

دراسة تجريبية للتصرف الهيدروليكي وكفاءة الإزالة لمرشح بيولوجي متعدد الأوساط

ياسر طالب حميد¹

قبول النشر: ٢٠١١/٣/٢٨

تاريخ الاستلام: ٢٠١١/١/٩

الخلاصة (Abstract):

تم في هذا البحث اختيار ثلاث مواد مختلفة وهي الرمل والكربون المنشط والطابوق المكسر لعمل مزيج من هذه المواد بنسب متساوية، واستخدامه كوسط لعملية الترشيح البيولوجي. تم تصميم وبناء المرشح بارتفاع ٢م وقطر ٣٠٠ ملم ووضع المادة المرشحة في المرشح الى ارتفاع ١.١٥ م، جهر المرشح بـ ٣ بيرومترات في ٣ نقاط ضمن عمود المرشح كما وضع في المرشح ٣ فتحات في الاعلى تمثل ٣ مطالغ للماء للحفاظ على مستوى ثابت اثناء التجربة وفتحة اسفل المرشح مزودة بصمام تمثل مخرج الماء. اجري الاختبار الاول للخصائص الهيدروليكية وكفاءة المعالجة للمرشح في بداية التشغيل في شهر ايار ٢٠١٠، باستخدام ماء مصنع في المختبر عن طريق اضافة مواد طينية ومواد عضوية وسكر كلوكوز ليصبح مشابها لمياه الفضلات المنزلية. استمرت عملية ادخال مياه الفضلات المصنعة لمدة ٣ اسابيع لتشجيع نمو البكتريا على وسط الترشيح، وفي شهر حزيران ٢٠١٠ اجري الاختبار الثاني للخصائص الهيدروليكية وكفاءة المعالجة للمرشح باستخدام الماء الرمادي لمراقبة التغير بخصائص المرشح بعد نمو الاحياء المجهرية ولتقييم كفاءة المرشح في معالجة هذا النوع من المياه لإغراض اعادة الاستخدام. اثناء تحليل النتائج ومقارنتها وجد ان هناك تقارب بين الخصائص الهيدروليكية (الحمل الهيدروليكي، خسائر الضغط) للمرشح البيولوجي المتعدد الاوساط مع الخصائص الهيدروليكية لمرشح الكربون المنشط الحبيبي البيولوجي، كما وجد ان خسائر الضغط في المرشح عند عمق (١٠٠٠) ملم تصل الى (٥٩%) من الضغط الابتدائي، وظهر ان نمو البكتريا يؤدي الى هبوط بالضغط كما هو واضح في الاختبار الثاني (شهر حزيران) حيث ان الضغط هبط بنسبة (١٦%) من الضغط في الاختبار الاول (شهر ايار) وكذلك زادت قيمة (خسائر الضغط /م) بنسبة (٤٣%)، اما بالنسبة للتصريف فيلاحظ ان قيمته قلت بنسبة (٢٥%) في الاختبار الثاني بسبب انسداد الفراغات بالمواد العالقة والنمو البكتيري. اظهرت النتائج كفاءة كبيرة للمرشح لتحسين نوعية الماء حيث بلغت نسبة ازالة المتطلب البيوكيميائي للاوكسجين ٨٦%، نسبة ازالة الكدرة ٩٦%، نسبة ازالة المواد الصلبة العالقة ٨١% عند زمن مكوث (٦٠) دقيقة.

Pilot study for hydraulic behavior and removal efficiency of mixed media bioreactor

Abstract:

In this paper three material with equal amount have been chosen to make a mixture, these materials are sand (passing sieve no. 1.18, porosity 0.41), activated carbon (passing sieve no. 4.75, porosity 0.51), crushed bricks (passing sieve no. 20, porosity 0.47), the mixture was used as

a bio-filtering media , placed to a height of (1.15) m in a cylindrical filter with diameter of (300)mm and a height of (2)m which is designed and constructed from (PVC).

The filter is equipped with three piezometers fixed at three point along the height of the cylindrical filter, in addition to three overflows at different height, and an outlet with control valve.

On May 2010 the filter was operated with a synthetic wastewater similar to domestic sewage in order to determine the hydraulic and sanitary characteristics of the filter. Then the feeding of waste water was continued for 3 weeks in order to stimulate the growth of bio-film.

On June 2010 the filter was operated with gray water to determine the change in filter characteristics after the bio-film growth, and to evaluate filter efficiency to treat this water for the purpose of reuse.

The outcome of this work showed that the mixed media bio-filter, to a certain extent, is similar in hydraulic characteristics (pressure drop and hydraulic load) to granular activated carbon bio-filter, head loss at (1000) mm depth is (59%) of initial pressure, the growth of bio-film leads to increase in head loss by (43%), decrease in flow by (251%), decrease in pressure by (16%).

According to removal efficiency of pollutants, the results shows an efficient removal of BOD5 (86%), turbidity (96%), TDS (81%) at a retention time (60 minute).

١ - المقدمة (Introduction)

تعتبر تقنية الترشيح من التقنيات الشائعة الاستخدام في محطات معالجة مياه الشرب وتستخدم ايضا كمعالجة متقدمة لمياه الفضلات الخارجة من محطات المعالجة لغرض تحسين نوعية الماء ليوافق المتطلبات البيئية او ليكون ملائماً لاعادة الاستخدام [١] تعتمد عملية الترشيح على امرار الماء خلال وسط مسامي حيث يقوم الوسط بحجز المواد العالقة باستخدام تقنيات متعددة منها الترسيب والالتصاق والاعاقبة والامتزاز وغيرها [2] ، تعاني هذه المرشحات مشاكل قد تقلل من كفاءتها وعملها فمثلا تتم ازالة المواد الصلبة في الجزء العلوي فقط من المرشح (٢.٥ - ١٠) سم وهذا يؤدي الى خسائر كبيرة بالضغط خلال فترة تشغيل صغيرة ان لم يتم استغلال باقي عمق المرشح [3]، تتعلق المسامات في المرشح نتيجة استمرار التشغيل مسببة زيادة في هبوط الضغط مما يتطلب القيام بعملية الغسل العكسي لتخليص المرشح من المواد العالقة فيه. [2]

تعتبر حبيبات الكربون المنشط من الاوساط الناجحة في المرشحات لازالة المواد العضوية وذلك بسبب طبيعتها التي تؤهلها للقيام بعملية الترشيح والامتزاز في آن واحد كذلك فانه لا يضيف اي مواد لها تأثير ضار الى الماء [٤]. ان الاوساط الحامضية لها تأثير ايجابي على قابلية الكربون المنشط لامتزاز المواد العضوية، بينما تتطلب الاوساط القاعدية زيادة بالحجم بنسبة ٢٠% عن كل درجة تزيد على درجة التعادل. [٤] كذلك فان زيادة تركيز الملوث له تأثير ايجابي على عملية الامتزاز، اما في حالة زيادة التركيز عن (١٠٠٠) ملغم/لتر فانه يتطلب زيادة في الحجم. ويصبح التأثير سلبي. [4]

يتراوح عمق مرشح انكايون المنشط الحبيبي بين (١-١.٥) م ويمكن تخمين عمر المرشح (١-٦) اشهر، اما الحمل الهيدروليكي فانه يصل الى (٣-٦) م/ساعة [4]

تؤثر ظروف الرطوبة والحرارة وقيمة الدالة الحامضية تأثيرا كبيرا على نمو البكتريا داخل الوسط المرشح والتي تعمل بدورها على ازالة الملوثات الموجودة في المياه المعالجة ويسمى المرشح عند ذلك بالمرشح البيولوجي (Bio-filter) [5]، والذي شاع استخدامه في معالجة مياه الفضلات

وبالاخص لازالة الروائح لاغراض اعادة الاستخدام، تتم عملية ازالة الملوثات بعدة اليات منها الامتزاز والانتشار (diffusion) على سطح الشريحة البيولوجية او على سطح الوسط المرشح وكذلك تتم بدويان الملوثات في طبقة الماء الموجودة في الشريحة البيولوجية [6]، يعتمد سمك الشريحة البيولوجية على عدة عوامل مثل سرعة الماء، خصائص الوسط المرشح، حمل المواد العالقة الداخلة الى المرشح، ووجود المغذيات [7]. من جانب اخر فان هذا النمو يؤدي الى تغيير في الخصائص الهيدروليكية مثل المسامية (porosity) وتقليل في الجريان وزيادة في خسائر الضغط مما يؤدي الى زيادة في كلفة التشغيل والصيانة [8].

