إزالة الدهون والمواد الصلبة العالقة من مطروحات صناعة الألبان الحاوية على الشرش باستخدام التعويم بالهواء المذاب

ساطع محمود الراوي/ استاذ مساعد
مركز بحوث البيئة/ جامعة الموصل

حامد ادريس الخشاب/مدرس مساعد
كلية الهندسة/ جامعة الموصل

المستخلص

تساهم المطروحات السائلة المتخلفة من مصنع البان الموصل بجزء مهم من تلوث نهر دجلة وخاصة فيما يتعلق بالمواد الصلبة والدهون مما يستوجب معالجتها قبيل طرحها الى هذا المورد المائي. ويتبنى هذا البحث مثل هذا التوجه باستخدام طريقة التعويم بالهواء المذاب التي تعد المحاولة الاولى من نوعها للتعامل مع مطروحات هذا المصنع . تم انشاء محطة مختبرية pilot plant تمثل أجزاء هذه الطريقة وجرى تعريض المحطة المختبرية الى ظروف تشغيلية مختلفة التي تضمنت فترة المكوث بين 6-24 دقيقة ونسبة تدوير بين 25-100 بالمائة فيما كان الضغط المستخدم يتراوح بين 40-70 باوند/ انج مربع. ثبت من النتائج ان افضل فترة مكوث للمطروحات المعالجة بلغت 18دقيقة فيما بلغت افضل نسبة تدوير لتحقيق افضل إزالة 100 بالمائة .اما مقدار الضغط المطلوب لأفضل إزالة فقد بلغ 60 باوند/ انج مربع وعلى صعيد القيم المتحققة فقد بلغت نسبة إزالة المواد العالقة تحت الظروف التشغيلية المذكورة اعلاه 80بالمائة فيما ارتفعت نسبة الازالة للدهون لتصل 86 بالمائة. يمكن القول ان استخدام هذه طريقة التعويم بالهواء المذاب سيحقق العديد من المزايا في حال ادخالها الى وحدات المعالجة التقليدية. حيث تتميز هذه الطريقة بسهولتها ومرونتها فضلا عن اقتصاديتها لصغر حجمها وفوق كل هذا وذاك خفض الملوثات بشكل ملحوظ.

Removal of Oil and Suspended Solids from Dairy Industry by Dissolved Air Flotation

Satee. M. Al-Rawi
Assistant Professor
Center for Pollution Control

Hamid A. Al-khashab
Assistant Lecturer
College of Engineering

Mosul University

ABSTRACT

Dairy liquid wastes contributes considerably in the pollution of the Tigris within Mosul city particularly when suspended solids and oil pollution are concerned. Dissolved air flotation(DAF) is introduced to tackle the discharges arise from this industry. A pilot plant is constructed for this purpose. The pilot plant is subjected to variety of operating conditions of detention time (6-24 minutes), recycle ratio (25-100 %), pressure(40-70 psi) and air /solids (A/S) ratio. The results revealed that the optimum values for detention time, recycle ratio, and pressure were 18 minutes, 100% and 60 psi respectively. A statistical treatment for the obtained results to relate all the studied factors is made in order to establish the best relation that gives the best results. The percent removal of suspended solids in the dairy discharges amounted to 80 % while that of oil amounted to 86%. This highly indicates the importance of introducing this physical unit among conventional wastewater treatment units. It is concluded that DAF has many merits represented by ease of operation, considerable reduction of pollutants which may be reflected on subsequent units. Due to short detention time, this unit becomes small and adds to the economy of the treatment.

أستلم 31-5-2009 **قبل 21-2-2010**

المقدمة

ليس من قبيل المغالاة القول بأن الصناعة نعمة ونقمة. فالحضارة والرخاء والرفاه الاجتماعي جميعها مظاهر مشرقة تنتجها الصناعة ولكنها مع ذلك ذات وجه كئيب.. هو التلوث، إذ يساهم القطاع الصناعي بقسط وافر في تلوث البيئة، بل يمكن القول أن الصناعة المدعمة بالتفوق العلمي والتكنولوجي كانت احد العوامل الرئيسة المهمة التي ساعدت في إبراز هذه المشكلة [1] . فالمطروحات والمخلفات الناجمة عن هذا القطاع من مختلف العمليات الإنتاجية قد أدت وتؤدي إلى خلق العديد من الآثار والمردودات البيئية السلبية على الأرض والغلاف الجوي والمياه . وتظهر هذه الآثار بشكل خاص في البلدان النامية التي تفتقر غالبيتها إلى تدابير حماية البيئة.

وكما هو معلوم يتخلف عن الأنشطة الصناعية والمصانع كميات كبيرة من المطروحات السائلة التي تحتوي على مختلف الملوثات،ولما كان مآ ل هذه المياه طرحها إلى المسطحات المائية مما يزيد من تلوث الأخيرة، لذلك استوجب إخضاع هذه المياه الملوثة إلى أساليب وطرائق عديدة للتنقية وتخليصها من هذه الملوثات.

ومن الصناعات المهمة في مدينة الموصل صناعة الألبان ، وتعد مطروحات هذه الصناعة ذات أهمية خاصة من ناحية التلوث الناتج عنها مما يحتم معالجة مطروحاتها ، إذ انها تطرح مياه الفضلات الى البيئة من دون معالجة وتصل هذه الفضلات الى الموارد المائية من خلال بركة تجميع وبذا تزيد من حمل التلوث الواصل الى نهر دجلة . وحيث أن الضوابط والقوانين البيئية تزداد صرامة مع الزمن، تستدعي الحاجة استنباط وسائل وطرق ومنظومات جديدة يجب إدخالها إلى محطات المعالجة بغية خفض التلوث في الوحدات اللاحقة وزيادة كفاءة تلك المحطات.

يوجد العديد من أساليب معالجة مياه الفضلات الصناعية منها ما يعتمد الطبيعة البيولوجية (مثل الحماة المنشطة بأساليبها المختلفة والأقراص الدوارة والمرشحات بالتنقيط .....الخ) ومنها ما يعتمد التفاعلات الكيميائية للتخلص من الملوثات (مثل التبادل الأيوني، الاوزنة والأكسدة .....الخ) ومنها المعالجات الفيزيائية والتركيد والترسيب والترشيح ....الخ).

يعد أسلوب التعويم أحد الطرق في إزالة الدهون إذ يتم ضخ الهواء في المزيج ليعمل على رفع وتعويم هذه المواد إلى السطح بغية قشطها ومن الأساليب المساعدة في هذا الجانب استخدام أسلوب التلبيد مع الهواء أو المخثرات حيث يجري إجبار المواد العالقة إلى الانتقال إلى السطح بالفقاعات الهوائية وإزالتها. ومن الجدير بالذكر ان هذه الطريقة تعتبر من الطرق الحديثة التي تستخدم في ازالة الدهون والمواد الصلبة في صناعة الألبان في مدينة الموصل.

يهدف البحث الى دراسة بيان مدى استجابة مطروحات مصنع البان نينوى للمعالجة بطريقة التعويم بالهواء المذاب ودراسة تأثير وجود الشرش في مطروحات مصنع البان نينوى على كفاءة المعالجة. كما يهدف البحث الى تبيان تأثير العوامل الداخلة في عملية التعويم (الضغط، التدوير وزمن التعويم ونسبة كمية الهواء الى المواد الصلبة العالقة) على كفاءة الازالة.

الدراسات السابقة

كانت مطروحات الصناعات المختلفة في مدينة الموصل وبخاصة صناعة الألبان هدفا للعديد من الدراسات والبحوث. إذ قام الباحثون بتطبيق مختلف طرائق ووسائل المعالجة مثل الحمأه المنشطة بمختلف أنواعها وطريقة الأقراص الدوارة وطريقة السطح العائم وغيرها من الطرائق التي يمكن بها معالجة مطروحات هذه الصناعة

قام الباحث (2) بعمل موديل رياضي لطريقة التعويم باستخدام الهواء المنتشر وذلك لمعالجة مياه الفضلات لمصنع الألبان والغاية منه الحصول على أفضل عملية عزل وبعد المقارنة وجد أن التعويم بالهواء المذاب هو أكفأ. ولهذا الغرض استخدم الباحث خزانا بسعة (60 لتر) وقام بأخذ تصريف (0.95 لتر/دقيقة) لمياه الفضلات وكمية هواء (14.6 لتر/دقيقة) وقد تم تحقيق كفاءة أكثر من (90%) بعد مزج الفضلات بشكل جيد وكذلك افترض حصول تفاعل كيمياوي من الدرجة الأولى.

