

بارامترات تشغيل مرشح ثنائي الطبقة بنظام ترشيح فوق سريع

الدكتور أحمد قصير*
الدكتور هيثم جناد**
كاترين محمد علي***

(تاريخ الإيداع 7 / 1 / 2010. قُبِلَ للنشر في 27 / 4 / 2010)

□ ملخص □

يهدف البحث إلى استخدام مرشح ثنائي الطبقة (رمل الكوارتزي - الانتراسيت) بنظام الترشيح فوق السريع لتنقية المياه السطحية، وقد تمت دراسة فعالية هذا المرشح في إزالة عكارة المياه ضمن سلسلة كبيرة من التجارب على نموذج مخبري بعكارات $30,60 \text{ g/m}^3$ وسرعات ترشيح $30-45-60 \text{ m/h}$. تم في هذا البحث تحديد بعض بارامترات التشغيل التكنولوجية لعملية الترشيح، وهي سرعة الترشيح، فعالية التنقية، زمن الدورة الترشيحية، نظام الغسل (إعادة التنشيط). وبينت التجارب أنه بالإمكان استخدام الترشيح فوق السريع بحشوة ثنائية الطبقة بفاعلية جيدة من حيث مردود التنقية، وذلك من أجل سرعات ترشيح ضمن مجال $30-60 \text{ m/h}$ ، حيث تراوح مردود التنقية بين $90-97.8\%$. كما تمت عملية غسل الحشوة المرشحة باستخدام الهواء المضغوط والماء على مرحلتين، وباستخدام الماء النظيفة فقط، وتبين أن فعالية الغسل باستخدام الهواء المضغوط والماء على مرحلتين أكبر (98% وزمن قدره 8min).

الكلمات المفتاحية: ترشيح فوق سريع، مرشح ثنائي الطبقة، تنقية المياه، الأنتراسيت.

* أستاذ - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.
** مدرس - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Parameters for Activating Dual Media Filter of Ultra-Speed Filtration

Dr. Ahmad Kassir *

Dr. Hytham Gnad **

Katrine Mohammad Ali ***

(Received 7 / 1 / 2010. Accepted 27 / 4 / 2010)

□ ABSTRACT □

This research aims at using a dual media filter (quartz sand-anthracite) by adopting the ultra-speed filtration system to purify surface waters. The efficiency of this method depends on the ability of removing turbid water by making many successive experiments on a laboratory sample with different turbidity and filtration speeds.

The work involved the determination of some technical parameters concerning filtration such as infiltration speed, purification efficiency, duration of infiltration cycle and washing system. The results seem to indicate that it is possible to achieve good purification yield using this ultra-speed filtration with dual filling for filtration speeds from 30 to 60 m/h where the filtration yield varies between 90~97.8 %. Washing is done in only water- two stages using water and air, when it comes to washing efficiency it is clear that the best washing method is two stages using water and air (98% from 8 min).

Key words: Ultra-Speed filtration, Dual media filter, Purification water, anthracite.

*Professor, Environmental Engineering Department, Faculty of civil Engineering, Tishreen university, lattakia, Syria.

**Assistant Professor, Environmental Engineering Department, Faculty of civil Engineering, Tishreen university, lattakia, Syria.

***Postgraduate Student, Environmental Engineering Department, Faculty of civil Engineering, Tishreen university, lattakia, Syria.

مقدمة:

يعد الترشيح بسرعات مرتفعة تفوق سرعات الترشيح المعتمدة في المرشحات السريعة العادية إحدى طرائق تطوير عمل المرشحات الحبيبية السريعة، حيث انتشر هذا النوع من الترشيح بشكل واسع في تنقية المياه الطبيعية للأغراض الصناعية ضمن منظومات التزويد المغلقة، أو بهدف إعادة استخدامها ثانية، وهو إحدى طرائق التنقية الحديثة والمهمة التي يمكن أن تستخدم في تنقية المياه الطبيعية ذات المواصفات المحددة لأغراض الشرب [1]. وتعد طريقة الترشيح فوق السريع بسرعات عالية متناقصة وضغط ثابت ضمن الحشوة المرشحة المقترحة من قبل العالم الروسي نيكيفروف، الطريقة الأكثر كفاءة وأهمية في هذا المجال، لأنها تعطي فعالية تنقية عالية، كما إنها لا تحتاج إلى مساحات كبيرة التي لا تتوفر عادة في المصانع، كما إنها تتميز بسهولة الفك والتركيب والنقل من مكان إلى آخر [6]. وبسبب الطلب المتزايد على مياه الشرب، نرى أن هناك سعياً دائماً لإيجاد طرائق مبتكرة وتقنيات اقتصادية جديدة لتنقية المياه الطبيعية لأغراض الشرب والصناعة، بحيث تكون هذه الطرائق اقتصادية وأكثر كفاءة وفعالية.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى:

- 1- تطبيق نظام الترشيح فوق السريع، ثنائي الطبقة (رمل كوارتزي-انتراسيت) في تنقية المياه السطحية بسرعات ابتدائية عالية تتناقص تدريجياً مع الزمن، وتحديد فعالية استخدام هذا النوع من المرشحات.
 - 2- تعيين المتحولات التصميمية لعمل هذه المرشحات (سرعة الترشيح، زمن الدورة الترشيحية، نظام الغسل)، واقتراح الاستخدام المناسب لها في مشاريع منظومات التزويد بالمياه.
- تم في هذا البحث دراسة فعالية مرشح ثنائي الطبقة، وتحديد المتحولات التصميمية له اعتماداً على معالجة رياضية للنتائج التجريبية.

مبدأ عمل المرشحات فوق السريعة:

الترشيح فوق السريع هو من أهم أنظمة الترشيح الحديثة والمستخدمة في الكثير من محطات التنقية في العالم. ومن الأنظمة الحديثة للترشيح فوق السريع ترشيح المياه الخامية من خلال طبقة الترشيح الرملية المضغوطة وبتجاه التناقص الحجمي لحبات الحشوة المرشحة (من الأسفل إلى الأعلى وكذلك الترشيح من خلال طبقات الترشيح من الأعلى إلى الأسفل).

يتلخص مبدأ عمل هذه المرشحات بإمرار المياه الخامية باتجاه تناقص أقطار حبيبات الحشوة المرشحة بسرعات عالية ضمن المجال (30~65m/h)، وذلك وفقاً للمراجع النظرية والتجارب العملية لاستثمار مثل هذه المحطات، أما انتهاء الدورة الترشيحية فيحدد بانخفاض سرعة الترشيح حتى 15m/h، باعتبارها السرعة القصوى في المرشحات السريعة العادية [2]. وخلال عمل المرشح تحتجز طبقات الحشوة المرشحة القسم الأكبر من المواد العالقة المحمولة في المياه الخامية ويمكن تنقية مياه ذات محتوى عالٍ من المواد العالقة بفعالية أكبر من المرشحات السريعة العادية. كما تضاف جرعات معينة من المواد الكيميائية المخثرة قبل دخول المياه الخامية إلى المرشح من أجل زيادة فعالية الترشيح فوق السريع، تجري عملية التخثير وتشكل الندف داخل طبقة الترشيح عند التماس مع سطوح حبيباتها، إذ يتشكل خلال لحظات من ضخ المحاليل حتى بداية الترشيح ندف ميكرونية من الجزيئات، يتم تكتل وتجمع الشوائب في الحشوة المرشحة وعلى سطحها مشكلة ترسبات ذات بناء شبكي من المواد الهلامية وتسمى هذه الظاهرة (بالتخثير التماسي)،

حيث يحدث تماس المياه المحتوية على شوائب مخثرة مع سطح حبيبات الحشوة المرشحة [3]. وقد بينت التجارب أن ظاهرة التخثير التماسي تتم بشكل تام وأسرع من التخثير العادي في أحواض تشكل الندف، كما أن جرعة المواد الكيميائية المخثرة اللازمة في الحالة الأولى أقل منها في الحالة الثانية. فإن عملية الترشيح ضمن هذا النظام هي مزيج لمجموعة ظواهر مختلفة أهمها: التصفية الميكانيكية والترسيب والتخثير والإمتزاز.

طرائق البحث ومواده:

التجهيزات المخبرية المستخدمة:

1- نموذج المرشح التجريبي:

تم تركيب المرشح المغلق كما في الشكل (1) المؤلف من أنبوب فولاذي بالمواصفات الآتية:

القطر الداخلي 107mm

الارتفاع 2000mm

مساحة المقطع العرضي للمرشح $0.00899m^2$

جسم المرشح (1) مثبت على قاعدة فولاذية (2) ومثبت على السطح الأفقي (3). أما جملة التوزيع السفلية (الدريناج) فعبارة عن غطاء منقّب (5) يحتوي على 20 ثقباً بطول 38mm وبعرض 0.5mm، المساحة الكلية للثقوب $380.10^{-6} m^2$. ويركب الغطاء المنقّب على وصلة معدنية مسننة قطر 0.5 in موصولة على السطح الأفقي للإطار الذي يمثل القاع السفلي للمرشح. تضخ مياه الغسل في القسطل (4) قطر 3/4 in والموصول إلى قاع جسم المرشح.

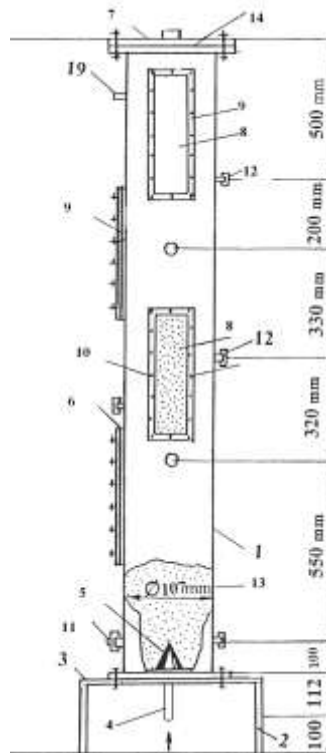
تم تلحيم إطارات فولاذية (6) على جسم المرشح وعلى كامل الارتفاع لنوافذ المراقبة التي أغلقت بصفائح سميكة من الزجاج العضوي الشفاف (8) الذي يسمح بمراقبة عملية تلوث الحشوة وتمدها، وجرى الإغلاق المحكم لنوافذ المراقبة بوضع جوانات مطاطية تحت وفوق صفائح الزجاج التي تثبت بواسطة الإطار الفولاذي (9) والبراغي والعزق (10). لحمت على جسم المرشح وصلة فولاذية مسننة (11) قطر 1.5 in مع سداة مناسبة في القسم السفلي من جسم المرشح من أجل تفريغ الحشوة المرشحة عند الضرورة.

وتم تلحيم وصلتين معدنيتين فولاذيتين (12) على جسم المرشح بقطر 3/4 in تم وصلها بوصلات برونزية للوصل مع مقياس الضغط أعلى وأسفل المرشح.

أما حشوة المرشح (13) التي تعد عنصراً أساسياً في منشآت الترشيح تم اختيارها بحيث تحقق المتطلبات والمواصفات الخاصة لمادة الترشيح: الحجم المتدرج للحبيبات، المتانة الميكانيكية والثبات الكيميائي للمادة.

كما لحم على غطاء المرشح (7) حلقة مانعة للتسرب (14) لتأمين عدم تسرب الماء تحت الضغط في فترة

عمل المرشح.



الشكل (1) نموذج المرشح المخبري

- 1- جسم المرشح، 2- قاعدة فولاذية، 3- سطح التثبيت، 4- قسطل الغسل، 5- الدريناج، 6- إطارات فولاذية، 7- غطاء المرشح، 8- زجاج عضوي، 9- إطار النوافذ، 10- براغي وعزق، 11- وصلة تفرغ المرشح من الحشوة، 12- مقياس الضغط، 13- الحشوة المرشحة، 14- حلقة مانعة للتسرب.

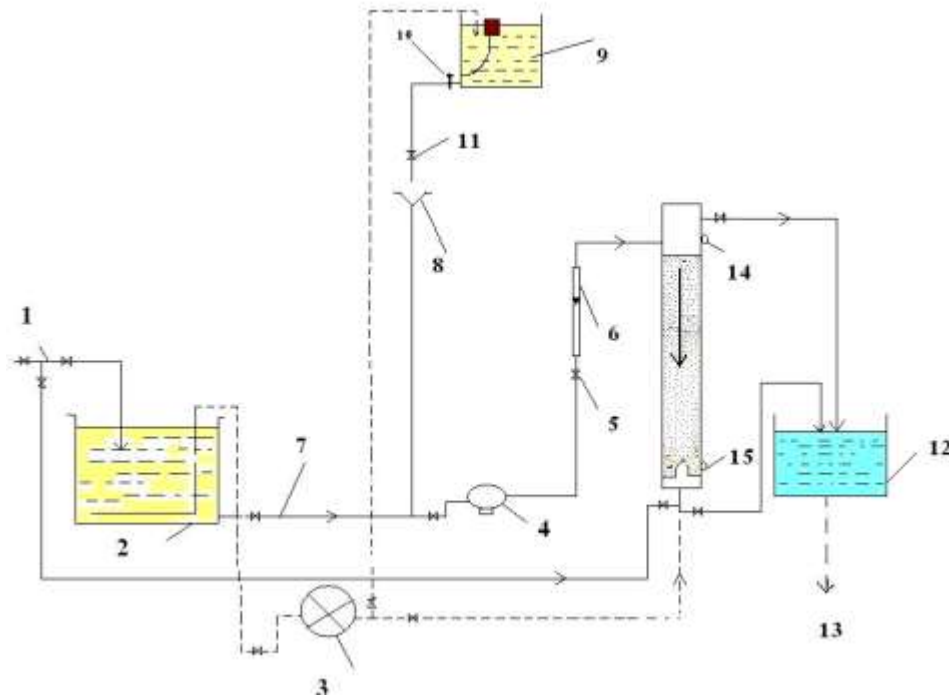
وصف محطة الترشيح التجريبية:

تتألف محطة الترشيح التجريبية من الأقسام الآتية: قسم تحضير الماء المعكر اصطناعياً، قسم التخثير، المرشح المغلق بالتدفق الهابط للمياه. كما يبين الشكل (2).

تصب المياه من قسطل شبكة مياه المدينة (1) في الخزان (2) حيث تحضر فيه المياه المعكرة بتركيز معلوم ومحدد. ويجري خلط الماء المعكر بضخ الهواء بواسطة مضخة الهواء (3)، وتقوم المضخة (4) بضخ الماء المعكر عن طريق قسطل السحب (7) إلى المرشح ويتم تركيب صمام التنظيم (5) ومقياس الغزارة (6) على القسطل الناقل للمياه المعكرة إلى المرشح من أجل تنظيم الغزارة الداخلة إلى المرشح، ويصب في قسطل سحب المضخة المذكورة عبر القمع (8) المحلول المخثر من الخزان (9) خزان المعايرة الثابت الجرعة. ومن أجل تنظيم جرعة المخثر ركب صمام (10) عند مخرج المحلول المخثر من الخزان وصمام معايرة (11) لضبط جرعة المخثر بدقة أكبر.

تصب المياه المرشحة الخارجة من المرشح في الخزان (12) وكذلك مياه الغسل عند غسل المرشح ومنه تتجه المياه إلى خط الصرف (13).

أما تحديد ضياع الضاغط في الحشوة المرشحة فيتمّ بواسطة مقياس ضغط (14) الموصول مع القسم السفلي لجسم المرشح لقياس الضغط عند مخرج المياه من المرشح وآخر (15) يقيس الضغط عند مدخل المياه إلى المرشح. وركب على مدخل الهواء للمرشح جهاز لقياس تدفق الهواء في أثناء غسل المرشح (16).



الشكل (2) محطة الترشيح التجريبية

- 1- قسطل شبكة المدينة، 2- خزان المياه المعكرة، 3- مضخة الهواء، 4- مضخة الماء،
5- صمام تنظيم جرعة المخثر، 6- مقياس الغزارة، 7- قسطل السحب، 8- قمع،
9- خزان المحلول المخثر، 10- سكر، 11- صمام معايرة، 12- خزان المياه المرشحة،
13- خط الصرف، 14,15- مقياس ضغط، 16- مقياس غزارة الهواء

معطيات ومتحولات عمل المحطة التجريبية:

1 - دراسة ترسيب المعكر المستخدم :

تم تحديد السرعة الترسيبية للمعكر المستحضر من بحيرة الكبير الشمالي وفق العلاقة:
 $U_0 = h/t$ حيث $h: 0.5$ متر، t الزمن بالساعة. ومن أجل التأكد أن هذا المعكر مناسب لعملية الترشيح ولا يؤثر على صحة التجارب تم دراسة صلاحيته وفق الطريقة العامة [8]، وكذلك عملية ترسيبه وتم ملاحظة أن أكثر من 95% من مواد التعكير المستخدمة غير قابلة للترسيب في المرشحات العادية [4].

2 - الحشوة المرشحة:

تم اختيار التدرج الحبي وارتفاع الحشوة المرشحة اعتماداً على تحليل الأبحاث المنجزة في الترشيح فوق

السريع [5-7].

ارتفاع الحشوة المرشحة ثنائية الطبقة 60cm من الرمل الكوارتزي، تتألف الطبقات السفلية من حشوة الرمل من حبيبات بقطر (0.71-1.2) mm، والطبقة العليا من الرمل (0.5-0.7) mm.

حيث مواصفات الرمل :

$$d_{\min} = 0.5 \text{ mm}$$

القطر الأصغري لحبات الرمل

$$d_{\max} = 1.2 \text{ mm}$$

القطر الأعظمي لحبات الرمل

$$= 0.67 d_{eq} = \frac{100}{\sum \frac{P_i}{d_i}} \quad \text{القطر المكافئ}$$

$$= 1.69 \quad C_U = \frac{d_{80}}{d_{10}} \quad \text{عامل عدم التجانس}$$

أما ارتفاع طبقة الانتراسييت 40 cm فهي:

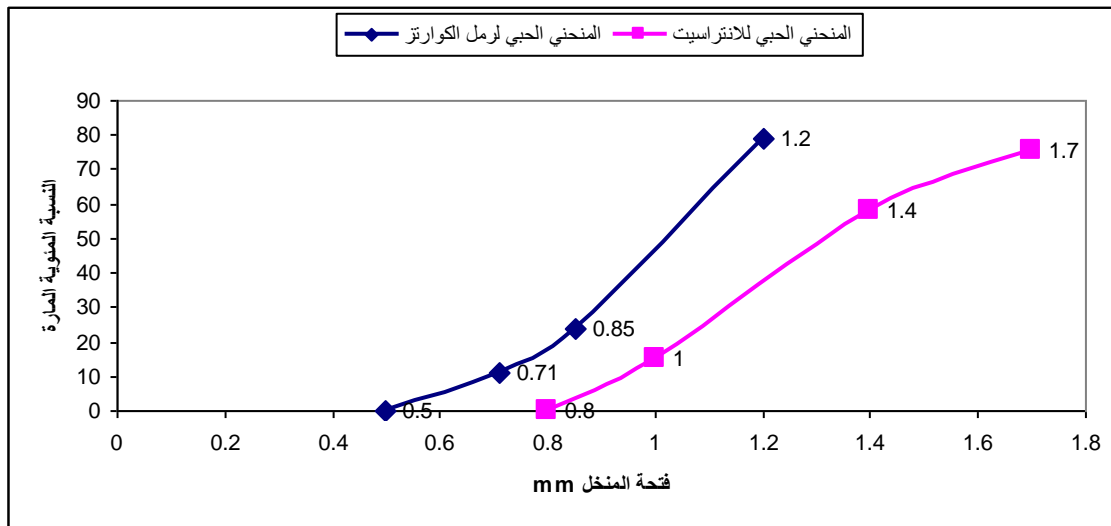
$$d_{\min} = 0.8 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = 1.7 \text{ mm}$$

$$d_e = 0.993$$

$$C_u = 1.7$$

ويوضح الشكل (3) مخطط التدرج الحبي لطبقات الحشوة المرشحة المستخدمة



الشكل (3) منحني التركيب الحبي للحشوة المرشحة المستخدمة

من أجل تصميم الحشوة المرشحة بتدرج حبي معين وتحديد مواصفاتها الفيزيائية تم غسل الرمل جيداً ثم جفف وغرل بغراييل تملك الأقطار : 0.5-0.71-0.85-1.2-1.7 mm

أما الانتراسييت فقد غرل بغراييل ذات الأقطار : 0.8-1-1.4-1.7 mm .

وحددت الكميات الواجب إضافتها من كل قطر بحيث يكون القطر المكافئ وعامل عدم التجانس ضمن الحدود المسموحة المحددة في المراجع العلمية المختصة. تم ملء المرشح بالرمل حتى ارتفاع 60cm ثم تعلوه طبقة من الانتراسييت بارتفاع 40cm، الطبقة الحاملة للحشوة المرشحة هي من البحص الذي يتوضع بين الرمل ومجموعة التوزيع السفلية في المرشح وكانت أقطار حبيباته 2-5 mm وبارتفاع 10cm.

3- جرعة المخثر الكيميائي المستخدم:

استخدم كمخثر للمياه المعكرة صناعيا كبريتات الألمنيوم $Al_2(SO_4)_3$ ، باعتبارها المادة الأكثر شيوعاً في تخثير المياه ومتوفرة في السوق، وتم تحديد الجرعة المناسبة من المخثر استناداً إلى تجارب الآخرين للإستئناس وإجراء تجربة جارتست وتراوحت الجرعة بين $4-7g/m^3$.

4- سرعات الترشيح:

تُعدُّ سرعات الترشيح وفقاً للمراجع العلمية النظرية والتجارب العملية لاستثمار عمل محطات الترشيح فوق السريعة مساوية 30-60 m/h، وفي هذا البحث سنقوم باختبار المرشح المقترح ضمن حدود هذه السرعات مع مراعاة شروط نظام العمل الأساسية للمرشحات فوق السريعة وأهمها المحافظة على فاقد ضاغط ثابت في المرشح طول فترة العمل مابين الغسيلين، وذلك بالتخفيض التدريجي لسرعة الترشيح تبعاً لدرجة تلوث الحشوة المرشحة وفقاً لقراءات مقياس الضغط المركب على مدخل المرشح والمقياس الآخر المركب عند مخرج المرشح عن طريق تخفيض موافق لغزارة المياه الخامية الداخلة إلى المرشح. يتم تحويل المرشح التجريبي إلى الغسل عندما تنخفض سرعة الترشيح حتى 15 m/h، ولقد تم اختيار سرعة الترشيح النهائية التي تحدد طول فترة عمل هذا المرشح على أساس المعطيات الحقيقية لاستثمار مجموعة من محطات الترشيح فوق السريع، حيث تعتبر سرعة الترشيح التي تقل عن 15 m/h السرعة في المرشحات السريعة العادية التي درست بشكل كافٍ من قبل الكثير من العلماء [1-2].

4- مراقبة المتغيرات التكنولوجية لعملية الترشيح:

تعدُّ درجة التنقية للمياه الخامية في عملية الترشيح، وكذلك المتغيرات التكنولوجية لنظام عمل المرشح من أهم مؤشرات فعالية عمله.

تتعلق درجة تحسين نوعية المياه قبل كل شيء بقدرة المرشح على تخلص المياه من المواد العالقة، التي تعين كنسبة مئوية (تعرف بفعالية التنقية) بالعلاقة:

$$E = \frac{M_0 - M_F}{M_0} \cdot 100$$

حيث :

M_0 : كمية المواد العالقة في المياه الخامية الداخلة إلى المرشح g/m^3 .

M_F : كمية المواد العالقة في المياه المرشحة الخارجة من المرشح g/m^3 .

تحدد كمية المواد العالقة في المياه الخامية M_0 وفي المياه المرشحة M_F في كل ساعة من ساعات عمل المرشح خلال فترة مابين الغسيلين. كما تم قياس سرعة الترشيح بتقسيم استطاعة المرشح التجريبي في اللحظة الزمنية المعطاة على مساحة مقطعه العرضي ذي القطر $D=0.107\text{m}$ ، $A=0.0087\text{m}^2$ بالعلاقة:

$$V_F = Q/A = 111.21 \text{ Q}$$

حيث Q : الغزارة اللحظية في المرشح m^3/h .

النتائج والمناقشة:

تم إجراء مجموعة من التجارب في مخبر الهندسة البيئية في جامعة تشرين ضمن شروط نظام الترشيح فوق السريع:

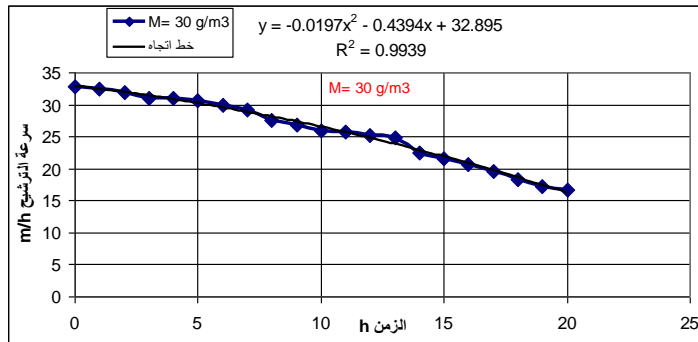
○ فاقد حمولة ثابت في المرشح.

○ سرعة ترشيح متناقصة وفق نظام نيكيفروف [8].

حيث خفضت سرعة الترشيح تدريجياً تبعاً لدرجة تلوث الحشوة ووفقاً لقراءات مقياسي الضغط على مدخل المياه إلى المرشح ومخرجها منه، وذلك بتخفيض غزارة المياه الخامية الداخلة إلى المرشح بحيث يتم المحافظة على ضاغط ثابت في المرشح من بداية عمله وحتى نهايته.

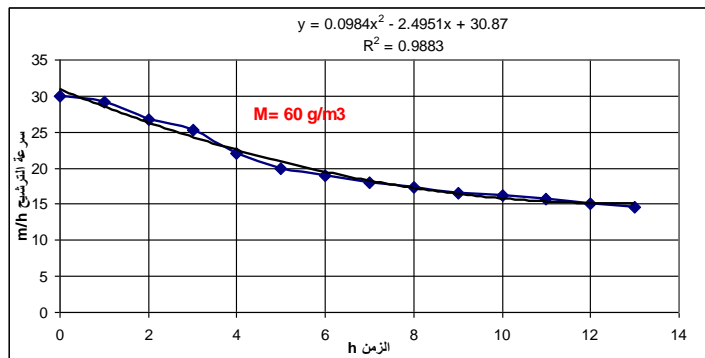
أ- دراسة تغيير سرعة الترشيح خلال عمل المرشح :

تبيين الأشكال (4-5-6-7-8-9) علاقة تغيير سرعة الترشيح مع زمن الترشيح.



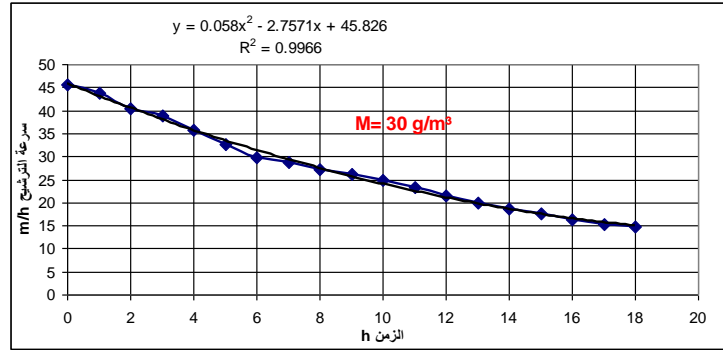
الشكل (4) تغيير سرعة الترشيح خلال عمل المرشح $M=30g/m^3$ ، $v=30m/h$

نلاحظ أن عملية الترشيح بدأت بسرعة ترشيح 32.8 m/h واستمرت حتى وصلت السرعة إلى 15.02 m/h ، وذلك خلال عمل المرشح لمدة 21 hour من أجل عكارة $30 g/m^3$ للمياه الخامية، في حين أن فعالية التنقية كانت متغيرة وبلغت وسطياً 90.7%.

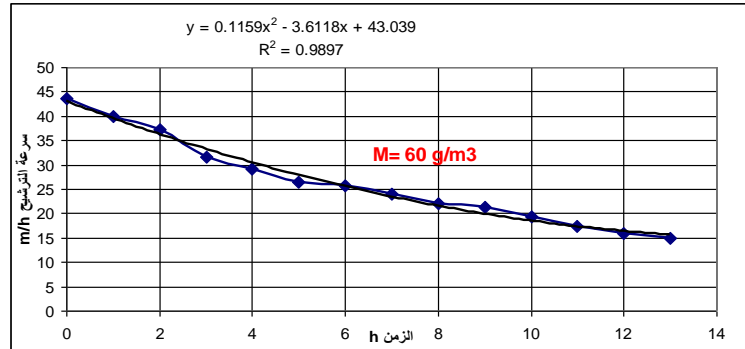


الشكل (5) تغيير سرعة الترشيح خلال عمل المرشح $M=60g/m^3$ ، $v=30m/h$

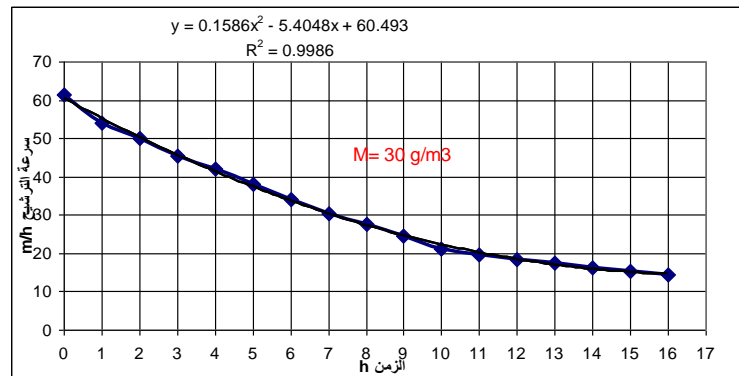
نلاحظ أن عملية الترشيح بدأت بسرعة 30 m/h واستمر عمل المرشح حتى وصلت السرعة إلى 14.64 m/h خلال زمن 13 hour ، وذلك من أجل عكارة $60 g/m^3$ للمياه الخامية، في حين بقيت فعالية التنقية ثابتة تقريباً وبلغت وسطياً 95.6%.

الشكل (6) تغير سرعة الترشيح خلال عمل المرشح $M=30\text{g/m}^3$ ، $v=45\text{m/h}$

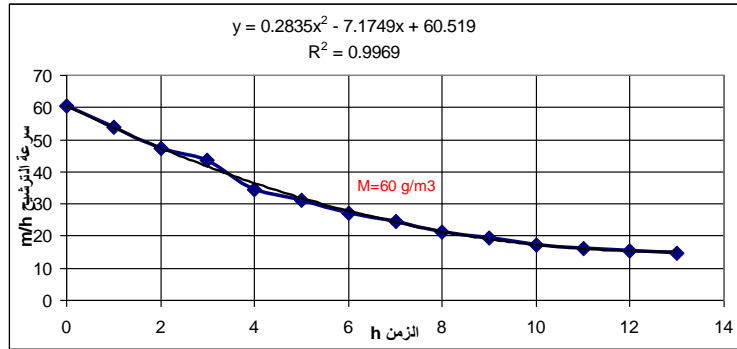
نلاحظ من المخططات أن المرشح بدأ يعمل بسرعة ترشيح 45.65 m/h وقد تناقصت حتى بلغت القيمة 14.82 m/h خلال زمن 18 hour ، في حين بقيت فعالية التنقية ثابتة تقريباً وبلغت وسطياً القيمة 93.85% .

الشكل (7) تغير سرعة الترشيح خلال عمل المرشح $M=60\text{g/m}^3$ ، $v=45\text{m/h}$

نلاحظ أن سرعة الترشيح تناقصت من القيمة 43.55 m/h في بداية عمل المرشح لتصل في نهاية عمله خلال 13 hour للقيمة 14.93 m/h ، بينما بقيت فعالية التنقية ثابتة تقريباً وبلغت وسطياً القيمة 95.8% .

الشكل (8) تغير سرعة الترشيح خلال عمل المرشح $M=30\text{g/m}^3$ ، $v=60\text{m/h}$

نلاحظ أن سرعة الترشيح تناقصت من القيمة 61.33 m/h منذ بداية عمل المرشح لتصل خلال 16 hour للقيمة 14.32 m/h ، في حين بقيت فعالية التنقية ثابتة تقريباً وبلغت وسطياً 93.7% .

الشكل (9) تغير سرعة الترشيح خلال عمل المرشح $M=60G/M^3$ ، $v=60m/h$

نلاحظ من المخططات أن سرعة الترشيح تناقصت من القيمة 60.3 m/h في بداية عمل المرشح حتى وصلت إلى 14.63 m/h في نهاية عمله من أجل مياه خامية بعبارة 60 g/m^3 ، بينما بقيت فعالية التنقية ثابتة تقريباً خلال عمل المرشح وبلغت وسطياً القيمة 94.5% .

نستنتج من المخططات البيانية علاقة تغير سرعة الترشيح $v=f(t)$ خلال زمن عمل المرشح ما بين الغسيلين t ، عندما تكون كمية المواد العالقة M_0 في المياه الخامية بكميات مختلفة ومن أجل سرعات ترشيح ابتدائية محددة. تتميز منحنيات سرعة الترشيح التي حصلنا عليها بالعلاقة مع استمرار زمن عملية التنقية بالترشيح بشكلها المتشابه بالرغم من اختلاف سرعات الترشيح الابتدائية v_0 وعبارة المياه الخامية M_0 .

حيث كانت العلاقة بين سرعة الترشيح والزمن من الشكل :

$$V = at^2 + bt + v_0$$

حيث :

V_0 - سرعة الترشيح الابتدائية.

t - الزمن المحدد لطول فترة ما بين الغسيلين لعمل المرشح بدءاً من لحظة التشغيل.

a, b - ثوابت تتعلق بكمية المواد العالقة في المياه الخامية وبسرعة الترشيح الابتدائية (حيث تختلف من تجربة إلى أخرى).

وتدل قيم عوامل الارتباط لعلاقة سرعة الترشيح مع الزمن القريبة من الواحد على مدى التطابق الكبير بين المعادلة النظرية والقيم التجريبية.

غسل الحشوة المرشحة:

تم دراسة فعالية غسل المرشح فوق السريع التجريبي بطريقتين:

1- بالماء فقط بشدة تتراوح بين $20-25 \text{ l/(s.m}^2)$ لمدة 12 min .

2- الغسل على مرحلتين بالماء والهواء: حيث يتم الغسل بإمرار تيار من الهواء المضغوط بشدة تراوحت بين

$20-25 \text{ l/(s.m}^2)$ والحشوة ممتلئة بالماء لمدة 2 min بعد ذلك يتوقف تيار الهواء ويمرر تيار مياه الغسل بقيم شدة

$16-20-25 \text{ l/(s.m}^2)$ لمدة 8 min [9-10-11]. وقد لوحظ تشابه منحنيات تغير فعالية الغسل خلال زمن الغسل

بالرغم من اختلاف قيم العبارة الأولية.

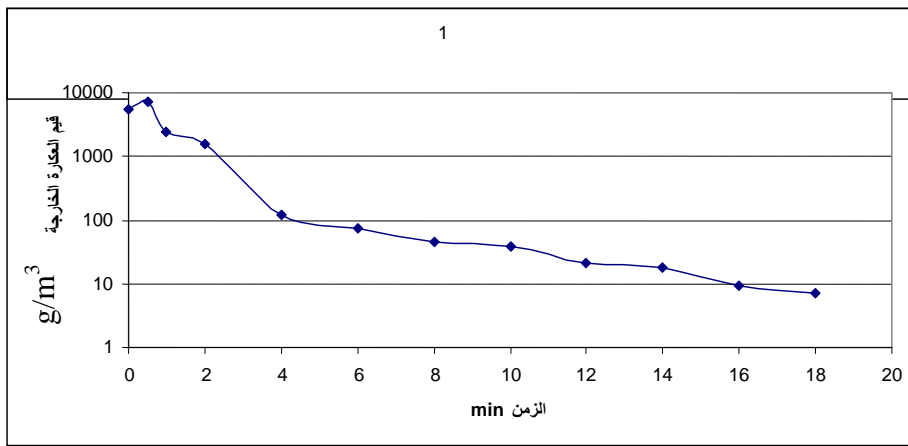
تم استخدام مياه شبكة الشرب للغسل. يعتمد تحديد فعالية غسل الحشوة المرشحة على مراقبة تغير كمية المواد العالقة في مياه الغسل المنقولة إلى شبكة الصرف الصحي خلال فترة غسل المرشح .
يتم تحديد فاعلية الغسل وفق العلاقة الآتية:

$$\varphi = \frac{v - v^{\wedge}}{v} .\%$$

حيث: v - وزن العوالق الداخلة المتجمعة.

v^{\wedge} - وزن العوالق المزلة بالغسل.

يبين الشكل (10) منحنى تغير فعالية الغسل خلال زمن الغسل بالطريقة 1

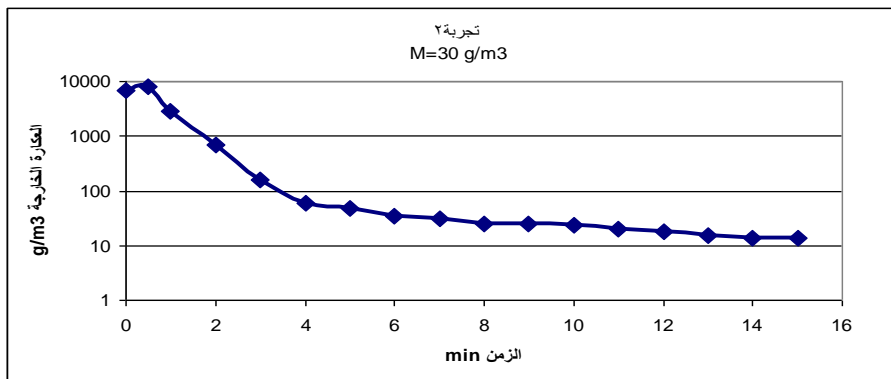


الشكل (10) تغير فعالية الغسل خلال زمن الغسل

الماء بشدة $18 \text{ l/(s.m}^2\text{)}$

نستنتج من المخطط أن الغسل بالماء فقط يحتاج لزمن طويل مع ملاحظة ارتفاع الطبقة العلوية وخروج جزء من الانتراسيات مع الماء ولذلك تُعدُّ هذه الطريقة غير فعالة.

يبين الشكل (11) تغير فعالية الغسل خلال زمن الغسل بالطريقة 2



الشكل (11) تغير فعالية الغسل خلال زمن الغسل وفق طريقة الغسل 2

هواء لمدة 2min بشدة $20 \text{ l/(s.m}^2\text{)}$

الماء بشدة $20 \text{ l/(s.m}^2\text{)}$ ولمدة 8min

نلاحظ من المخطط البياني أن الدفقات الأولى من مياه الغسل تحتوي على النسبة الكبرى من المواد العالقة التي تتناقص تدريجياً مع الزمن، كما نلاحظ أن مدة تصريف المياه من المرشح عند استخدام الهواء المضغوط والماء كانت 8min. وفاعلية الغسل كانت أكبر، ولم يلاحظ عند استخدام هذه الطريقة خروج للانتراسيت، حيث كان تمدد الحشوة بحدود 25-30% وفوهة خروج المياه أعلى من الارتفاع الحاصل أثناء تمدد الحشوة.

الاستنتاجات والتوصيات:

- بينت التجارب المخبرية لنظام الترشيح فوق السريع بسرعات متناقصة وفاقد حمولة ثابت النتائج الآتية:
- 1- تتميز منحنيات سرعة الترشيح التي حصلنا عليها بالعلاقة مع زمن الدورة الترشيحية بشكلها المتشابه بالرغم من اختلاف سرعات الترشيح الابتدائية.
 - 2- يمكن استخدام طريقة الترشيح فوق السريع بسرعات متناقصة وفاقد حمولة ثابت لتنقية المياه، حتى عندما تصل كمية المواد العالقة في المياه الخامية إلى $(60g/m^3)$ ، عندئذ يجب ألا تتجاوز سرعة الترشيح الابتدائية $60m/h$ حيث تتجاوز هذه السرعة يؤدي إلى تراجع في نوعية المياه الخارجة من المرشح (العكارة) $(5g/m^3)$.
 - 3- تأرجحت فترة الترشيح ما بين الغسيلين لعمل المرشح فوق السريع تبعاً للعوامل الأولية (سرعة الترشيح وعكارة المياه الخامية) بين 9-21 ساعة علماً أن سرعة الترشيح الوسطية كانت بين $20-31m/h$.
 - 4- تمت دراسة غسل المرشح بالماء، وكذلك بالماء والهواء بشكل مستقل. وتأرجحت شدة تيار غسل المرشح بالماء فقط بين $20-25l/s.m^2$.
 - 5- شدة تيار الهواء المضغوط لخلخلة الحشوة كانت $20 l/s.m^2$ ، أما مدة نفخ الهواء فكانت بحدود 2min.
 - 6- بينت التجارب أن الغسل على مرحلتين يختصر من طول مدة الغسل بمقدار 8min ويزيد من فعاليته ويسمح بالاقتران في كمية مياه الغسل.
- وبذلك نوصي بما يأتي:
- 1- ينصح باستخدام طريقة الترشيح فوق السريع بسرعات متناقصة وفاقد حمولة ثابت في الحشوة المرشحة في تنقية المياه السطحية الحاوية على مواد عالقة أقل من $120g/m^3$ ، وبسرعة ترشيح ابتدائية أقل من $60m/h$.
 - 2- البحث عن الارتفاع الأمثل للحشوة المرشحة المستخدمة بتغيير ارتفاع الحشوة.
 - 3- ينصح بغسل المرشح على مرحلتين بالهواء والماء من أجل استعادة قدرة الحشوة على الترشيح.
 - 4- البحث عن حشوات مرشحة مؤلفة من مواد ترشيحية أخرى متوفرة محلياً ولها مواصفات الحشوة المرشحة الهندسية المطلوبة.

المراجع:

- 1- CORUVO, A.J.; GRAUN, F.G.; HEARNE, " *Providing safe Drinking water in small system*", first edition, Lewis Publishers, N., 1999 , 213-215.
- 2- КАССИР АХМЕД ХАБИБ, "Сверхскоростные Фильтры С Восходящим Потокom Диссертация на Соискание Ученой Степени Кандидата Тихнических Наук." Л.,1988,190.
- 3- EIKEBROKK, B.J., UHNA, T.; OSTERHUS, S.W." *Water treatment by enhanced coagulation-operational status and optimization issues*". Techneau, D5.3.1., December, 2006, 29.
- 4- КУРГАНОВ, А. М.; ФЕДОРОВ, Н. Ф. " *Гидравлические Расчеты Систем Водоснабжения И Водоотведения*", Ленинград , 1986,265.
- 5- ВЕХБЕ, Х.С. "Очистка Природнойводы Методом Сверхскоростного Фильтрования для Пряديпно-Ниточного-лпроизводства Текстиль ных пре длриятий."-дисс. К.Т.Н.-Л.,1980,176С.
- 6- د. قصير، أحمد، " *مواصفات مواد حشوة المرشحات الحبيبية السريعة*"، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية، المجلد 17 العدد 3 لعام 1995.
- 7- ZOUBOULIS, A.; TRASKAS, G." *A com Parison of single and dual media filtration in a full scale drinking water treatment plant*". Desalination issn, Elsevier, Amsterdam, vol.213,No 1-3, 2007, 347.
- 8-НИКОПАЛЗЕ, Г.И.,"*Технология Очистки Прироаных вод.*" М.Высша яшкола., 1987,479.с.
- 9- КИМ, А.Н. *Сверхскоростные Фильтровальные Станции в Системах водопод-готовки* //Водоснабжение и сан. техника., № 9, 1996, С.12-14.
- 10- КИМ, А.Н. *К Расчету Сверхскоростных Фильтровальных Станций* //Известия вузов: Строительство. № 5, 1997, С. 81-85.
- 11- КИМ, А.Н.; ФЕОФАНОВ, Ю.А. *Исследование Усовершенствованного Способа Регенерации Напорных фильтров с зернистой загрузкой* //Науч. чтения: Сб. докл. –СПб.: СПбГАСУ, 1999, С. 53-60.