الفصل الثالث

طرق معالجة مياه الصرف الصناعى
(لبعض الصناعات)

إنه من البديهى أن كل منشأة صناعية تختلف عن الأخرى بالنسبة لطبيعة وحجم والتغير فى المخلفات. وكذلك بالنسبة للعوامل الفنية والإقتصادية التى تراعى عند الاختيار لتقنيات المعالجة. ورغم هذا فإن المعالم المشتركة لكل الصناعات أو لكل وحدة داخل المنشأة الصناعية قد تكون واحدة بالنسبة للصرف الصناعى.

وعند مناقشة خصائص معظم الصناعات والتى تشمل عمليات الإنتاج المنتجة لمياه الصرف وحجمها وخصائصها وطرق التحكم والمعالجة والحدود النوعية والكمية. وفى ظروف الإنتاج العادية فإن هذه قد توفر نقاط إرشادية لحل مشاكل الصرف فى صناعة معينة. وفى معظم الحالات تعتبر خطوط إرشادية عامة تعاون فى بناء الدراسة الحقلية للمنشأة (Plant Survey) وكذلك مقترحات عمليات المعالجة التى تحتاج إلى دراسة مكثفة.

وسيتم فى البنود التالية تناول طرق معالجة الصناعات التالية:

١- الصناعات المعدنية الحديدية والغير حديدية.
٢- تكرير البترول.
٣- صناعة الورق ولب الورق.
٤- صناعة المنسوجات.
٥- دباغة الجلود.
٦- الصناعات الدوائية.
٧- الصناعات الغذائية.

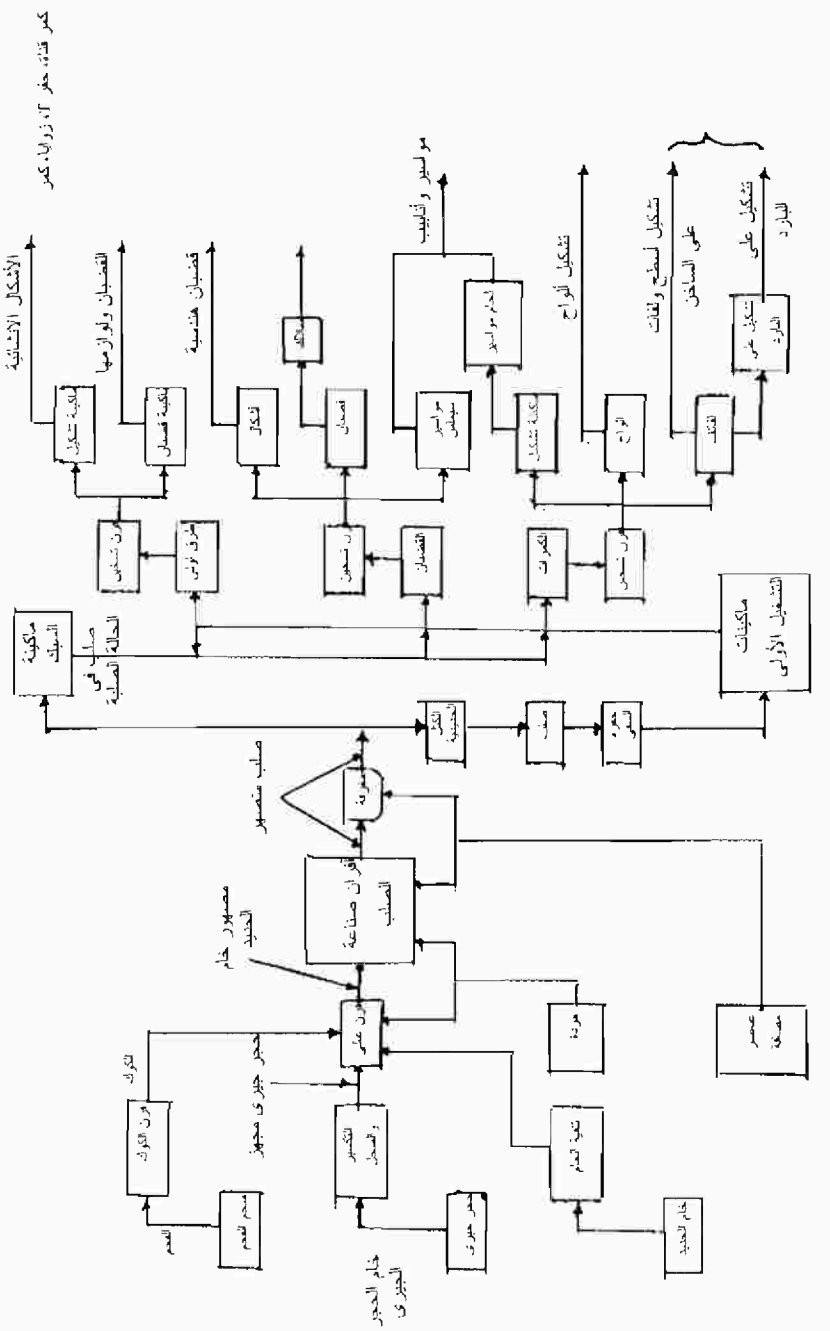
معالجة مياه الصرف للصناعات المعدنية

أولاً صناعة الحديد والصلب:

١- مصادر مياه الصرف فى صناعة الصلب هى التداول والتخزين وإنتاج الكوك وصناعة الحديد والصلب الخام، إنتاج منتجات الصلب وسيتم مناقشة هذه المصادر.

المواد الخام من الفحم، خام الحديد، الحجر الجيرى ومواد خفض درجة حرارة الانصهار (Fluxes) يتم طحنها وتخزينها فى كومات كبيرة. سقوط مياه الأمطار خلال هذه الكومات تحتوى على مواد صلبة عالية ومواد مذابة. المياه التى يتم سحبها من خزانات الوقود السائل تحتوى كذلك على ملوثات.

عمليات التركيز للكوك حول أفران الكوك حيث يتحول الفحم (Coal) بفعل درجة الحرارة العالية إلى الشكل المسامى للكربون والذى يسمى الكوك (Coke). يتم مرور هذه المياه المستخدمة فى تبريد الكوك إلى المصافى ثم الترسيب لإزالة حبيبات الكوك الدقيقة ثم إعادة استخدام المياه ثانيا فى تبريد الكوك أو التخلص منها. المواد المتطايرة المنتجة فى مرحلة تحول الفحم إلى الكوك تتكون من القار والنشادر وزيوت خفيفة وغاز وقود. يتم تبريدها لتكثيف القار وبعض الماء ثم يتم غسيلها إما بحامض الكبريتيك أو بالماء البارد لإزالة الأمونيا. يتم إستعادة الأمونيا فى شكل بلورات كبريتات الأمونيا أو محلول الأمونيا المائى. محلول الأمونيا المخفف المتبقى من هذه العملية عبارة عن سائل أمونيا مخفف يستخدم فى تبريد الكوك أو صرفه. الغازات الناتجة من مرحلة إستعادة الأمونيا يتم غسيلها بمذيب بترولى لإزالة الزيوت الخفيفة، ثم تستخدم بعد ذلك مباشرة كوقود غاز أو تحريرها خلال وحدات إزالة الكبريت قبل صرفها.



شكل (٣/١) مخطط تفصيلى لإنتاج الحديد والصلب

٢- مصادر وخواص مياه الصرف من صناعة الحديد والصلب:

مياه الصرف من هذه العمليات تكون نتيجة غسيل الغازات، ومن تكثيف المياه، تبريد الخبث من الفرن، وفى عمليات تشكيل الصلب. دقائق الحديد والأتربة من المطحنة يتم خلطها مع الكوك البارد ومادة خفض درجة حرارة الانصهار وتسخينها لتكوين منتج متجانس يسمى اللباد (Sinter). غازات الحريق تحتوى على أتربة والتى تزال إما بالتمرير الحلزونى (Cyclones) أو بالغسيل بالماء.

فى فرن صهر الحديد يتم تغذية الكوك وخام الحديد والحجر الجيرى من أعلى الفرن بينما يتم دفع الهواء الساخن من قاع الفرن. الهواء يؤكسد الكربون فى الكوك مكونا أول أكسيد الكربون. والهيدروجين فى الكوك يتحول إلى بخار الماء. هذه الغازات تعمل على إختزال خام الحديد إلى معدن الحديد وثانى أكسيد الكربون. غازات التفاعل التى تحتوى على أول وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين وبخار الماء والهيدروكربونات والأتربة تترك الفرن من أعلا، بينما الحديد والخبث المنصهر يتم سحبهم من القاع. الغازات المنتجة يتم معالجتها فى معدات للتنظيف بما فيها الغسيل بالماء. مياه الغسيل هذه تحتوى على مواد صلبة عالقة ومواد مذابة من هذه الغازات.

يتم تصنيع الصلب بصهر الحديد المنتج من فرن إنتاج الحديد مع الصلب الخردة ومادة خفض درجة حرارة الانصهار، مع معالجة الخليط بالأكسجين أو خام الحديد لخفض المحتوى من الكربون. عادة يتم غسيل الغازات الناتجة من فرن صهر الصلب بالماء لخفض صرف الأتربة. الخبث الناتج من فرن إنتاج الحديد أو من فرن إنتاج الصلب يتم تبريده عادة بالرش بالماء. هذا الماء الذى استخدم فى الغسيل يكون محتوى على مواد صلبة عالقة ومواد مذابة.

٣- عمليات تشغيل الصلب تنتج مياه صرف مختلفة مثل:

- مياه الغسيل من درفلة التشكيل نتيجة التبريد المباشرة والتزييت مع الزيوت المستحلبه.

- مياه قلوية الناتجة من الغسيل القلوى لأشكال الصلب لإزالة الشحوم ولإعدادها للعمليات التالية.
- مياه حامضية نتيجة غسيل أسطح الصلب بحامض الكبريتيك أو بحامض الهيدروكلوريك لإزالة الصدأ ثم الغسيل بالماء.
- مياه أحواض الترسيب الكهربى للمعادن وذلك فى حالة تغطية أسطح الصلب بالزنك أو القصدير أو أى معادن أخرى.

كما توجد مصادر أخرى لمياه الصرف مثل مياه الصرف الصحى ومياه الصرف من محطة توليد الطاقة.

٤-متوسط تركيز الملوثات في مراحل تصنيع الحديد والصلب كالآتى:

- مصنع الكوك:

٥ – ٣٥ ملجرام / لتر فينول

أو– ٥٥ ملجرام / لترسيانيد

١ – ٧٨ ملجرام / لتر امونيا

٧ – ٦٠٠ ملجرام / لتر اكسجين حيوى مستهلك (BOD_5).

- منطقة فرن صهر الحديد :

او – ٨ ملجرام / لتر فينول

٢و ٠ – ٢٢ ملجرام / لتر سيا نيد

او ٠ – ٥٤ ملجرام / لتر أمونيا

١٦٠ – ١٢٠٠٠ ملجرام / لتر مواد صلبة عالقة

- أفران الصلب:

٢٣٠ – ١٧٠٠ ملجرام / لتر مواد صلبة عالقة

- **التشكيل على الساخن:**

١٦٠ - ١٢٠٠ ملجرام / لتر مواد صلبة عالقة

٠,٣ - ١٢٠ ملجرام / لتر زيوت

- **التشكيل على البارد:**

التشكيل على البارد يشمل الدرفلة، التخليل(pickling) باستخدام حامض أو قلوى لتحضير سطح الصلب، الجلفنة بالزنك، والتغطية بالقصدير.

٠,٥ - ٦٠ ملجرام / لتر سيانيد

٣- ٢٧٥ ملجرام / لتر أكسجين حيوى مستهلك (BOD_5)

٥- ١٢٥٠ ملجرام / لتر مواد صلبه عالقة

٨ - ٩٠٠ ملجرام / لتر زيوت

٥٠ - ٣٠٠٠ ملجرام / لتر حموضة

١٠ - ١٧٥٠ ملجرام / لتر حديد

١ - ٢٠٠ ملجرام / لتر كروم كلى

٠,٥ - ١٠٠ ملجرام / لتر كروم سداسى التكافؤ

٠,٣ - ١٥٠ ملجرام / لتر زنك

٠,٢ - ٢٥٠ ملجرام / لتر قصدير

٢٠٠ - ١٠٠٠ ملجرام / لتر كلوريدات

٧٥ - ١٢٠٠ ملجرام / لتر كبريتات

٥- معالجة مياه الصرف:

تشمل المعالجة إزالة الملوثات بالطرق الطبيعية أو الكيميائية يلى ذلك المعالجة البيولوجية والتى تتم فى محطات المعالجة الخاصة بالصرف الصحى. قديما كانت المياه الملوثة يتم تخفيفها بمياه التبريد حيث يتم الصرف بعد ذلك فى أقرب مسطح مائى ونظراً لأن هذا مخالف لقوانين البيئة فقد تم إيقافه فى كل دول العالم.

- طرق المعالجة المستخدمة هى كالآتى:

- يزال الفينول الصاعد من مصنع الكوك باستخلاصه ببخار الماء أو باستخدام مذيب. المعالجة البيولوجية ضرورية لخفض تركيز الفينولات.
- تزال المواد الصلبة العالقة والزيوت فى أحواض الترسيب المزودة بكاشطات علوية وسفلية، وقد يستخدم أحيانا مساعدات الترويب من مواد البولى إليكتروليت لتحسين عملية الفصل للمواد الصلبة. كما يستخدم الطفو بالهواء الذى يلى عملية إلغاء الاستحلاب لاستعادة زيوت التشحيم واستخدامها.
- المعالجة بلبن الجير (Lime) والتى يليها الترويب والترسيب والترشيح فى وسط ترشيحى مزدوج تعمل على خفض المواد العالقة فى مياه الصرف كما تعمل على ترسيب وإزالة المعادن الثقيلة المذابة.
- يزال الكروم من مياه صرف مطحنة القصدير وجلفنة ألواح الصلب بالاختزال بكبريتات الحديدوز (Copperas) أو باستخدام ثانى أكسيد الكبريت. الكروم المختزل يتم بعد ذلك ترسيبه بالجير.
- السيانيد فى مياه الصرف من مطحنة القصدير وجلفنة ألواح الصلب بالزنك يمكن معالجته بالكلوره القلوية، ولكن السيانيد فى مياه صرف الكوك وفرن صهر الحديد يجب معالجتها بيولوجيا نظراً لأن كلورة هذه المياه تعمل على تكون الكلوروفينولات التى تسبب مذاق سئ للمياه كما أنها تقاوم أى عملية تحلل تالية.
- مياه معالجة السطح الخارجى بالتخليل (Pickling)، يتم معالجتها بتعادلها باستخدام الجير يلى ذلك الصرف على المسطح المائى أو شبكة الصرف.
- مياه التبريد وبعض مياه الصرف من العمليات الأخرى يتم ترشيحها فى مرشح متعدد الوسط الترشيحى لخفض المحتوى من المواد الصلبة العالقة.

- المعالجة البيولوجية أساسية لكثير من مكونات مياه الصرف من مصنع الكوك، فرن الحديد، ورش الدرفلة – تتم المعالجة البيولوجية فى أحواض التهوية(Alerated Lagoons)، أو المرشحات البيولوجية، أو بطريقة الحمأه المنشطة.

ثانياً: صناعة المعادن غير الحديدية:

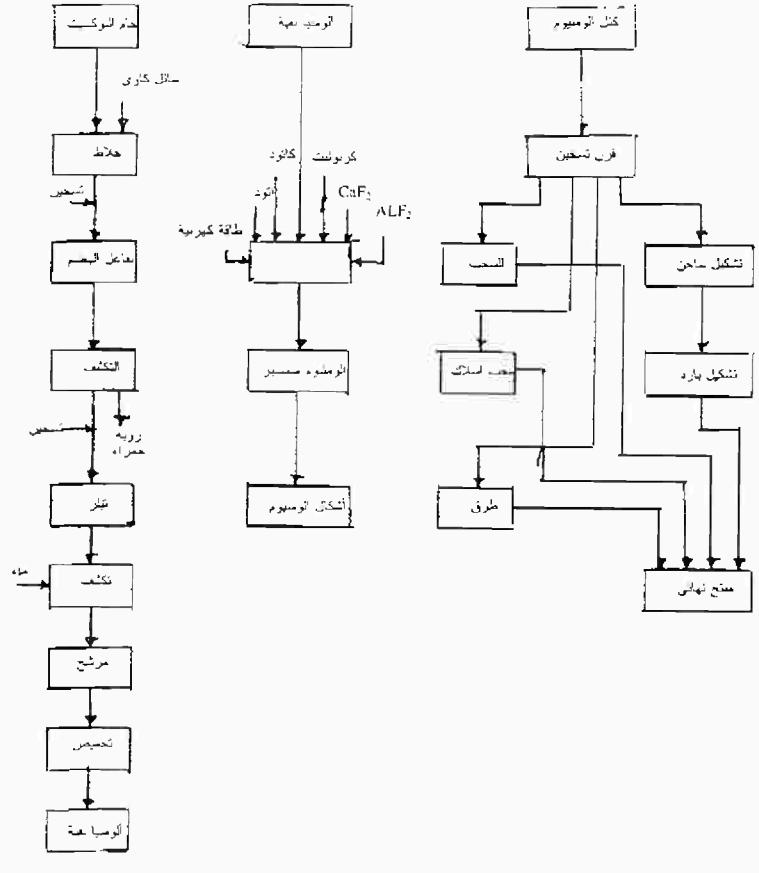
المعادن غير الحديدية تشمل كل المعادن عدا الحديد والصلب ذلك رغم أن النيكل والكروم يدخلوا تحت مجال المعادن الحديدية. فى هذا المجال سنتم الدراسة للإنتاج الأولى من الخام والثانى من الخردة لمعادن الألومنيوم، النحاس، الرصاص، الزنك، وهذه المعادن معا.