على غرار ذلك استخدم الباحث (3) طريقة التعويم بالهواء المذاب كمعالجة ثالثية متقدمة في عملية معالجة مياه الفضلات وقد وجد انه بالإمكان إزالة الفسفور بطريقة التعويم مع إضافة الشب أوكلوريد الحديديك بوصفها مخثرات كيمائية وقد وجد إن كلفة هذه العملية تعتمد على الجرع المستخدمة للمخثرات والبولمرات وكذلك على أنواع المعالجة الثانوية وكذلك المواصفات أوالمحددات للمياه المطلوب الحصول عليها.

درس الباحث (4) طريقة التعويم باستخدام الهواء المذاب ووجد أن الكفاءة تزداد بإضافة البولمرات وان هذه الطريقة يمكن أن تزيل الدهون لحد (5جزء بالمليون) أواقل وان الحوض يصمم بحجم (300-1500) غالون في (30-40) دقيقة وان ذوبانية الغاز تعتمد على ثوابت قانون هنري وان أفضل مكان لسحب الرائق هو أسفل القعرأو منتصف العمق للحوض وان الذوبانية للغاز تتناسب طرديا مع الضغط وعكسيا مع الحرارة.

كما قام الباحث (5) بدراسة الطريقة ووجدها بديلا ممتازا للترسيب عند وجود الدهون وان الضغط المناسب لهذه الطريقة (3-6 جو).كما قام بحساب ذوبانية الغاز ووجد أن ذوبانية الهواء في مياه الفضلات اقل منها في الماء

المقطر وان استخدام التدوير لبعض مياه الفضلات يحسن كفاءة الإزالة بشكل ملحوظ وان نسبة الهواء الى المواد الصلبة تتناسب عكسيا مع التركيز .

كما درس (6) الطريقة ووجد أنها الأفضل لإزالة المواد العالقة والدهون كما وجد أن الفقاعات المتحررة يكون حجمها (30-100 مايكرون) وان سرعة الصعود تعتمد على قانون ستوك للسرعة كما درس إضافة بعض المواد الكيميائية المخثرة وتأثيرها في الإزالة .

درس (7) طريقة التعويم بنوعيها (الهواء المذاب والتهوية بالناشرات) ووجد أن الأولى هي الأفضل وان الإزالة تتحسن بتدوير جزء من الرائق(15-120%)كما درس إضافة بعض المخثرات (الألمنيوم ، السيليكا المنشط) كما وجد أن أهم عامل تصميمي في هذه العملية هو نسبة الهواء الى المواد الصلبة ووجد العلاقة الخاصة به وكان الضغط المستخدم (30-50باوند/انج مربع) وزمن التعويم المثالي (10-20 دقيقة).

وكان (8) قد درس الطريقة بشكل مفصل ووجد أن الإزالة المحققة (65-95%) للمواد العالقة (65-98%) للدهون و(25-98%) لـBOD كما وضح أن الالتصاق الذي يحصل بين الجزيئات والهواء هو (الالتصاق، الاصطياد) كما وجد أن بالإمكان استخدام أحواض دائرية وأحواض مربعة الشكل وان قيمة نسبة الهواء الى المواد الصلبة تتراوح بين (0.01-0.06 مللتر/ملغرام) وان زيادتها تؤدي إلى زيادة كفاءة العزل.

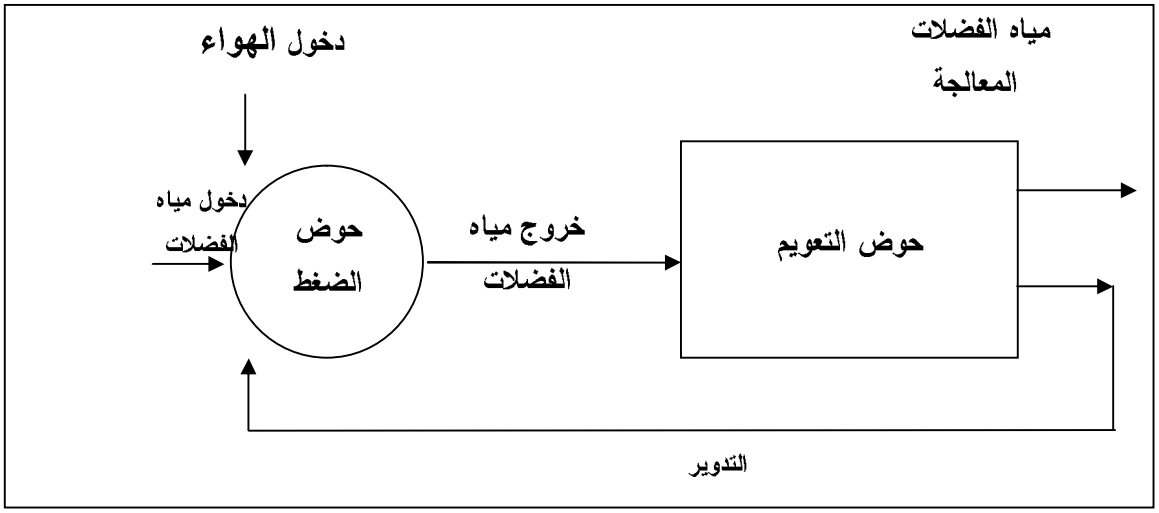
يتضح من التجارب والبحوث الجارية على منظومة التعويم والمذكورة أعلاه ضرورة إدخال هذه المنظومة في وحدات محطات معالجة المطروحات الصناعية للمزايا العديدة المتحققة عنها من جهة ولكفاءتها من جهة أخرى. وتنعكس هذه المزايا في إضافة مردود اقتصادي على المحطة من خلال اختصار فترة المكوث وصغر الحيز الذي تشغله هذه الوحدة إلى غير ذلك من المردودات الايجابية.

المواد وطرق العمل

تتلخص ميكانيكية التعويم بضخ فقاعات ناعمة الى حوض الضغط تعمل على الالتصاق بالمواد العالقة وهذه تعمل على صعود الجزيئات المتكتلة الى سطح السائل وبعدها تجمع بواسطة القاشطات ، ويتم هنا تسليط ضغط (40-70 باوند /انج مربع) على السائل (مياه الفضلات) مما يساعد على ذوبان الهواء وبظروف معينة(زمن التعويم(6-24)دقيقة ونسبة التدوير(25-100)% والتي تم انتخاب الامثل من بينهم)

ثم بعد ذلك يتم نقل المياه من حوض الضغط إلى حوض التعويم وتحت ظروف الضغط الجوي حيث تساعد قوة الطفو للجزيئة والفقاعة للصعود إلى الأعلى فتتكون طبقة (بطانية) من المواد الطافية والتي يكون وزن جزيئاتها النوعي اقل من الماء ثم تزال هذه الطبقة بواسطة قاشطات شكل (1).

تم استبيان كفاءة المنظومة قيد الدراسة في ظل ظروف تشغيلية مختلفة من أوقات تعويم (Flotation time) من (3-30) دقيقة ونسب ترجيع (Recycle) (25–100%) من المطروحات المعالجة والمتعرضة لعملية التعويم وكذلك ضغوط متغيرة (40-70 باوند/انج مربع) وهذه العوامل مجتمعة من المتوقع أن يكون لها تأثير في كفاءة المنظومة المزمع انجازها (6) .



الشكل (1) مخطط يوضح عملية التعويم .

وبغية بيان كفاءة وفعالية تقنية التعويم في خفض الملوثات المختلفة من المطروحات الصناعية تم انشاء محطة مختبرية (Pilot plant) تتألف من :

1. قنينة للضغط ذات حجم معلوم(بقطر 0.3 متروارتفاع 0.5 متر) مصنوعة من الحديد المغلون والمعالج لغرض مقاومة الصدأ ومثبتة على حامل حديدي وهذه القنينة تحتوي على خمسة فتحات وهي كما يلي:
- فتحة لدخول مياه الفضلات التي سوف تخضع للعملية وهي تقع في الجزء العلوي من القنينة.
- فتحة لدخول الهواء المضغوط وهي أيضا تستخدم لإخراج الضغط الزائد ويتم التحكم بها عن طريق أقفال وتقع أيضا في الجزء العلوي .
- فتحة يتصل بها مقياس الضغط.
- فتحة تقع في الجزء ألسفلي القنينة يتم من خلالها سحب الماء المشبع إلى دورق التعويم وفيها قفل تحكم (حنفية).
- فتحة في القعر للتنظيف
2. أنبوب مطاطي يتصل بقفل التحكم للقنينة يتم من خلاله نقل السائل المشبع إلى دورق التعويم .
3. الحوض الثاني فهو عبارة عن حوض زجاجي مكعب مفتوح من الأعلى ويحتوي على صمام لسحب الرائق وفيه تحدث عملية التطويف
4. ضاغطة هواء تم استخدام ضاغطة هواء.

