
PO_4^{3-}	6	17	8		n.d.	
CL^-	497	1.160	2.333	109	361	745
Fe^{3+}	19.2	30.3	41.4		n.d.	
Bb^{2+}	7.7	7.8	7.9		n.d.	
Cu^{2+}	24.5	26	27.5		n.d.	
$Cr_{(T)}$	0.009	12.2	26.4		n.d.	
Cd^{2+}	0.07	0.08	0.09		n.d	

n.d. = not determined

* Average

Table (7)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Detergents Industry (mg/L)

Pollutant	Liquid Detergents			Solid Detergents		
Waste Voulme (m^3/ year)		3.000			3.000	
pH		6.5			2.3 - 9	
E. Conductivity	1.500	1.750	2.000	1.500	5.176	13.00
Total Alkalinity	170	143	210	140	466	1.410
Total Hardness	260	1.470	2.400	950	2.260	4.300
TSS	282	309	336	182	963	2.560
TDS	1.280	4.800	3.520	1.078	15.051	57.043
SO_4^{2-}	3.066	4.057	5.047	236	842	2.103
NO_3	285	312	350		n.d.	
PO_4^{3-}	9	13	17	8	36	95
CL^-	30	35	50	109	711	1.836
Silicate		n.d.		3	22	56
Polyphosphates		n.d.		6	358	1.029
COD		n.d.		638	7.107	26,598
Zn^{2+}		n.d.		242	1.148	1.922
Pb^{2+}		n.d.		128	209	289
Ni^{2+}		n.d.		32.1	40.2	55.8
Cu^{2+}		n.d.		22	40.2	116
$Cr_{(T)}$		n.d.		27	55	69

n.d. = not determined

* Average

Table (8)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Pharmaceuticals and Paper Industry (mg/L)

Pollutant	Pharmaceuticals			Paper		
Waste Voulme (m^3/ year)		17.000			130.000	
pH		7.5 - 7.9			5.4 - 7.6	
E. Conductivity	1.900	2.600*	5.000	2.000	3.380	4.000
Total Alkalinity	50	85	130	90	398	600
Total Hardness	262	296	324	600	1.033	1.470
Oil & Grease	919	5.779	14.400	33	133	200
TSS	125	3.322	12.301	384	4.667	8.111
TDS		n.d.		2.000	3.350	4.000
BOD_5	20	60	125	130	516	695
COD		n.d.		4.794	6.684	8.160
SO_4^{2-}	80	200	322	200	371	764
NO_3^-	2	4	7	4.17	14.87	22.31
NH_3	1.7	7	14	0.24	0.55	0.83
PO_4^{3-}	0.8	0.83	1.5	8.8	15.35	20
CL^-	204	309	432	193	217	243
Zn^{2+}				1	2	3.4
Fe^{3+}				4.9	11.17	14.7
Pb^{2+}				0.09	0.04	0.05
Cu^{2+}				0.24	0.31	0.35
Ni^{2+}				0.1	0.17	0.2
$Cr_{(T)}$				0.07	0.11	0.14

n.d. = not determined

* Average

Table (9)

Average and Range of Pollutant Concentrations in Industrial Effluents From Electroplating, Aluminium Extrusion and Paint Industry (mg/L)

Pollutant	Al. Extrusion			Electroplating			Paints (Pigments)		
Waste Voulme (m^3/ year)	58.000			600			5.000		
pH	7.4 - 7.8			6.5 - 7.5			3 - 5		
E. Conductivity	n.d.			1.000	1.267*	1.600	n.d.		
Total Alkalinity	96	123	140	60	96	120	n.d.		
Total Hardness	n.d.			420	782	1.350	n.d.		
TSS	n.d.			178	219	208	200	512	772
TDS	n.d.			640	811	1.024	n.d.		
SO_4^{2-}	n.d.			173	211	250	6,356	25,252	47.930
NO_3^-	n.d.			10	19	25	33	137	340
PO_4^{3-}	n.d.			2	15	68	0.3	1.3	3
CL^-	n.d.			20	44	70	n.d.		
Zn^{2+}	0.01	0.39	1.2	0.15	0.41	0.7	0.2	1.8	0.72
Ni^{2+}	n.d.			4.41	8.25	17.78	1.5	4.1	7.6
Fe^{3+}	n.d.			1.58	3.53	7.75	600	836.8	1.143
Pb^{2+}	0.3	0.95	2.1	0.3	1.16	3.4	0.03	0.73	1.1
Cu^{2+}	0.01	0.07	0.2	1.96	4.9	9.7	0.04	0.13	0.26
$Cr_{(T)}$	0.07	0.18	0.16	15.6	25.43	44.1	0.11	0.48	0.33
AL_{3+}	0.13	0.45	1.85	n.d.			n.d.		