تعتمد خسائر الضغط في المرشحات البيولوجية على حجم دقائق الوسط [9]، طبيعة التركيب الكيميائي للوسط [10]، زمن التشغيل ونمو الاحياء المجهرية [11] ارتفاع عمود المرشح [12].
ان اهداف البحث تتخلص كالآتي:

- دراسة هبوط الضغط للمرشح البيولوجي متعدد الاوساط.
- دراسة تأثير نمو الاحياء المجهرية على هبوط الضغط في هذا المرشح.
- تقييم كفاءة ازالة الملوثات في المرشح
- تقييم كفاءة معالجته للماء الرمادي (ماء معاد من المغاسل والمطابخ وماء الاستحمام) لغرض اعادة الاستخدام في البيوت

٢. وصف المرشح:

تم تصميم وبناء النموذج المختبري للمرشح متعدد الاوساط بشكل اسطواني من مادة الـ (PVC) بقطر (٣٠٠) ملم وارتفاع (٢) م شكل (٢،١). تبدأ عملية الترشيح بسحب الماء من الخزان بواسطة مضخة ويضخ الى داخل المرشح من الاعلى بواسطة انبوب ينتهي بصفيحة مثقبة لغرض توزيع الماء بالتساوي على سطح المرشح.

يحتوي المرشح على فتحة من الاسفل تمثل مخرج للماء مرتبطة بصمام تحكم للسيطرة على مقدار جريان الماء بالتالي السيطرة على زمن الحجز، ثم يمر الماء من خلال مقياس للجريان لتحديد مقدار الجريان.

كما يوجد في عمود المرشح ثلاث فتحات في الاعلى على ارتفاعات (٣٠، ٤٠، ٥٠) سم فوق سطح المرشح تمثل ثلاث مطاخ للماء لغرض دراسة التغيرات الهيدروليكية لارتفاعات مختلفة لعمود الماء في المرشح.

يمكن قياس الضغط في المرشح في ٣ ارتفاعات (١٠٩، ٦١، ١١ سم عن قاعدة المرشح) عن طريق بيزومترا، يتكون البيزوميتر من خرطوم شفاف مثبت على جدار المرشح ومثبت بجانبه شريط قياس لمعرفة ارتفاع الماء وتم ربط الخرطوم بانبوب مثقب من النحاس موضوع بحيث يخترق جدار المرشح ويصل الى داخل الوسط كذلك قياس الضغط عن طريق استخدام جهاز قياس الضغط (pordan gauge) لغرض المقارنة مع قراءات البيزومترا لنفس الارتفاعات.

وضعت طبقة من الحصى اسفل المرشح بارتفاع ٨٠ ملم ووضعت مادة المرشح فوق الحصى الى ارتفاع كلي مقداره ١.١٥ م. تتكون مادة المرشح من مزيج من ٣ مواد بنسب متساوية ووقع الاختيار على هذه المواد نظرا لوفرته ورخص ثمنها ومساميتها الملائمة للترشيح، وهي الرمل (عابر بنسبة ١٠٠% من منخل رقم ١.١٨، تبلغ مساميته ٤١%). والكاريون المنشط (عابر بنسبة ١٠٠% من منخل رقم ٤.٧٥، تبلغ مساميته ٥١%)، والمساحة السطحية تبلغ ١٠٠٠ م^٢/غم) والطابوق المكسر (عابر بنسبة ١٠٠% من منخل رقم ٢٠، تبلغ مساميته ٤٧%). وتم اجراء تحليل منخلي للخليط فوجد ان القطر الفعال (effective size) وهو قياس المنخل الذي يمرر نسبة ١٠% فقط من الخليط يبلغ (٠.٧٥) ملم ويبلغ معامل الانتظام (١.٦٨)، اما المسامية فكانت (٣٤%).

٣. طريقة العمل :-

تم امرار الماء داخل المرشح في بداية العمل لضمان تداخل الوسط واستقراره بشكله الطبيعي، ثم اجري اختبارين متكاملين للمرشح الاختبار الاول في بداية التشغيل في شهر أيار ٢٠١٠، استخدم فيها ماء ملوث مصنوع بالمختبر عن طريق اضافة مواد طينية ومواد عضوية وسكر كوكوز ليكون مشابها لمياه فضلات منزلية، وتم اعتماد اسلوب الضخ المباشر للهواء الى داخل خزان الماء لغرض زيادة تركيز الاوكسجين المذاب ولتشجيع البكتريا على التكاثر.

تمت دراسة المرشح من الناحية الهيدروليكية، وتقييم كفاءة المعالجة، حيث قام الباحث بضخ الماء الى داخل المرشح من فتحته العليا وتم الحفاظ على مستوى ماء ثابت فوق سطح الوسط (٣٠٠)ملم وذلك بواسطة فتح المطفح رقم (١) والذي يسمح بخروج الماء الاضافي والحفاظ على مستوى

ثابت داخل المرشح، وقيست عندها قراءات البيزومتري والتصرف. ثم اغلق المطفح رقم (١) وفتح المطفح رقم (٢) وبهذا ارتفع مستوى الماء الى (٤٠٠) ملم فوق مستوى المرشح وقيست قراءات البيزومتري والتصرف عند هذا الارتفاع. بعد ذلك اغلق المطفح رقم (٢) وفتح المطفح رقم (٣) ليرتفع الماء الى (٥٠٠) ملم فوق مستوى المرشح وتم قياس قراءات البيزومتري والتصرف عند الارتفاع الجديد. اما دراسة كفاءة المعالجة فكانت من خلال التحكم بمقدار التصريف الخارج من المرشح عن طريق الصمام بالتالي تغيير زمن الحجز و اخذت عينة من الماء عند كل تغيير في زمن الحجز وتم فحصها في مختبر كلية الهندسة بالجامعة المستنصرية. استمرت عملية ادخال مياه الفضلات للمرشح لمدة ٣ اسابيع تقريبا لتشجيع نمو البكتريا على سطح مادة المرشح، قام الباحث بعد ذلك باجراء اختبار ثاني للمرشح (بعد نمو الاحياء المجهرية) في شهر حزيران، حيث تم العمل بشكل مشابه تماما للاختبار الاول، ولكن في هذه المرة تم استخدام الماء الرمادي بدل الماء المصنع في المختبر لاختبار قابلية المرشح على معالجة هذا النوع من الماء واعادة استخدامه في البيوت.

٤. النتائج والمناقشة:

٤-١ هبوط الضغط:

١- تزداد قراءة البيزوميتر كلما زاد ارتفاع الماء فوق سطح المرشح حيث يلاحظ ان اكبر قراءة للبيزوميتر في الاختبار الاول (شهر ايار) هي (1620) ملم تزامنت مع اكبر ارتفاع للماء فوق المرشح (٥٠٠) ملم اما في الاختبار الثاني (شهر حزيران) فسجلت قراءة (1615) ملم عند ارتفاع ماء (٥٠٠) ملم وتناقص قراءة البيزومتري كلما قل ارتفاع عمود الماء كما موضح في الشكل (٤،٣).

٢- اظهرت النتائج زيادة في هبوط الضغط في المرشحات البيولوجية متعددة الاوساط بزيادة عمق الوسط، حيث كان هبوط الضغط في الاختبار الاول (شهر ايار) (29%) من الضغط الابتدائي عند عمق (٥٠٠) ملم من طول المرشح، و (53%) عند عمق (١٠٠٠) ملم، اما في الاختبار الثاني (شهر حزيران) فقد بلغ هبوط الضغط (40%) من الضغط الابتدائي عند عمق (٥٠٠) ملم من طول المرشح و (59%) عند عمق (١٠٠٠) ملم. شكل (٤،٣).

٣- يساهم النمو البكتيري في هبوط الضغط في المرشحات متعددة الاوساط بسبب تكون الشريحة الاحيائية (biofilm) والذي يؤدي الى تناقص في المسامية وكما مبين في الشكل (٧،٦،٥) حيث كان معدل هبوط الضغط في الاختبار الثاني (شهر حزيران) (١٦%) من الضغط في الاختبار الاول (ايار).

٤- يلاحظ نقصان جريان الماء في الاختبار الثاني (شهر حزيران) بمقدار (٢٥%) عن جريان الماء في الاختبار الاول (شهر ايار) بسبب انسداد الفراغات في المرشح نتيجة النمو البكتيري وهذا واضح في شكل (٨) الذي يقارن بين التصريف قبل نمو الاحياء المجهرية (ايار) وبعد نمو الاحياء المجهرية (حزيران)، كذلك يمكن ملاحظة ازدياد التصريف بزيادة عمود الماء فوق المرشح.