تم اخذ عينات غرفية (Grab sample) حيث يؤخذ نموذج من حوض التجميع النهائي وفي وقت (11-1) بعد الظهراذ تمثل تلك العينة النوعية العامة لمطروحات المعمل في ذلك الوقت. جرت الفحوصات استنادا إلى التعليمات المعتمدة في الطرائق القياسية(9) وحسب الفقرات المشار إليها في كل فحص وهي كما يلي:

1.فحص الرقم الهيدروجيني pH (4500)
2.فحص الجسيمات الصلبة العالقة S.S(2540D)
3.فحص المتطلب الكيميائي للاوكسجين (5220)
4.فحص الدهون Oil(206 B).

تم استبيان كفاءة المنظومة قيد الدراسة في ظل ظروف تشغيلية مختلفة من أوقات تعويم (Flotation time) من (3-30) دقيقة ونسب ترجيع (Recycle) (25–100%) من المطروحات المعالجة والمتعرضة لعملية التعويم وكذلك ضغوط متغيرة (40-70 باوند/انج مربع) وهذه من المتوقع أن يكون لها تأثير في كفاءة المنظومة المزمع انجازها (12) .

تم تطبيق المعادلات الرياضية لغرض احتساب نسبة الهواء الى وزن المواد الصلبة A/S كالاتي:

$$A/S = \frac{1.3 s_a (fp-1)}{S_a} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن:

(A/S) : نسبة كمية الهواء إلى وزن المواد الصلبة العالقة (ملليتر هواء/ ملغم مواد)

s_a : ذوبانية الغاز (ملليتر/لتر) وتؤخذ قيمته من الجدول (1).

f : نسبة الهواء المذاب تحت ضغط وتساوي قيمته عادة (0.50).

p : الضغط (جو).

Sa : تركيز المواد الصلبة العالقة الداخلة (ملغرام/لتر).

$$P = \frac{p + 101.35}{101.35} \quad \left(SI \;\; Units \right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

الجدول (1) قيم ذوبانية الهواء*

Temp .C	0	10	20	30
s_a = air Solubility, ml/l	29.2	22.8	18.7	15.7

*(Metcalf&Eddy, 2003)

اما في حالة استخدام التدوير فتصبح المعادلة بالشكل الاتي:

$$A/S = \frac{1.3 s_a (fp-1) R}{S_a Q} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}1)$$

حيث أن:

R : التصريف الراجع $م^3$/يوم.

Q : مقدار التصريف $م^3$/يوم.

النتائج والمناقشة

أدت الظروف الأمنية التي تشهدها المحافظة وعدم انتظام دوام العاملين في المعمل وصعوبة استلام المواد الخام إلى أن يكون التغاير بالخصائص الكمية والنوعية الصفة الغالبة لمطروحات معمل ألبان الموصل في فترة الدراسة وذلك بسبب تنوع الإنتاج وما يرافقها من إفرازات عرضية. يوضح الجدول (2) الخصائص النوعية لمياه المطروحات تمثلها (60) عينة تم أخذها بصورة ممثلة قدر الإمكان للمطروحات . وجرى مناقشة خصائص المطروحات بالشرش ومدى تأثير التعويم في المعالجة.

الجدول (2): خصائص المطروحات الخام لمعمل ألبان نينوى

ت	الخاصية	ألبان مع شرش	
		الحد الأدنى	الحد الأعلى
1	الدالة الحامضية (pH)	6.3	8.4
2	الاوكسجين المذاب (ملغرام/لتر)	0.6	2.4
3	المتطلب الكيميائي للأوكسجين (ملغم/لتر)	3191	8211
4	المواد الصلبة العالقة (ملغرام/لتر)	620	1632
5	الدهون (ملغرام/لتر)	182	662

واستنادا إلى الجدول أعلاه يمكن وصف مطروحات المعمل بأنها قوية حسب الضوابط المقرة بذلك (13) والموضحة في الجدول (2).

الجدول (3): التركيبة النموذجية لمياه الفضلات المدنية غير المعالجة *

الخاصية	التركيز (ملغرام/لتر)		
	قوية التركيز	متوسطة التركيز	ضعيفة التركيز
المواد الصلبة العالقة (ملغرام/لتر)	400	210	120
المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغرام/لتر)	350	190	110
المتطلب الكيميائي للأوكسجين (ملغرام/لتر)	800	430	250
الدهون(ملغرام/لتر)	100	90	50

* معدلة عن الجدول الرئيس بما يخدم أهداف البحث.

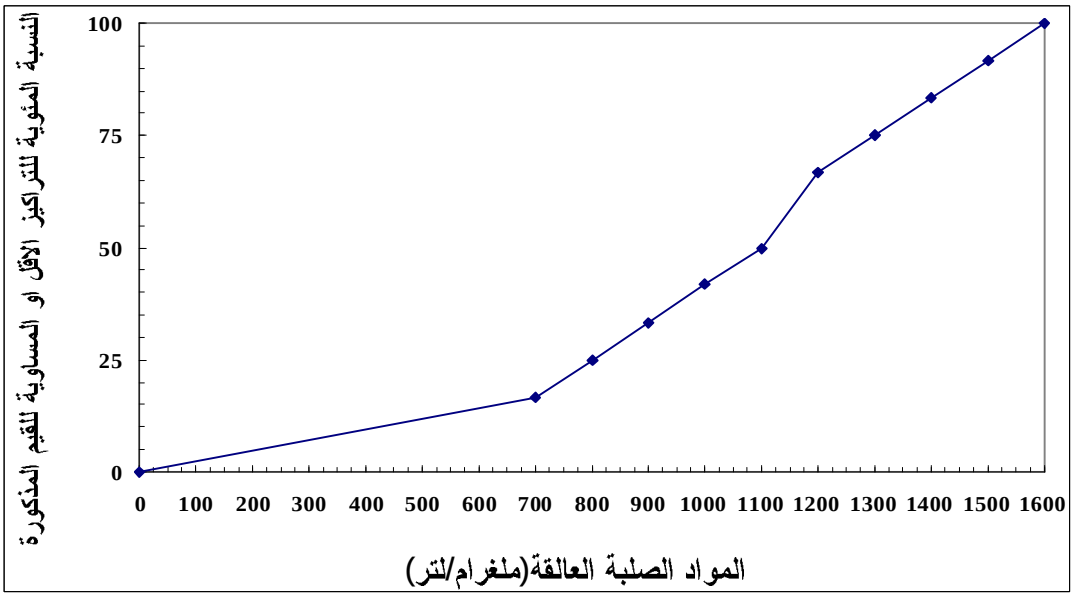
يعد قسم إنتاج الزبد والقشطة المصدر الرئيس لوجود هذه الملوثات في مطروحات الألبان والتي تكون بشكل مستحلب بالماء. وإن التراكيز العالية لهذه الملوثات تبين مدى عظم حجم الضائعات خلال العملية الإنتاجية خصوصا عند مقارنتها مع القيم المعتمدة في المصادر حيث من خلال استعراض النتائج التحليلية التي أجريت من قبل (10) ولمجموعة معينة من مصانع الألبان اشتملت وحدات مختلفة تبين أن معدل تراكيز الملوثات كان بحدود (250 ملغم/لتر) وإن تراكيز الدهون والشحوم لمطروحات الألبان تتراوح ما بين (35-500 ملغم/لتر). كما امتازت المطروحات باحتوائها على تراكيز عالية نسبيا من المواد الصلبة العالقة عند طرح الشرش وكذلك عند تنظيف وغسل أحواض التجبين (vats) وإزالة قطع الجبن العالقة بحافات وأسفل الحوض

تمثل الأشكال (2-4) التوزيع التكراري الإحصائي لفحوصات والمواد الصلبة العالقة والدهون والرقم الهيدروجيني على التوالي ويلاحظ أن (100%) من النماذج التي تم فحصها كان تركيز المواد الصلبة والدهون اقل أو يساوي (1600 و 700 ملغم/لتر) على التوالي. كما ان تركيز المواد الصلبة المسجلة لغالبية النتائج الخاصة بالمواد العالقة تجاوز 400 ملغم/ لتر، وينطبق نفس القول على تركيز الدهون إذ تجاوزت معظم النتائج تركيز 100 ملغم/لتر مما يعطي مطروحات صناعة الألبان صفة المطروحات القوية عند مقارنتها بجدول(3) والخاص بالمطروحات المدنية.حيث كانت قيمة المواد الصلبة العالقة (620-1632 ملغرام/لتر) وهي مطروحات قويةوالدهون (182-662 ملغرام/لتر) وهي قريبة من المحتويات الخالية من الشرش وذلك لان الشرش ذو محتوى دهني قليل. أما الرقم الهيدروجيني (6.3-8.4) وذلك لان الشرش يخفض قيمته (4).ويتضح من الشكل(4) ان الصفة القاعدية هي السائدة في مطروحات معمل ألبان الموصل والناتجة بشكل أساس من استخدام محاليل التنظيف والمتمثلة بشكل خاص بالصودا الكاوية (NaOH) وبتركيز (1-2%)، إن الصفة القاعدية لمطروحات معمل الألبان تكون مؤثرة في منع تكوين غاز