n.d. = not determined

* Average

Table (10)

Characteristics of Industrial Wastewater from Paints Plants

Parameter	Water- based	Solvent-based
Waste Volume (M3/Year)	25	120
pH	5.5	6.5 (Aqeous Layer)
Description	Suspension, One Layer	Suspension, 2 Layer
Odour	Odourless	Mainly Kerosene and Toluene Odour
Colour	Pale Brownish Withe	Pale brown colour
Total Solids	53.4%	26.5%
Major Constituents	–	(Kerosene - Toluene - Xylene) 19.1% of total mass 26% of liquid part
Minor Constituents	–	Butyl Acetate - Methyl Isobutyl ketone.
Metals (g/kg Suspensions)		
Fe^{3+}	2.14	0.64
Pb^{2+}	0.68	1.79
Zn^{2+}	0.44	0.24
$Cr_{(T)}$	3.55	0.06
Mn^{2+}	0.03	0.01

The I. R. Spectrum of the dry solid material showed the following constituents:

Major Constituents: Calcium and Barium Carbonate.

Minor Constituents: Chromium, Zinc, Lead as Oxides.

Table (11)

Standards of Industrial Effluens Characteristics Accepted for Discharge in Public Sewers & Discharge to the Sea (Conc. in mg/L)

Pollutant	Public Sewer*	Sea (11)
TSS	Max. 500	30
COD	Max. 750	200
BODs	250-400	–
Sodium	Max. 500	–
Phenol	–	1
PO_4^{3-}	–	0.5
CL^-	< 500	–
Zn^{2+}	Max. 0.01	–
Ni^{2+}	–	0.02
Fe^{3+}	< 3	2
Pb^{2+}	Max. 0.01	0.1
Cu^{2+}	Max. 0.01	0.1
$Cr_{(T)}$	–	0.3
Hg^{2+}	–	0.001
AL^{3+}	–	0.100
D. Oxygen	Min. 0.5	–
Oil & Grease	< 10	10
Detergents	–	1
Others:		
T(°C)	Max. 32	20 - 45
pH	6.5 - 7.5	5.5 - 9
E. Conductivity (moh-cm)	2.000 - 3.000	–

* Accepted for treatment in Ardiah treatment plant.

Industry & Process	Unit	Waste Volume M^3/Unit		BODs		COD		TSS		TDS		oil & Grease		NO3		SO_4^-		PO_4		CL	
		Calculated	who	Calculated	who	Calculated	who	Calculated	who	Calculated	who	Calculated	who	Calculated	who	Calculated	who	Calculated	who	Calculated	who
Soft Driuks Factory (3134)	Tons of Production	4.3	7.1	0.627	2.5	-	-	2.9	1.3	1.98	-	-	-	-	-	0.87	-	0.044	-	0.0308	-
Diary Products from Fresh Milk (3112)	T. of Fresh Milk Processed	8	2.4	$3.8x10^{-3}$	5.3	0.018	-	-	2.2	-	3.3	0.234	-	3.86	-	$1.6x10^{-3}$	-	$2.12x10^{-4}$	-	$3.03x10^{-3}$	-
Diary Products from Powder Milk (3112)	T. of Milk Processed	17	-	$7.11x10^{-3}$	5.3	-	-	$9.5x10^{-3}$	2.2	0.017	-	-	-	$1.3x10^{-3}$	-	$4.7x10^{-3}$	-	$2.81x10^{-4}$	-	-	-
Ice Cream (3112)	T. of Milk Processed	10	1.6	$6.4x10^{-4}$	0.8	-	1.4	0.065	0.24	-	-	0.169	-	-	-	$2.32x10^{-3}$	-	-	-	$2.64x10^{-3}$	-
Meat Packing (3111b)	T. of Meat Processed	18	9.3*	$5.47x10^{-3}$	6.3*	0.014	-	0,076	3*	-	-	2.3	2.8*	$3.42x10^{-3}$	-	2.01	-	$1.08x10^{-4}$	-	$6.9x10^{-3}$	-
Poultry Processing (3111C)	10^3 Birds	8	37.5	$6.6x10^{-3}$	11.9	0.0307	22.4	$5.57x10^{-3}$	12.7	-	15	$3.1x10^{-3}$	6.5	$2.38x10^{-3}$	-	$1.27x10^{-3}$	-	-	-	$1.06x10^{-3}$	-
Flour Mills Products (3116)	Tons Processed	2	0.65	-	1.14	-	-	-	1.62	0.072	-	$6.57x10^{-5}$	-	-	-	$4.9x10^{-3}$	-	$6.14x10^{-6}$	-	0.025	-
Textiles, Factory Cotton Process (3211C)	Tons of Product	357	317	-	155	0.5	-	0.61	70	1.2	205	-	-	-	-	0.2	-	$2.5x10^{-3}$	-	-	-
Leather Tanneries (3231)	T. of hides	8	20	$5.8x10^{-3}$	37	0.056	28	-	47	-	-	$1.66x10^{-3}$	-	$2.9x10^{-4}$	-	0.143	-	$1.46x10^{-4}$	-	$9.7x10^{-3}$	-
Alfalfa (Protein)	Tons of Protein Processed	7	-	$6.34x10^{-3}$	-	0.149	-	-	-	-	-	0.0167	-	$3x10^{-4}$	-	$8.45x10^{-4}$	-	-	-	$3.17x10^{-3}$	-
Alfalfa (Fat)	Tons of Fat Produced	22	-	0.148	-	0.34	-	-	-	-	-	0.039	-	$7.13x10^{-4}$	-	$1.97x10^{-3}$	-	-	-	$7.4x10^{-3}$	-
Liquied detergent (3523C)	Tons of Product	3.3	-	-	5.3	-	7.9	$1.03x10^{-3}$	0.6	0.016	-	-	-	$1.03x10^{-3}$	-	0.013	-	-	-	$1.16x10^{-4}$	-
Detergents (Hard or Soft) (3523C)	Tons of Product	2	2.8	-	0.4	0.0112	1.2	$1.25x10^{-3}$	0.7	0.023	-	$6.23x10^{-4}$	0.4	-	-	$1.32x10^{-3}$	-	$6.68x10^{-3}$	-	$1.12x10^{-3}$	-
Paper Mills (3411e)	Tons of Product	5	22	$2.5x10^{-3}$	6.4	0.032	-	0.022	15.2	0.016	-	$6.4x10^{-4}$	-	$7.15x10^{-3}$	-	$1.77x10^{-3}$	-	$7.37x10^{-5}$	-	$1.03x10^{-3}$	-

- Not measured or no data available.

*** Pollution Factor kg/Ton (LWK) Live Weight Killed.**

References:

1- Mary Ann H. Franson, Editor (1985): *"Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater"* (Sixteenth Edition). Published by, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF).

2 - Naji, H. And Mahrous, F. (1985): *"Environmental Impact Assessment"* for Sabhan Industrial Area, Rapid Assessment, Environmental Protection Department EPD.

3 - WHO (1995): *Rapid Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution.*

4 - Middlebrooks, E.J. (1981): *"Industrial Pollution Control"*. Volume 1. AgroIndustries. A Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto.

5 - Jones, H. R. (1974): *"Pollution Control in the dairy Industry"*. Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, U.S.A.

6 - Jorgensen, S. E. (1979): *"Industrial Waste Water Management"*. El Sevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.

7 - 1-Benefiel, L. D., and Rendell, C. W.(1980): Biological Process Design for Wastewater Treatment. Prentice Hall Inc., N.J.

8 - Green, J. H., and Kramer, A. (1995): *"Food Processing Waste Management"*. AVI publishing Company Inc., Westport, Connecticut.

9 - Jones, H. R. (1974): *"Pollution Control in Meat, Poultry and Seafood Processing"*.

10 - Cooper, S. G. (1978): *"The Textile Industry"*. Environmental Control and Energy Conservation - Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, U.S.A.

11 - Besseliever, B., and Schwartz, M. (1994): *"The Treatment of Industrial*

Wastes". Mc-Graw-Hill Book Company.

12 - Puskas, K. (1978): *"Industrial Wastewater Treatment and Recycling by Bio logical System"*. Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

13 - Sittg, M. (1978): *"Electroplating and Related Metal Finishing"*. Pollutan and Toxic Materials Control. Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jer sey, U.S.A.

14 - Canvaseno, V., and the Staff of Chemical Engineering (1996): *"Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering"*. McGraw-Hill Publications Co. New York, N.Y.

١٥ ـ دكتور سامح غرابية ، دكتور يحيى الفرحان (١٩٩١) . «**المدخل إلى العلوم البيئية**» .

١٦ ـ دكتور محمد حسين أبو شوشة (١٩٩٤) . «**مقدمة في تلوث المياه ومعالجته**» . كتاب البيئة ٥ . الجمعية الكويتية لحماية البيئة .

١٧ ـ دكتور مشعل المشعان ، مهندس فرحات محروس (١٩٩٧) . **الاستراتيجيات البيئية لإدارة النفايات الصلبة ، تجارب الدول الأخرى والمنظور المستقبلي لدولة الكويت حتى عام ٢٠٢٠** .