٥- يزداد مقدار خسائر الضغط لكل متر من عمق المرشح ($\Delta h/L$) بزيادة معدل الجريان كما موضح في شكل (٩،١٠) وتبلغ اكبر قيمة لها (٠.٩٦) م/م في الاختبار الثاني (شهر حزيران) وهي قيمة مقبولة مقارنة مع اكبر قيمة لخسائر الضغط في مرشح الكربون المنشط الحبيبي (١٢ k) (١.٢٢٤) م/م [١٣]. وتعتبر قيمة كبيرة مقارنة مع المصدر [١٤] وذلك لان الوسط المستخدم في المصدر المذكور هو حجر البورسلينات وبقطر (٤) ملم وهو ذو مسامية اكثر من الوسط المستخدم في هذا البحث.

٦- يمكن تخمين هبوط الضغط في المرشحات البيولوجية متعددة الاوساط بالمعادلة ($Y=0.209X0.75$) قبل نمو الاحياء المجهرية، بينما تتغير المعادلة لتصبح ($Y=0.2999X0.75$) بعد نمو الاحياء المجهرية (حيث X تمثل معدل الجريان و Y تمثل هبوط الضغط).

٧- يلاحظ من المعادلتين اعلاه ان مقدار خسائر الضغط/متر تزيد في الاختبار الاول (حزيران) بنسبة (43%) عن الاختبار الثاني (ايار) بسبب انسداد المرشح بالنمو البيولوجي وبالمواد العالقة الاخرى التي تم حجزها في المرشح.

٨- يتراوح الحمل الهيدروليكي للمرشح بين (٣.٤٦ - ٥.٣) م/ساعة وهذه القيمة تتوافق مع الحمل الهيدروليكي لمرشح الكاربون المنشط الحبيبي والذي يتراوح بين (٦-٣) م/ساعة [٤].

٤-٢ كفاءة الازالة:

١. تلاحظ ازالة جيدة للمتطلب البيوكيميائي للاوكسجين في المرشح المتعدد الاوساط وكلما زاد زمن الحجز زادت كفاءة المعالجة حيث بلغت كفاءة الازالة في الاختبار الاول (شهر ايار) (٨٠%) عند زمن مكوث (٦٠ دقيقة) اما في الاختبار الثاني (شهر حزيران) فقد بلغت (٨٦%) عند زمن

مكوث (٦٠ دقيقة) كما مبين في شكل (١١)، ان كفاءة المعالجة في بداية التشغيل (آبار) كانت نتيجة عملية الامتزاز في الكربون المنشط بالدرجة الاساس، اما كفاءة الازالة في نهاية عملية التشغيل (حزيران) فكانت نتيجة نمو الاحياء المجهرية وتحليلها للمواد العضوية. ويمكن صياغة العلاقة بين كفاءة الازالة وزمن الحجز كما يلي $y = 0.6999e0.0618x$ للاختبار الاول اما الاختبار الثاني فكانت $y = 0.6678e0.0597x$ (حيث X تمثل زمن الحجز و Y تمثل كفاءة الازالة)

٢. تتحسن كفاءة ازالة العكورة بعد فترة تشغيل طويلة بسبب تناقص المسامية للمرشح متعدد الاوساط بفعل تكون الكتلة البيولوجية مما يؤدي الى حجز أكبر للمواد الصلبة العالقة كما مبين في شكل (١٢) الذي يوضح كفاءة الازالة في الاختبار الثاني (شهر حزيران) حيث بلغت (٩٦%) بعد مرور (٦٠ دقيقة) بينما بلغت (٨٤%) في الاختبار الاول (شهر ايار) بعد مرور نفس الزمن. كما يلاحظ من الشكل ازدياد الكفاءة بزيادة زمن الحجز حيث بلغت الكفاءة (٩٦%) بعد مرور (٦٠ دقيقة) بينما كانت الكفاءة (٨٢%) بعد مرور (١٥) دقيقة. ويمكن صياغة العلاقة بين كفاءة الازالة وزمن الحجز للاختبار الاول كما يلي: $y = 71.713e0.05x$ اما الاختبار الثاني فكانت $y = 78.426e0.0752x$ (حيث X تمثل زمن الحجز و Y تمثل كفاءة الازالة)، وعند مقارنة كفاءات الازالة للعكورة في المرشح البيولوجي متعدد الاوساط مع المرشح الذي يتكون من الكربون المنشط والرمل [٣] نلاحظ تقارب في كفاءة الازالة حيث تزيد الكفاءة في المرشح المذكور على ٩٠% [٣]

٣. يزداد تركيز المواد الصلبة الذائبة بزيادة زمن الحجز حيث بلغت قيمتها (٦٧٠) ملغرام/ لتر بعد زمن مكوث (٦٠ دقيقة) مقارنة بقيمتها في الماء الداخلة (٥٦٠) ملغرام /لتر، ان هذه الزيادة نتيجة ذوبان الاملاح الموجودة في الوسط وخاصة الرمل. اما في الاختبار الثاني (حزيران) فلا يلاحظ تلك الزيادة نتيجة عدم وجود الاملاح بعد استمرار التشغيل، كذلك يلاحظ ان الزيادة بقيمة المواد الصلبة الذائبة تتناسب طردياً مع زمن المكوث حيث تبلغ قيمتها بعد (١٥) دقيقة (٦١٠) ملغرام /لتر بينما تصل الى (٦٧٠) ملغرام /لتر بعد (٦٠) دقيقة كما مبين في شكل (١٣).

٤. اظهرت الفحوصات المخبرية كفاءة ازالة جيدة للمواد الصلبة العالقة، حيث تصل كفاءة الازالة الى (٨١%) كما ملاحظ في شكل (١٤) حيث تبلغ قيمة المواد الصلبة العالقة (٣٦) ملغرام /لتر.

٥. وجود الكربون المنشط في وسط الترشيح يساهم في تحويل مياه الفضلات من اوساط قاعدية الى اوساط حامضية وهذا يعتمد على زمن الحجز وعلى قيمة الدالة الحامضية للماء الداخلة. من ملاحظة شكل (١٥) يظهر ان اقل قيمة للدالة الحامضية للماء الخارج في الاختبار الاول (شهر ايار) كانت (٦.٨) مقارنة بقيمة الدالة الحامضية للماء الداخلة (٨.١)، اما في الاختبار الثاني (شهر حزيران) فان قيمة الدالة الحامضية للماء الداخلة كانت (٧.٨) واقل قيمة للدالة الحامضية للماء الخارج (٦.٤٨)

٥. الاستنتاجات:

١. تتقارب قيم الخصائص الهيدروليكية (الحمل الهيدروليكي، خسائر الضغط) للمرشح البيولوجي المتعدد الاوساط مع الخصائص الهيدروليكية لمرشح الكربون المنشط الحبيبي حيث يتراوح الحمل الهيدروليكي للمرشح البيولوجي متعدد الاوساط بين (٣.٤٦ - ٥.٣) م/ساعة وهذه القيمة تتوافق مع الحمل الهيدروليكي لمرشح الكربون المنشط الحبيبي والذي يتراوح بين (٣-٦) م/ساعة. اما خسائر الضغط فتبلغ أكبر قيمة لها (٠.٩٦) م/م وهي قيمة مقبولة مقارنة مع خسائر الضغط في مرشح الكربون المنشط الحبيبي (١.٢) م/م.

٢. يؤدي نمو الاحياء المجهرية بعد فترة ٣ اسابيع من التشغيل الى تناقص المسامية مما يؤدي الى هبوط بالضغط بمقدار (١٦%) وزيادة بقيمة خسائر الضغط بمقدار (٤٣%) وتقضان بالتصريف بمقدار (٢٥%).