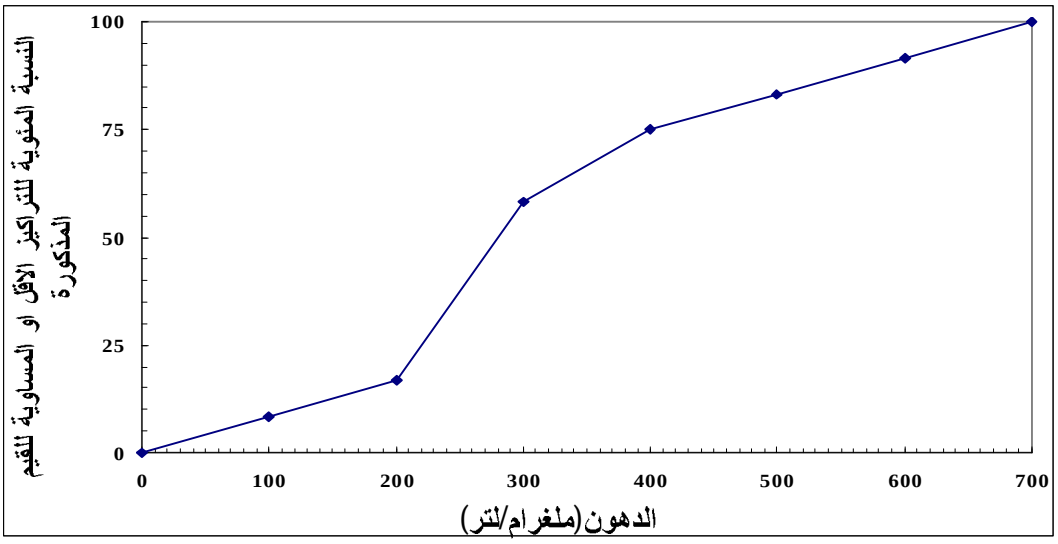
(H_2S) وإذابة الدهون لتصبح بشكل مستحلب (Emulsion Oil) وكذلك تنظيم قيم (pH) ضمن مدى يتراوح بين (8.5-7.5) (11).

وكما هو معلوم فان المتغيرات الداخلة في عملية التعويم تشتمل على العديد من المتغيرات كما مر سابقا ويتحدد قيم بعضها بالتجربة والفحوصات الخاصة بها في حين يتم حساب قيم بعض المتغيرات الأخرى رياضياً.

تعد فترة المكوث من المتغيرات المهمة لارتباطها بالجانب الاقتصادي من خلال تصميم حجم الوحدة المطلوبة.وبغية تحديد هذا المعيار فقد تم اجراء العديد من التجارب تم فيها تثبيت قيمة الضغط وتشغيل المنظومة بدون نسب ترجيع ، وكانت الفترات تتراوح بين 6-24 دقيقة



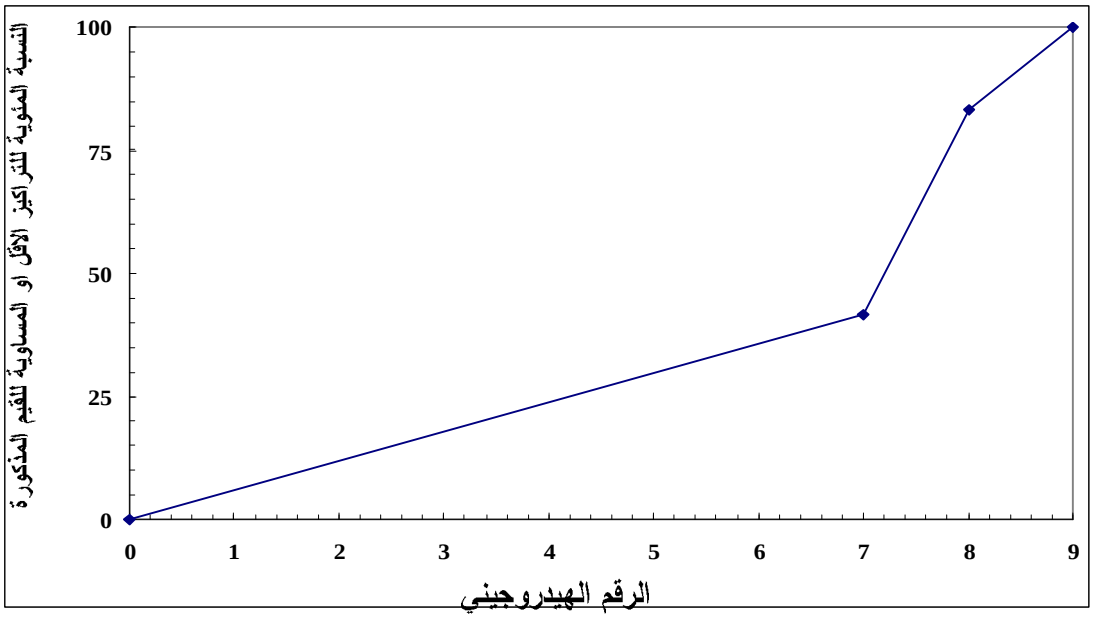
الشكل (2): التوزيع التكراري لتراكيز المواد الصلبة العالقة لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش



الشكل (3): التوزيع التكراري لتراكيز الدهون لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش

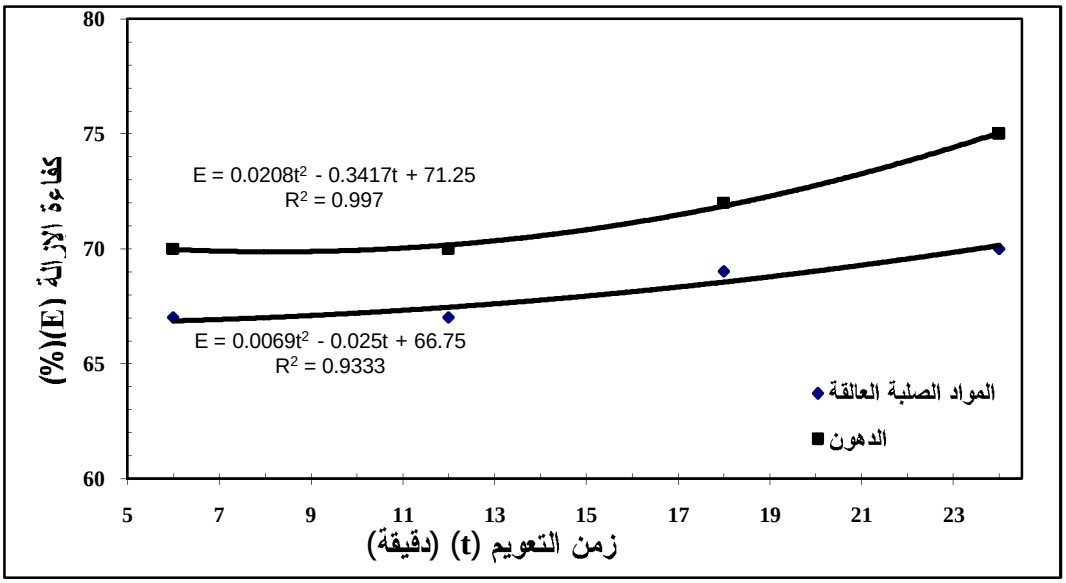
ولوحظ هنا أن زمن التعويم المثالي لهذا النوع من الفضلات هو (18 دقيقة) شكل(5) حيث تم تحقيق كفاءة مقدارها (69%) للمواد الصلبة العالقة كما لوحظ انه إذا ما زادت فترة المكوث عن هذا المقدار تصبح الإزالة (70%) عند زمن (24 دقيقة) و هذه الزيادة الطفيفة في الكفاءة لا تبرر من الناحية العملية إطالة فترة المكوث، ولذلك تم اخذ زمن التعويم القياسي (18 دقيقة) لعدم وجود فرق ملحوظ في الكفاءة ويلاحظ وجود تغاير ملحوظ في كفاءة الإزالة

للمواد الدهنية إذ كانت كفاءة الإزالة في زمن التعويم (6 دقيقة) هو(70%) ثم أصبحت الكفاءة (75%) عند زمن تعويم (24 دقيقة) أما في زمن (18 دقيقة) فقد كانت (72%) ويرجع ذلك إلى الوقت اللازم لتعويم الجزيئات الدهنية واختلاف أوزانها وخصائصها الجزيئية. ويشير الشكل(5) إلى العلاقة بين زمن التعويم وكفاءة الإزالة للمواد الصلبة العالقة والدهون على التوالي ولفترات تعويم تتراوح بين (6-24) دقيقة.