١-**الألومنيوم**: شكل(٣/٢)، شكل(٣/٣).

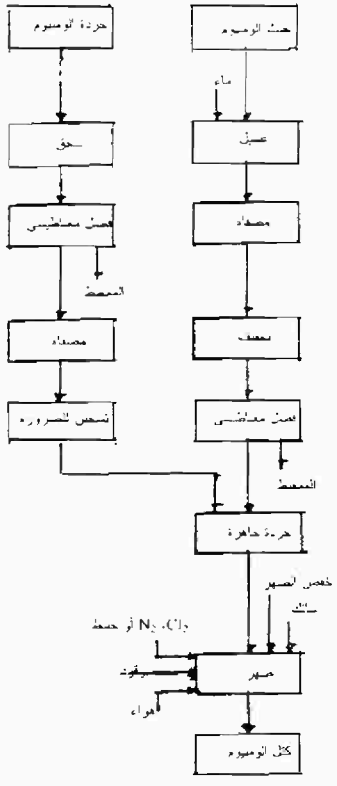
أ-**الألومنيوم الأولى**:

يصنع الألومنيوم الأولى من خام البوكسيت (Bauxite) والذى يتم معالجته بمحلول الصودا الكاوية أو بالتخفيف والخلط مع الجير والصودا آش والحرق ثم الإذابة فى الماء. محلول البوكسيت القلوي يتم عندئذ تسخينه تحت ضغط لإذابة الألومنيا. يتم معالجة الناتج(Digested slurry) وهو فى شكل الروبة فى وحدة التركيز (Thickners) لإزالة المواد غير المذابة ثم سحب المحلول المتدفق أعلى وحدة التركيز إلي جهاز التبلر (Crystalizer) وذلك لاستعادة بلورات الألومنيا. يتم معالجة السائل الضعيف من وحدة التبلر بالصودا الكاوية الطازجة ثانيا ثم يعاد تدويره إلى العملية لاستعادة ألومنيا إضافية. الروبة من قاع وحدة التركيز يتم غسيلها بالماء بطريقة الغسل العكسى لإزالة صودا كاوية إضافية، ثم الصرف إلى حوض تجميع مياه الصرف (يسمى الصرف فى هذه الحالة الروبه الحمراء).

الطريقة التبادلية للمعالجة هى بخلط مياه الصرف، الصودا آش، الحجر الجيري مع روبة الغسيل ثم يتم حرق(Calcine) المخلوط. الخليط المحمص أو المحروق يتم إذابتة فى الماء و ترشيحة. النواتج الصلبة للترشيح والتى تسمى الطينة البنى (Brown Mud) يتم صرفها باستخدام الماء (Slurring) إلى حوض تجميع مياه الصرف.



شكل (٣/٢) مخطط إنتاج الألومنيوم من الخام (الأولى)



شكل (٣/٣) مخطط إنتاج الألومنيوم من الخردة (الثانى)

روبة الطينة الحمراء هى التدفقات الرئيسية للمخلفات من عملية تنقية البوكسيت، ذلك رغم وجود مخلفات أخرى مثل مياه التكثيف، مياه التبريد، مياه صرف المكثف البارومترى، مياه الصرف الصحى.

المكثفات البارومترية هى جزء من أجهزة التبخير (Evaporators) تستخدم لإزالة الأملاح الزائدة من سوائل الصودا الكاوية المعاد استخدامها. طبيعى أن المياه المكثفة تكون متعادلة ولكن عمليات الحمل (Carry Over) قد تضيف قيمة قلوية إلى المياه المكثفة والتى عندئذ يلزم معالجتها.

البوكسيت المنقى(Refined) يتم خلطة مع الكريوليت (Cryolite – وهو فلوريد الصوديوم والألومنيوم)، فلوريد الكالسيوم، وفلوريد الألومنيوم فى خلية كهربية. يتم صهر الشحنة ثم تمرير تيار كهربى خلال الخلية. الكربون فى الأقطاب (Electrodes) يعمل على إختزال الألومنيا إلى معدن الألومنيوم ويتأكسد إلى أول وثانى أكسيد الكربون. الغازات الصاعدة من الخلية يتم غسيلها (Scrubbed) بالماء لإزالة الفلوريدات. مياه الغسيل هى المصدر الرئيسى للتلوث. المصدر الثانى لمياه الصرف هو عملية الدرفلة أو التشكيل (Rolling) حيث يتم تسخين كتل الألومنيوم فى فرن، ثم تشكيلها إلى الشكل المرحلى (Intermediate) فى ماكينة تشكيل ساخنة (Hot Mill) ثم التشطيب فى ماكينة تشطيب باردة (Cold Mill). ماكينات التشكيل أو الدرفلة تشبه تلك المستخدمة فى صناعة الصلب. أشكال مسطحات الألومنيوم يتم تبريدها بالالتصاق المباشر مع الماء، أو أن يتم التبريد والتزليج (Lubricated) برش قطع أشكال الألومونيوم بمستحلب الماء – الزيت. مياه الصرف من هذه الخطوة طبيعى أنها تحتوى على زيوت، مواد صلبة عالقة، مواد صلبة مذابة.

ب- الألومنيوم الثانى:

إنتاج الألومونيوم الثانى هو من خردة الألومنيوم. يتم فصل الخردة إلى الخردة العادية والخردة المحتوية على الحديد. يتم تسخين الخردة المحتوية على نسبة عالية من الحديد فى فرن مائل قاعدة تحميله إلى درجة حرارة حتى ٧٦٠م، عندئذ يخرج مصهور الألومنيوم من الفرن ثم يتم صبه فى شكل كتل الألومنيوم (Ingots).

بالنسبة لخردة الألومنيوم المعادية فإنه يتم طحنها ثم تجفيفها وتمريرها خلال منخل (Screen). يتم تمرير المادة المحتوية على الألومنيوم خلال الفصل المغناطيسى، ثم يخلط مع مواد خفض درجة حرارة الإنصهار (Fluxes) وكذلك مع عناصر معدنية مضافة (Alloying Elements)، ثم شحن الخليط إلى الفرن، حيث تنصهر الشحنة مع تمرير غاز النيتروجين خلال المصهور لخلط الشحنة. ثم يتم تمرير غاز الكلور خلال المصهور لإزالة معدن المغنسيوم. يتم كشط الخبث من الشحنة المنصهرة، وأخيراً يتم صب الألومنيوم فى شكل كتل. تزال أبخرة مادة خفض درجة حرارة الانصهار وكلوريد الألومنيوم الناتجة من فرن الصهر بواسطة غسيل الغازات. مياه الغسيل الناتجة هى مصدر الملوثات. هذا بالإضافة إلى التصاق الألومنيوم المباشر بما يضيف إلى مياه الصرف.

نموذج لعملية الألومنيوم الثانى.

ج- خواص مياه الصرف:

الملوثات الرئيسية فى مياه الصرف لصناعة الألومنيوم هى المواد الصلبة العالقة والمواد الصلبة المذابة، الزيوت، الفلوريدات.

مجارى الطمى الأحمر (الروبة الحمراء) من مخلفات تنقية البوكسيت تحتوى على الروبة بنسبة ١٥ - ٢٠% كمواد صلبة، الرقم الهيدروجينى ١٢,٥ والتحليل الكيميائى للروبة كالآتى:

أكسيد الحديديك	Fe_2O_3	٣٠ - ٦٠%
أكسيد ألومنيوم	Al_2O_3	١٠ - ٢٠%
سيليكا	SiO_2	٢,٥ - ١٤%
ثانى أكسيد التيتانيوم	TiO_2	صفر - ١١%
أكسيد الكالسيوم	CaO	٥ - ١٠%
أكسيد صوديوم	Na_2O	١,٥ - ٨%

د- معالجة مياه الصرف:

مياه الصرف (الروبة الحمراء) يتم معالجتها فى أحواض ترسيب ليمكن ترسيب المواد الصلبة العالقة وكذلك تبخر المياه بالطاقة الشمسية. كما يمكن إزالة المواد العالقة فى أحواض الترسيب مع إستخدام مواد الترويب ومساعدات الترويب لتعجيل الترسيب.

يتم فصل الزيوت والشحوم باستخدام جهاز فصل الزيت عن الماء، حيث يتم إستحلاب الزيت ثم كسر هذا المستحلب باستخدام الحرارة أو بتغير الرقم الهيدروجينى - يتم تحسين فصل الزيت باستخدام تجهيزات الطفو بالهواء.

يمكن ترسيب الفلوريدات باستخدام الجير أو كلوريد الكالسيوم. يمكن كذلك خفض التركيز بتمرير مياه الصرف خلال برج محشو بالألومنيا المنشطة (Activated Alumina) أو بطبقة من (Hydroxyapatite). يلزم معادلة مياه الصرف إلى رقم هيدروجينى ٦,٥ - ٨.

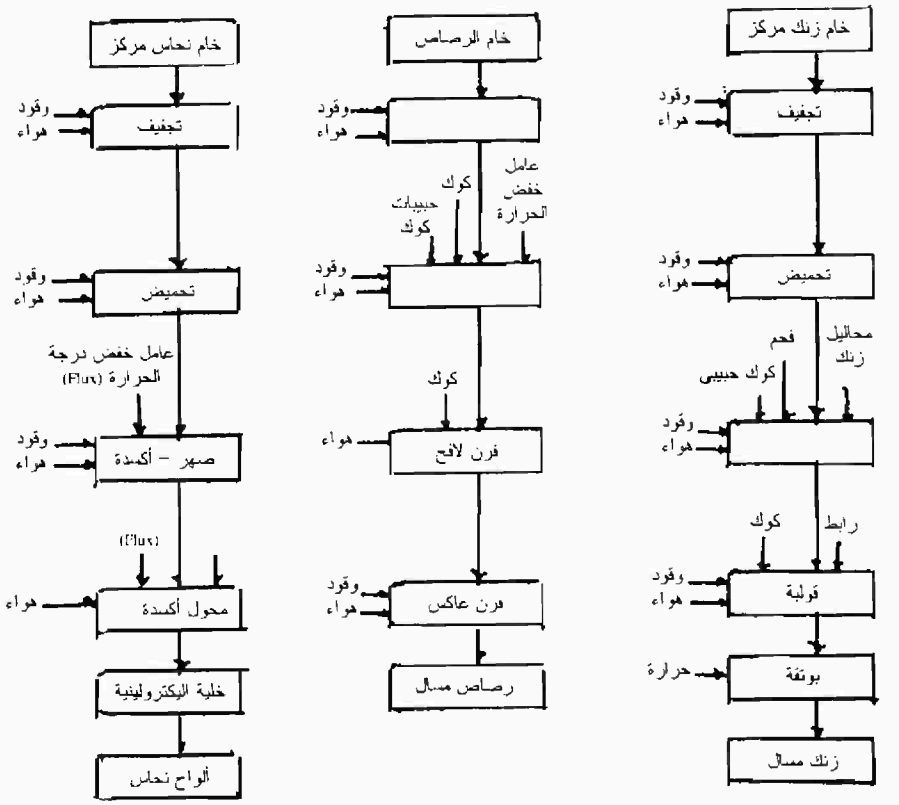
الخطوط الإرشادية لوكالة البيئة الدولية (1977 EPA) بنيت على أن أفضل تكنولوجيا عملية تتطلب تجهيز مصانع تنقية البوكسيت بأحواض تتسع لكل

عمليات مياه الصرف. مصانع الصهر الأولى يجب أن توفر الإزالة للفلوريد، المواد الصلبة العالقة، الزيوت والشحوم.

عمليات المسبوكات يجب إعدادها بالمعدات اللازمة لغسيل الأدخنة، التعادل، إزالة المواد الصلبة العالقة، عدم الالتصاق المباشر بمياه التبريد. معظم متطلبات الخطوط الارشادية لعام ١٩٨٣ بالنسبة لمصانع الألومنيوم الأولى هى متطلبات داخلية، حيث شملت برنامج المحافظة على الماء لخفض كميات مياه الصرف. هذا بالإضافة إلى أن الإنخفاض الثانى للفلوريد يجب خفضه كذلك ليصبح تركيزه قليل جدا. كذلك شملت الدراسة عمليات الصهر الثانية على أن تكون بدون أدخنة لإزالة المغنسيوم من الألومنيوم المنصهر.

٢- النحاص، الرصاص، الزنك: شكل (٣/٤)

الخام الرئيسى لمعادن النحاس، الرصاص، الزنك هو خام الكبريتيدات (Sulphides) والذى ينبعث منه ثانى أكسيد الكبريت ومواد دقيقة أثناء عملية التحميص (Calcining) فى وجود الهواء الجوى. صرف المياه من هذه المصانع هو مياه الغسيل للأدخنة التى تقام على أفران التحميص ووحدات الصهر، وأحيانا نظافة المعدات. عادة مصانع الصهر الأولى لهذه الصناعات توضع فى أماكن جافة نسبيا ومنعزلة، كما أن صرف مياه المخلفات ذات حجم محدود نظرا للقيمة العالية التى تحد من صرفها.



شكل (٣/٤) مخطط تصنيع زنك، رصاص، نحاس من الخام (الأولى)

أ- النحاس:

خامات النحاس يتم تجفيفها وتحميصها عند درجة حرارة ٦٥٠م للتخلص من الأكاسيد المتطايرة وكذلك لتحويل كل الكبريتيد فى الخام إلى الكبريت. الخام المحمص يتم خلطه مع مادة خفض درجة حرارة الانصهار (Flux) ووضعه فى الفرن العاكس حيث يتم فيه صهر المعدن بإنعكاس الحرارة (Reverbaratory Furnance) حيث تنصهر الشحنة وتنفصل إلى الخبث وخليط معدنى من نحاس

ورصاص وزنك (Matte). يتم وضع الخليط المعدنى فى أفران المحولات (Converters) حيث يتم نفخ الهواء خلالها لأكسدة كبريتيد الحديد إلى الأكاسيد، وهذه تتحد مع السيليكا مكونة خبث، كما يتحول كبريتيد النحاس إلى النحاس الخام وثانى أكسيد الكبريت. عادة يتم صب النحاس الخام فى شكل أقطاب كهربية (Electrodes) حيث يستخدم كآنود (Anode) فى خلية إليكتروليتيه، والكاثود نحاس نقى وسائل الإلكتروليت كبريتات النحاس. يتم دفع تيار كهربى إلى الخلية وألواح النحاس النقية عند الكانود، حيث يرسب النحاس النقى على الكانود تاركا الآنود وتسقط الملوثات فى القاع فى شكل حمأة (Sludge).

مياه الصرف:

يكون مصدرها عادة غسيل الغازات الخارجة من المحمصة، من الفرن العاكس، ومحول الأكسدة، حيث المياه هذه تحمل مواد صلبة عالقة، ثانى أكسيد الكبريت، معادن ثقيلة. عادة يتم معالجة الاليكتروليت بعد الاستخدام بالحديد لترسيب النحاس تاركا محلول مخفف من كبريتات الحديدوز للتخلص منه أو لمعالجته.

ب- الرصاص:

يتم تجفيف خام الرصاص ثم يخلط مع الكوك ومادة خفض درجة حرارة الانصهار Flux، ثم التلبيد (Sintered) إلى أكسيد الرصاص وثانى أكسيد الكبريت. يتم وضع اللباد فى فرن الصهر مع الكوك، الجير، الحديد الخردة ثم يدفع الهواء عند قاع الفرن. يتم إختزال أكسيد الرصاص إلى معدن الرصاص بواسطة فحم الكوك، حيث يتأكسد الكوك إلى أول أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكربون. يتجمع الرصاص المنصهر عند قاع الفرن تعلوه طبقة من خليط معدنى من كبريتات الحديدوز وكبريتات النحاس (Matte). يتم سحب طبقة الخليط المعدنى والخبث (Slag) من الفرن ثم يجمع الرصاص. تعاد طبقة الخليط المعدنى إلى العملية بينما

يتم طحن الخبث بالماء. يتم وضع الرصاص من فرن الصهر إلى الفرن العـــاكس حيث فى ظروف درجات حرارة معنية مع استخدام إضافات والهواء، يتـــم طـــرد الملوثات فى الرصاص ثم يتم سحب المنتج النهائى للرصاص وصبه (Cast).

مياه الصرف:

المصدر الرئيسى لمياه الصرف الصناعى هى مياه طحن الخبث ومياه غســـيل الأدخنة والغازات. مياه طحن الخبث يتم تدويرها ويتم التخلص من جـــزء منـــها. الغسيل المبتل لغاز تلبيد الرصاص وخاصة فى مرحلة التلبيد والحرق ينتج أدخنـــة تحتوى على ثانى أكسيد الكبريت ومواد صلبة عالقة ومعادن ثقيلة ومـــواد أخـــرى موجودة فى الخام.

ج- الزنك:

خام الزنك يتم تجفيفه ثم تحميص الخام لتحويل خام الســـلفين إلـــى (Sulfite) أكسيد الزنك وثانى أكسيد الكبريت. الخام المحمص يتم خلطه مع الكـــوك والفحـــم (Coke, Coal) ومحاليل الزنك ثم توضع الشحنة فى ماكينـــة التلبيـــد (Sintering). تشكيل اللباد مع الكوك ومادة الربط فى صورة قوالب ثم شحنها فى بوتقة الصـــهر. بخار الزنك المتصاعد يتم تكثيفه إلى الحالة السائلة على المكثفات ثـــم يتـــم صبـــه (سبكه) فى الشكل النهائى. يتم غسيل غازات الأدخنة بتمريرها خلال وحدة غســـيل الغازات (Scrubber).

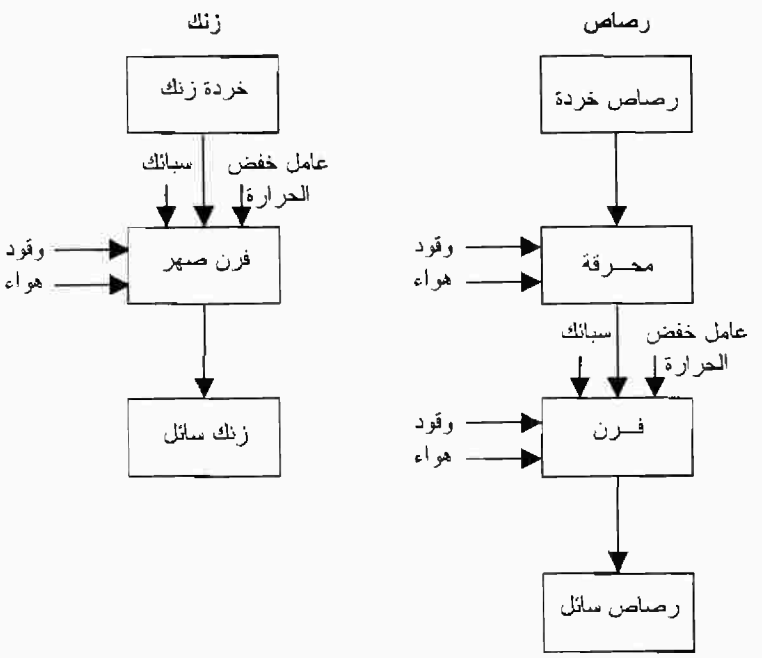
مياه الصرف:

مياه الصرف الناتجة هى خلال عملية غسيل الغازات الناتجة مـــن التحميـــص والفرن والبوتقة ومن غسيل جهاز الترسيب الكهروستاتيكى ومن عمليـــة خـــروج الرواسب من البوتقة.

الملوثات الرئيسية فى مياه الصرف هى الاملاح المذابة، الكبريتات، الزنك.

د- الصهر الثانى لخردة النحاس، الرصاص، الزنك: شكل (٣/٥)

جزء كبير من النحاس والرصاص والزنك يتم إنتاجه بمعالجة الخردة والمواد الأخرى المحتوية على المعادن خلاف الخامات. يقدر إنتاج العمليات الثابتة بصهر خردة النحاس بحوالى ٤٥%، ٦٠% للرصاص، ٢٠% للزنك. عملية إستعادة هذه المعادن من الخردة متشابهة. خردة المعدن والمواد الحاملة للمعدن يتم تشوينها وطحنها. يتم التعامل مع الرصاص بالحرق لإزالة الملوثات. الشحنة الحاملة للمعدن يتم خلطها مع العناصر المسبوكة (Alloying Elements) ومادة خفض درجة حرارة الإنصهار ثم توضع فى الفرن العاكس لتحويل الشحنة إلى معدن منصهر، الزنك يمكن سحبه أو تقطيره من الشحنة واستعادته بالتكثيف.



شكل (٣/٥) مخطط تصنيع زنك، رصاص، نحاس من الخردة (ثانى)

مياه الصرف الناتجة من هذه العمليات هى مياه الغسيل للأدخنة والغازات ومياه طحن الخبث ومياه النظافة.

الملوثات الرئيسية فى هذه العملية هى المواد الصلبة والمعادن الثقيلة.

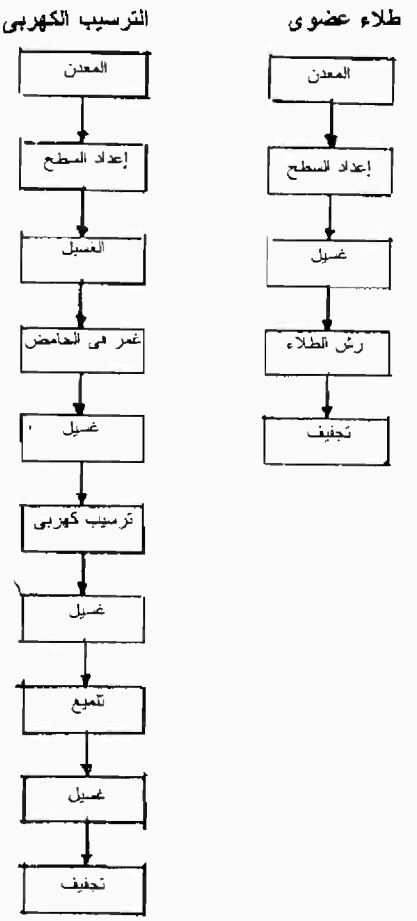
هـ- معالجة مياه الصرف:

عملية معالجة مياه الصرف فى حالة إنتاج المعادن من الخامات أو من الخردة متشابهة. يتم معالجة مياه الصرف لإزالة المواد الصلبة العالقة وخفض تركيز المعادن الثقيلة، ثم تتم عملية التعادل باستخدام لبن الجير (Lime). يتم ضبط مخلفات مياه الصرف للرصاص إلى الرقم الهيدروجينى ٧ لخفض المحتوى من مركبات الرصاص المذاب. يتم ضبط الرقم الهيدروجينى لمياه صرف الزنك إلى رقم هيدروجينى من ٦ إلى ٧ لمنع زيادة إذابة الزنك. ثم يتم ضبط الرقم الهيدروجينى للنحاس إلى أكثر من ٦,٥ لزيادة ترسيب المعدن. عملية إزالة المواد الصلبة العالقة تتم إما بالترسيب فى أحواض الترسيب أو بالترويب ثم الترشيح. إستخدام البولى اليكتروليت يساعد فى عملية الترسيب. يتم فصل الزيت فى جهاز فصل الزيت عن الماء (Oil Water separator) المزود بكاشط (Skimmer). إزالة السيانيد تتم عادة بالكلور.

٣- تشطيبات المعادن: (Metal Finishing) شكل (٣/٦)

صناعة تشطيب المعادن تجرى على نطاق واسع للمعادن كما فى حالة الصلب حيث تنفذ إما للحماية أو للشكل الجمالى. عملية التشطيب أو التغطية تشمل أساسا معادن النحاس، النيكل، الزنك، القصدير، المواد العضوية، البويات.

مياه الصرف المنتجة من هذه الصناعة هو الصرف من خلال عمليات التنظيف لإزالة الصدأ والقشور (Scales)، الأتربة، الزيت والشحومات، كما قد تكون نتيجة معالجة سطح المعدن بالحامض أو بالقلوى فى عملية (Pickling) وكذا فى عملية الغسيل للمعدات بعد تشطيبها.



شكل (٣/٦) مخطط عمليات تشطيب المعادن

أ- تنظيف سطح المعدن وتحضيره:

سطح المعدن المطلوب تشطيبه يكون مغطى بالصدأ أو القشـــور أو الأتربـــة والزيوت والشحوم التى يجب إزالتها قبل التغطية. يتم إزالة قشور الصدأ بـــالطرق الميكانيكية (الفرشة السلك أو باستخدام الرمالة - Sand Blast) أو بالغمر فى حوض به حامض أو قلوى أو بالتنظيف الكهربى. يمكن إزالة الزيت، الأتربة فى حمامـــات

قلوية أو حامضية أو فى المذيبات أو حمامات الفوسفيت. تحضير السطح يشمل وسائل ميكانيكية أو أحواض حامضية حيث تعد السطح لألتصاق طبقة التشطيب (أو التغطية) وهذه العملية تسمى (Etching).

عمليات النظافة المختلفة تتطلب إستخدام المياه لإزالة مادة حمامات الغمر من سطح المعدن لايقاف أى نشاط كيماوى وللتنظيف. مياه النظافة ومياه صرف أحواض التحضير تحتوى على مواد عالقة وزيوت وشحوم (عادة مستحلبه)، معادن مذابة، مواد مذابة أثناء مرحلة النظافة والتحضير.

ب- الطلاء، التغطية: (Plating and Coating)

قطعة معدن الأساس التى تم تحضيرها وتنظيفها كما فى الخطوات السابقة، يتم تغطية سطحها بغمر القطعة فى حمام مع إرسال تيار كهربى بين القطعة وآنود مغمور، أو بغمر القطعة فى حمام معدن منصهر أو برش الطلاء على القطعة. مصادر مياه الصرف فى هذه العمليات هى المياه التى تنتشر خارج الحمام أو الرش الغير متقن. نادرا ما يتم صرف محتوى هذه الحمامات والتخلص منها نظرا لما تحتويه من مواد ذات قيمة إقتصادية. ولكن عادة تصل المواد إلى الصرف فى عمليات التنظيف، بما تحتويه من مواد عالقة ومعادن ثقيلة، أحماض، سيانيدات، ملوثات أخرى حيث يتم صرف هذه المياه من منطقة الطلاء.

الغسيل الأخير (Final Rinse)

القطعة المعدنية التى تم تغطيتها أو طلاءها يتم إعطائها غسيل نهائى لإزالة آثار مياه الغسيل إلى الصرف. عند هذه النقطة فإن مياه الصرف تحتوى على كل كيماويات الحمام مثل المعادن الثقيلة والأحماض والسيانيدات. العمليات التالية هى التجفيف وتأثيرها قليل بالنسبة لمياه الصرف. يمكن أن تحتوى مياه الصرف

الصناعى على مياه صرف صحى ومياه صرف من محطات القوى كما هو الحال فى أى صناعة.

جـ- خواص مياه الصرف:

صناعة طلاء المعادن مختلفة ومتعددة بما يجعل من الصعب تقييم نوعية معينة لمياه الصرف الصناعى، ولكن خواص مياه الصرف لمصنع الطلاء بالنحاس، الكروم، النيكل طبقا لتقرير وكالة البيئة الدولية (FFA) كما فى الجدول التالى:

مثال لخواص مياه الصرف لتشطيبات المعادن:

	مياه صرف الطلاء	مياه صرف صناعة المحركات بالرطل / ١٠٠ محرك		
	الكهربى للمعادن	نظافة حرارية	طلاء بالبوية	طلاء كهربى
الحجم	-	٥٠٠٠ جالون	٢٤٠٠ جالون	٥٠٠٠ جالون
BOD	-	٤	٦	-
مواد صلبة عالقة	-	١٢	٤	٨
زيوت	-	٤	٤	٨
كروم سداسى	١٧	٠,٤	٠,٢	٠,٧
كروم ثلاثى	٠,٠٥	-	-	-
حديد	-	٠,٢	٠,٢	٠,٢
زنك	-	-	١,٨	٠,٢
نحاس	٣٢	-	٠,١	-
نيكل	٧	-	-	-
فوسفات	٣٤	٢,١	٢,١	-
سيانيد	٥٠	-	-	١,٨
فلورايد	-	٠,٤	٠,٤	-
فينول	-	٠,٠٠١٨	٠,٠٠٠٤	-

د- معالجة مياه الصرف:

طرق المعالجة الرئيسية لمياه الصرف فى هذه الصناعة كالآتى:

(١) **السيانيد:** يتم ضبط الرقم الهيدروجينى عند ١١ وذلك بإضافة الصودا الكاوية ثم إضافة الكلور أو الهيبوكلوريت. التفاعل يتوقف على الوقت ومرحلة الكلورة يجب أن تستمر لمدة ساعة.

(٢) **محلول الكروم السداسى:** يفضل عدم خلطه مع أى مياه صرف أخرى ويتم ضبط الرقم الهيدروجينى عند ٣. يضاف ثانى أكسيد الكبريت أو مادة البراى سلفيت (Bisulphite) لاختزال الكروم السداسى إلى الكروم الثلاثى التكافؤ.

(٣) مياه الصرف التى تحتوى على المعادن الثقيلة والكروم الثلاثى أو المختزل بعد تدمير السيانيد، حيث يتم ترسيب المعادن الثقيلة بضبط الرقم الهيدروجينى عند ١٠ باستخدام الصودا الكاوية أو باستخدام الجير المطفى. وهذا يحول المعادن الثقيلة إلى أملاح الايدروكسيدات أو إلى الأكاسيد والتى تخرج من المحلول فى شكل مواد صلبة عالقة.

يتم فصل المواد الصلبة العالقة من المحلول بالترسيب فى أحواض تعمل بالدفعة الواحدة (Batch) أو فى أحواض الترسيب المستمر. يمكن إضافة البولى إلكتروليت لتحسين عملية الترسيب. يمكن فصل الزيوت والشحوم فى أحواض الدفعة الواحدة أو فى أحواض ترسيب عادية وذلك بكشطها، كما يمكن استخدام الطفو بالهواء لتحسين عملية الفصل. توجد طرق معالجة أخرى ليست مستخدمة على نطاق واسع وهذه تشمل التبادل الأيونى لإزالة المعادن الثمينة. يمكن تدمير السيانيد باستخدام مخلوط من الفورمالين وثانى أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) ومميزات ذلك أنه لاينتج مواد سامة.

مشكلة معالجة مياه الصرف صعبة نظرا لأن المحاليل المطلوب معالجتها مخففة نسبيا، إلا أن خفض الحجم يمكن تحقيقه بإعادة استخدام المياه عدة مرات – يمكن تحقيق ذلك بعدة أحواض للغسيل. حيث الحوض الأول يستخدم للغسيل الأولى للقطعة والحوض الثانى للغسيل مرة ثانية. مياه غسيل الحوض الأول تستخدم لزيادة المياه فى الحمام نظرا لتركيزها، مياه الحوض الثانى تكون مخففة جدا حيث يمكن استخدامها فى الحوض الأول والغسيل بالرش يمكن أن يقلل من حجم مياه الغسيل حيث تستخدم فقط كمية المياه المطلوبة. تدوير المياه بعد الغسيل يمكن أن يقلل من كمية مياه التعويض المطلوبة (Make -up- Water).

تكنولوجيا معالجة مياه الصرف من الطلاء المعدنى تشمل تدمير السيانيد، إختزال الكروم السداسى، ترسيب المعادن الثقيلة يليه إزالة المواد الصلبة العالقة.

جدول (____) الأحمال القياسية للملوثات الخام من صناعة الصلب (القيم وحدات/الطن)

	مصنع الكوك		فرن الصهر		منطقة إنتاج الصلب		التشكيل على البارد	
	متوسط	المجال	متوسط	المجال	متوسط	المجال	متوسط	المجال
التدفق (جالون)	٣٠٠٠	١٤٠٠-٤٢٠٠	٢٢٠٠	١٥٠٠-٤٠٠٠	٤٠٠٠	٣٠٠٠-٧٢٠٠	٢٢٠٠	٤٥٠٠-٥٠٠٠
مواد صلبة عالقة (بالرطل)			٥٥	٣-٢٢٣	٣٠	١٠-٥٠	٧	١-٣٢
زيوت (بالرطل)							٩	٠,١٥ – ١٦
فينولات (بالرطل)	٠,٥	٠,١ – ٠,٩	٠,٠٢	٠,٠٠٢ – ٠,١٥				
سيانيد (بالرطل)	٠,٣	٠,٠٠٢٥ – ٣,٩	٠,٠٩	٠,٠٠٥ – ٠,٤			٠,٥	٠,٠٠٩ – ٠,١
أمونيا (بالرطل)	٠,٣٥	٠,٠٢٥ – ١,٩٥	٠,٢٥	٠,٠٠٢ – ١٠				
حموضه (بالرطل)								
كلوريدات (بالرطل)							١٠	٠,٩ – ٥٥
كبريتات (بالرطل)							٤	٠,٥ – ٣٠

تابع جدول (ـــــ) الأحمال القياسية للملوثات الخام من صناعة الصلب (القيم وحدات/الطن)

	مصنع الكوك		فرن الصهر		منطقة إنتاج الصلب		التشكيل على البارد	
	متوسط	المجال	متوسط	المجال	متوسط	المجال	متوسط	المجال
فوسفات (بالرطل)							٤	١,٢ – ٢٢
إجمالى الكروم (بالرطل)							٠,٥	٠,٠٠٥ – ١,٦
كروم سداسى (بالرطل)							٠,٤	٠,٠١ – ٢
حديد (بالرطل)							٠,٤	٠,٠١ – ٢
زنك (بالرطل)							٥	٠,٣ – ٣٠
BOD_5 (بالرطل)							٢	٠,٠٨٥ – ٥
قصدير (بالرطل)							٠,٣	٠,٠٠٥ – ٤,٥

التشكيل على الساخن

التدفق بالجالون	المتوسط ٧٥٠٠	المجال ٤٣٠ – ١٧٠٠
مواد صلبة عالقة (بالرطل)	المتوسط ٤٠	المجال ١٠ – ٧٥
زيوت (بالرطل)	المتوسط ٣,٥	المجال ٠,٠٢ – ٧,٣٥

جدول (ـــــ) خواص مياه الصرف للصناعات الغير حديدية (بالرطل/الطن من الإنتاج)

البيـــان	صهر الخام	صهر المخلفات	السبك	التشكيل
الحجم (١٠٠٠ جالون/الطن)	١٥ – ٤٢	٠,١ – ٤	٠,١ – ١٢	٠,٢ – ٣٤
الرقم الهيدروجينى	٢,٧ – ٤,٠	٦,٠ – ٨,٥	٦,٩ – ٧,٦	٥ – ٨,١
المواد الصلبة العالقة	آثار – ٩٢	٥ – ٨٣٠٠	– –	٠,٨ – ٥,٠
المواد الصلبة المذابة	٦٤ – ٧٠	٨٠ – ١٣٠	٦,٤ – ١٦,٢	٢,٢ – ٣٠٠
الزيوت	--	--	١ – ١,٦	٠,١ – ١٥
COD	--	--	--	٥ – ١٥
كلوريد	--	--	--	١,٣
فلوريد	١١,٤ – ١٥٨	--	--	--
كبريتات	١٢ – ٢٥,٢	--	--	--

جدول (ـــــــ) مياه الصرف من الصهر للخام (الصرف بالوحدات / طن من المنتج)

	الرصاص	الزنك				
	تحبيب الخبث	غسيل الماء	غسيل التحميص	غسيل الكاثود	غسيل الفرن	غسيل البوتقة
الحجم (١٠٠٠ جالون/طن)	٤,٥ – ٨٠	٠,٢ – ٢,٣	٠,٢ – ٤	٢,٥	٠,٦	٠,٥ – ٢
مواد صلبة عالقة (رطل)	٦٠٠ – ٨٠٠	--	--	--	--	١,٧
مواد صلبة مذابة (رطل)	--	--	--	--	--	١,٢
كبريتات (رطل)	--	--	٢٥ – ١٠٠	--	--	--
زنك (رطل)	--	--	٠,٧ – ٣	--	--	٠,٢

(٣) مياه الصرف من صهر المخلفات:

	النحاس / النحاس الأصفر	الرصاص
الحجم	٠,٥ – ٣٧ جالون	٠,٤ جالون
الحموضة ($CaCO_3$)	١,١٥ – ١٤,٢٥	
المواد الصلبة الكلية	١,١٥ – ٣	
زيوت	٠,١٦ – ٢,١٤	
كبريتات		٤٠٠
سيانيد	صفر – ٠,٧٥	
كروم	٠,٠٢ – ٠,٣٧	
نحاس	٠,٠١ – ٢,١٩	
رصاص		أكثر من ٢٢
نيكل	٠,٠١ – ٠,٢	
زنك	٠,٠٤ – ١,٢٢	

ثالثا معالجة مياه الصرف الصناعى من عمليات تكرير البترول

تكرير البترول (Petroleum Refining) شكل (٣/٧)

عمليات تكرير البترول الخام تنتج المواد التالية:

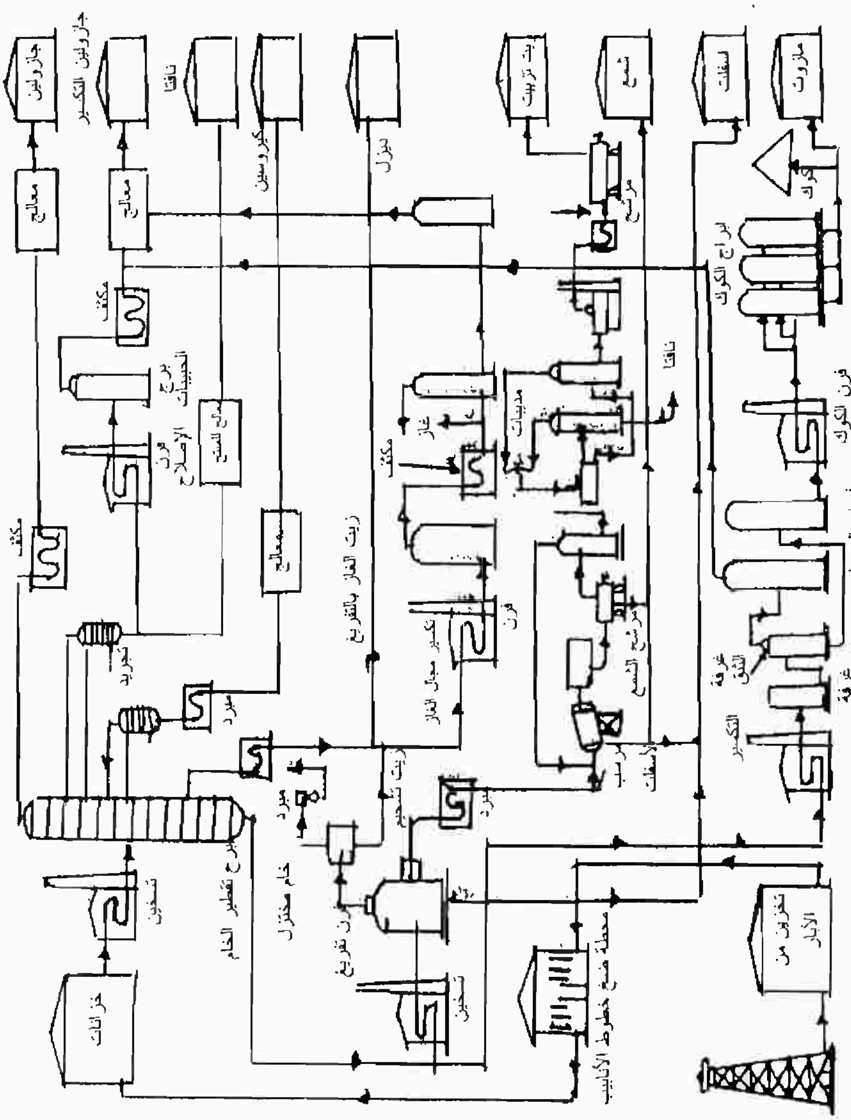
الجازولين، وقود الطيارات، زيت التشحيم، مواد تقطير متوسطة، وقود متبقى (سولار، ديزل، مازوت)، أسفلت. هذا بالإضافة إلى عدد كبير من منتجات بقدر صغير مثل الكوك، الشمع، الغاز المخلق، الشحم. مصانع تكرير البترول هى عادة منشآت ضخمة بها حدة عمليات معقدة بما تحتويه من مختلف العمليات الإنتاجية. العمليات الإنتاجية التى تعتبر المصدر الرئيسى لمياه الصرف سيتم مناقشتها كالآتى:

١- النقل والتخزين:

يصل الزيت الخام إلى مصنع التكرير بواسطة خط مواسير، عربات فنطاس أو بالنقل البحرى، ثم يتم تخزينه فى مصنع التكرير قبل تكريره. الفقد لايمكن تجنبه بسبب النقل وكذلك فى أى وقت يتم فيه نظافة هذه الخزانات، خطوط المواسير والمعدات. المياه التى يتم فصلها أثناء النقل وأثناء التخزين فى أحواض التخزين هى مياه صرف ملوثة بدرجة كبيرة. تخزين منتجات التكرير هو مصدر مشابه للتلوث.

٢- إزالة الأملاح من الزيت الخام: (Crude Oil Desalting)

فى موقع بئر الإنتاج يكون المنتج من الزيت الخام هو خليط مع المياه المالحة. حتى بعد الفصل فى الموقع فإن الزيت الخام الذى ينقل إلى مواقع التكرير يحتوى على أملاح أكثر مما يتلاءم مع معدات التكرير، حيث يتم إزالته بمياه الغسيل فى وحدة إزالة الأملاح (Desalter). مياه الغسيل هذه تكون ملوثة بالملح، الزيت، كميات صغيرة من مواد أخرى.



شكل (٣/٧) مخطط لتكرير البترول وتصنيع المنتجات البترولية

٣- التقطير: (Fractionation)

عملية التقطير يتم بها فصل مكونات الزيت الخام فى عدة مراحل تتوقف على طبيعة المنتجات المطلوبة للسوق ونوع الزيت المستخدم. مياه الصرف الرئيسية هى مياه التبريد والتى تكون نظيفة فى حالة خروجها من المبردات باستثناء حدوث التسرب أحيانا. فى حالة المكثفات بالضغط والمبردات الأخرى التى تعمل بالتصاق الماء مع الزيت، وبالتحديد فى عمليات التقطير بالبخار فإن مياه الصرف تحتوى على كميات كبيرة من المواد البترولية. كما يوجد كذلك تلوث لمياه العمليات نتيجة التسرب، الفقد، نظافة المخلفات.

٤- التكسير: (Cracking)

يتم التكسير الكيماوى لجزيئات البترول الكبيرة إلى منتجات خفيفة إما حراريا أو باستخدام عامل وسيط أو باستخدام الهيدروجين. أى من هذه التقنيات أو جميعها له متغيرات كثيرة ومسميات خاصة. كل هذه العمليات تنتج مياه صرف زيتية، عادة تحتوى على ملوثات إضافية مثل المواد الصلبة العالقة والكيماويات غير الزيتية. وهذه تكون نتيجة تبريد وتكثيف المياه ومن المياه الناتجة عن التفاعلات الكيماوية ومن مختلف مصادر فقد المواد ومن تنظيف المعدات.

٥- إعادة تنظيم الجزئيات: (Molecular Rearrangement)

بالإضافة إلى تفكك الجزئيات بالتكسير فإنه يمكن بناء وإعادة بناء جزيئات البترول أو إعادة تنظيمها بأى من الطرق المختلفة. وهذه تشمل البلمرة، الألكلة (Alkylation)، إعادة ترتيب الذرات للجزئ مع ثبات عددها ونوعها (Isomerization). كل هذه العمليات يجب أن تسبقها المعالجة الكيماوية لإزالة مركبات النيتروجين والكبريت. المنتجات التى أعيد تنظيم جزئياتها يتم تقطيرها لاستعادة المنتجات المطلوبة. مياه الصرف تشبه تلك الناتجة من عمليات التكسير بالإضافة إلى المحاليل القلوية الناتجة عن تعادل المنتجات الحامضية.

٦- التنقية: (Refining)

يستخدم هذا التعبير ضمن التعبير العام لتكرير البترول حيث يشمل عمليات مثل إزالة الأسفلت بالمذيب، (Solvent Dewaxing)، إزالة المواد الشمعية بالمذيب، واستخلاص وفصل المركبات الأروماتية (Aromatics)، إستعادة البيوتاداى إين (Butadiene) من نواتج التقطير (Fractions) ذات الأربع ذرات من الكربون 4) (Carbon Fractions والمعالجة المائية (Hydro Treating). مياه الصرف هى أساسا المحاليل القلوية، مياه غسيل المعدات، مختلف المستحلبات المتكونة فى كل وقت وذلك عند التصاق الزيت الماء والمذيبات ومواد أخرى.

٧- عمليات أخرى:

تجرى بعض العمليات الأخرى ذات طبيعة خاصة والتى لاتتم فى كل مصانع التكرير حيث تنتج مياه صرف صناعى. من بين هذه إنتاج الشحوم أو خلط زيت البترول مع الصابون لصناعات معينة، إنتاج الأسفلت وخلطه مع عامل وسيط ومواد أخرى، التجفيف باستخدام مرشحات ذات أساس طفلى، التحليه بإزالة مركبات الكبريت والنيتروجين (Sweetening). مياه الصرف من هذه العمليات المختلفة هى كذلك مختلفة حيث تشمل بالإضافة إلى المواد الزيتية والكيماويات الحرارة والمواد المستخدمة فى العملية والمواد المزالة من المواد البترولية ومنتجات التفاعلات الأخرى.

٨- خواص مياه الصرف:

الجدول (١/٤) يوضح الشكل العام لمياه الصرف من تكرير ١٠٠ برميل من الزيت الخام.

الجدول (١/٤) نموذج لمياه الصرف من مصنع تكرير البترول

المصدر	الحجم بالجالون	الأكسجين الحيوى BOD بالرطل	الفينولات بالرطل	الكبريتيد بالرطل
إنتاج الزيت الخام والتخزين	٤٠٠	١	--	--
إزالة الأملاح	٢٠٠	٢,٠	٠,١	٢,٠
التقطير	٦٥٢٠٠	٧,٣	١,٧	١,٠
التكسير (حرارى، مائى، بعامل وسيط)	٢٩٠٠٠	١٤,٥	١٥,٤	٦.٦
إعادة تنظيم الجزيئات	٧٠٠٠	٠,١	٠,١	١,٧
التنقية	٣٥٨٠٠	٥٣,٩	٥,٢	٠,٧
الصرف من جهاز فصل الزيت (API)	١٥٠٠٠٠	٢٠٤,٥	١٦,٩	٥,٦

هذا بخلاف مياه التبريد.

الزيوت والشحوم التى يتم تعيينها بطرق الاستخلاص بالهكزين (Hexane) يمكن أن تكون حرة أو طافية أو مذابة أو مستحلبه. مياه الصرف من جهاز فصل الزيت (API) تحتوى على ١٠ - ١٠٠ ملجرام/لتر زيت. المواد العضوية مقاسة كأسجين حيوى مستهلك (BOP) تتراوح ما بين ٢٥٠ - ٣٥٠ ملجرام/لتر. إختبار الكربون العضوى الكلى (TOC) مفيد لهذا الغرض ولكنه لايستخدم عادة. المواد العالقة تتراوح ما بين ٥٠ - ٢٠٠ . اجرام/لتر، الفينولات من ٦ إلى ١٠٠ ملجرام/لتر والأمونيا من ١٥ إلى ١٥٠ ملجرام/لتر. الكبريتيد بنسب ولكن البيانات غير متاحة. بعض الملوثات الأخرى الأقل تأثيرا تشمل المواد الصلبة المذابة، السيانيدات، درجة الحرارة، والمعادن الثقيلة.

٩- معالجة مياه الصرف:

توجد تقنيات كثيرة متاحة للاستخدام فى مصانع تكرير البترول ولكن المعدة العالمية الأساسية هى بفصل الزيت بالجاذبية والموصفة بالتفصيل بواسطة معهد البترول الأمريكى (API). هذه الأجهزة تزيل الجزء الكبير من الزيت الطافى فى مياه صرف تكرير البترول، رغم أنها لا تعمل على تكسير المستحلب ولا تزيل المواد المذابة، إلا أن تأثيرها يعتمد على درجة الحرارة، كثافة الزيت، حجم نقط الزيت، ووجود مواد عالقة أخرى. جهاز الفصل بالألواح المتوازية هو نوع آخر (Parallel. Plate Separator) والذى يستخدم كذلك لنفس الغرض. المياه الخارجة من جهاز فصل الزيت بالجاذبية تحتوى على ٥ إلى ٣٥ ملجرام/لتر من الزيت المتبقى، أساسا فى شكل مستحلب. بعض تكنولوجيات فصل الزيت والتى تعتبر مؤثرة فى خفض المواد الصلبة العالقة والملوثات التى تحملها تشمل الطفو بالهواء والمرشحات بالركام. الأول واسع الانتشار فى الاستخدام وعادة يدعم بإضافة الكيماويات للمساعدة فى الترويب مثل أملاح الألومنيوم والحديد زائد البولى إليكتروليت العضوى. يستخدم الطفو عادة حيث يليه الفصل بالجاذبية. تستخدم المرشحات عادة قرب نهاية مراحل التنقية، تلى عملية الحمأة المنشطة أو أى معالجة بيولوجية أو كيماوية أخرى.

المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة يمكنها إزالة من ٨٠ إلى ٩٠% من الأكسجين الحيوى المستهلك (BOD) والزيت ذلك رغم أن التفاعلات أبطأ من مياه الصرف الصحى. يلزم زيادة تركيز المواد العالقة فى السائل المخلوط (Mixed Liquor) حيث تكون من ٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ ملجرام/لتر. زمن المكث أطول. المرشحات الزلطية وأحواض التهوية أو برك الأكسدة تستخدم كذلك فى المعالجة البيولوجية لمياه الصرف لتكرير البترول.

تكسير مستحلب الزيت يتم مع تحطم وتحلل الزيت فى المعالجة البيولوجية لمياه الصرف النهائية للتكرير. فى بعض الحالات تكون الإضافات الكيماوية أكثر ملاءمة حيث أنها تسمح باستعادة مشتقات بترولية معينة عند المصدر. المعالجة بالحامض عادية رغم استخدام كيماويات أخرى والتى تكون مفضلة فى عمليات معنية.

التسخين رغم ارتفاع تكلفته فإنه يستخدم للمشتقات عالية الغليان حيث يتم فى خزانات مجهزة بمواسير البخار (Steam Coils). لقد أوصت وكالة البيئة (EPA) بالتحكم فى الملوثات والإقلال منها زائد المعالجة التى تعادل المعالجة البيولوجية بالمرحلة الواحدة يليها الترشيح بالمرشحات الحبيبية. كما يوصى ببديل آخر وهو الحمأة المنشطة ثم الادمصاص على الفحم المنشط.

رابعا معالجة مياه الصرف الصناعى من صناعة الورق ولب الورق

١- فى عملية صناعة لب الورق، يتم فصل المكون الرئيسى للورق وهو شعيرات السيليلوز عن المصدر الرئيسى لشعيرات السيليلوز وهو الخشب أساسا. نسبة قليلة فقط من الأثمال البالية، زغب القطن وبعض المواد الشعرية الأخرى مازالت تستخدم فى إنتاج لب الورق.

توجد طرق كثيرة لصناعة لب الورق من الخشب، فى أحد هذه الطرق يتم طبخ الخشب فى جهاز هضم (Digester) مع الكيماويات فى ظروف التحكم لدرجة الحرارة والضغط والوقت. الطرق المختلفة تستخدم كيماويات مختلفة أو خليط منها. فى طرق أخرى يتم إختزال الخشب إلى الحالة الشعرية بالطرق الميكانيكية فقط أو بالطرق الميكانيكية والكيماوية. الطرق المختلفة تستخدم كذلك أنواع مختلفة من الخشب الطرى أو الخشب الصلب (الناشف)، وإنتاج أنواع مختلفة من لب الورق كل منها له مميزات لمنتجات معينة. فمثلا اللب السلفيت (Sulphite Pulp) متفوق فى حالة صناعة الورق الرقيق.

العمليات الميكانيكية النقية هى بطحن الخشب حيث تدفع أطوال من الخشب ضد حجر طحن فى وجود الماء وقطع الخشب حيث يتم الطحن فى أقراص الطحن. فى عمليات ميكانيكية أخرى تسبق عملية الطحن النقع الحامضى لخفض الطاقة اللازمة. يوجد كذلك الخشب المطحون كيماويا حيث يتم نقع القطع الخشبية فى محلول سلفيت الصوديوم المخفف (Soduim Sulphite). والطحن الحجرى والصودا الكاوية حيث ننقع فى محلول الصودا الكاوية.

فى تصنيع لب الورق الكيماوى يتم طبخ قطع الخشب تحت ضغط فى محاليل كيماوية مختلفة إلى الحد الذى تذوب فيه المكونات الغير سليلوزية وتتحرر

الشعيرات بفعل قوة إندفاعها من وعاء الطبخ تحت الضغط. لاتوجد حاجة إلى أى طاقة ميكانيكية. عملية إنتاج لب الورق الكيميائية الأولى هى السلفيت (Sulfite) (قلوى كالسيوم، أمونيا، صوديوم أو مغنسيوم). الكرافت (Craft) (صودا كاوية وسلفيد الصوديوم).

يتم إزالة الأحبار من مخلفات الورق لإعادة إستخدام ورق الصحف لصناعة ورق رقيق وألوانه فاتحة. تنفذ عملية التبييض فى عدة مراحل من استخدام الكيماويات بالصودا الكاوية والتى تشبه صناعة لب الورق كيماويا من الخشب.

نسبة كبيرة من لب الورق يتم تبييضها لإزالة اللون الطبيعى البنى وذلك لصناعة ألوان بيضاء أو ألوان فاتحة. تتم عملية التبيض فى مراحل عدة من الاستخدامات الكيماوية والاستخلاص القلوى. الكيماويات المستخدمة تختلف طبقا لنوع لب الورق الأبيض. ولكن يمكن أن تشمل الكلور، هيبوكلوريت الكالسيوم أو الصوديوم وثانى أكسيد الكلور للب الورق الكيماوى وللب الورق الميكانيكى يستخدم الهيدروسلفيت (Hydrosulfites) والبيروكسيد (Peroxides). مواد التبييض المستخدمة لإزالة الأحبار من لب الورق تتوقف على المكونات للمخلفات الورقية، والمادة الخام ولكن عموما تشمل واحد أو اكثر من السابق. لب الورق الشبه كيماوى نادرا ما يتم تبييضه.

عملية التبييض تستخدم كذلك لإنتاج اللب المذاب (Dissolving Pulp) وهو السيليلوز ألفا المكون للريون (Rayon) والمفرقعات. عملية تصنيع الورق هى نفسها بصرف النظر عن اللب المستخدم أو المنتج النهائى. طبقة من الشعيرات ترسب من العالق المخفف من اللب على مصفاه رقيقة. هذه المصافى تسمح بصرف الماء وتحتفظ بطبقة الشعيرات. هذه الطبقة اللانهائية يتم ضغطها وتجفيفها فى عدد من أسطوانات الضغط والتجفيف. ماكينة (Fourdrinier) التى لها سطح مكون للطبقة

المستوية تستخدم عادة لعمل الورق، الماكينة الأسطوانية أكثر استخداما حيث أنها مرتبطة بصناعة الألواح الورقية (Paperboard) نظرا لقدرتها على عمل عدة طبقات من المسطحات الورقية. نوع الماكينة المستخدم تأثيره قليل على أحمال الصرف الخام. المخلفات من الورق يتم تحويلها إلى شعيرات ثانية بإضافة الماء، الكيماويات، البخار لوحدة إنتاج اللب حيث يتم إستخلاص الشعيرات من الورق (Defibered).

إستعادة الكيماويات من سائل الطبخ لعملية إنتاج لب الورق بالطريقة الكيماوية تعتبر أساسية، وكذلك فى عملية الكرافق يكون ضرورى من الناحية الكيماوية بسبب إرتفاع سعر الكيماويات المستخدمة والتركيزات المطلوبة وللمحافظة على البيئة. حرق وتبخير سائل الصرف للإستعادة فى بعض الحالات.

٢- خصائص مياه الصرف:

مياه الصرف من صناعة الورق ولب الورق تحتوى على مكونات عضوية مذابة من الخشب بما فيها اللجنين والتانين والسكريات والسيليلوز. الإضافات مثل مواد اللصق، النشويات، الراتنجات، كيماويات الطبخ الغير عضوية والمواد الغروية. كل مياه الصرف من كل الإنتاج الميكانيكى للب الورق متشابه فى النوع والحجم. مكونات الملوثات تشمل مواد صلبة عالقة، ومواد عضوية مذابة ومواد غير عضوية مذابة فى حالة الطحن الكيماوى للخشب وعملية الصودا على البارد.

حجم المياه المنتجة يتراوح ما بين ٢٠٠٠ و ٤٠٠٠ جالون لكل طن من لب الورق. المواد الصلبة العالقة والحمل العضوى (BOD_5) يتراوح بالنسبة لعمليات إنتاج اللب الميكانيكية كالآتى:

	مواد صلبة عالقة رطل/الطن	BOD_5 رطل / طن
عملية الطحن الحجرى	١١ - ٢١	٨ - ١٩
عملية التنقية	٣٠ - ٥٩	١٨ - ٣٢
الخشب المطحون بالكيماويات	١٥ - ٣٢	٦٩ - ٨١
الصودا الباردة	٢٤ - ٣٧	٧٣ - ١٠١

مياه الصرف من عمليات السلفيت المتعادل الشبه كيمـلوى (Neutral Sulphite Semi Chemical) (NSSC) ذات حجم قليل ولكن ذات محتوى عـالى مـن BOD بذلك بسبب درجة التدوير العالية التى تستخدم. الأحمال من BOD هى ٥٧ رطـل / الطن عند تدفق ١٧٠٠ جالون / الطن تعتبر حالة قياسية. القيم المتوسطة مـن ١,٣ (NSSC) الطواجين المتعرجة (Corrigating Mills) مع إستعادة السائل تكـون ذات أحجام من السوائل المنتجة ١١٣٠٠ جالون، ٥٨ رطل من BOD، ٣٢ رطل مـن المواد الصلبة العالقة لكل طن من لب الورق.

ماكينات السلفيت الحديثة التى تستعيد الكيماويات و/أو حرق سوائل المخلفـات تصرف ما بين ١٥٠٠٠، ٣٠٠٠٠ جالون لكل طن من لب الورق. إجمـالى الفقـد يصل إلى ٨٠٠ رطل من المواد الصلبة الكلية، ٦٠ رطل من المواد الصلبة العالقة، تقريبا ٣٠٠ رطل من الحمل العضوى BOD لكل طن من لب الورق. قيمة الرقـم الهيدروجينى تتراوح ما بين ٢,٥ إلى ٣,٢. قيمة اللون للمياه الخارجة حيث يكـون اللجنين هو السبب إلـى حـد كبـير تـتراوح علـى تدريـج الكلوروبلاتينيـت (Chloroplatinate) من ١٠٠ إلى ٧٥٠ ملجرام/لتر، القيم القليلـة تكـون لسـلفيت المغنسيوم القاعدى والقيم المرتفعة للأمونيوم القاعدى. إستعادة سائل السلفيت ليـس مؤثر مثل إستعادة الكرافت بسبب الكمية الكبيرة لحامض الخليك فى ما تم تكثيفـه

(Condensates). هذه المادة مسئولة عن الجزء الكبير من الحمل العضـــوى BOD_5 فى الصرف.

مثال الأحمال مياه الصرف من العمليات المستقلة لمعدة لب الســـلفيت شـــاملة التبييض موضح فى الجدول (١/٥).

جدول (١/٥) مثال الأحمال الصرف من عمليات السلفيت المستقلة:

مصدر العملية	الحجم جالون/طن	إجمالى المواد الصلبة رطل/طن	المواد الصلبة العالقة رطل/طن	BOD رطل / طن	COD رطل / طن	مجال الرقم الهيدروجينى
حوض الصرف	١٩٠٠	٢٤٧	١,٠	١١٦	--	٢,٩ – ٢,٢
المكثفات	١١٠٠	٤٧	٠,١	٦٦	--	٣,١ – ٢,٣
فقد السائل	٧٥٠٠	١٠٥	٢١,٠	٥٣	--	٢,٦ – ٢,٢
المصافى	٦٠٠٠	٢٧	٨,٠	٨	--	٥,٧ – ٥،٤
الغسيل وزيادة القوام	٧٥٠٠	١٣١	٨,٠	١٨	--	٣,٩ – ٢,٤
مخلفات مصنع الحامض	٣٠٠	١٠	٥,٠	مهمل	--	١,٢
صرف الغلاية	١٠٠	٢٢	٢,٠	مهمل	--	--
إجمالـــى	٢٤٤٠٠	٥٨٩	٤٥,١	٢٦١	٦١٨	٣,٢ – ٢,٥
التبييض	١٢٠٠٠	٢٠٠	١٥,٠	٣٩	--	٥,٨ – ٥

الفقد فى التبييض عند إنتاج لب الســـلفيت المـــذاب، يرتفـــع ســـريعا كـــالآتى (Sulphite Dissolving Pulp).

حجم المياه المنتجة	٤٥٠٠٠ إلى ٦٠٠٠٠ جالون / طن
BOD	٢٠٠ إلى ٤٥٠ رطل / الطن
المواد الصلبة العالقة	١٠٠ إلى ٢٠٠ رطل / الطن
اللون	أكبر من ٣٠٠٠ ملجرام / لتر
مجال الرقم الهيدروجينى	١ – ٣

فى المصانع الحديثة حجم المياه الخارجية من إنتاج لب ورق الكرافت يتراوح ما بين ١٠٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠ جالون / الطن من المنتج. المصدر الرئيسى لمياه الصرف هى جهاز الهضم (Digester) مكثفات البخار. الملوثات تشمل مواد صلبة عالقة، مواد عضوية مذابة، أملاح أيونية غير عضوية مذابة. كذلك تلتصق الأيونات الغير عضوية مع المركبات العضوية مثل اللجنين، الراتنجات، الأحماض الدهنية. إجمالى المواد الصلبة العالقة يتراوح ما بين ٤٠ إلى ٦٠ رطل / الطن من المنتج. متوسط الحمل العضوى BOD يتراوح من ٢٥ إلى ٥٠ رطل / الطن. الجزء من المواد العضوية الغير قابلة للتحلل البيولوجى هو السبب فى لون السائل الخارج من عملية الكرافت. كلا من المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجى وغير القابلة للتحلل البيولوجى تسبب وجود اكسجين كيماوى مستهلك (COD) والذى يتراوح مع السلفيدات الغير عضوية من ٧٥ – ١٠٠ رطل COD / الطن. المحتوى من الأملاح الأيونية المذابة يتراوح ما بين ١٥٠٠ – ٣٠٠٠ ملجرام / لتر. الرقم الهيدروجينى ما بين ٩ – ١٠.

مياه الصرف من تبييض الكرافت موضحة فى الجدول التالى.

جدول (١/٦) حجم وخواص مخلفات التبييض للكرافت:

	حجم مياه الصرف ١٠٠٠ جالون لكل طن من المنتج	BOD رطل لكل طن من المنتج	مواد صلبة عالقة رطل لكل طن من المنتج	اللون ملجرام/لتر	الرقم الهيدروجينى
شبة تبييض	١٨ – ٢٥	٣٥-٣٠	٢٠-١٥	٢٥٠٠٠	٥-٤
تبييض عالى	٣٥-٢٥	٦٠-٤٠	٣٠-٢٠	٥٠٠٠٠	٤-٣
إذابة اللب (خشب طرى)	٦٠-٥٠	١٥٠-١٢٠	١٥٠-١٣٠	أكبر من ٥٠٠٠٠	٣-٢
إذابة اللب (خشب صلب)	٧٠-٥٥	٧٠٠-٥٠٠	٢٠٠-١٩٠	أكبر من ٥٠٠٠٠	٣-٢

مياه الصرف من مصانع الورق تتراوح ما بين ٣٣٠٠ إلى ٢٤٠٠٠ جالون/الطن من المنتج. مياه الصرف هذه عادة تحتوى على من ٨ إلى ١٢٣ رطل من المواد الصلبة العالقة ومن ١٠ إلى ٧٥ رطل BOD_5 لكل طن من المنتج.

مياه الصرف من صناعة الورق الرقيق (Fine Paper) بدون مواد الملئ (طفلة، كربونات كالسيوم... الخ). تحتوى على من ١٥٠ إلى ٥٠٠ جزء فى المليون من المواد العالقة ٩٠% منها مواد عضوية. المواد العالقة هى أساسا زغبات لب الورق. الأسطح الورقية المملوءة والمغطاه تنتج مياه صرف ذات محتوى عالى من المواد الصلبة العالقة بسبب وجود الإضافات الغير عضوية وكذلك المحتوى من BOD أعلا بسبب وجود مواد التشتت ومواد اللصق المستخدمة للمحافظة على مادة الملئ أو التغطية فى أو على الورق. المواد الغير عضوية تسبب عكارة عالية، رغم أن اللون الحقيقى منخفض وأن الرقم الهيدروجينى فى المجال المتعادل. معدل التدفق يتراوح ما بين ٧ إلى ٧٠ جالون / الطن.

فى المصانع الحديثة يستخدم التدوير وإعادة الإستخدام لمياه الصرف مع العمل على إصطياد الشعيرات المفقودة.

٣- معالجة مياه الصرف من الصناعات الورقية ولب الورق:

الإجراءات التى تتم فى المصنع لخفض أحمال مياه الصرف الخام تشمل، التدوير وإعادة الاستخدام، إجراءات إعادة واصطياد الشعيرات، منع تسرب المياه من الطلمبات، خفض إستخدام المياه النقية، خفض استخدام مياه التبريد.

المعالجة الخارجية للمواد الصلبة العالقة إستخدمت المصافى، المروقات الميكانيكية، أحواض الترسيب، الطفو بالهواء المذاب. أكثر الطرق إنتشارا هى أحواض الترسيب الميكانيكية للتنظيف ذات قطر من ٣٠ إلى ٣٥٠ قدم، معدل

التحميل السطحى من ٣٩٢ إلى ٢٠٣٠ جالون فى اليوم على القدم المربع (التصميم العادى - ٦٠٠ - ٧٠٠أ، ٣٠٠ - ٥٠٠)، زمن المكث ٤ ساعة، الأحمال الصلبة من ٢٠٠ إلى ٨٠٠ قدم مربع لكل طن من المواد الصلبة الجافة فى اليوم. التصميم الجيد والتشغيل الجيد للمروقات يزيل ٩٥% من المواد الصلبة العالقة القابلة للترسيب و ٢٠ إلى ٣٠% من الأكسجين الحيوى المستهلك (BOD_5) يمكن عمل خفض إضافى فى الحمل العضوى (BOD) بالمعالجة البيولوجية بواسطة أحواض أكسدة ضخمة وأحواض تهوية. تستخدم الحمأة المنشطة والمرشحات الزلطية لدرجة أقل. معدل التحميل لأحواض الأكسدة من ٥٠ رطل أكسجين حيوى مستهلك (BOD) / الهكتار / اليوم يحقق نسبة إزالة ٨٥ - ٩٠% فى الأجواء الحارة.

أحواض التثبيت الهواه تستخدم ٢ هكتار / مليون جالون / اليوم، زمن مكث من ٥ إلى ٥١ يوم، وهى تنتج ٠,١ إلى ٠,٢ رطل من الحمأة لكل رطل من الحمل العضوى (BOD) المزال، ويتطلب إضافة النيتروجين (وأحيانا الفوسفور)، ويستخدم أجهزة تهوية تربينيه، طلمبات تهوية ذات التدفق المحورى، أو التهوية بالبثق، وتعمل عند ٥٠ - ٢٠٠ ملجرام / لتر من السائل المخلوط بالمواد الصلبة العالقة (MLSS). كما استخدمت محطات المعالجة بالحمأة المنشطة لمعالجة مياه الصرف من لب الورق بتحميل من ١٥ إلى ١٥٠ رطل من الأكسجين الحيوى / ١٠٠٠ قدم مكعب وزمن مكث من ٢,٥ - ٨,٥ ساعة مع إضافات من المواد النيتروجينية والمواد الفوسفورية. وقد أوصى بأن أفضل تحميل هو من ٠,٢ إلى ٠,٧ رطل اكسجين حيوى للسائل المخلوط بالمواد الصلبة العالقة (MLSS). تراكم الحمأة اللازم إزالتها هو رطل / كل رطل من الأكسجين الحيوى المستهلك المزال. من المشاكل الكبيرة عملية تخفيف الحمأة من الماء والتخلص منها حيث يمكن أن تكون أكثر تكلفة من المعالجة نفسها.

عمليات التخلص الأخرى التى استخدمت فيها مياه الصرف للورق ولب الورق بدرجات متفاوته من النجاح هى فى تحسين التربة والرى وصرف المخلفات على الأرض وإزالة اللون باستخدام ترسيب الجير، الكربون النشط، الشبه.

وقد أوصت (EPA) أن أفضل التكنولوجيات المتاحة هى التحكم الداخلى فى خفض الملوثات بالإضافة إلى خفض المواد الصلبة العالقة باستخدام المصافى، أحواض الترسيب الأرضية، الترويق الميكانيكى وإزالة الحمأة، الطفو بالهواء المذاب. (معظم مياه الصرف من صناعة الورق ولب الورق تحتوى على قليل أو لا يوجد النيتروجين أو الفوسفور).

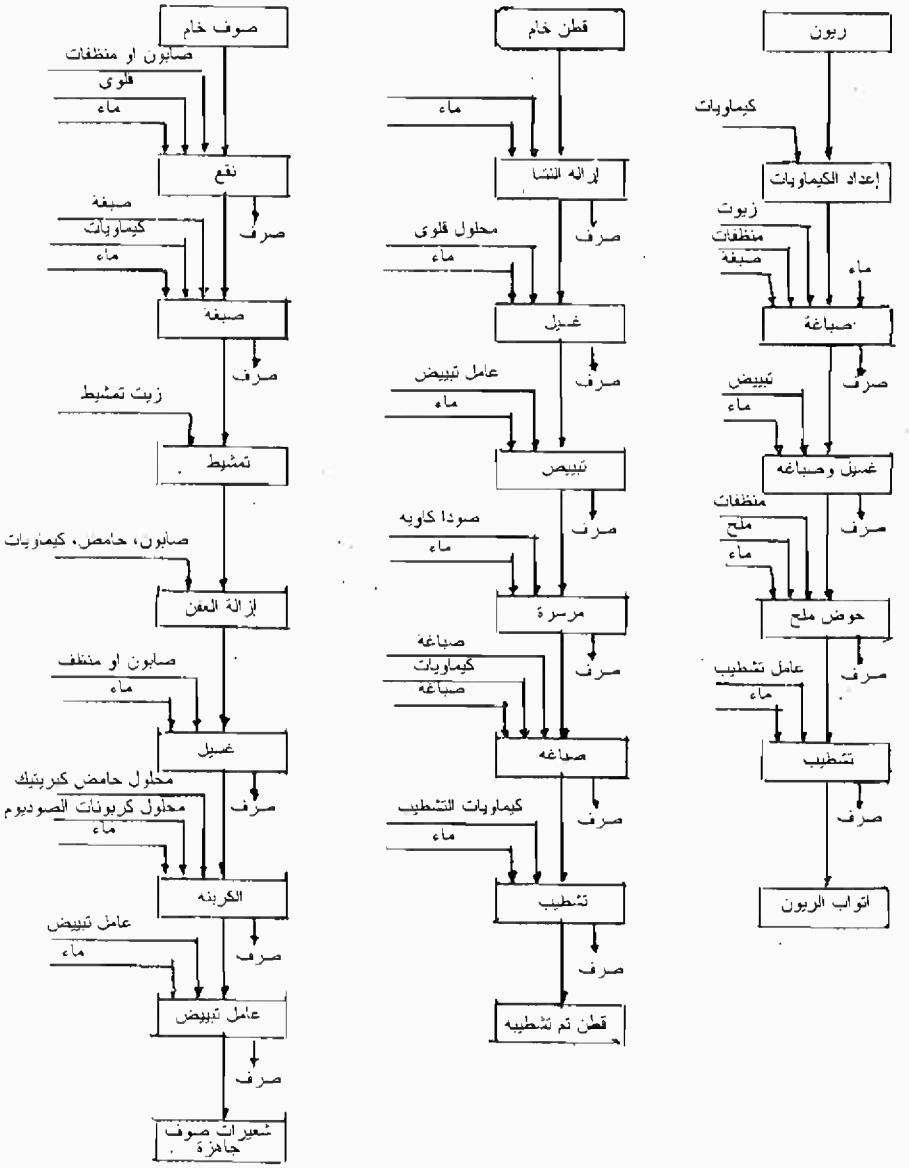
خامساً الصرف الصناعى من صناعة المنسوجات

١- صناعة المنسوجات تستخدم كميات كبيرة من المياه حوالى ٩٠% منها فى عمليات الغسيل والتنظيف والصقل والصباغة والطباعة والتبييض والتشطيب للمنتج. كل هذه العمليات تنتج مياه صرف والتى تحتاج إلى المعالجة.

توجد ثلاث أنواع رئيسية فى صناعة المنسوجات وهى الصوف والقطن والخيوط الصناعية والتى تنقسم إلى السيليلوزية والغير سليلوزية. خطوات التصنيع المستخدمة لإنتاج مختلف المنسوجات متشابهة بالنسبة لخيوط الغزل ولكن أحمال التلوث مختلفة. شكل (٣/٨).

أ- الصوف الخام:

الصوف الخام يحتوى على كميات كبيرة من الأوساخ والأعشاب وشمع الصوف والعرق. يتم أولا تنظيف الصوف بغسيله بالصابون أو بالمنظفات الصناعية بمياه ساخنة. يتم الغسيل بالتمرير المعاكس فى عدد من الأحواض. المواد الغير مذابة تتجمع فى قواديس مركبة فى الأحواض، مياه الغسيل المحتوية على ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ ملجرام / لتر من الحمل العضوى BOD وحتى ٢٨٠٠٠ ملجرام / لتر من الشحوم إلى معالجة مياه الصرف. بعد الغسيل يمكن صباغة الصوف أو غزله ونسجه ثم بعد ذلك صباغته. محلول الصباغة ومياه غسيل عملية الصباغة يتم التخلص منها كمياه صرف. المصدر الرئيسى للحمل العضوى هو عامل الحمل (Carrier Agent). عوامل التلوث فى مياه الصرف هى كذلك الألوان، المواد الصلبة المذابة، الكروم سداسى التكافؤ. يتم بعد ذلك معالجة الصوف ميكانيكيا فى حوض من الماء والمنظفات، يتم الغسيل بالمنظفات ثم التخلص من مياه الغسيل. فى بعض العمليات يتم نقع الصوف فى محلول مخفف من حامض الكبريتيك ثم العصر للتجفيف ثم التسخين لكربنة المواد النباتية. يتم التخلص من صرف حامض الكبريتيك على مراحل، وهو مياه الصرف الوحيدة من هذه الخطوة. الخطوة الأخيرة عند الحاجة إليها هى التبييض باستخدام ثانى اكسيد الهيدروجين أو هيبوكلوريت الصوديوم، مجال التبييض ومياه الغسيل تشكل كل مياه الصرف.



شكل (٣/٨) مخطط لصناعة المنسوجات

ب- القطن:

بعد إستقبال القطن من المحلج حيث يكون عادة مغطى بالنشا والغـــراء، يتـم التعامل معه لإزالة النشا أو الغراء فى حوض حامض أو مادة كيماوية. يتم بعد ذلك غسيل القطن بالماء وعامل قلوى لإزالة المواد الشمعية الطبيعية يتم التخلص مـــن المياه المستخدمة. بعد الغزل يتم التبييض بهيبوكلوريت الصوديوم أو بواسطة ثـانى أكسيد الهيدروجين ثم التخلص من المياه المستخدمة (يتم بعد ذلك الصباغة والغسيل والتغطية بطبقة محلول راتنجى للتشطيب). فـــى حالـــة الرغبـــة فـــى المرســـرة (Mercerized) (والتى تتم لزيادة امتصاص القطن للصبغة وتقويته) يتم النقـــع فـــى محلول صودا كاوية مركزه. تتم بعد ذلك الصباغة والغســـيل والتغطيـــة بمحلـــول شمعى للتشطيب. مخلفات مياه المرسرة والصباغة والتشطيب ومختلف مياه الغسـيل تضيف إلى الحمل الكلى للمخلفات.

جـ- الريون: Rayon

يتم تصنيع الريون خلال عمليات الغسيل والصقل والصباغة فى حوض يحتوى على زيوت ومنظفات وصبغات. فى بعض المراحل يتم تبييض الغزل فى حـــوض يحتوى على ملح، منظفات صناعية وماء. يتم بعد ذلك التشطيب بطريقة تشبه تلـــك المستخدمة فى القطن. مياه الصرف من تصنيع الريون تشمل مياه صرف حمامـــات الغسيل والصبغة والتبييض وحمام الملح ومحلول التشطيب.

يتم غسيل النسيج بالمنظفات والمـــاء ثـــم الصباغـــة أو التبييـــض باســـتخدام هيبوكلوريت الصوديوم أو ثانى أكسيد الهيدروجين. يتم غسيل النسيج ثانيا، التسخين لجفاف النسيج، التشطيب بالكيماويات. مياه الصرف تشمل مياه الصرف من الغسيل والتبييض والصباغة والتشطيب وكذلك مختلف استخدامات المياه.

د- خواص مياه الصرف:

مياه الصرف من صناعة خيوط النسيج متشابهة. خطوات التصنيع لمختلف الخيوط متشابهة ولكنها تختلف فى خواص مياه الصرف. مياه الصوف يمكن أن تحتوى على كميات عالية من المواد الصلبة المذابة وكذلك أحمال مرتفعة من الشحوم ومواد شعرية وأملاح غير معدنية وكيماويات عضوية والتى عادة ما تكون سامة أو غير قابلة للتحلل البيولوجى ومعادن ثقيلة. العمليات المستقلة المختلفة تؤدى إلى الصرف على مراحل (Batch) والذى يسبب تغيرات كبيرة فى الأحمال الهيدروليكية وأحمال التلوث. بعض أنواع الملوثات كما فى الجدول التالى.

جدول (١/٧) الشكل العام لمياه الصرف فى صناعة المنسوجات

لكل ١٠٠٠ رطل من النسيج بعد التشطيب

	الحمل العضوى بالرطل BOD	مواد صلبة عالقة بالرطل	مواد صلبة مذابة بالرطل	الحجم بالجالون
١- مخلفات الصوف				
مياه الغسيل والصقل	٣٣٠			٣٣٠
الصباغة	١٩			٣١٠٠
الغسيل	٣٦٠			٤٤٣٠٠
الكربنة	٢			١٦٥٠٠
الإجمالى	٧١١			٦٧٢٠٠
٢- مخلفات القط				
إزالة الغراء	١١٩	٦٢	١٠٥	٥٥٠٠
الغسيل والصقل	١٠٥	٤٧	١٣٠	٩٥٠٠
التبييض	١٥	١٠	٧٥	٩٥٠٠
المرسرة	١٠	٣	٤٥	١٩٠٠
الصباغة	٦١	٢٥	٧٥	٤٠٠٠٠
الإجمالى	٣٢٥	١٥١	٤٥٠	٨٧٥٠٠
٣- مخلفات المنسوجات الصناعية				
الغسيل والصقل	١٥-٩٠	٥-٥٠	١٥-٥٠	٣٠٠٠-٨٠٠٠
الصقل والطباعة	٤٠-٧٠	صفر - ٣	٢٥-٤٠	٢٠٠٠-٦٠٠٠
الصباغة	٢-٨٠٠	١-٤٠	٢-٢٠٠	٢٠٠٠-٤٠٠٠
حمام ملحى	صفر - ٣	--	٢٠-٢٠٠	٥٠٠-١٥٠٠
الصقل النهائى	١٥-٢٥	٢-٧	٤-٢٠	٢٠٠٠-١٠٠٠٠
التشطيب الخاص	٢-٨٠	٣-٥٠	٣-١٠٠	٥٠٠-٧٠٠٠
الإجمالى	٢٠-٢٥٠	٢٠-١٦٠	٢٠-٦٠٠	٣٠٠٠-٢٩٠٠٠

هـ - معالجة مياه الصرف:

إستعادة شحوم الصوف يتم بإضافة حامض الى شحنة الصرف لتكسير المستحلب وتحرير الشحوم. بعد استخلاص الشحوم بالطرد المركزى يتم التخلص من المجال المائى أو إستعادة الشحوم بعملية التبخير.

تستخدم المصافى لإزالة المواد من الشعيرات، هذه المصافى يمكن أن تكون دوارة أو ثابتة أو من النوع الهزاز.

تجهيزات الترسيب تشمل أحواض ترسيب، حيث يضاف البولى اليكتروليت لتسهيل فصل المواد الصلبة العالقة. تستخدم كذلك وحدات الطفو بالهواء لإزالة المواد الصلبة العالقة، عادة بالتوازى مع البولى اليكتروليت أو بعد عملية الترويب. الفصل الهوائى يزيل المواد الصلبة، الزيوت، الشحوم، الشعيرات ولكنه لايؤثر على المواد المذابة مثل الصبغات.

عملية الطرد المركزى والترشيح هى عمليات قياسية تستخدم لإزالة واستعادة المواد الصلبة من مياه صرف الصناعات النسيجية. عادة تضاف مواد كيماوية مثل كبريتات الحديدوز، الجير المطفى أو الشبه، إلى مياه الصرف لعملية تكوين الزغبات صغيرة الحجم وترويبها وكذلك المواد الغروية إلى حبيبات كبيرة لتحسين فصل المواد الصلبة العالقة.

الترسيب الكيماوى يتم فى أحواض الترسيب (Lagoons) تضاف الكيماويات إلى مياه الصرف لترسيب المواد الصلبة المذابة والتى ترسب فى الحوض.

أحيانا تكون مياه الصرف من صناعة المنسوجات قلوية وذلك رغم وجود بعض تدفقات مياه صرف حامضية. لذلك يكون من الضرورى إجراء عملية

التعادل بإضافة مواد حامضية أو مواد قلوية لحماية طرق المعالجة التالية ولتتطابق مع معايير الصرف.

عملية التسوية (Equalization) هى كذلك ضرورية لتسوية الأحمال الهيدروليكية والأحمال العضوية.

استخدام إدمصاص الكربون لإزالة اللون. عادة يتم بتمرير مياه الصرف خلال طبقة متحركة فى عدة إتجاهات متعاكسة.

الاكسدة البيولوجية هى عادة آخر مراحل المعالجة. المعالجة البيولوجية يمكن أن تتم فى المصنع وعادة يتم صرف المياه إلى شبكة الصرف الصحى. فى حالة المعالجة البيولوجية يمكن استخدام الحمأة المنشطة والمرشحات الزلطية، أحواض الأكسدة، الأحواض المهواة. تستخدم الأكسدة الكيماوية مع الهواء، الكلور، أو ثانى أكسيد الهيدروجين لإزالة بعض الصبغات ولقتل مختلف الكائنات البيولوجية، لقد أوصت (EPA) أن صناعة النسيج يمكن أن تحقق المعايير المطلوبة بتوفير المعالجة الأولية والثنائية لمعالجة مياه الصرف. كما أوصت أنه يمكن أن يكون الصرف صفر وذلك بخفض كمية المياه المستخدمة خلال التدوير واستخدام المعالجة البيولوجية والترويق لإزالة المواد الصلبة العالقة والتناضح العكسى. هذه المعالجات يجب أن يليها تبخير ثلاثى المراحل للمحاليل المركزة إلى مياه مكثفة مناسبة للتدوير وإعادة الاستخدام وراسب صلب متبقى مناسب للتخلص منه.

سادساً معالجة مياه الصرف من دباغة الجلود (Tanning)

١- الدباغة هى عملية تحويل جلد الحيوان إلى جلود مصنعة وذلك بمعالجة الشعيرات البروتينية بمواد مثل أملاح الكروم أو كبريتات الألومنيوم (الشبة) أو التانين (Tannin). تشمل الدباغة جلود الحيوانات الآتية: جلود الماشية والأغنام والجاموس والبقر والجمال والخيل والأرانب، التماسيح.

عملية الدباغة لجلد الماشية تتم فى غرفة الدعامة الخشبية، غرفة الدباغة، إعادة الدباغة، اللون، السائل الدهنى، التشطيب.

عملية دباغة جلد الخراف تتكون من غرفة الدباغة وإعادة الدباغة واللون وسائل دهنى والتشطيب.

<u>دباغة جلد الماشية:</u>

الجلود الطازجة يتم تهذيبها وفرزها وتصنيفها ثم معالجتها (Cnring) بإضافة الملح والتخزين لمدة ١٠-٣٠ يوم. الجلود المعالجة بالملح يتم إعدادها فى غرفة المعالجة بتقليب الجلود الطازجة فى محلول ملحى مركز لمدة ٢ - ٣ يوم ثم الصرف. فى المدبغة يتم تهذيب الجلود، ترتيبها أو شطرها إلى نصفين ثم الغسيل والنقع والصقل ونزع اللحوم وإزالة الشعر فى مستحلب من الجير مع إضافات مثل سلفيد الصوديوم (Soduim Sulfide) أو (Sulfhydrate) ثم نزع الشعر بالطرق الميكانيكية أو بالحرق أو بالإذابة.

<u>قسم الدباغة (Tanhouse)</u>

يتم تخفيض الجلد فى محلول أملاح الأمونيا والأنزيمات لإزالة الجير وخفض الانتفاخ ولتحويل الشعيرات إلى مادة غروية (Peptize Fibers) وإزالة نواتج

التحلل للبروتين ثم يتم الغمر فى مياه مالحة وحامض ثم الدباغة فى أحماض التنين النباتية. (Vegetable Tannins). أو فى خليط مناسب من كبريتات الكروم أو الشبه ثم الفصل للحصول على الجزء من الجانب الخارجى الذى عليه الشعر من جلد الحيوان حيث يتم التصنيع منفصلا.

عمليات إعادة الدباغة، اللون، السائل الدهنى:

إعادة الدباغة توفر صفات خاصة لتشطيب الجلد خلال إستخدام الكروم والنباتات وعوامل الدباغة المختلفة. هذه الجلود يمكن أن يتم تبييضها وتلوينها كما تضاف السوائل الدهنية (تضاف الزيوت لتحقيق المرونة والطى).

خواص مياه الصرف:

المواد التى تظهر فى مياه صرف دباغة الجلود تشمل الشعر، قطع جلدية، قطع من لحم الحيوان، دماء، روث، أوساخ، أملاح، جير، بروتين مذاب، سلفيدات، أمينات، أحماض التنين، الصودا آش، سكريات ومواد نشوية، وزيوت (شحوم ودهون)، مواد النشاط السطحى، أحماض معدنية، مواد صبغات، مذيبات.

المعايير المستخدمة لتعريف مياه الصرف تشمل الأكسجين الحيوى المستهلك (BOD_5)، الأكسجين الكيماوى المستهلك (COD)، الأملاح الصلبة المذابة، الأملاح الصلبة العالقة، النيتروجين الكلى، الكروم، الزيوت والشحوم، السلفيد، القلوية الكلية، الرقم الهيدروجينى.

جدول (١/٨) خواص مياه الصرف من عمليات دباغة الجلود على أساس ٥٠٠ جلد فى اليوم كل جلد وزنه ٦٠ رطل كالآتى:

عمليات التصنيع	أكسجين حيوى مستهلك BOD رطل / اليوم	مواد صلبة عالقة رطل/اليوم	مواد صلبة مذابة رطل/اليوم	حجم مياه الصرف مليون جالون/اليوم
الغسيل والصقل	٣٧٠	١٣٤٠	٣١٨٠	٠,٠٩٧
إزالة الشعر	١٨٣٠	٥١٦٠	٥٧٠٠	٠,١١٢
التطرية	٢١٠	٥٠	٤٢٠	٠,٠٣٢
التحليل (Pickling)	--	--	٤٢٠	٠,٠١٦
الدباغة (بالكروم أو بالنباتات)	١٥٠	٢٠٠	٩٠٠	٠,٠٢
التشطيب	٥٠	٥٠	١٠٠	٠,٠١٥
الإجمالى	٢٦٧٠	٦٨٠٠	١٠٧٢٠	٠,٢٩٢

معالجة مياه الصرف:

طرق خفض مياه الصرف لعمليات الدباغة تشمل الاقتصاد فى استخدامات المياه وإستعادة استخدام المحاليل ومعالجة مكونات معينة فى مياه الصرف.

مخلفات الصرف لدباغة الجلود تتم لها المعالجة المسبقة لتحقيق توافقها للصرف فى شبكة الصرف الصحى والمعالجة فى محطات الصرف الصحى.

عمليات المعالجة المسبقة تتكون من واحد أو أكثر من عمليات متعددة أو أن تشمل جميع العمليات. وهذه العمليات هى استخدام المصافى، التسوية، (Equalization) والترسيب الحر، الترسيب باستخدام مواد الترويب مثل الشبه والجير وأملاح الحديد والبلمرات والكرنبة وكذلك ضبط الرقم الهيدروجينى والتخلص من الحمأة.

استخدام المصافى الدقيقة يزيل الأجسام الدقيقة من الشعر، الصوف، اللحم، قطع الجلود الصغيرة الناتجة عن التهذيب. تسوية التدفقات وضبط الرقم الهيدروجينى يتطلب عادة زمن مكث أقل من يوم واحد.

الترسيب الحر يقلل تركيز المواد الصلبة العالقة بنسبة من ٤٠-٩٠%، الاكسجين الحيوى المستهلك بنسبة ٣٠-٦٠%، الكروم الكلى بنسبة ٥٣%، القلوية الكلية (مقيمة ككربونات كالسيوم) بحوالى ٢٧%، الدهون بنسبة ٩٠%. المعالجة الكيماوية يمكن أن تؤثر على إزالة المواد الصلبة العالقة من ٥٠% إلى أكثر من ٩٠%، إزالة السلفيد والكروم بنسبة حتى ٩٠%، إزالة اللون بنسبة ٩٣% إلى ٩٩%.

تستخدم الكرنبة لمعالجة مياه الصرف القلوية ويمكن أن توفر إزالة للمواد الصلبة بنسبة ٩٥%، ٨٤% للاكسجين الحيوى المستهلك (BOD_5) وإزالة القلوية الزائدة.

تداول الحمأة والتخلص منها يشمل أحواض الحمأة، حفر دفن المخلفات، الانتشار على سطح الأرض.

المعالجة الثنائية (البيولوجية) المستخدمة لمعالجة مياه الصرف الصناعية الدباغة للجلود تشمل المرشحات الزلطية حيث تزيل من ٨٠-٩٥% من الأكسجين الحيوى المستهلك أما أحواض التهوية فإنه يمكنها إزالة ٩٢% من الحمل العضوى (BOD)، ٦٤% من الحمل العضوى (COD) الاكسجين الكيماوى المستهلك، ٧٥% من النيتروجين، تحقيق التدمير (التحلل) الكامل للكبريتيد بأحمال ٤,٥ رطل (BOD) / ١٠٠ قدم مكعب / اليوم.

نظام الأحواض اللاهوائية يحقق إزالة ٨٧% من (BOD)، ٧٤% من المواد الصلبة العالقة، ٦٨% من (COD)، ٢٤% من السلفيد، ٣٣% من النيتروجين الكلى.

محطات المعالجة بالحمأة المنشطة التى تعالج مياه الصرف من دباغة الجلود هى مصدر إزعاج يسبب مصاعب التشغيل، كما أن التشغيل المثالى لهذه المحطات غير ممكن بهذه النوعية من مياه الصرف.

مثال: مصنع ينتج مليون جالون فى اليوم من مياه الصرف يحتاج إلى الآتى: ٢ مروق كل بقطر ٣٥ قدم مع كاشط سطحى. نسبة التحميل السطحى ٤٦٠ جالون فى اليوم/القدم المربع. أربع أحواض من الخرسانة كل حوض بسعة مليون جالون وبكل جهاز تهوية قوة ٣٠ حصان لكل حوض، الحمأه العائدة لكل حوض وللمروق الأولى والترسيب النهائى فى مروقين كل بقطر ٤٠ قدم. ثم الكلوره والصرف إلى مسطح مائى قريب، لقد أوصت (EPA) (الوكالة الدولية لحماية البيئة) أن أفضل تكنولوجيا عملية متاحة هى المعالجة المسبقة وذلك بالمحافظة على استخدام المياه والتدوير لمحاليل الدباغة، تجميع وأكسدة السلفيد، المصافى الدقيقة، التسوية، الترسيب الأولى لإزالة الزيوت والشحوم وترسيب الكروم، ضبط الرقم الهيدروجينى، تداول الحمأة والتخلص منها باستخدام التكثيف. التكثيف بالمعالجة الكيماوية، سحب المياه، الردم الصحى للتخلص النهائى. المعالجة الكاملة فى الموقع تستخدم كل ماسبق بالإضافة إلى التهوية والترسيب النهائى، الترشيح بالطبقة العميقة ذات الوسط الترشيحى من المواد المختلطة، الكلورة والصرف الى المسطح المائى.

دلائل عام ١٩٨٣ لأفضل تكنولوجيا إقتصادية أضافت التهوية لنترجة (Nitrify) المواد العضوية ونيتروجين الأمونيا، الترسيب، الخلط مع الكربون المنشط لإزالة النيتروجين (Denitrification)، التهوية للمساعدة فى إزالة غاز النيتروجين ثم أحواض الترسيب النهائى.

سابعاً مياه صرف الصناعات الدوائية

تحتوى الصناعات الدوائية عادة على المواد الغذائية (الفيتامينات) بالإضافة إلى مخلفات عضوية من عمليات التخمير (Fermentation)، بقايات المذيبات، عوامل عدم حدوث الرغاوى، ومركبات عضوية ذات درجات مختلفة من القابلية للتحليل البيولوجى وكذلك ذات درجات مختلفة من السمية بالإضافة إلى مياه الصرف. المخلفات الناتجة عن إنتاج البنسلين والاستربتوميسين والمنتجات الدوائية الأخرى بها نسبة عالية من المواد العضوية العالقة والمذابة كما أن بها حمل عضوى عالى (BOD). عند صرف هذه المخلفات على المجارى المائية فإنها تسبب المذاق السئ والعكارة وتعمل على خفض الأكسجين المذاب. وهذه المخلفات يمكن معالجتها مع مياه الصرف الصحى. وفى حالة عدم إمكان هذه المعالجة المشتركة فإنه يتم أولا المعالجة بالتهوية يلى ذلك المعالجة البيولوجية باستخدام المرشحات البيولوجية. يفضل معالجة مياه الصرف من الصناعات الدوائية فى برك الأكسدة (Oxidation Ditches)، وذلك لأن عملية التهوية هى أفضل وسيلة للمعالجة. طريقة برك الأكسدة تقلل من المواد الصلبة العالقة فى مياه الصرف وكذلك الحمل العضوى إلى ٣٠٠ ملجرام / لتر بما يمكن من صرف مياه الصرف هذه فى شبكة الصرف الصحى. فى بعض الحالات تستخدم المرشحات الزلطية لمعالجة مياه صرف الصناعات الدوائية.

ثامناً مياه الصرف من الصناعات الغذائية

١- اللحوم والأسماك والطيور:

أ- خواص مياه الصرف:

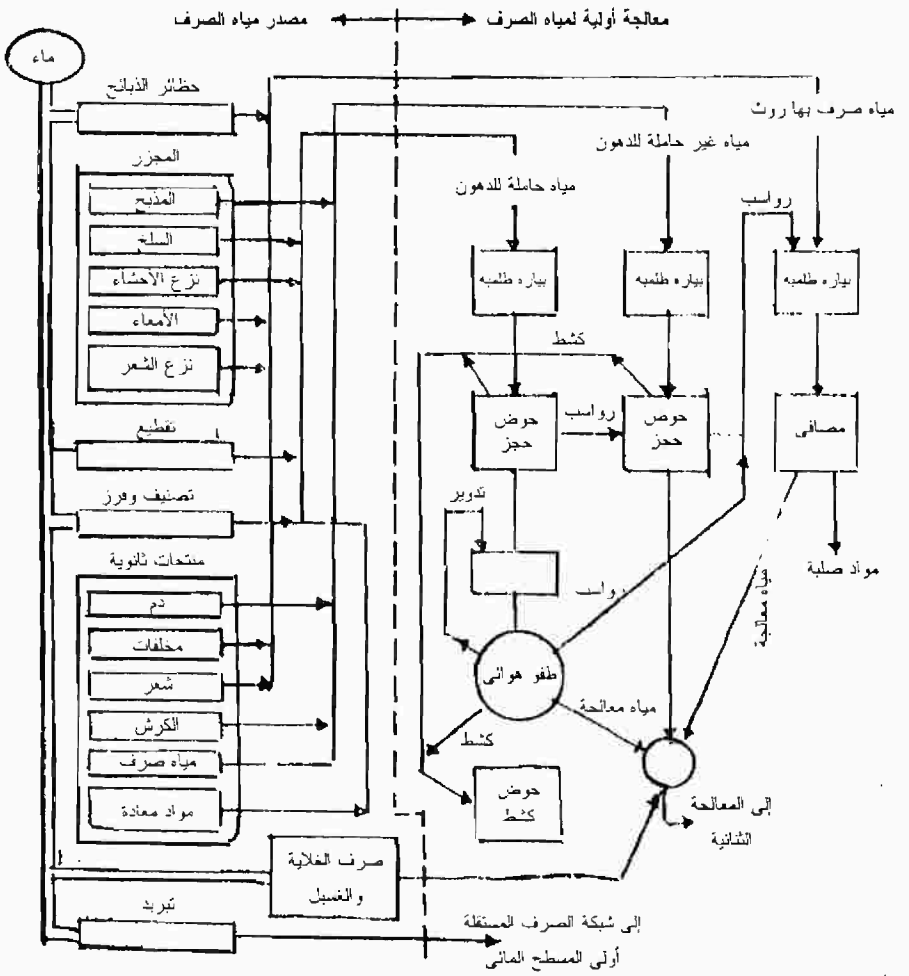
تستخدم المياه فى تصنيع اللحوم للنظافة للمنتجات والتخلص من المخلفات. الشكل (٣/٩) يوضح مصادر مياه الصرف لمصنع تصنيع وتعبئة اللحوم. مياه الصرف تحتوى على دماء، أنسجة حيوانية ودهون، مخلفات الأمعاء، روث، تبن، شعر، قاذورات، مياه المكثف والفقد من محاليل التجهيز والغسيل والمنظفات القلوية. مياه الصرف الخام تتصف عموما بالمعايير التالية:

التدفق، الحمل العضوى البيولوجى والكيماوى (COB, BOD)، المواد الصلبة العالقة، المواد الصلبة المذابة، دهون، نيتروجين الأمونيا، النترات، النيتريت، الفوسفور، الكلوريد. عموما الملوثات الخطرة السامة مثل المعادن الثقيلة والمبيدات ليس لها وجود فى صناعة وتعبئة اللحوم.

ب- تقنيات المعالجة:

الحظائر الصغيرة لحجز الذبائح لمدة لاتقل عن يوم بدون غذاء مع توفير مياه الشرب يجب أن تكون جافة مع نظافة قليلة بالماء مع توفير مجارى خاصة وحفر لجمع الروث. روث والمخلفات من الأمعاء والمعدة يمكن استخدامها كسماد طبيعى. مياه الصرف يمكن كذلك استخدامها فى الأراضى أو عمل معالجة ثنائية لها.

دماء الذبائح لايتم صرفها فى شبكات الصرف حيث تجمع ويتم تصنيعها. المياه المستخدمة فى النظافة وباقى الاستخدام يتم الإقلال منها ما أمكن.



شكل (٣/٩) المعالجة المنفصلة لمياه الصرف المحتوية على دهون وغير المحتوية على دهون والمحتوية على روث

المعالجة الأولية تتكون من تسوية التدفقات، المصافى لإزالة الروث، الشعر، باقى المخلفات، أحواض حجز لإستعادة الشحوم (٥٠ - ٦٠% إزالة للشحوم، ٣٠% حمل عضوى، ٤٠ - ٥٠% مواد صلبة عالقة)، الطفو بالهواء المذاب (٦٠% إزالة للمواد الصلبة العالقة، ٩٠% بإضافة الكيماويات، ٨٠-٩٠% شحوم). المعالجة الثنائية السائدة فى معالجة مياه الصرف من صناعة وتعبئة اللحوم هى المعالجة البيولوجية اللاهوائية فى الأحواض اللاهوائية. وهذه تعتبر إقتصادية ولاتتطلب طاقة كبيرة. يمكن خفض الحمل العضوى إلى ٩٧%، ٩٥% من المواد الصلبة العالقة باستخدام الأحواض اللاهوائية مع معدل ١٥ - ٢٠ رطل BOD / ١٠٠٠ قدم مكعب، زمن مكث ٥-١٠ يوم. نظام الإلتصاق اللاهوائى (Anaerobic Contact System) يتكون من أحواض تسوية، مفاعلات هضم وخلط، وحدات تجريد بالهواء أو بالغاز وأحواض ترسيب. يحدث خفض فى الحمل العضوى (BOD) بنسبة ٩٧% درجة حرارة ٣٢ - ٣٥°م ومعدل تحميل ٠.١٥-٠,٢ رطل / القدم المكعب وزمن مكثف ٢-١٢ ساعة.

إستخدام الأحواض المهواه: إستخدم فيها أجهزة تهوية تربينية مثبتة، أجهزة تهوية طافية، أجهزة بثق الهواء. هذه الأحواض تكون بعمق ٨-١٥ قدم وزمن المكث ٢-١٠ يوم. هذه الأحواض ذات التهوية الصناعية تليها أحواض مهواه تهوية طبيعية لإزالة المواد الصلبة العالقة وتوفير معالجة إضافية.

الأحواض المهواه ذات عمق ضحل (٣-٨ قدم عمق) التحميل ٢٠-٥٠ رطل BOD / الهكتار / اليوم وزمن المكث من ١-٧ شهر.

بالنسبة لإستخدام المرشحات البيولوجية، الحمأة المنشطة، الملامسات البيولوجية الدوارة فإستخدامها محدود نظراً لصدمات التحميل.

ولقد أوصت وكالة البيئة الدولية (EPA) بأهمية حجز المواد الصلبة والدهون يلى ذلك المعالجة البيولوجية لمياه الصرف. كما تم تطوير نظام المعالجة (عام ١٩٨٣) بإضافة الطفو بالهواء المذاب مع ضبط الرقم الهيدروجينى والترويب الكيماوى. ثم المعالجة الثنائية بإزالة مركبات النيتروجين، المرشحات الرملية. بعد المعالجة المناسبة يمكن الصرف على الأراضى.

٢- صناعة منتجات الألبان:

أ- خواص مياه الصرف:

أهم خواص مياه الصرف من صناعة منتجات الألبان هى: الأكسجين الحيوى (BOD)، الأكسجين الكيماوى (COD) المطلوب، المواد الصلبة العالقة، الرقم الهيدروجينى. الخواص الأخرى ذات الأهمية الأقل تشمل درجة الحرارة، الفوسفور، الكلوريدات، النيتروجين.

يتراوح الحمل العضوى فى مياه الصرف ما بين ١٠٠٠ - ٤٠٠٠ ملجرام/لتر، المواد الصلبة العالقة حوالى ٢٠٠٠ ملجرام/لتر، الرقم الهيدروجينى من ٦-٩ درجة الحرارة ما بين ٧,٨ إلى ٣٧,٨م، الفوسفور يتراوح ما بين ١٢-٢١٠ ملجرام/ لتر (بمتوسط ٤٠ ملجرام/لتر)، الكلوريد من ٤٦ - ١٩٣٠ ملجرام/لتر (بمتوسط ٤٨٢ مجلرام/لتر)، النيتروجين من ١-١٣٢ ملجرام/لتر (بمتوسط ٥,٤ ملجرام/لتر).

ب- تقنيات المعالجة:

يعتبر تحسين الأداء داخل المصنع من الناحية الهندسية بالنسبة لإستخدام مصادر المياه، المخلفات. يعتبر شرش اللبن (الذى يفصل عند صنع الجبن) (Whey) هو التحدى الرئيسى فى صناعة الألبان. حاليا يتم تجفيفه أو تكثيفه على

نخاله لتغذية الحيوانات، يستخدم كمصدر للبروتين فى غذاء الحيوانات الآليفة، كما يستخدم فى تجميد الفاكهة. بإستثناء شرش اللبن فإن مخلفات صناعة الألبان قابلة للمعالجة البيولوجية. ثلاث نماذج لنظم المعالجة موضحة فى الشكل (٣/١٠) وهى الحمأة المنشطة، المرشحات البيولوجية، الأحواض الهواء. طرق معالجة أخرى تشمل أحواض التثبيت، استخدامها فى الرى، المعالجة اللاهوائية (خزانات ترشيح).

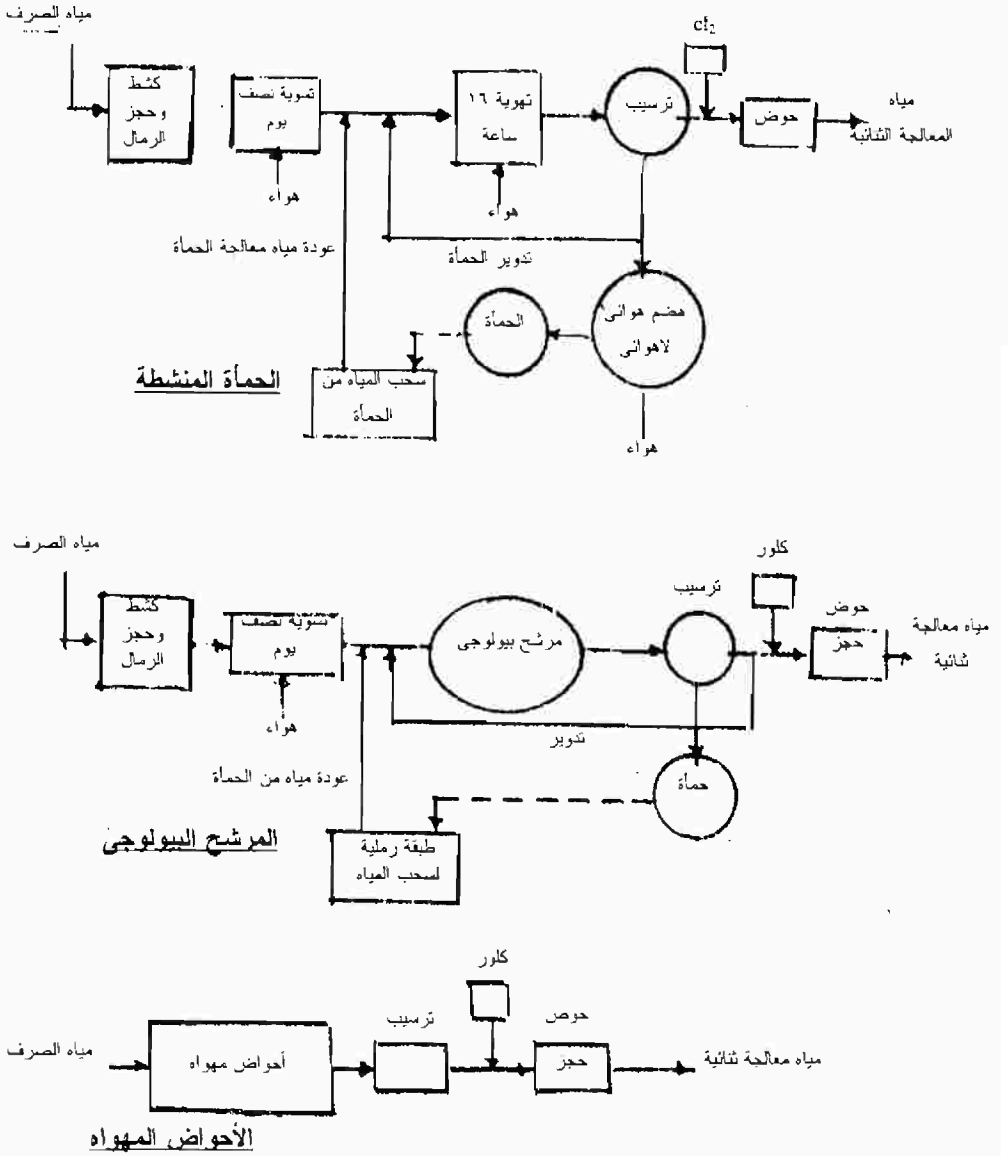
لقد أوصت (EPA) أن أفضل طرق المعالجة هو التحكم فى خفض الملوثات وخفض استهلاك المياه داخل المصنع ثم المعالجة البيولوجية وعند توفر مساحات من الأراضى تستخدم فى الرى.

٣- صناعة حفظ وتجميد الأغذية: (Canning and Frozen Foods)

تشمل صناعة حفظ المواد الغذائية عمليات التجفيف أو التجميد أو الطبخ للفاكهة والخضروات. تعتمد عمليات الحفظ على نوع المادة الخام والشكل النهائى للمنتج. ولكن فإن معظم العمليات المنتجة لمياه الصرف متشابهة.

أ- خواص مياه الصرف:

تستخدم كميات ضخمة من المياه فى عمليات تصنيع وحفظ المواد الغذائية وتستخدم المياه لغسيل الثمار وكذلك كوسط إنتقال حرارى فى عمليات التسخين والتبريد وكمذيب لإزالة المواد غير المرغوب فيها من المنتج، كحامل لإضافة مواد إلى المنتج وكعامل نقل لنقل وتداول المواد الخام والمنتجات. تتميز مياه الصرف من الصناعات الغذاء بخلوها من الملوثات الخطرة والسامة.



شكل (٣/١٠) نظم المعالجة لمياه الصرف من صناعة منتجات الألبان

الجدول (١/٩) يوضح قيم الملوثات فى مياه صرف بعض المنتجات

	تفاح	موالح	بطاطس
الرقم الهيدروجينى	٦,٦ – ١١,٢	٧,١	٠,٣
القلوية ملجرام/لتر ($CaCo_3$)	١٤٠ – ٩٣٢	٢٣٦	٨٧٣
نيتروجين كلى ملجرام/لتر	٣,٨٨	٢٠,٨	٥,٥
فوسفور كلى ملجرام/لتر	٠,٦٣	٢,٠	٤,٣
المواد الصلبة الكلية ملجرام/لتر	--	٣٠٨,٣	٤٢٢٧
المواد الصلبة المذابة ملجرام/لتر	١٣٢٧	٢٧٥١	٤٢٢٧
الكوليفورم الكلى فى ١٠٠سم^3	٣ – ٢٤٠٠	--	--
درجة الحرارة	١٩	٢٨	٢٥
المبيدات ملجرام/لتر	٠,١٩	٨,٦٩	٠,٥٣

ب- عمليات المعالجة لمياه الصرف:

تشمل عملية التحكم والتداول لصناعة المنتجات الغذائية تنظيم الأداء بما يقلل من إستهلاك المياه الخام وخفض الملوثات. مثل تدوير مياه الغسيل، عدم استخدام المياه فى النقل، تطوير عمليات التنظيف...الخ.

المعالجة المسبقة أو الأولية تشمل تسوية التدفقات والحجز للمواد الصلبة العالقة باستخدام المصافى، الترسيب الحر، الطفو. المعالجة الكيميائية تشمل ضبط الرقم الهيدروجينى، الكلورة للتطهير وإزالة الروائح المنفرة. إضافة مواد الغذاء (حيث أن مياه صرف الصناعات الغذائية تفتقر إلى النيتروجين والفوسفور)، إضافة مواد الترويب من الجير أو الشبه والترسيب (لخفض الحمل العضوى بنسبة ٨٩%).

المعالجة الأولية القياسية لمياه صرف الصناعات الغذائية تتكون من مروق ومرشح تفريغ دوار لمعالجة الحمأة المرسبه. بإضافة الكيماويات نسبة الإزالة للحمل العضوى من ٢٥ – ٤٠% ونسبة إزالة المواد الصلبة العالقة من ٤٠ إلى ٧٠%.

المعالجة البيولوجية بالحمأه المنشطة يمكنها إزالة ٩٠ - ٩٥% من الحمل العضوى، المرشحات البيولوجية باستخدام الوسط الترشيحى من البلاستك باستخدام تدوير عالى للسائل والتهوية بالهواء المضغوط إستخدمت لمياه الصرف عالية التركيز بالملوثات من ٣٠٠ - ٤٠٠٠ ملجرام/لتر مع نسبة الخفض من ٧٠ - ٧٧%.

عند توفر مساحات من الأراضى إستخدمت الأحواض أو البرك لمعالجة مياه صرف الصناعات الغذائية. الأحواض اللاهوائية حققت خفض فى الحمل العضوى حتى ٩٧% والمواد الصلبة العالقة حتى ٩٥%. وهذه الطرق تستخدم عادة كخطوة أولى قبل الصرف على شبكة الصرف الصحى.

الأحواض ذات التهوية الصناعية مع عمليات أخرى حققت خفض فى الحمل العضوى بنسبة ٩٠ - ٩٥% وأنتجت مياه ذات نوعية جيدة يمكن صرفها مباشرة على المسطحات المائية.

أحواض التهوية الطبيعية حيث زمن المكث لمدة طويلة حققت نسبة إزالة للحمل العضوى حتى ٩٩% وذلك رغم تعرضها لمشاكل تشغيل مثل نمو الطحالب، مشاكل التعفن.

أفضل طرق التخلص هى باستخدام أحواض الترسيب والبخر. كما استخدم الرى بالرش عند توفر الأراضى المناسبة. أوصت (EPA) يحسن الأداء داخل المصنع لخفض استهلاك المياه وخفض الملوثات والمعالجة التى تتكون من إستخدام المصافى، الترسيب الأولى، المعالجة البيولوجية. ويفضل بعد المعالجة البيولوجية عمل تهوية إضافية فى أحواض تهوية، ثم الترشيح الرملى.