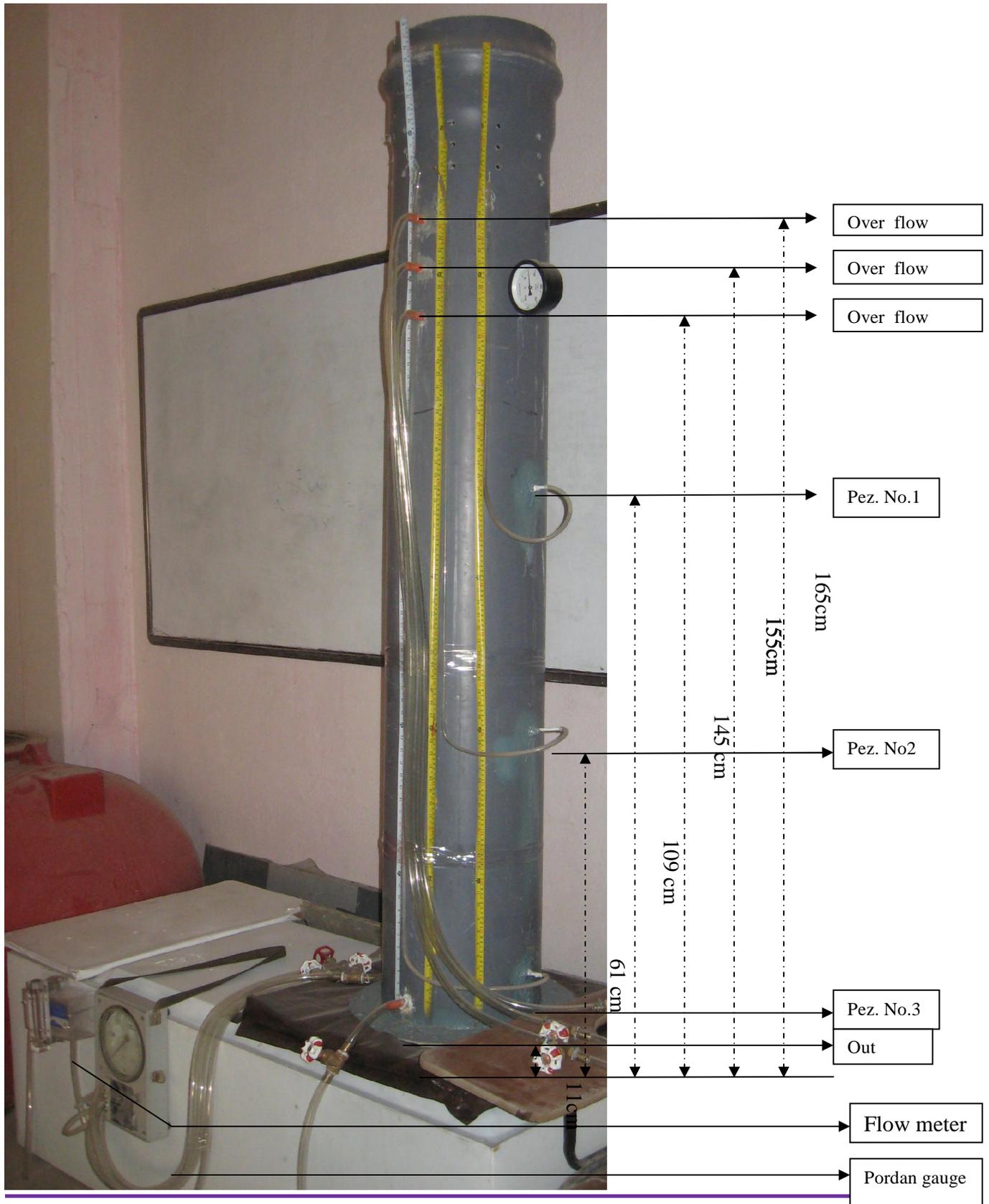
٣. يمكن تخمين هبوط الضغط في المرشحات البيولوجية متعددة المواد بالمعادلة ($Y=0.2095X0.75$) قبل نمو الاحياء المجهرية، بينما تتغير المعادلة لتصبح ($Y=0.2999X0.75$) بعد نمو الاحياء المجهرية (حيث X تمثل معدل الجريان و Y تمثل هبوط الضغط).

٤. تتحسن كفاءة الازالة بعد نمو الاحياء المجهرية حيث تبلغ نسبة ازالة المتطلب الكيميائي للاوكسجين (٨٦%)، الكدرة (٩٦%)، المواد العالقة (٨١%) عند زمن مكوث (٦٠) دقيقة.

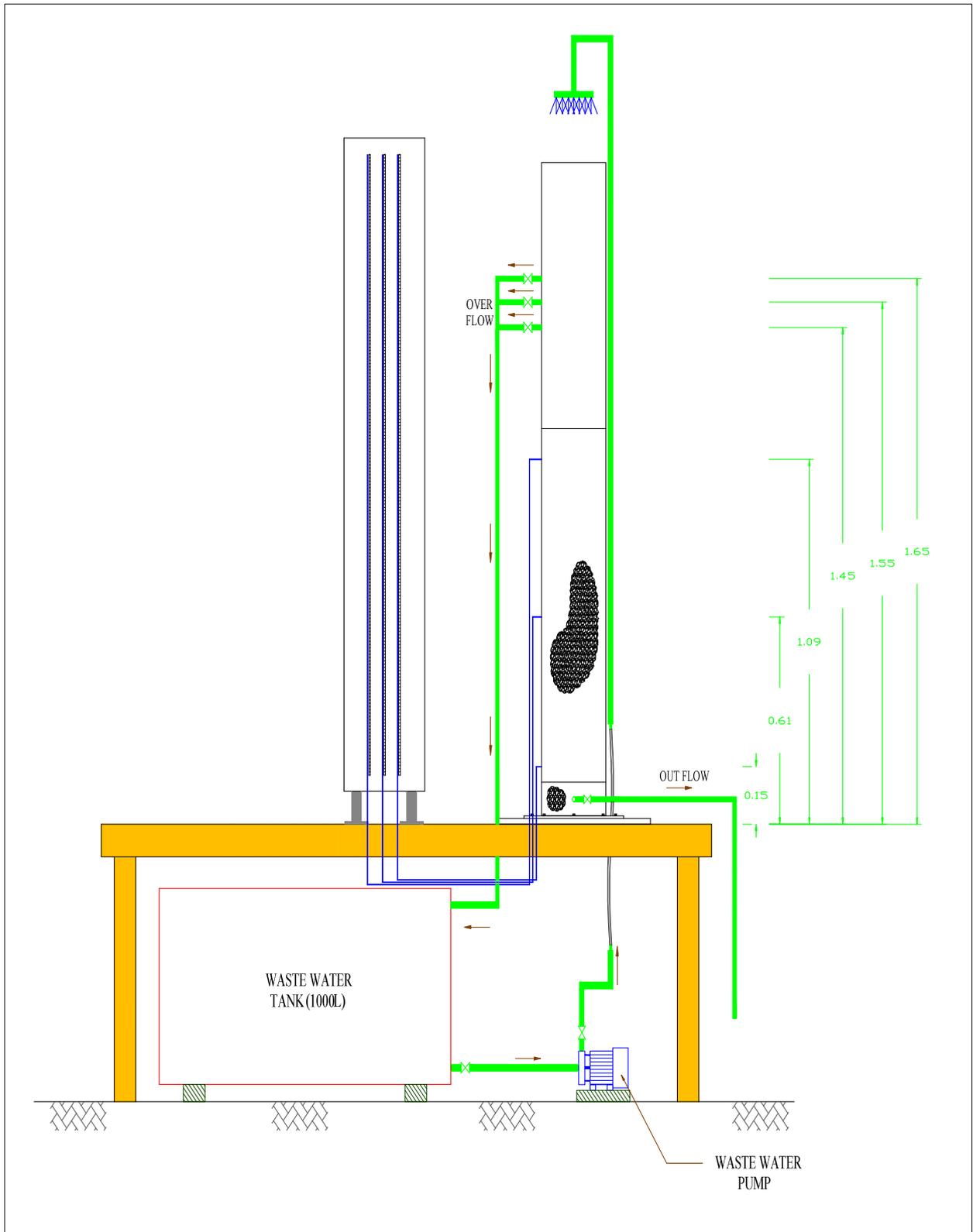
٥. ويمكن صياغة العلاقة بين كفاءة الازالة للمتطلب البيوكيميائي للاوكسجين وزمن المكوث كما يلي للاختبار الاول ($y = 0.6678e0.0597x$) اما الاختبار الثاني فكانت ($y = 0.6999e0.0618x$)، وبالنسبة للعكورة يمكن صياغة العلاقة بين كفاءة الازالة وزمن المكوث للاختبار الاول كما يلي ($y = 71.713e0.05x$) اما الاختبار الثاني فكانت ($y = 78.426e0.0752x$).

٦. المصادر :

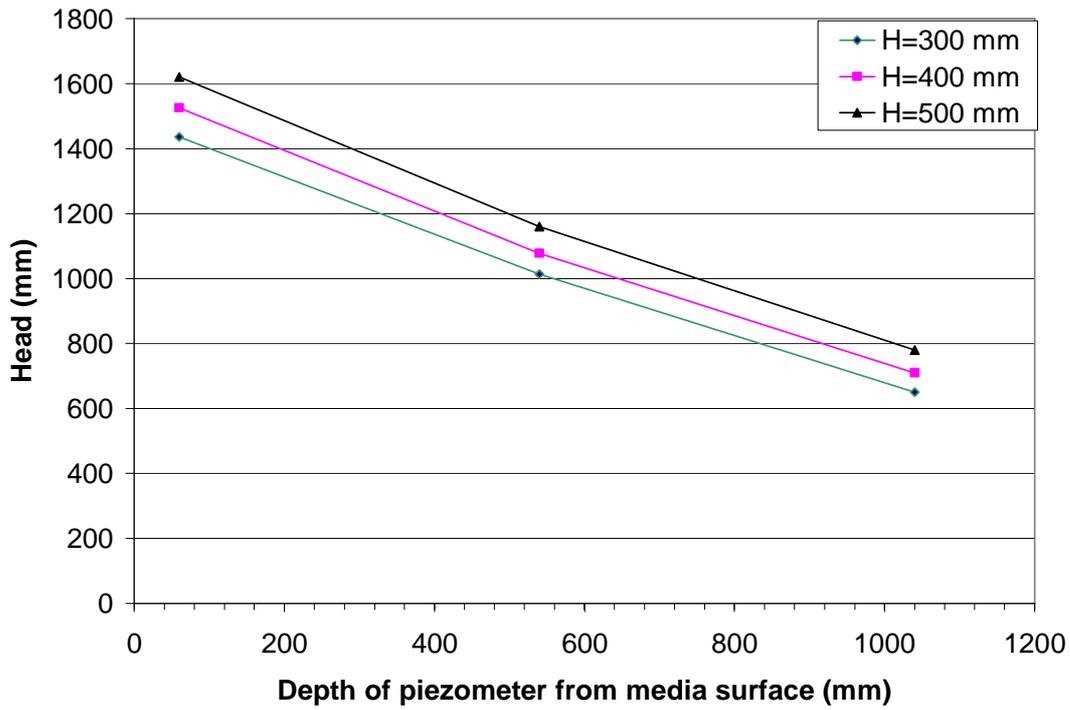
1. Peavy, Howard et al., 1986, Environmental Engineering, McGraw-hill book company, Singapore,.
2. Metcalf and eddy, 2004, Wastewater Engineering treatment and reuse, Mc Graw- Hill, fourth edition, , Singapore.
3. Al- Rawi, Sati, m. and Al –Najjar, Kahtan, A., 2009, Improvement of water treatment plants capacity and effluent quality by introducing (Ninivite) as new filtration media, international journal of water resources and environmental engineering Vol. 1(2) , PP. 020 – 026 .
4. Desilva , Frank, 2000, Activated Carbon Filtration, water quality products magazine, January.
5. Leson, G. And winer, A. W. (1991), Bio filtration: an innovative air pollution control technology for VOC emissions, J air waste Mgmt. Assn., 41 (8), 1045 – 1054.
6. Govind, Rakesh, 2004, Biotreatment of Odors and Volatile Compound Emissions from Wastewater Treatment Plants, IDS conference
7. Afag, Adnan,H. etal, 2008, Biofilm characteristics and composition in fluidized porcelanite bioreactor, 3rd International Conference of Environmental Research Division , Environmental Sciences and Technology, Cairo, Egypt, April 1-3 ,2008
8. Corsi, R.L. and seed L. (1995). Bio filtration of BTEX : media , substrate and loading effect, env. Progress , 14 (3) , 151 , 158.
9. Van Langenhove , Wuyts,H.E. ,and schamp,N (1986) , Elimination of hydrogen sulphide from odorous air by a wood bark biofilter , water resourses , 20 (12) ,1471- 1476
10. Shareefdeen ,Z. , Baltzis B.C., and Barthan R. (1993) ,Biofiltration of methanol vapor, Biotechnology and bioengineering , 41 (5) ,512 – 524.
11. Utkin ,I.B. , Lakimov , M.M. ,Kozlyak. E.K. .and Rogozhin ,I.S. (1989) , Biological methods of air purification, prikladnaya , Biokhimiya , Mik –robiologiya, 25 (6) , 723 – 733.
12. Juan M. Morgan-Sagastume & Adalberto Noyola & Sergio Revah & Sarina J. Ergas, 2003, Changes in physical properties of a compost biofilter treating hydrogen sulfide, Journal of the air and waste management association
13. Liu, P.K.T., Gregg, R.L., Sabol, H.K., and Barkly ,N. (1994), (Engineered biofilter for removing organic contaminants in air, air and waste, 44 (march) 299-303.
14. Abbod , Dheyaa Wajid, 2008, (Effect of biomass growth on pressure drop in submerged biological aerated filter, AFM .21 - 23 May 2008, The New Forest, UK



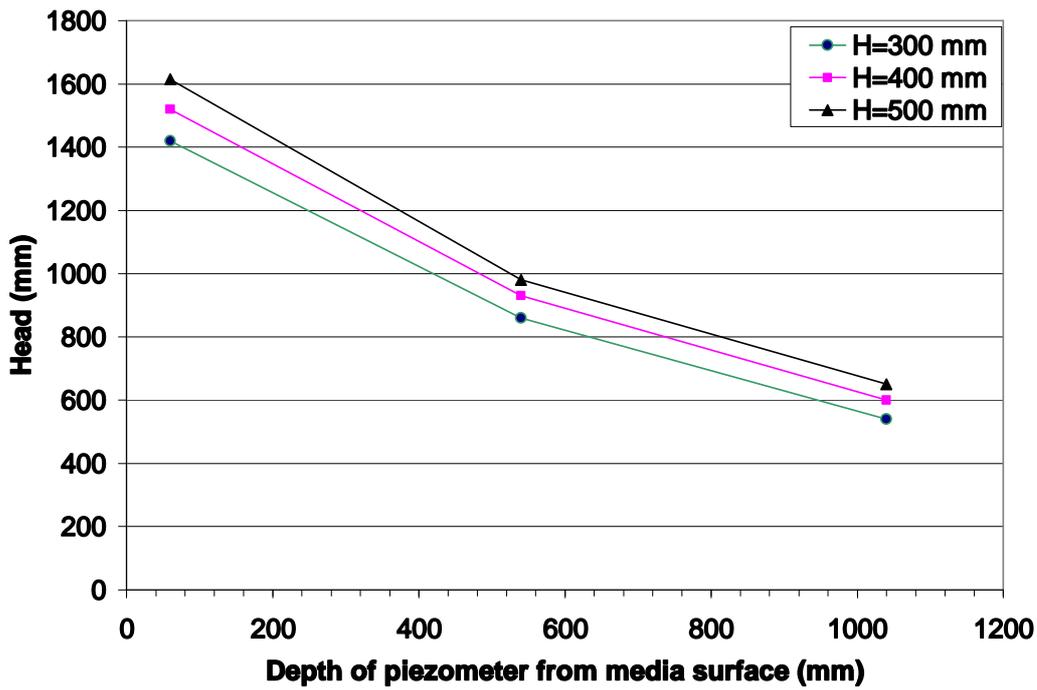
شكل (١) صورة المرشح



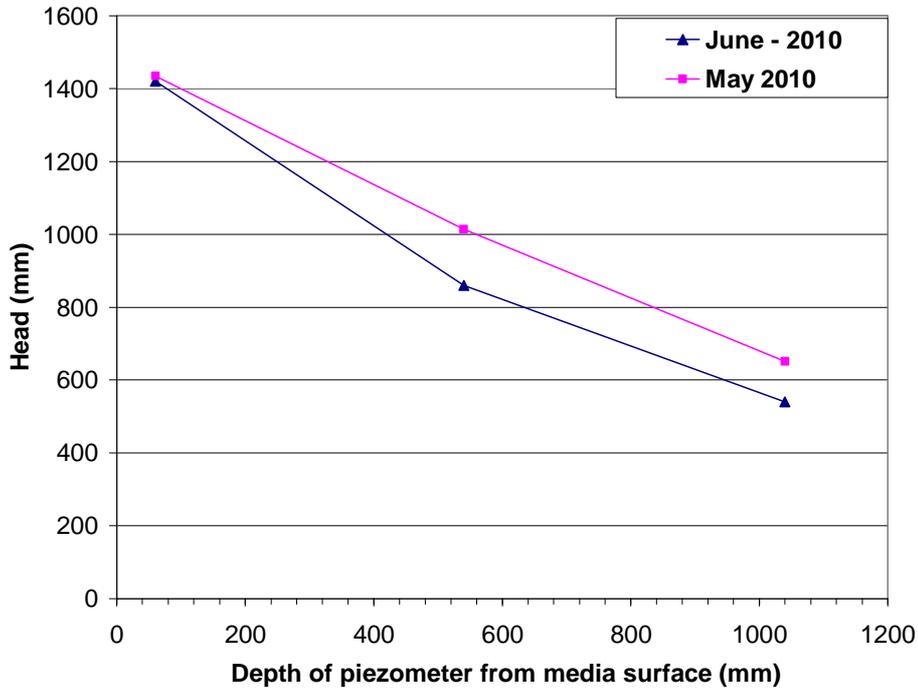
شكل (٢) مخطط المرشح



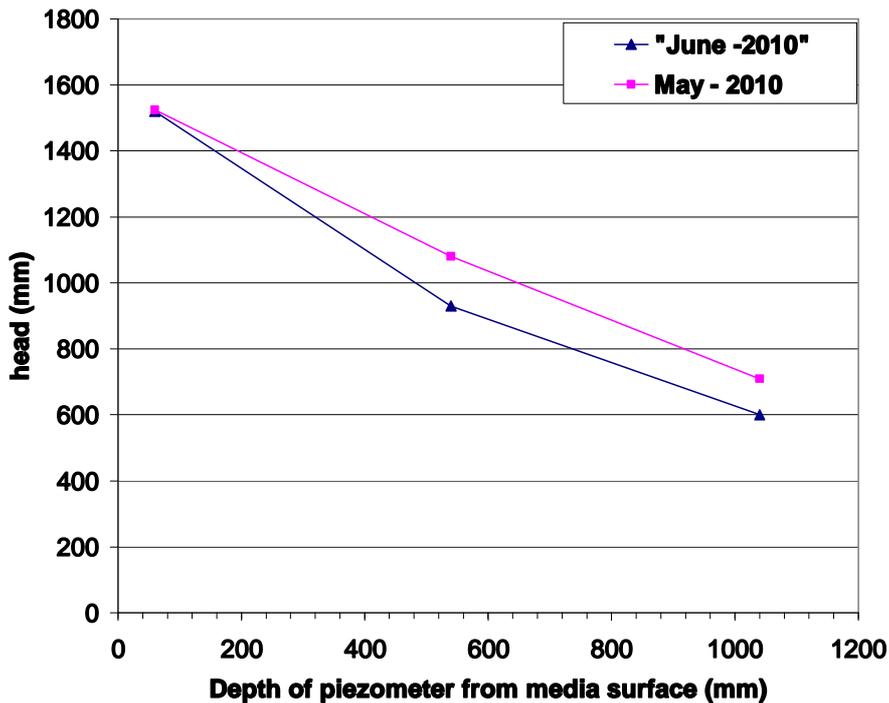
شكل (٣) دراسة الخصائص الهيدروليكية الاختبار الاول (ايار) ٢٠١٠



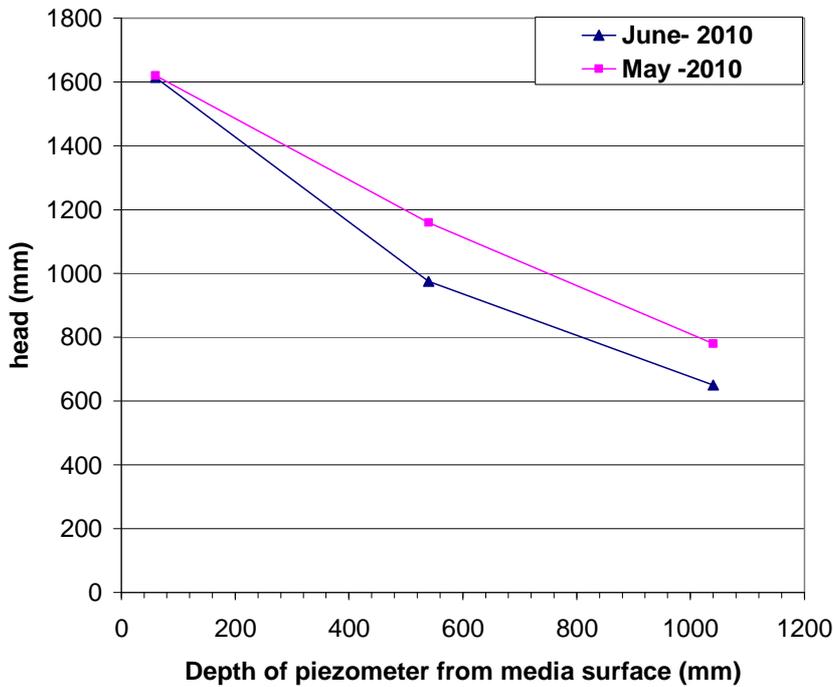
شكل (٤) دراسة الخصائص الهيدروليكية الاختبار الثاني (حزيران) ٢٠١٠



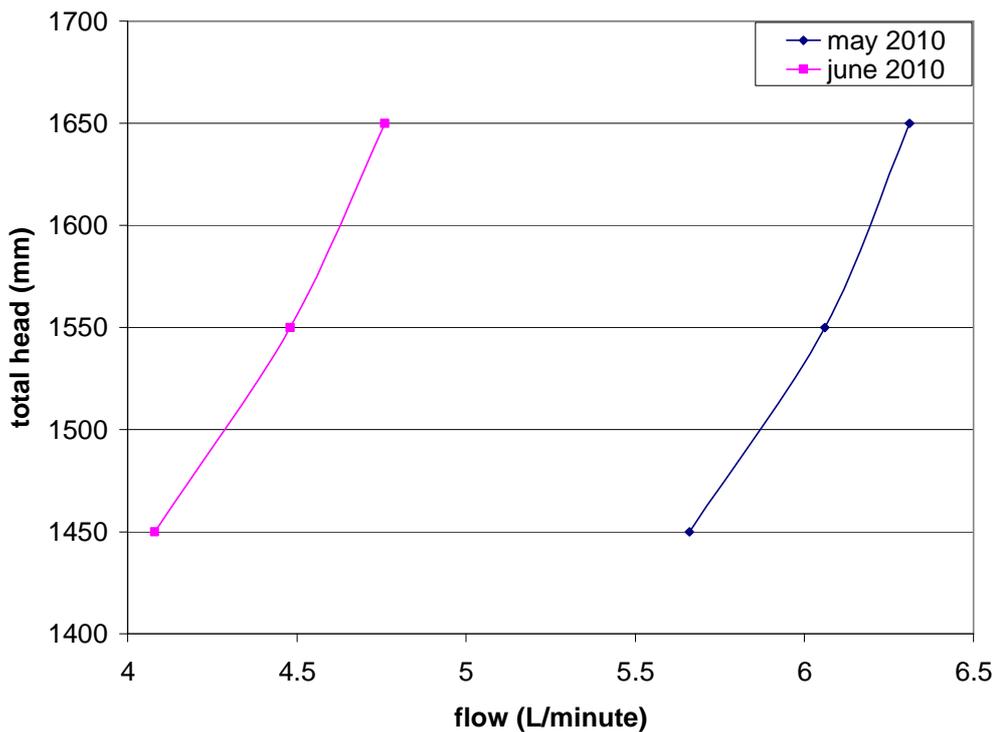
شكل (٥) مقارنة قراءات البيزومترات في الاختبار الثاني (شهر ايار) مع الاختبار الاول (حزيران) عند ارتفاع ماء ٣٠ سم فوق سطح المرشح



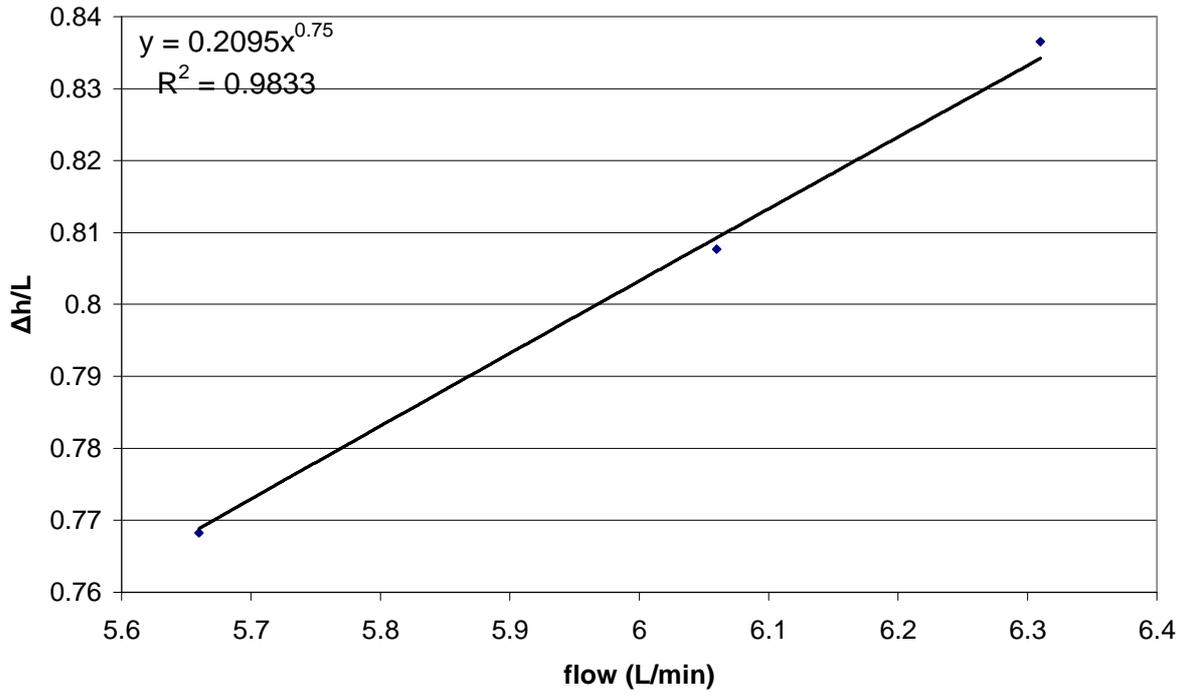
شكل (٦) مقارنة قراءات البيزومترات في الاختبار الاول (ايار) مع الاختبار الثاني (حزيران) عند ارتفاع ماء ٤٠ سم فوق سطح المرشح



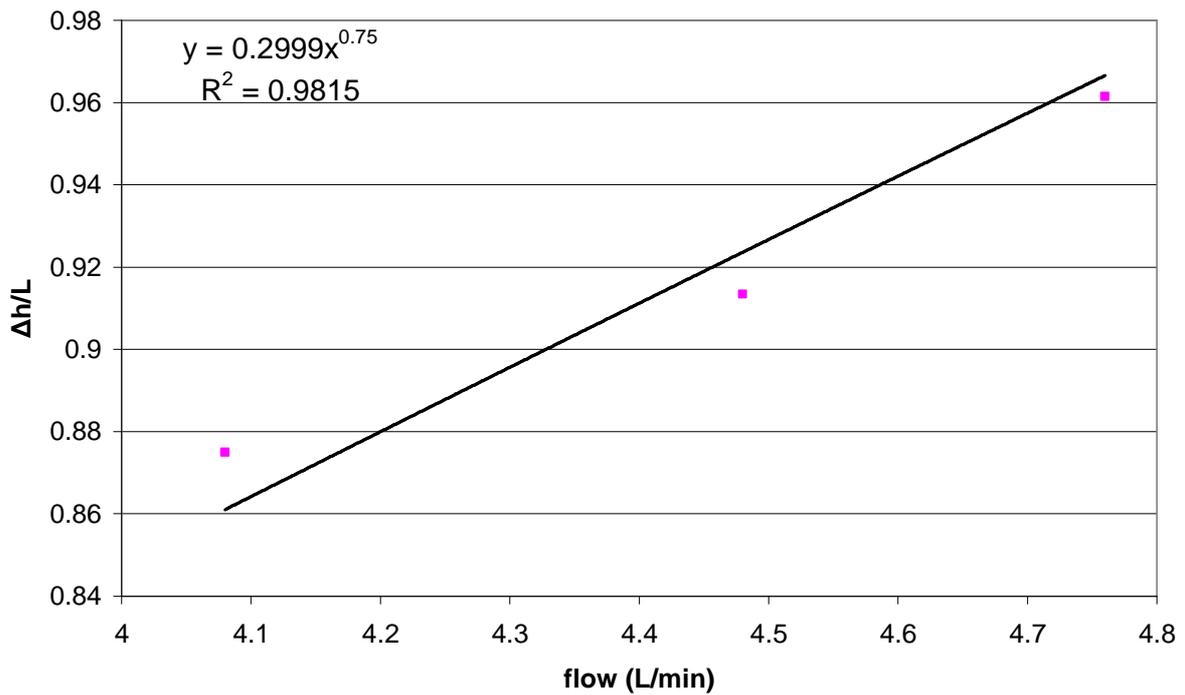
شكل (٧) مقارنة قراءات البيزومترات في الاختبار الاول (ايار) مع الاختبار الثاني (حزيران) عند ارتفاع ماء ٥٠ سم فوق سطح المرشح



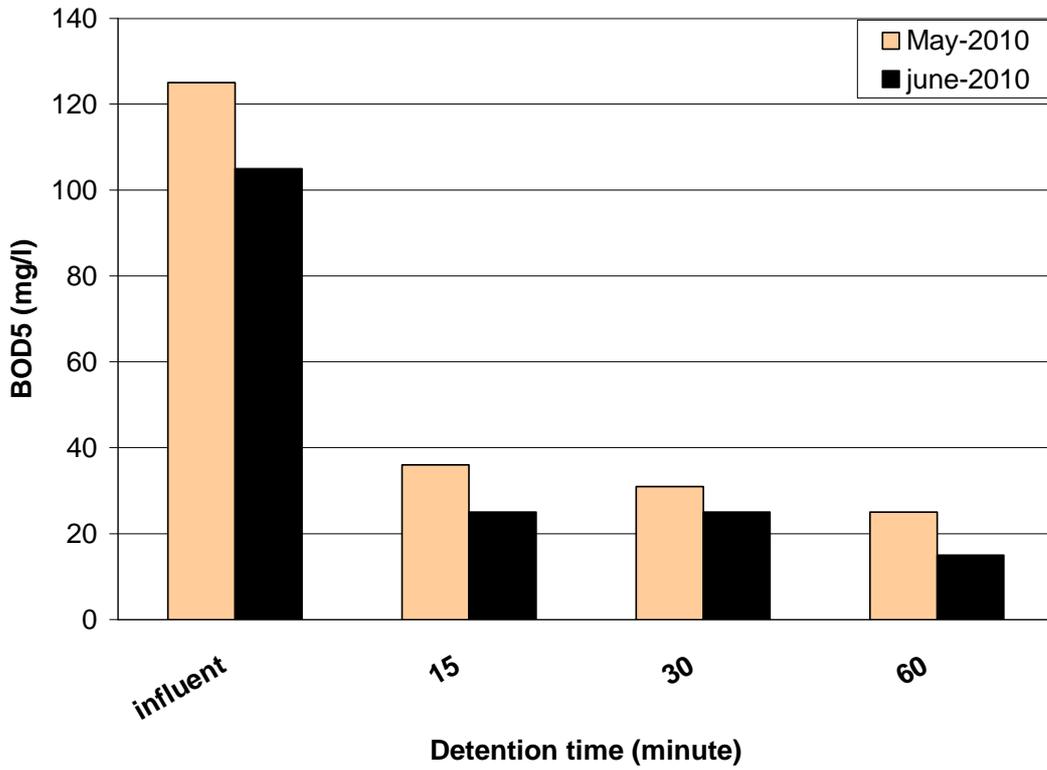
شكل (٨) مقارنة تغير التصريف نتيجة تغير ارتفاع الماء فوق المرشح



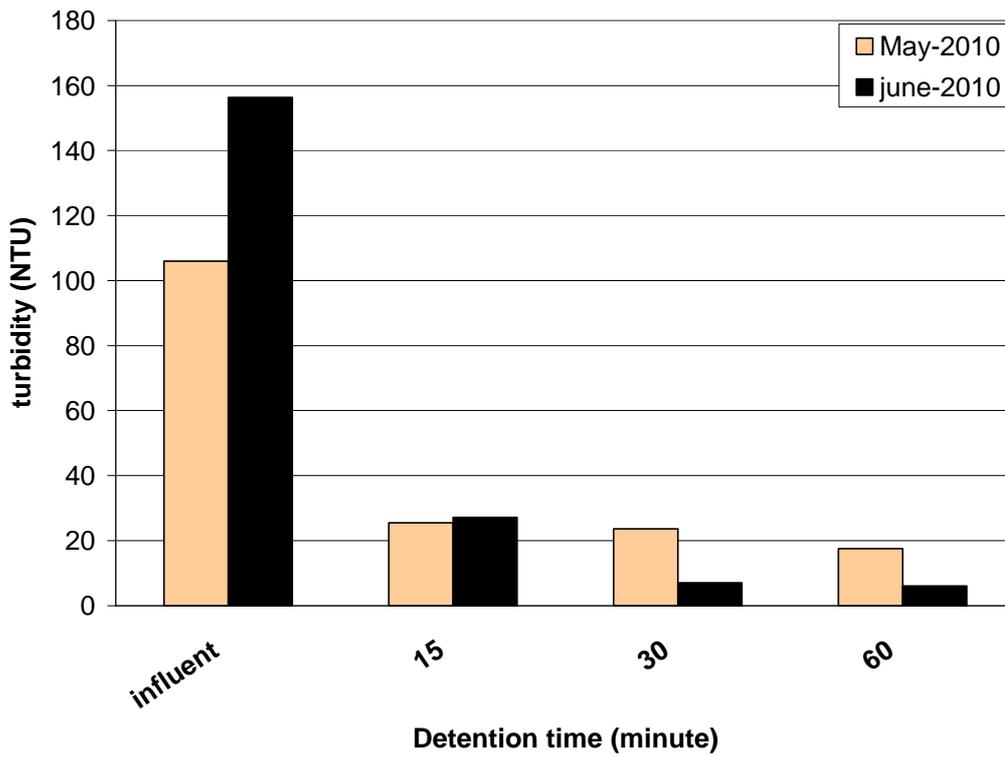
شكل (٩) العلاقة بين خسائر الضغط والتصريف للاختبار الاول