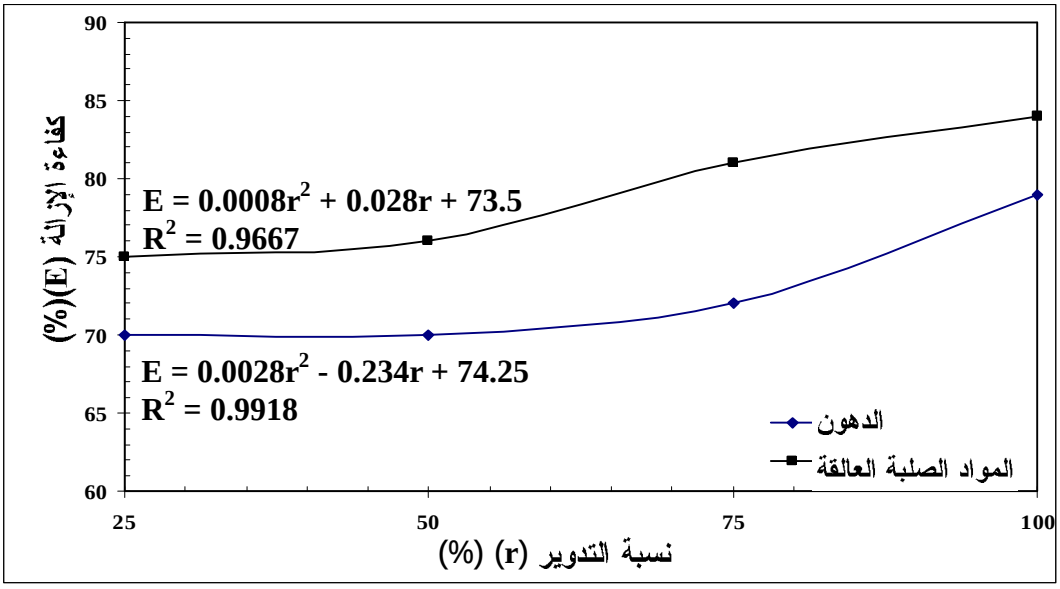
الشكل (4): التوزيع التكراري لقيم الرقم الهيدروجيني لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش

يستخدم نظام التدوير/ الترجيع في نظام التعويم لمعالجة المطروحات الصناعية حيث تساعد على تخفيف تركيز الملوثات للمطروحات المعالجة إذ تم استخدام نسب ترجيع مختلفة (25 ,50 ,75 ,100)% ولزمن تعويم مثالي (18 دقيقة) وقد تراوحت كفاءة الإزالة للمواد الصلبة العالقة (70-79%) وللمواد الدهنية (75-84%) في حين كانت اقصى كفاءة (70%) و(75%) بدون آلية الترجيع والشكل (6) يمثل كفاءة الإزالة وتحسين خصائص المطروحات المعالجة عند استخدام نسب ترجيع

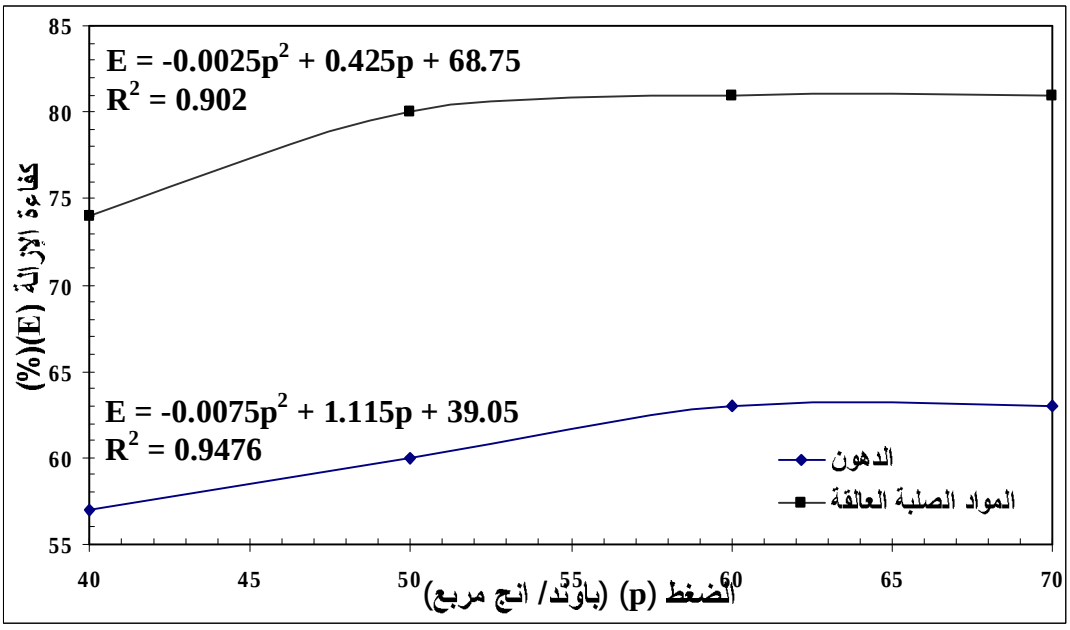


الشكل (5) : العلاقة بين زمن التعويم وكفاءة الإزالة لمطروحات الألبان الحاوية على الشرش

ولغرض إيجاد قيمة الضغط المناسب لإتمام عملية الازالة للملوثات فقد تم اعتماد زمن تعويم قياسي مقداره (18دقيقة) ونسبة ترجيع (100%) لمعرفة تأثير الضغط على كفاءة الإزالة للمود الصلبة العالقة والدهون فقد تم تعريض المحطة لضغوط (70,60,50,40 باوند/انج مربع) على التوالي كما ملاحظ من الشكل (7) وعند ضغط (40 با/انج مربع)



الشكل(6):العلاقة بين نسبة التدوير وكفاءة الازالة لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش



الشكل (7): العلاقة بين الضغط وكفاءة الازالة لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش

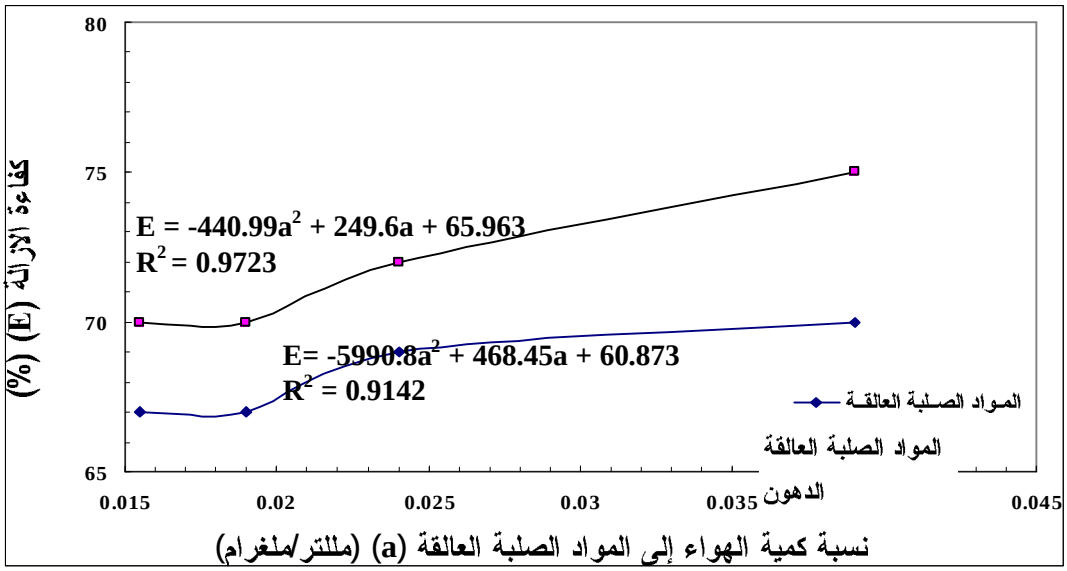
كانت كفاءة إزالة المواد العالقة (72 %) وأصبحت عند ضغط (70با/انج مربع) (80%) أما كفاءة إزالة الدهون عند نفس الضغوط فقد كانت (86,82%) حيث كانت الكفاءة للمواد الصلبة العالقة والدهون عند ضغط (60 با /انج مربع) (86,80%) على التوالي وبسبب الفرق البسيط بالكفاءة تم اختيار الضغط (60 با/انج مربع).

تأثير نسبة كمية الهواء إلى المواد الصلبة العالقة (A/S) على كفاءة الازالة

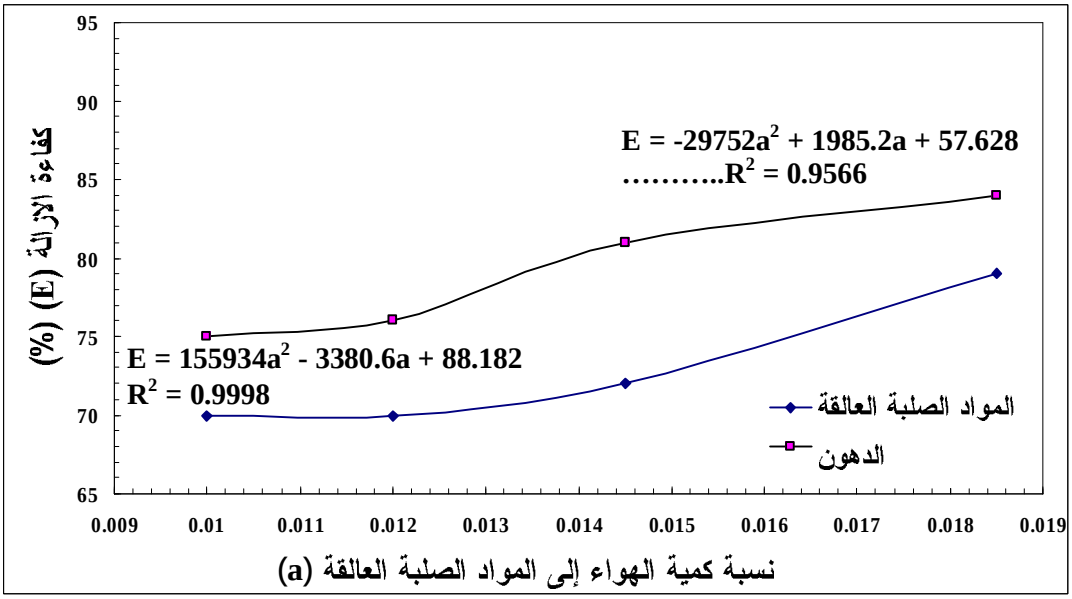
تم حساب قيمة نسبة كمية الهواء إلى المواد الصلبة العالقة(A/S) رياضيا حسب المعادلات (1-3) المذكورة سابقا اذ تم حساب قيم نسبة الهواء إلى المواد الصلبة وكانت بين (0.0155-0.039 مللتر/ملغرام) وكان زمن التعويم

المثالي(18 دقيقة) شكل (8) وهنا كانت كفاءة الازالة للمواد الصلبة العالقة والدهون(67&70)% عند نسبة(0.0151 مللتر/ملغرام) واصبحت هذه الكفاءة (69&75)% عند نسبة (0.04 مللتر/ملغرام) و كفاءة ازالة (COD) هنا (42%) ويعود ذلك لاحتواء جزيئات الشرش على المواد الدهنية.

وقد تم حساب قيمة نسبة كمية الهواء إلى الجسيمات الصلبة كانت تتراوح بين (0.009-0.019 مللتر/ملغرام) وكان زمن التعويم المثالي (18 دقيقة) ونسبة التدوير المثالية (100%) شكل(9) واعلى كفاءة متحققة هي (79 و3)% عند نسبة (0.0186 مللتر/ملغرام) وكفاءة إزالة (COD) كانت (48%).

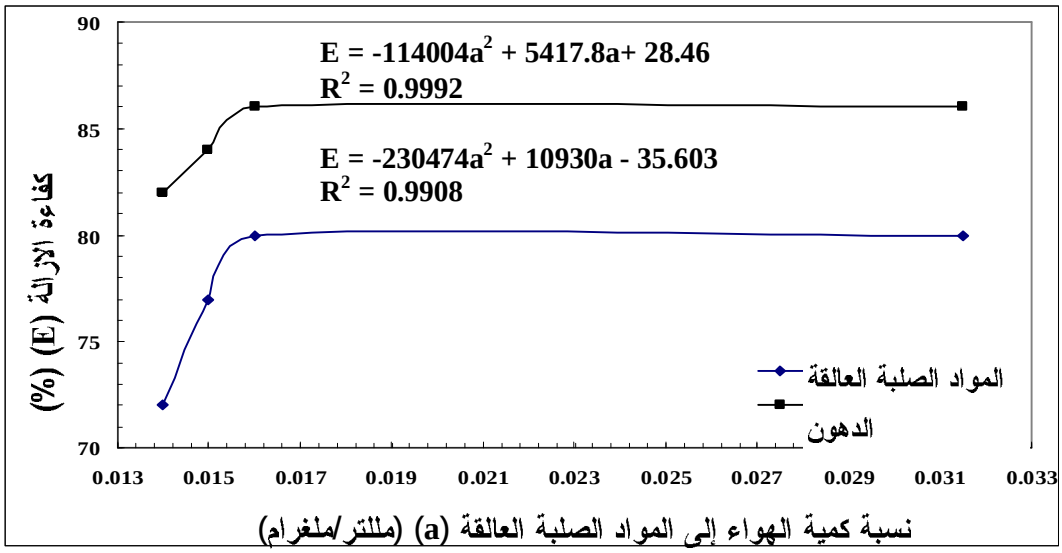


الشكل (8):العلاقة بين نسبة كمية الهواء إلى المواد الصلبة العالقة وكفاءة الإزالة لمطروحات معمل الألبان الحاوية على الشر ش عند زمن تعويم المدروس



الشكل (9): العلاقة بين نسبة كمية الهواء إلى المواد الصلبة العالقة وكفاءة الإزالة لمطروحات معمل الألبان الحاوية على الشرش عند نسب التدوير المدروسة

وكانت قيمة نسبة كمية الهواء إلى الجسيمات الصلبة تتراوح بين (0.0064-0.031) (مللتر/ملغرام) شكل(10) والكفاءة المتحققة كانت (80 و86)% للمواد الصلبة العالقة والدهون عند نسبة (0.016 مللتر/ملغرام) وكانت كفاءة الإزالة للـ(COD) (55%) (4).

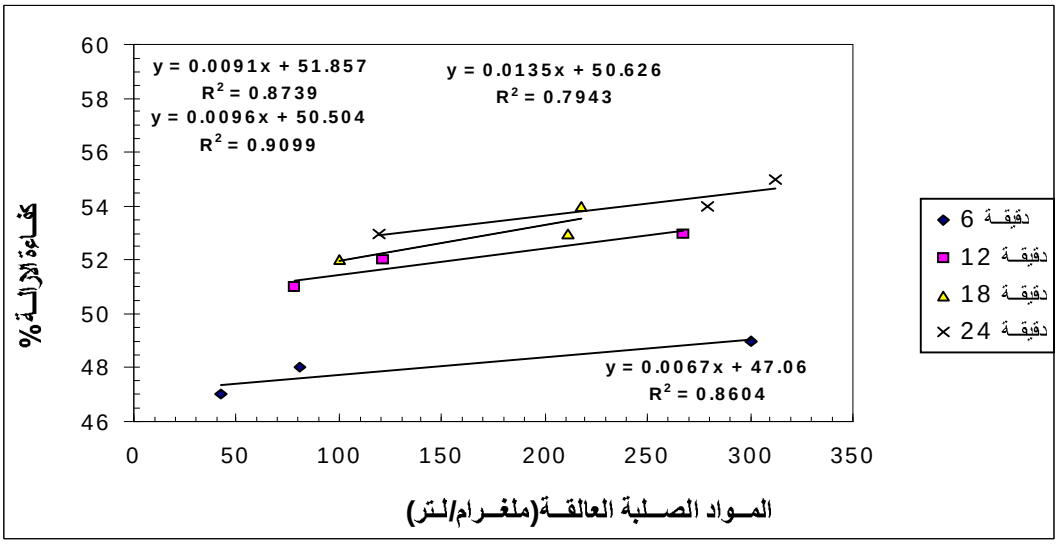


الشكل (10):العلاقة بين نسبة كمية الهواء إلى المواد الصلبة العالقة وكفاءة ا لمطروحات معمل الألبـــان الحاويـــة على الشرش عند قيم الضغط المدروسة