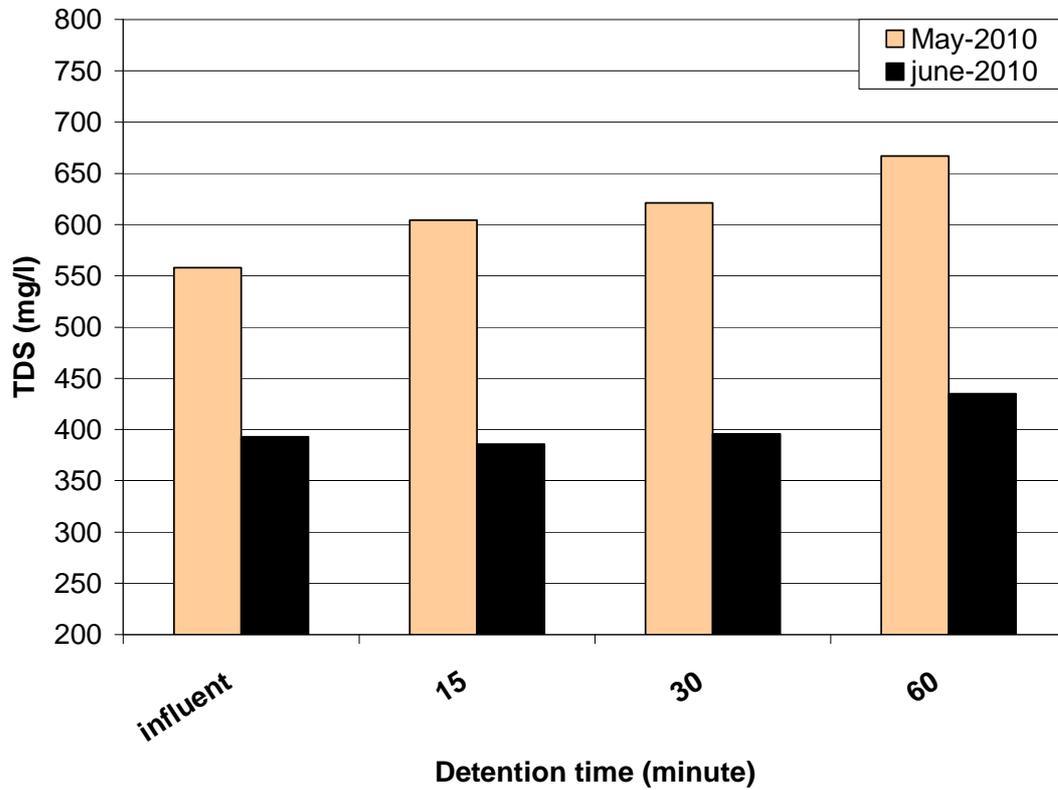
شكل (١٠) العلاقة بين خسائر الضغط والتصريف للاختبار الثاني



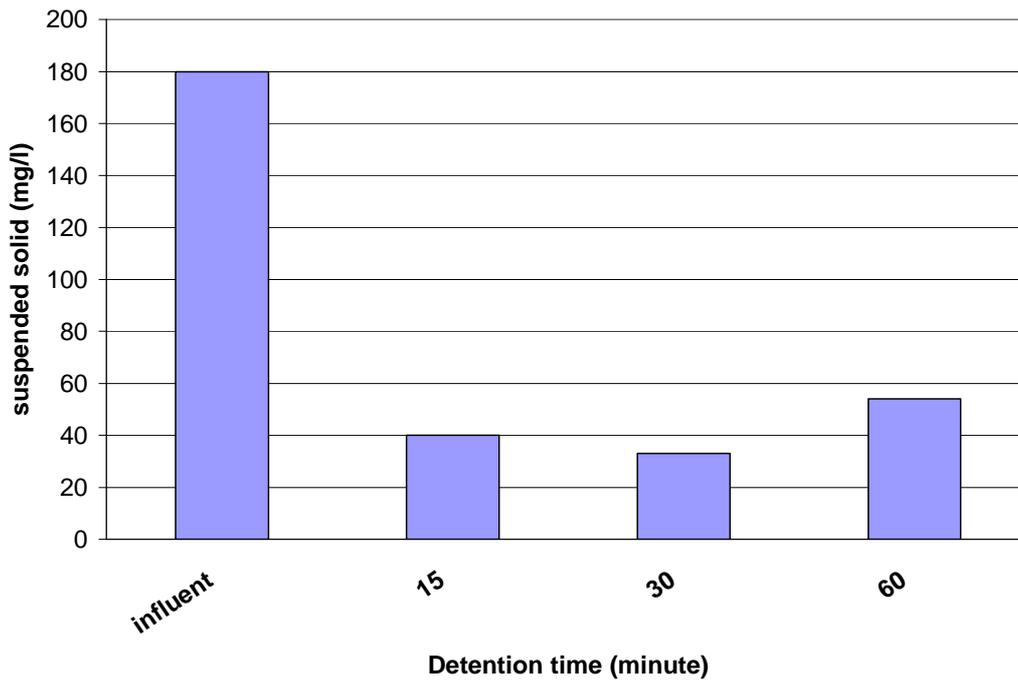
شكل (١١) مقارنة الحاجة البيوكيميائية للاوكسجين



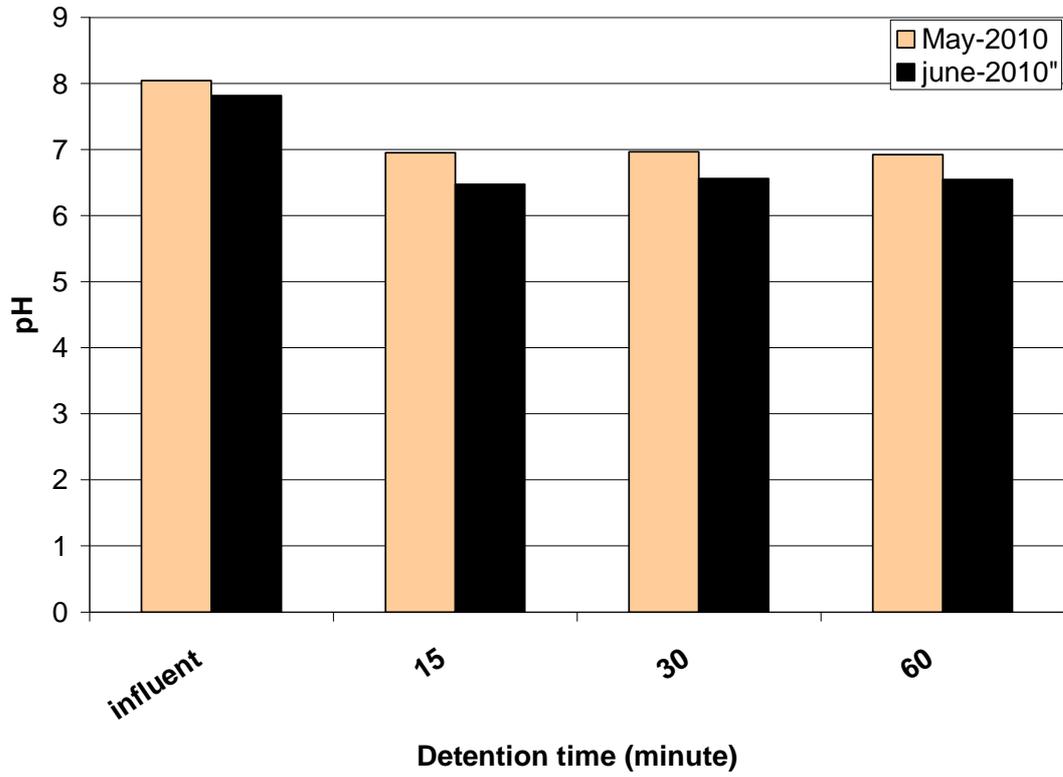
شكل (١٢) مقارنة قيم العكورة



شكل (١٣) مقارنة تراكيز المواد الصلبة الذائبة



شكل (١٤) تراكيز المواد الصلبة العالقة للاختبار الاول



شكل (١٥) مقارنة تراكيز الدالة الحامضية