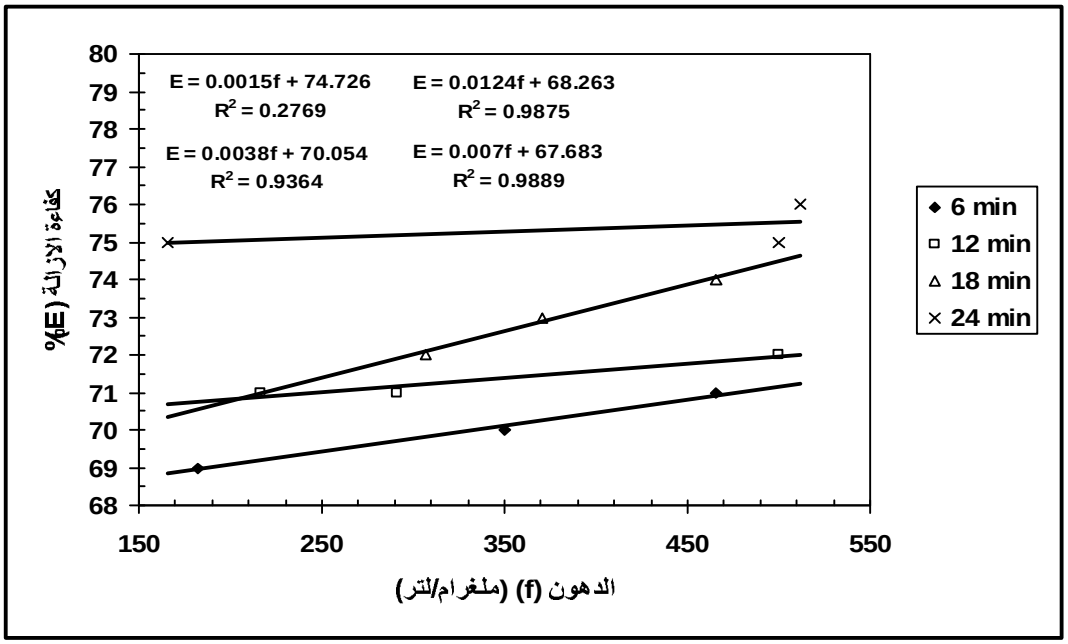
العلاقة بين المتغيرات المدروسة

تم رسم العلاقة الموضحة بالشكلين (11) (12) بين كفاءة ازالة المواد الصلبة العالقة والـــدهون خـــلال الفتـــرات الزمنية التي تم دراستها وهي (24،18،12،6) دقيقة وتراكيز المواد الصلبة العالقة والدهون ووجد انه لغرض تحقيـــق كفاءة ازالة مقدارها(54%) و (74%) على التوالي عند زمن تعويم مثالي (18)دقيقة كانت التراكيز للمـــواد الصـــلبة العالقة (250 ملغرام /لتر) وللدهون (460 ملغرام/لتر). والشكلين (13و 14) يوضحان العلاقة بين المـــواد الصـــلبة العالقة والدهون وكفاءة ازالتها عند نسب تدوير مختلفة وهـــي (100،75،50،25)% وكانـــت الكفـــاءة هـــي (69%) وتركيز المواد الصلبة العالقة (1300 ملغرام /لتر) عند نسبة تدوير مثالية (100)% وكانت للـــدهون (81%) وكـــان التركيز(525 ملغرام /لتر).

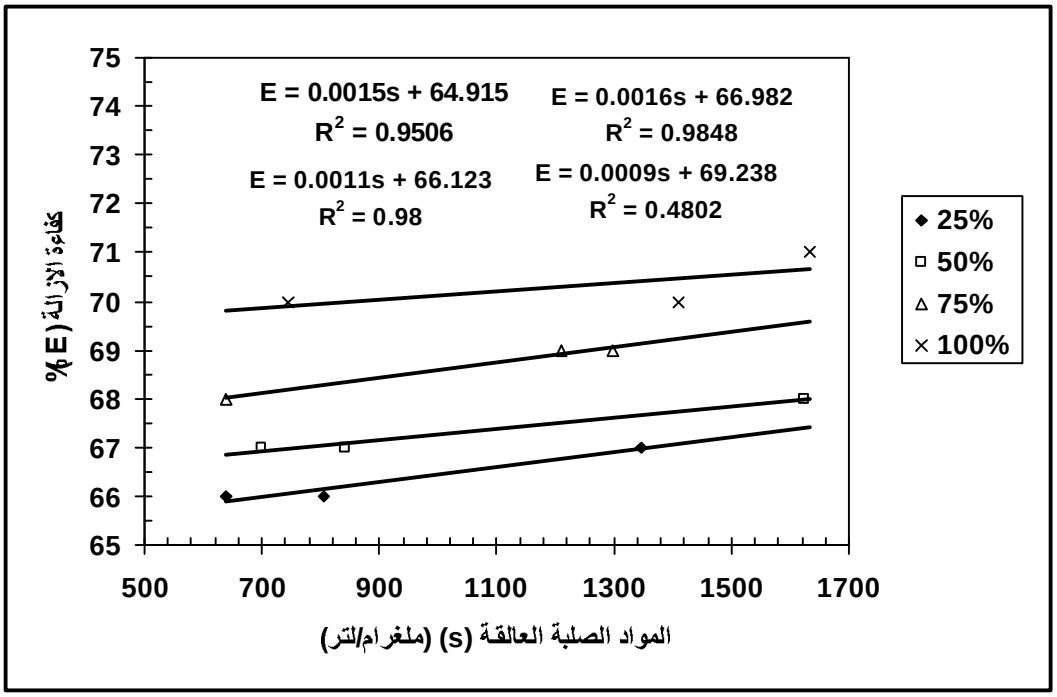
ولغرض توضيح العلاقة بين كفاءة الازالة والمواد الصلبة العالقة والدهون الشكل (15)&(16) عند ضـــغط (40-70) با/انج مربع ولغرض تحقيق كفاءة الازالة (79%)(86) عند ضغط مثالي (60) با/انج مربع كانت التركيز للمواد الصلبة العالقة والدهون (1620 ملغرام /لتر) (ملغرام /لتر 580) على التوالي



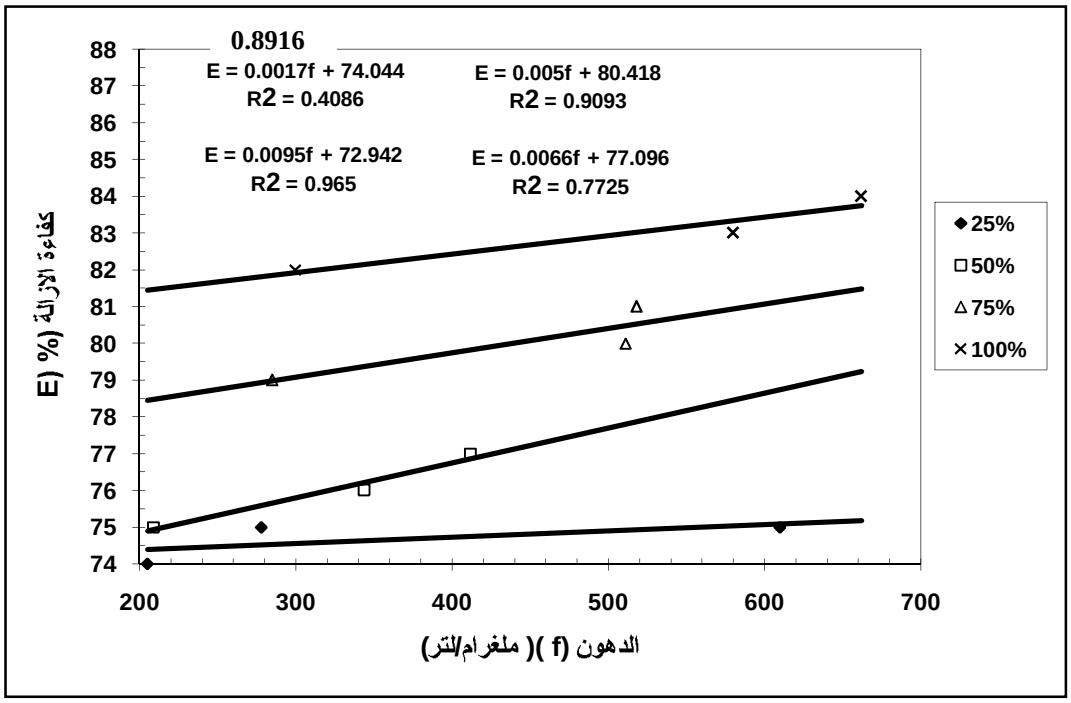
الشكل (11) العلاقة بين المواد الصلبة العالقة وكفاءة الازالة لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش عند الفترات الزمنية المدروسة



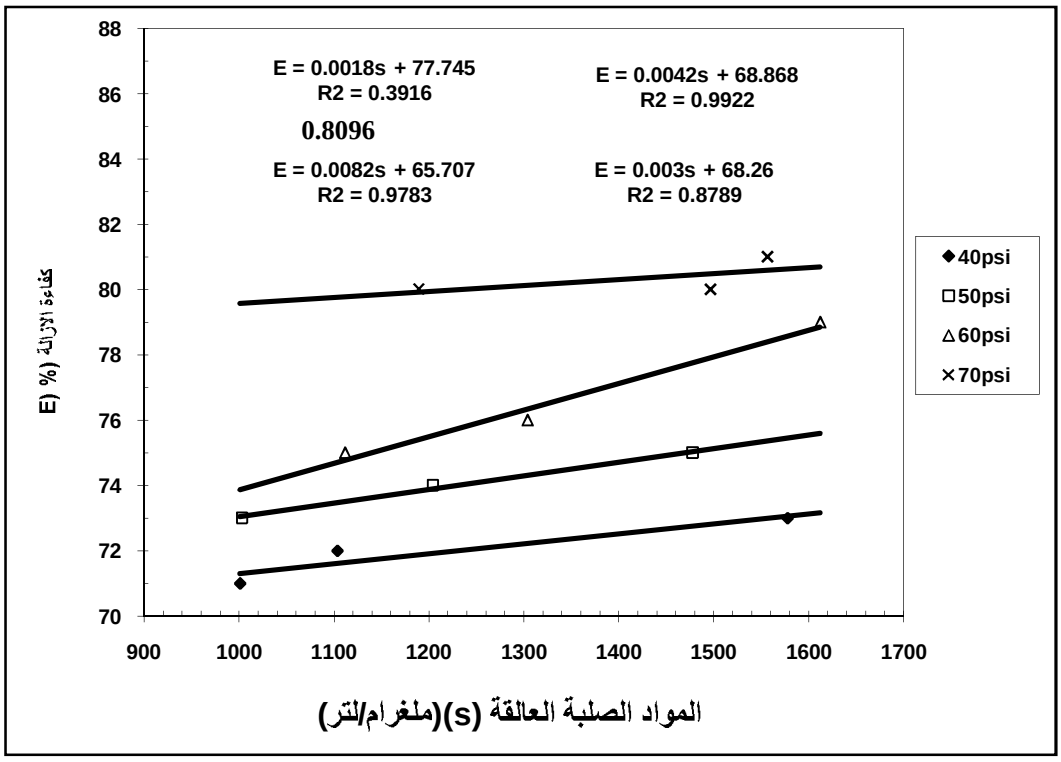
الشكل (12) العلاقة بين الدهون وكفاءة الازالة لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش عند الفترات الزمنية المدروسة



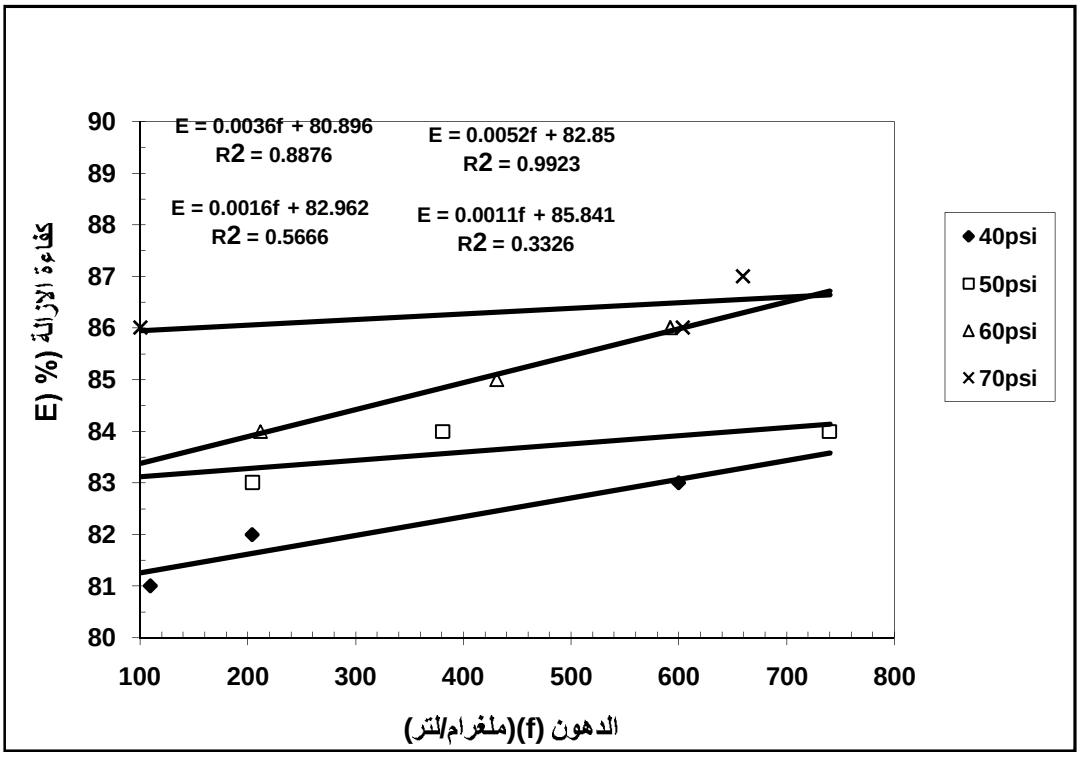
الشكل (13) العلاقة بين المواد الصلبة العالقة وكفاءة الازالة لمطروحات الالبان الحاوية الشرش عند نسب الترجيع المدروسة



الشكل (14)العلاقة بين الدهون وكفاءة الازالة لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش عند نسب الترجيع



الشكل (15) العلاقة بين المواد الصلبة العالقة وكفاءة الازالة لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش عند قيم الضغط المدروسة



الشكل (16)العلاقة بين الدهون وكفاءة الازالة لمطروحات الالبان الحاوية على الشرش عند قيم الضغط المدروسة

الاستنتاجات

من خلال استعراض ومناقشة النتائج التي تم الحصول عليها تم الخروج بالاستنتاجات الآتية:

1. ثبت من النتائج المستحصلة نجاح المنظومة في خفض حمل التلوث في المطروحات المدروسة قد بلغت نسبة إزالة المواد العالقة80 بالمائة فيما ارتفعت نسبة الازالة للدهون لتصل 86 بالمائة وبفترة مكوث قليلة نسبياً (18 دقيقة) بمردود اقتصادي مهم يتمثل في صغر حجم الوحدات اللاحقة في محطات المعالجة التي سوف تتبنى هذه المنظومة.
2. ظهران بعض قيم (R^2) منخفضة وهذا قد يؤشر ضعف العلاقة الاحصائية بين المتغيرات المدروسة.
3. الازالة للمواد الصلبة العالقة والدهون بزيادة زمن التعويم ولحد معين وهو (18 دقيقة) ومن ثم تبقى كفاءة الازالة مستقرة حتى رغم زيادة الزمن.
4. ثبت من النتائج ان كفاءة ازالة المواد الصلبة العالقة بلغت80% في مطروحات معمل الالبان الحاوية على الشرش مما يشير الى كفاءة هذه الطريقة.
5. كانت كفاءة الإزالة للدهون في مطروحات معمل الالبان الحاوية على الشرش (86%).

المصـــــادر

1. الراوي ، ساطع ، " التلوث والتنمية الصناعية في الدول النامية"، اوراق مجمعية /المجمع العلمي العراقي العدد 11شباط (2002).

2.Puget, F.P. and Massarani,G. "Modeling of The Dispersed Air Flotation Process Applied to Dairy Wastewater Treatment "Brazilian journal of chemical Engineering, No.2, Vol.21 (2004).

3.Davies, K."DAF for Wastewater Treatment "Annual Water Industry and Operators Conference .Civil Centre –Shepparton, September (1998).

4.Stephenson R.L. and Blackburn, J.B."Industrial Wastewater System" Handbook, Lewis publisher, USA(1998).
5.Jorgensen ,S.E. "Industrial Wastewater Management "Elsevier Scientific Publishing company, Amsterdam(1979).
6.Eckenfelder, W.W. "Industrial Water Pollution Control ", McGraw-Hill Book Company, New York (2000).
7.Metcalf and Eddy, Inc. "Wastewater Engineering Treatment &Reuse"4th edition, McGraw-Hill, Book Company: New York (2003).
8.Liu, D.H.F.and Liptak B.G."Wastewater Treatment "Lewis publisher, USA (2000).
9.APHA, AWWA, and WPCF" Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater "20th ed. Public Health Assoc. Washington, D.C., USA (1998).
10.Brown, A.B.; Pico ,R.F. "Characterization and Treatment of Dairy Wastes in the Municipal Treatment System ",Proceeding of the 34th Industrial Waste
11..Hendricks ,H. "Water treatment Unit Processes "Taylor &Francis, USA, (2006).

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل