مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (24) العدد (12)2002
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (24) No (12) 2002

المتغيرات التقنية لعمل مصفي تماسي بحشوة محلية (حالة دراسة : تصفية مياه سد بللوران)

الدكتور كاسب حسن *
الدكتور حسام صبوح **
رامز مشقوق ***

(قبل للنشر في 2002/5/8)

□ الملخّص □

يتلخص البحث في دراسة تأثير نوعية الحشوة المستخدمة في المصفيات التماسية ، وكذلك تأثير سماكة هذه الحشوة ، ومواصفات المياه الخامية ، على فعالية عمل المصفيات التماسية ، وذلك في الظروف المخبرية . ولتحقيق ذلك تم اجراء سلسلة واسعة من التجارب على المصفي التماسي وباستخدام نوعين من الحشوات :

النوع الأول : حشوة من رمال رأس البسيط .

النوع الثاني : حشوة من مطحون حجارة الخفان البركاني.

وقد أجريت التجارب اللازمة لإختبار المصفي التماسي ذي الحشوات المقترحة على مرحلتين :

- **المرحلة الأولى** : اجريت مجموعة من التجارب على مصفي بحشوة من النوع الأول. ثم بعد ذلك أجريت مجموعة اخرى من التجارب على مصفي بحشوة من النوع الثاني وذلك باستخدام مياه خامية بعكارات متباينة متفقة مع ظروف التجارب لكلا المجموعتين.
- **المرحلة الثانية** : أجريت بنفس الطريقة التي أجريت بها المرحلة الأولى من التجارب ، مع استخدام حشوة غير متجانسة مؤلفة من الرمل ومطحون الخفان البركاني.

تم أيضاً دراسة توزع الملوثات وفق ارتفاع حشوة الترشيح لكل تجربة بشكل مستقل ، وفي نهاية كل تجربة قمنا بعملية غسل الحشوة المرشحة وعينا بعض المتحولات الهامة مثل: كمية استهلاك مياه الغسل وتغير كمية المواد العالقة في مياه الغسل .

* أستاذ في قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا .
** أستاذ مساعد في قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا .
*** طالب ماجستير في قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا .

مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (24) العدد (12)2002
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (24) No (12) 2002

The Technicality Variables To action of flocculation filter with alocal filler. (Studying state : waters filteration of Balloran Dam)

Dr. Kaseb Hasan *
Dr. Houssam Sabbouh **
Rameez Mashkook ***

(Accepted 8/5/2002)

□ ABSTRACT □

The research aims to study the effecting of filler quality, used in flocculation filters, in addition to the thickness of this filler and specification of the raw water, at the effectiveness of flocculation filter 's job to laboratory circumstances.

To do that we made a series of experiments on the flocculation filter by using two kind of fillers.

First kind : a filler from Rass Albaceet sand.

Second kind: a filler from the volcanic grind.

Many experiments have been made to test the flocculation filter .

- **First section:** First pattern filler are made many experiments on the flocculation filtr , other experiments on the second pattern filler are made to the flocculation filter.
- **Second section:** It was don in the same as way as the first section by using unhomo-geneaus filler .

Astudy also has been done for each experiment aside on the distribution of pollutants according to increasing the filter filler.

In addion to above to the previous at the end of each experiment washing filtration filler process and determination some important efficacity such as consumption of the washing water and changing the quantity of the sticking objects in the washing water.

***prof at department of environment engineering-faculty of Civil engineering-tishreen university-lattakia- Syria.**

****associate prof at department of environment engineering-faculty of Civil engineering-tishreen university-lattakia- Syria.**

*****master student at department of environment engineering-faculty of Civil engineering-tishreen university-lattakia- Syria.**

1- مقدمة :

يعتبر سد بللوران من السدود السطحية الكبيرة في الساحل السوري ، إذ أنه يمثل مصدرا"هاما" لتزويد بلدة كسب والعديد من القرى والمزارع المجاورة لها بمياه الشرب ، وذلك بعد اخضاع هذه المياه للتنقية في محطة معالجة تقليدية تقع قرب السد [1].

انطلاقاً من مواصفات مياه السد ، والتي حصلنا عليها من المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي باللاذقية، وبالإضافة إلى التحاليل الفيزيائية والكيميائية التي أجريناها على مياه السد خلال أشهر مختلفة من السنة واستناداً إلى طريقة المعالجة المتبعة حالياً ، نجد أن الغاية الأساسية من عملية التصفية هذه، تنحصر في تخليص المياه الخامية بالدرجة الأساسية من عكارتها والتي تصل إلى قيمتها الأعظمية في فصل الشتاء وخاصة عند استقبال بحيرة السد للعديد من الجريانات السطحية المحملة بالطمي ، والتي تسبب تعكر مياه البحيرة خلال هذه الفترة من السنة .

2-الهدف من البحث :

يهدف البحث بشكل رئيسي إلى تعيين القيم المثلى للمتحولات التصميمية للمصفي التماسي المقترح ، وذلك في الحالتين :

أ- باستخدام حشوة محلية متجانسة .

ب- باستخدام حشوة محلية غير متجانسة (رمل + مطحون الخفان البركاني).

وذلك لدى تنقية المياه الخامية المأخوذة من بحيرة سد بللوران باستخدام المصفيات التماسية المذكورة .

3- المصفيات التماسية وتجهيزاتها :

3-1- المصفيات التماسية :

تعتبر المصفيات التماسية أحد أنواع المرشحات ، والتي تعمل وفق مبدأ ترشيح المياه باتجاه تناقص أقطار حبات الطبقة المرشحة (من الأسفل إلى الأعلى) ، حيث تضخ المياه الخاضعة للتصفية عبر جملة توزيع متوضعة في أسفل المصفي ، لتجتاز الطبقة المرشحة ، التي تتناقص أقطار حباتها مع الإرتفاع ، وأثناء ذلك يجري حجز الكمية الأساسية من المواد العالقة في الطبقات السفلى ذات الحبات الكبيرة الحجم ، وسعة التلوث العالية ، مما يقلل من ازدياد ضياعات الطاقة (فاقد الضغط) في الطبقات العليا من المرشح .

إن هذه الخاصة للمصفيات التماسية ، تسمح باستخدامها لتصفية مياه خامية بعكارة أولية اعلى بكثير مما هو مسموح بالنسبة للمرشحات السريعة ، لتصل حداً يبلغ 120 mg/l [2,10].

عند استخدام المصفيات التماسية ، تجري اضافة المادة المخثرة اللازمة إلى المياه الخاضعة للتصفية مباشرة ، قبل دخولها إلى الطبقة المرشحة والتي تجري ضمنها عملية التخثير التماسي ، وقد اثبتت تجربة الأستثمار العملية

لهذه المصفيات ، بأن سرعة عملية التخثير أكبر والجرعة اللازمة من المادة المخثرة أقل مما هو عليه الحال في منشآت التصفية الأخرى [10-8] .

3-2- وصف التجهيزات والمواد المستخدمة في البحث :

لقد أجريت جميع التجارب على محطة التنقية المخبرية المصنعة من قبلنا والمبينة على الشكل (1) . أما المادة المستخدمة كحشوة في المصفي التماسي المقترح ، هي من رمال رأس البسيط ،بالإضافة إلى مطحون حجارة الخفان البركاني المأخوذ من جنوب سوريا ، وذلك تبعاً لحالتي الدراسة التي أشرنا إليها أعلاه. ففي حالة اختبار المصفي ذو الحشوة المتجانسة ،تم استخدام رمل البسيط، ومطحون حجارة الخفان البركاني، بشكل مستقل بعد إجراء التحليل الحبي اللازم ، بغية تحضير الكميات اللازمة بالتدرج الحبي المطلوب . أما في حالة الحشوة غير المتجانسة للمصفي التماسي المقترح ، فقد استخدمنا كلا النوعين السابقين معاً. هذا و يبين الجدول رقم (1) سماكة طبقات الترشيح ،و المتحولات التي تصف الحشوة المرشحة في كلا الحالتين . أما المادة الكيميائية المخثرة التي استخدمت فكانت كبريتات الألمنيوم المائية $Al2(SO4)_3.18H2O$. كونها الأكثر استحداما" في محطات تصفية مياه الشرب ، و التي حددت جرعتها باعتماد طريقة jar.test .

4-تنظيم العمل التجريبي ومراحله :

4-1-تنظيم العمل التجريبي :

اعتماداً على المراجع العلمية [4,6,7,9] تم تحديد أهم العوامل الأولية المؤثرة على عملية التصفية كما يلي :

M : عكارة المياه الخامية mg/l .

H: سماكة حشوة الترشيح m .

V: سرعة الترشيح m/h .

بالإضافة إلى التدرج الحبي للحشوة و الممثلة بالعاملين : d_{eq} , K

حيث:

d_{eq}: القطر المكافئ لذرات الطبقة الراشحة mm .

K : عامل عدم التجانس .

وقد أخذت حدود مجالات تأرجح قيم هذه العوامل على النحو التالي :

أ-بالنسبة لعكارة المياه الخامية M :

اختير الحد الأعظمي بما يتفق مع القيمة الأعظمية المسجلة بنتيجة التحاليل المجراة على مياه سد بللوران . أما الحد الأصغري فقد حُدد ، انطلاقاً من مبدأ عدم الجدوى الإقتصادية لاستخدام المصفيات التماسية ، من أجل العكارات الضعيفة [4] . و لكي نتمكن من تغيير قيمة عكارة المياه الخامية المستخدمة وفقاً لظروف التجربة ، تم

استخدام الطمي المأخوذ من منطقة المأخذ المائي على بحيرة السد ،وقمنا بتحضيره بالطرائق الهيدروليكية المعروفة. و لتجنب تأثير العوامل الفيزيائية و الكيميائية التي لم تؤخذ بعين الاعتبار على نتيجة التجارب ، تم اجراء جميع التجارب باستخدام نوعية واحدة من المياه ، حيث تم تخزين الحجم الكافي من المياه المأخوذة من بحيرة سد بللوران في خزانات خاصة في المخبر ، و ذلك لكل تجربة بشكل مستقل، قبل البدء بالعمل التجريبي

ب-بالنسبة لسماكة الطبقة المرشحة(H) :

تم اختيارها بحيث تشمل القيم التصميمية المعروفة في المرشحات السريعة بالإضافة إلى قيم تجريبية أخرى [4,3].

جـ-أما فيما يتعلق بحدود مجالات تأرجح العاملين ($K-d_{eq}$) :

فقد اعتمدت حشوات بتدرج حبي معين ، بحيث يبقى هذان العاملان ضمن الحدود المسموحة والتي حددتها المراجع المختصة[2,3,8] ،بالإضافة إلى قيم تجريبية أخرى.

4-2- مراحل العمل التجريبي :

لقد تم إجراء التجارب اللازمة ، لإختبار المصفي التماسي ذي الحشوة المقترحة على مرحلتين كما هو موضح في الجدول (1) .وقد اعتمد في تحديد العوامل الأولية في هذا الجدول على العلاقة العكسية التي تربط بين القطر الأعظمي والأصغري لحبيبات الطبقة الراشحة والقطر المكافئ من جهة و عامل عدم التجانس من جهة أخرى.

تمثلت **المرحلة الأولى :** بإجراء سلسلة واسعة من التجارب على المصفي التماسي ذي الحشوة المتجانسة و السماكات المختلفة ، بإستخدام مياه خامية بعكارات مختلفة متوافقة مع ظروف التجارب .

أما في **المرحلة الثانية :** أجريت التجارب بنفس الطريقة التي أجريت بها المرحلة الأولى ، مع استخدام حشوة غير متجانسة في المصفي التماسي المستخدم ، و بسماكات مختلفة وفق ما يبينه الجدول(1).

4-3-التجهيزات اللازمة و آلية إجراء الإختبارات :

أجريت جميع التجارب على محطة المعالجة المخبرية المبينة في الشكل (1) ، حيث يجري تحضير المياه الخامية بالعكارة المطلوبة ، وفقاً لظروف التجربة في الخزان (1) ، ثم يجري ضخها بواسطة المضخة (3) عبر القسطل (4) إلى المصفي التماسي (5) ، حيث يجري ضبط الغزارة المطلوبة بواسطة السكر (6) و في الوقت نفسه تجري إضافة الجرعة اللازمة من المادة الكيميائية المخثرة المستعملة (كبريتات الألمنيوم المائية) عبر القمع (7) والقادمة من خزان المعايرة (8) ذو الجرعة الثابتة ، حيث يضبط تدفقها بواسطة السكرين (10) و(11) .و لتأمين التجانس المطلوب للمياه الخامية في الخزان (1) و لمحلول المادة الكيميائية المخثرة في الخزان (8) ، يتم ضخ الهواء إليهما عبر الإنبوبين (20) و (9) على التوالي ، والذي يجري تأمينه من مضخة الهوا ء (2) .

بعد أن يبدأ المصفي التماسي بالعمل نقوم بأخذ عينات من المياه المرشحة عبره ، بفاصل زمني قدره ساعة واحدة ، و ذلك من المآخذ الجانبية الستة (14) لإجراء التحاليل اللازمة عليها . و لقياس فواقد الضواغط الجزئية مع الزمن تم وصل المآخذ الجانبية الستة المثبتة على جسم المصفي التماسي مع أنابيب

بيزومترية (15) مثبتة على لوح خشبي (16) . تخرج المياه المصفاة من أعلى المصفي التماسي بواسطة القسطل (19) ، أما تفريغه من مياه الغسل بعد نهاية كل تجربة فيتم بواسطة القسطل (18) .

لتأمين الكميات الأحتياطية من المياه الخامية و بالعكارة المطلوبة ، تم استخدام الخزان (12) ، حيث تقوم المضخة (13) بضخ ما يلزم منها إلى الخزان (1) . ان ضخ الهواء اللازم لعملية غسل المصفي التماسي المختبر تم بواسطة مضخة الهواء (2) و عبر القسطل (17).

و للوصول إلى أكبر دقة ممكنة لنتائج التجارب ، تم تكرار كل تجربة ثلاث مرات و أخذنا القيمة الوسطية للنتائج الثلاث ، و عند التباين في نتائج إحدى التجارب ، تمت إعادة التجربة المعنية للمرة الرابعة و من ثم أخذ المتوسط الحسابي للنتائج الأربع أما تحديد فعالية التنقية التي يؤديها المصفي التماسي المختبر فقد تم باستخدام العلاقة :

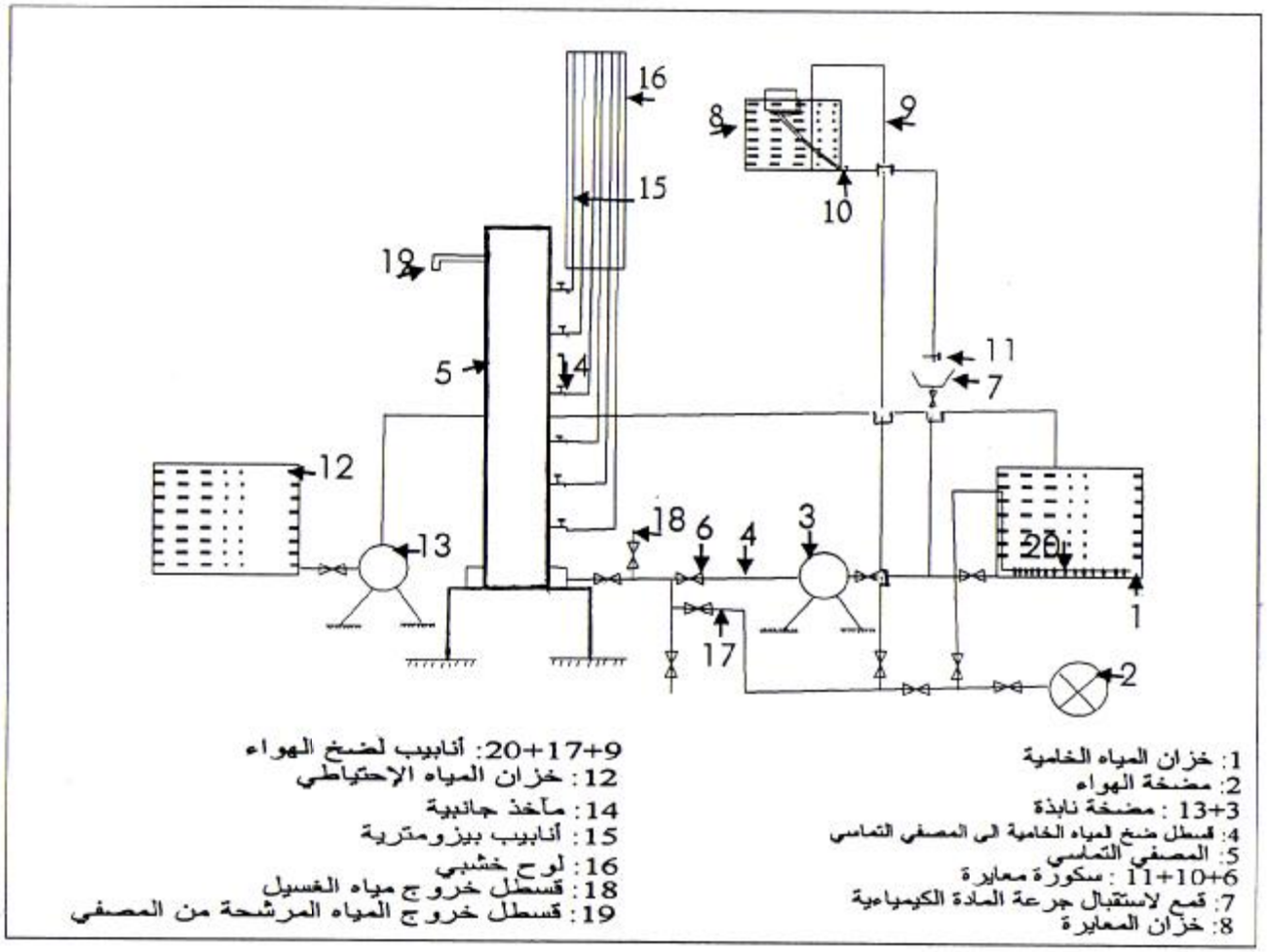
$$E = \frac{M - M_f}{M}.100 \qquad \% \qquad (1)$$

على اعتبار :

M: عكارة المياه الخامية mg/l .

M_f : عكارة المياه الخارجة من المصفي mg/l .

هذا و تظهر الجداول (2) و (3) و (4) و (5) و(6) نتائج اختبار المصفي التماسي بحشوات متجانسة وغير متجانسة . و بما أن فعالية الحشوة غير المتجانسة تبدو أكثر ثباتاً عند السماكات التي لا تقل عن (2m) أجرينا تجربة على المصفي التماسي المقترح بارتفاع للحشوة غير المتجانسة يساوي (2m) ، و قد ظهرت النتائج الايجابية واضحة في الجدول رقم (7) .



الشكل رقم (١) رسم توضيحي للمصفي التماسي المستخدم مع ملحقاته

الجدول (1) : مخطط اجراء التجارب تبعا" لمواصفات المياه الخامية والحشوة المستخدمة في المصفيات التماسية

المرحلة الثانية													المرحلة الأولى						رقم التجربة
حشوة غير متجانسة													حشوة رملية متجانسة						
H=h1+h2 m	V m/h	K_2	d_{eq2}	h_2 m	K_1	d_{eq1} mm	h_1 m	T°	العكارة mg/l	رقم التجربة	V m/h	K	d_{eq} mm	H m	T°	العكارة mg/l	رقم التجربة
1.00	8	1.95	0.7	0.40	1.92	0.8	0.60	**25**	30	**13**	8	1.95	0.7	1.00	23	30	**1**
								22	80	**14**					25	80	**2**
								19	100	**15**					20	100	**3**
1.30	8	1.95	0.7	0.80	1.85	0.85	0.50	18	30	**16**	8	1.85	0.85	1.30	22	30	**4**
								12	80	17					19	80	**5**
								17	100	**18**					12	100	**6**
1.60	8	1.85	0.85	0.90	1.7	1.1	0.70	18	30	**19**	8	1.7	1.1	1.60	15	30	**7**
								19	80	**20**					18	80	**8**
								17	100	**21**					16	100	**9**
2.00	8	1.85	0.85	0.90	1.7	1.1	1.10	18	100	**22**	**حشوة متجانسة من مطحون الخفان البركاني**						
											8	1.95	0.7	100	18	100	**10**
											8	1.85	0.85	130	14	100	**11**
											8	1.7	1.1	160	16	100	**12**

h_2: ارتفاع طبقة الرمل.

d_{eq2} : القطر المكافئ للحشوة الرملية .

K_2: عامل عدم التجانس للرمل .

V: سرعة الترشيح.

h_1: ارتفاع طبقة الخفان البركاني.

d_{eq1} : القطر المكافئ للخفان البركاني .

K_1: عامل عدم التجانس للخفان البركاني .

T: درجة الحرارة .

H: ارتفاع الحشوة المتجانسة

d_{eq} : القطر المكافئ للحشوة المتجانسة .

K: عام عدم التجانس للحشوة المتجانسة

الجدول رقم (2) : نتائج اختبار المصفي التماسي ذو الحشوة الرملية المتجانسة وبسماكة H = 1.3 m للحشوة

التجربة (6)														
H = 1.3 m M=100 m.g/l d_{eq} = 0.85 K = 1.85 V=8m/h C_d=28 mg/l														
الزمن hour	M_0 mg/l	M_1 mg/l	M_2 mg/l	M_3 Mg/l	M_4 mg/l	M_5 mg/l	M_f mg/l	E	D h_1 cm	D h_2 cm	D h_3 cm	D h_4 cm	D h_5 cm	S D h cm
0	70.1	**55.6**	28.3	7.5	3.1	2.6	2.6	97.4	7.2	7.1	6.9	6.9	1.4	29.5
1	64.3	46.1	19.1	6.1	2.1	1.5	1.5	98.5	8.4	7.9	7.1	7.1	1.6	32.1
2	51.7	38.8	14	4.5	2	1.4	1.4	98.6	10.1	9.8	8.7	8.1	1.9	38.6
3	42.4	22.5	10.1	3.8	1.8	1.1	1.1	98.9	11.8	10.3	9.2	8.8	2.2	42.3
4	33.4	18.6	7.6	3.3	1.6	0.8	0.8	99.2	13.6	12.2	10.1	9.5	2.7	48.1
5	30.8	17.4	6.5	3.3	1.7	0.8	0.8	99.2	16.2	14.4	12.2	11.3	3.2	57.3
6	38.1	20.4	9.8	4.1	1.7	0.85	0.85	99.15	18.7	16.7	14.3	13.4	5.4	68.5
7	47.6	31.7	12.4	4.6	1.8	0.9	0.9	99.1	23.3	22.5	16.9	15.8	6.5	85
8	56.2	39.6	13.5	5.2	1.85	0.93	0.93	99.07	28.4	26.3	18.5	17.6	7.3	98.1
9	64.4	51.2	16.6	5.7	2	1.3	1.3	98.7	30.6	28.8	19.3	18.2	8.2	105.1
10	68.3	62.7	18.1	6.1	2.2	1.5	1.5	98.5	33.4	31.4	21.6	19.3	9.3	115
11	77.4	68.1	22.3	6.8	4.1	2.1	2.1	97.9	35.6	33.1	25.2	21.1	11.4	126.4
القيمة الوسطية							**1.31**	98.6						

M:عكارة المياه الخامية الداخلة إلى المصفي . **k: عامل عدم التجانس.** **E: فعالية التنقية .**

$Mi_{i=0\text{®}5}$ **: عكارة المياه عند كل مأخذ جانبي .** **deq: القطر المكافئ.** **H : سماكة طبقة الترشيح.**

M_f **: عكارة المياه الخارجية من المصفي .** $Dhi_{i=1\text{®}6}$ **: فواقد الضواغط الجزئية.** C_d**: جرعة المادة الكيميائية المخثرة.**

الجدول رقم (3) : نتائج اختبار المصفي التماسي الحشوة الرملية المتجانسة وبسماكة H = 1.60 m للحشوة

التجربة (9)															
H = 1.60 m M=100 m.g/l d_{eq} = 1.1 K = 1.7 V=8m/h C_d=25 mg/l															
الزمن hour	M_0 mg/l	M_1 mg/l	M_2 mg/l	M_3 mg/l	M_4 mg/l	M_5 mg/l	M_f mg/l	E	D h_1 cm	D h_2 cm	D h_3 cm	D h_4 cm	D h_5 cm	D h_6 cm	S D h cm
0	76.6	55.4	16.6	8.5	3.5	2.6	2.5	97.5	7	6.9	6.8	7	7.1	1.1	35.9
1	69.1	46.1	10.4	6.4	3.2	2	1.5	98.5	8.2	8	7.7	7.2	7	1.1	39.2
2	55.4	38.3	8.2	4.3	2.5	1.6	1.2	98.8	9.8	9.4	8.3	8.1	7.8	1.6	45.2
3	42.3	31.5	7.3	3.8	2.2	1.4	1.1	98.9	12.7	11.6	10.5	9.4	8.6	1.8	54.6
4	35.6	25.8	5.8	2.9	2	1.4	1.1	98.9	13.2	12.1	11.4	9.8	9.2	2.1	57.8
5	28.7	16.7	4.7	2.3	1.9	1.3	0.9	99.1	14.7	12.9	11.3	10.5	9.8	2.7	61.9
6	22.4	13.3	3.8	2	1.7	1.3	0.9	99.1	16.6	14.3	13.1	12.7	10.2	3.1	70
7	25.6	14.5	4.1	1.8	1.4	1.2	0.8	99.2	19.7	17.5	14.6	13.4	11.6	3.6	80.4
8	34.7	27.6	4.8	2.2	2	1.4	0.9	99.1	21.6	18.4	15.1	13.9	12.1	4.2	85.3
9	46.6	35.3	4.8	2.2	2.1	1.4	1	99	23.1	20.3	15.5	14.8	13.4	4.7	91.8
10	57.6	41.1	5.9	2.4	2.1	1.5	1.1	98.9	25.3	24.3	16.9	16.2	14.1	5.2	102
11	63.3	46.2	6.8	2.6	2.2	1.5	1.4	98.5	29.8	26.5	18.3	17.7	15.2	5.6	113
12	**75.1**	**57.2**	**8.4**	2.9	2.2	1.8	1.4	**98.5**	34.2	28.6	20.1	18.2	16.6	5.8	123.5
13	**83.6**	**63.2**	**12.6**	4.2	3.3	2.2	1.6	**98.1**	40.5	30.6	22.7	20.5	17.1	6.9	138.3
القيمة الوسطية							**1.24**	98.7							

M:عكارة المياه الخامية الداخلة إلى المصفي . **k: عامل عدم التجانس.** **E: فعالية التنقية .**

$Mi_{i=0®5}$ **: عكارة المياه عند كل مأخذ جانبي .** **d_{eg}: القطر المكافئ.** **H : سماكة حشوة الترشيح الرملية**

M_f **: عكارة المياه الخارجة من المصفي .** $Dhi_{i=1®6}$ **: فواقد الضواغط الجزئية.** **C_d: جرعة المادة الكيميائية المخثرة.**

الجدول رقم (4): نتائج اختبار المصفي التماسي ذي الحشوة لمتجانسة وبسماكة H = 1.60 m للحشوة

التجربة (12)															
H = 1.60 m M=100 m.g/l d_{eq} = 1.1 K = 1.7 v=8m/h C_d=25 mg/l															
الزمن hour	M_0 mg/l	M_1 mg/l	M_2 mg/l	M_3 mg/l	M_4 mg/l	M_5 mg/l	M_f mg/l	E	D h_1 cm	D h_2 cm	D h_3 cm	D h_4 cm	D h_5 cm	D h_6 cm	S D h cm
0	74.3	58.2	18.4	9.6	4.1	2.9	2.8	97.2	6.5	6.6	6.5	6.4	6.4	1.1	33.5
1	70.5	49.7	12.3	7.7	3.8	2.1	1.5	98.5	7.2	7	6.8	6.4	6.4	1.3	35.7
2	57.1	40.5	10.1	4.8	2.8	1.7	1.3	98.7	8.8	7.9	7.4	6.6	6.8	1.7	39.2
3	51.6	35.3	8.5	4.1	2.4	1.5	1.1	98.9	10.6	8.5	8.1	7.4	7.1	2.1	43.8
4	42.8	28.1	6.1	3.3	2.1	1.4	1.1	98.9	12.4	11.3	9.5	8.2	7.4	2.6	51.4
5	32.3	19.7	5.3	2.6	1.9	1.4	0.9	99.1	13.9	12.5	10.2	9.6	8.6	2.9	57.7
6	42.4	15.7	4.2	1.8	1.5	1.2	0.8	99.2	15.7	14.1	11.6	10.1	9.3	3.4	64.2
7	29.5	19.5	5.1	2.2	2.1	1.3	0.9	99.1	18.8	16.6	12.3	11.8	10.2	3.7	73.4
8	39.1	30.3	6.7	2.2	2.1	1.3	1.1	98.9	21.5	19.4	13.5	12.7	11.7	4.1	82.9
9	48.5	41.2	8.1	2.3	2.1	1.5	1.4	98.6	23.2	20.1	15.9	14.6	12.1	4.9	90.8
10	60.4	50.4	9.8	2.7	2.1	1.8	1.5	98.5	25.3	22.4	17.1	16.5	14.3	5.5	101.1
11	73.4	61.4	11.2	3.3	2.3	1.8	1.5	98.5	31.3	26.6	19.5	17.1	15.5	6.9	116.9
12	**81.5**	**69.7**	**14.9**	4.4	3.6	2.1	1.6	**98.1**	39.6	30.5	21.8	18.3	16.2	7.3	133.7
القيمة الوسطية							**1.34**	98.6							

M:عكارة المياه الخامية الداخلة إلى المصفي . **k: عامل عدم التجانس.** **E: فعالية التنقية .**

$Mi_{i=0®5}$: عكارة المياه عند كل مأخذ جانبي . **d_{eg}: القطر المكافئ** **H : سماكة حشوة الترشيح الرملية .**

M_f :عكارة المياه الخارجة من المصفي. **$Dhi_{i=1®6}$: فواقد الضواغط الجزئية.** **C_d : جرعة المادة الكيميائية المخثرة.**

الجدول رقم (5) : نتائج اختبار المصفي التماسي ذي الحشوة غير المتجانسة وبسماكة H = 1.30 m للحشوة

التجربة (18)														
H_{1+2} = 1.30 m h_1=0.50 m d_{eq1}=0.85mm K_1=1.85 h_2=0.80 m d_{eq2}=0.7 K_2 =1.95 M=100 m.g/l V=8m/h C_d=24mg/l														
الزمن hour	M_0 mg/l	M_1 mg/l	M_2 mg/l	M_3 mg/l	M_4 mg/l	M_5 mg/l	M_f mg/l	E	D h_1 Cm	D h_2 cm	D h_3 cm	D h_4 cm	D h_5 cm	S D h cm
0	68.3	52.4	20.6	8.4	3.8	2.6	2.6	98.4	4.1	3.3	8.4	8.3	0.9	25
1	51.2	36.6	16.4	5.9	2.4	1.5	1.5	98.5	6.4	7.1	8.9	8.6	1.8	32.8
2	42.7	23.5	10.1	3.7	1.8	1.1	1.1	98.9	9.8	13.2	11.2	10.4	2.7	47.3
3	53.1	38.4	13.2	4.3	2.2	1.5	1.5	98.5	11.6	18.1	15.3	12	5.5	62.5
4	60.3	49.1	15.5	5.7	2.4	1.5	1.51	98.5	14.7	25.5	19.8	15.5	8.1	83.6
5	74.2	61.6	22.4	7.9	2.9	1.7	1.7	98.3	17.8	33.6	26.6	21.4	14.3	113.7
القيمة الوسطية							**1.5**	99						

M:عكارة المياه الخامية الداخلة إلى المصفي .

$Mi_{i=0®5}$: عكارة المياه عند كل مأخذ جانبي .

M_f : عكارة المياه الخارجية من المصفي .

C_d: جرعة المادة الكيميائية المخثرة.

k: عامل عدم التجانس.

deq: القطر المكافئ.

$Dhi_{i=1®6}$: فواقد الضغوط الجزئية.

E: فعالية التنقية .

h_1 : سماكة طبقة الخفان البركاني.

h_2 : سماكة طبقة الرمل.

الجدول رقم (6) : نتائج اختبار المصفي التماسي ذي الحشوة غير المتجانسة وبسماكة H = 1.60 m للحشوة

التجربة (21)															
H_{1+2} = 1.60 m h_1=0.70 m d_{eq1}=1.1mm K_1=1.7 h_2=0.90 m d_{eq2}=0.85 k_2=1.85 M=100 m.g/l v=8m/h C_d=24mg/l															
الزمن hour	M_0 mg/l	M_1 mg/l	M_2 mg/l	M_3 mg/l	M_4 mg/l	M_5 mg/l	M_f mg/l	E	D h_1 Cm	D h_2 cm	D h_3 cm	D h_4 cm	D h_5 cm	D h_6 cm	S D h cm
0	70.2	60.5	20.5	12.4	3.9	2.1	1.6	98.4	4.8	4.8	7.9	8.1	8.2	1.6	35.4
1	60.4	48.1	16.1	8.1	3.1	1.9	1.5	98.5	6.6	7.3	9.6	9.2	9.3	2.8	44.8
2	45.5	33.7	11.4	5.6	2.8	1.8	1.1	98.9	8.2	10.3	12.8	10.1	9.8	3.9	55.1
3	33.7	22.8	9.5	4.3	2.6	1.9	0.95	99.05	10.5	13.8	16.9	13.8	10.7	4.7	70.4
4	48.5	31.7	10.8	5.2	2.8	2.1	1.2	98.8	12.4	14.6	20.4	16.9	12.1	6.3	82.7
5	57.6	46.3	15.3	7.8	3	2.1	1.4	98.6	14.7	16.9	25.8	20.1	14.6	8.5	100.6
6	80.4	62.5	25.7	10.4	4.1	2.9	1.8	98.2	16.3	18.4	36.6	25.3	16.3	11.8	124.7
القيمة الوسطية							**1.36**	98.6							

M:عكارة المياه الخامية الداخلة إلى المصفي .

$Mi_{i=0®5}$: عكارة المياه عند كل مأخذ جانبي .

M_f : عكارة المياه الخارجة من المصفي .

C_d: جرعة المادة الكيميائية المخثرة.

k: عامل عدم التجانس.

deq: القطر المكافئ.

$Dhi_{i=1®6}$: فواقد الضغوط الجزئية.

E: فعالية التنقية .

h_1 : سماكة طبقة الخفان البركاني.

h_2 : سماكة طبقة الرمل.

الجدول رقم (7) : نتائج اختبار المصفي التماسي ذو الحشوة غير المتجانسة وبسماكة H=2.00mللحشوة

التجربة (22)															
H_{1+2} = 2 m h_1=1.10 m d_{eq1}=1.1 k_1=1.7 h_2=0.9 m d_{eq2}=0.85 k_2=1.85 M=100 m.g/l v=8m/h C_d=23mg/l															
الزمن hour	M_0 mg/l	M_1 mg/l	M_2 mg/l	M_3 mg/l	M_4 mg/l	M_5 mg/l	M_f mg/l	E	D h_1 cm	D h_2 Cm	D h_3 Cm	D h_4 cm	D h_5 cm	D h_6 cm	S D h cm
0	78.4	58.3	21.3	10.4	3.8	2.7	1.9	98.1	3.9	7.6	7.4	7.1	6.1	7.3	39.2
1	69.1	45.1	18.2	8.1	3.3	2.2	1.5	98.5	4.1	8.2	7.9	7.6	6.2	7.5	41.6
2	53.6	39.7	16.4	6.5	2.8	1.9	1.1	98.9	5.8	9.9	8.3	8.1	6.9	8.4	47.4
3	40.2	33.2	13.8	5.2	2.4	1.8	1.1	98.9	7.4	10.9	9.1	8.8	7.3	9.5	53
4	33.5	28.4	11.5	3.1	2.3	1.2	1.1	98.9	9.2	11.1	10.3	9.7	8.4	11.1	59.8
5	26.5	24.3	8.1	2.8	1.9	1.2	0.7	99.3	10.8	12.4	11.5	10.1	9.2	12.8	66.8
6	21.7	20.4	4.8	2.3	1.6	1.25	0.7	99.3	11.7	14.1	**12.6**	11.3	10.7	14.2	**74.6**
7	26.4	24.5	6.4	2	1.4	1.5	0.75	99.25	12.5	16.9	15.4	12.6	11.8	16.9	86.1
8	32.1	29.5	7.9	1.7	1.2	1.2	0.9	99.1	12.9	18.6	16.7	14.2	13.5	17.6	93.5
9	35.6	33.6	9.5	2.1	1.5	1.7	0.9	99.1	13.3	19.5	18.5	15.5	14.4	19.1	100.3
10	41.9	37.3	11.3	3.3	2.4	1.8	0.75	99.25	13.8	21.4	20.6	16.3	15.6	21.7	109.4
11	48.9	40.7	14.7	5.2	2.6	1.8	1.1	98.9	14.8	24.3	22.3	18.2	16.7	23.4	119.7
12	**54.4**	**46.1**	**16.9**	7.4	3.2	2.1	1.3	**98.7**	15.1	26.3	24.8	20	18.6	25.1	129.9
13	**59.7**	**51.1**	**19.3**	9.6	3.5	1.8	0.9	**99.1**	16.6	28.8	27.1	21.3	19.3	28.2	141.3
14	**68.3**	**58.4**	**22.4**	11.3	3.9	1.9	1.5	**98.5**	17.8	29.1	28.5	23.2	20.1	31.3	150
15	**77.1**	**62.2**	25.6	13.4	4.3	2.1	1.6	**98.4**	19.3	31.5	30.3	25.4	23.9	35.1	165.5
القيمة الوسطية							**1.1**	98.8							

M:عكارة المياه الخامية الداخلة إلى المصفي . **k: عامل عدم التجانس.** **E: فعالية التنقية .**

M_f **: عكارة المياه الخارجة من المصفي .** $Dhi_{i=1\text{®}6}$ **: فواقد الضغوط الجزئية.** h_2 **: سماكة طبقة الرمل.**

$Mi_{i=0\text{®}5}$ **: عكارة المياه عند كل مأخذ جانبي .** **deq: القطر المكافئ.** h_1 **: سماكة طبقة الخفان البركاني.**

5-تعيين سعة تلوث الحشوة في المصفي التماسي :

تنحصر الغاية من تعيين سعة تلوث الحشوة المرشحة ، في تعيين كمية المواد العالقة المحتجزة في الحشوة المرشحة ، و ذلك بغية تحديد فعالية هذه الحشوة في المصفيات التماسية .

كما أن دراسة سعة التلوث الحجمي للحشوة المرشحة ، ذات أهمية كبيرة ، حيث تميز قدرة المصفي على نزع المواد العالقة من المياه ،بواسطة حشوته المنفصلة و التي تختلف عن بعضها بحجم حبيبات الحشوة المرشحة .

و كذلك تهدف هذه الدراسة إلى توضيح طبيعة توزع المواد العالقة المحتجزة في الحشوة المرشحة ، وعلى كامل ارتفاعها تبعاً لتدرجها الحبي [3] .

تحسب سعة تلوث الحشوة بالعلاقة :

$$G = \frac{(Mi - Mg)}{1000} * Q * t \qquad (2)$$

G:كمية المواد العالقة المتجمعة في المصفي خلال زمن (t) من عمل المصفي مقدرة بـkg .

M_i: عكارة المياه الداخلة إلى الطبقة مقدرة بـ g/m^3 .

M_g: عكارة المياه الخارجة من الطبقة مقدرة بـ g/m^3 .

t: دورة عمل المصفي مقدرة بـ h .

Q: استطاعة المصفي مقدرة بـ (m^3/h) تعين بالعلاقة :

$$Q=A*V \qquad (3)$$

A: مساحة مقطع المصفي m^2.

V: سرعة الترشيح m/h .

$Q=0.2512\ m^3/h$

على اعتبار أن : $R=0.2\ m$ حيث R: قطر المصفي

أما تركيز الرواسب الوسطي يحسب من العلاقة :

$$\frac{M.V}{10^5}.E.t_w \qquad kg/m^2$$

M : عكارة المياه الخامية v : سرعة الترشيح E : فعالية التنقية .

هذا و تبين الجداول رقم (8,9,10) نتائج القياسات الفعلية لسعة تلوث الحشوة ، في حالتي الدراسة (حشوة متجانسة + حشوة غير متجانسة) .

الجدول (8): توزع الملوثات وفق ارتفاع حشوة المصفي التماسي

رقم الطبقة	سماكة الطبقة c.m	سعة التلوث وفق طبقات الحشوة المرشحة Kg/m^3	
		رقم التجربة	
		6	18
1	25	7.95	4
2	60	7.96	3.45
3	30	4.56	1.93
4	40	1.03	0.61

الجدول (9): توزع الملوثات وفق ارتفاع حشوة المصفي التماسي

رقم الطبقة	سماكة الطبقة c.m	سعة التلوث وفق طبقات الحشوة المرشحة Kg/m^3		
		رقم التجربة		
		9	12	21
1	25	6.7	7	3.4
2	60	**12.2**	10.6	4.35
3	60	1.95	1.8	1.7
4	40	0.43	0.47	0.24

الجدول (10): توزع الملوثات وفق ارتفاع حشوة المصفي التماسي

التجربة (22)				
رقم الطبقة	1	2	3	4
سماكة الطبقة c.m	25	60	30	110
سعة التلوث kg/m^3	8	11.73	5.59	0.2

6-غسيل الحشوة المرشحة في المصفي التماسي :

من المعروف أن زيادة فاقد الضاغط في المرشحات ، أو بداية سوء عملها (خروج مياه بمواصفات غير مقبولة) يتطلب غسل الحشوة المرشحة ، و ذلك لاستعادة فعاليتها في تنقية المياه من المواد العالقة .

انطلاقاً من هذا فقد تم غسل المصفي التماسي المقترح على ثلاث مراحل [10] .

1-المرحلة الأولى :

ضـــخ الهـــواء المضـــغوط لإحـــداث خلخلـــة فـــي جســـم الحشـــوة المرشـــحة ، بشـــدة مقـــدارها (18-20) l/(m^2.Sec) و لمدة (1-2) min .

2-المرحلة الثانية :

الضخ المشترك للماء و الهواء لمدة (6-7) min وبشدة ضخ للهواء (18-20)l/(m^2.Sec) وشدة تدفق لمياه الغسيل(3-3.5) l/(m^2.Sec) .

3-المرحلة الثالثة :

تم ضخ المياه بمفردها بشدة(6-7)l/(m^2.Sec) و لمدة (5-7)min هذا و يبين الجدول رقم (9) نتائج عملية غسل حشوة المصفي التماسي المدروس .

الجدول (9) تغير كمية المواد العالقة في مياه الغسل

رقم التجربة	شدة مياه الغسيل $m^3/m^2.sec$	كمية المواد العالقة في مياه الغسل بعد t دقيقة من بداية غسل المصفي g/m^3								استهلاك مياه الغسيل m^3/m^2
		المرحلة الثانية				المرحلة الثالثة				
		4/60 min	0.5 min	2 min	5 min	7 min	9 min	12 min	14 min	
6	**0.009**	7620	11352	2311	422.1	62.7	41.5	10.8	4.5	7.56
9	**0.01**	7483	12162	2310	330	47.5	25.6	9.1	3.7	8.4
12	**0.01**	5231	**9320**	1211	318	45.6	20.7	8.9	3.5	8.4
18	**0.009**	2827	**6117**	921	387.4	30.6	19.5	8.9	5.1	7.56
21	**0.009**	3131	**6567**	1183	251.85	35.1	26.9	5.2	3.5	7.56
22	**0.01**	8387	**14375**	2120	380	33.7	21.2	5.1	4.2	8.4

7-مناقشة النتائج :

من الدراسة النظرية والعملية المنفذة ، يمكن استخلاص النتائج والتوصيات التالية:

1.يمكن استخدام رمل البسيط ومطحون حجارة الخفان البركاني بقطر مكافئ mm (0.7-1.1) وعامل عدم التجانس mm (1.7-1.95) وارتفاع للحشوة m(1.3-1.6)كحشوات متجانسة في المصفيات التماسية لتنقية المياه الطبيعية لأغراض الشرب .

2 . يمكن استخدام رمل البسيط بقطر مكافئ mm (0.7-0.85) وعامل عدم تجانس (1.85-1.95) وارتفاع m (0.4-0.9) مع مطحون حجارة الخفان البركاني بقطر مكافئ mm (0.8-1.1) وعامل عدم التجانس

(1.7−1.92) وارتفاع m (0.5−1.1) كحشوات غير متجانسة في المصفيات التماسية لتنقية المياه الطبيعية لأغراض الشرب.

3. درجة تنقية المياه الخامية باستخدام المصفيات التماسية مع التخثير المسبق بكبريتات الألمنيوم المائية كانت عالية ومستقرة خلال الدورة الترشيحية حيث وصلت حتى % 99 .

4. يبدأ عمل المصفي التماسي بعد (10−20) دقيقة من تشغيله بسبب العكارة العالية الخارجة منه ، لذا ينصح بتصريف الدفعات الأولى خلال الزمن المذكور .

5. أثبتت التجارب فعالية عمل المصفي بالحشوات المقترحة وعند السرعة v=8m/h حيث وصلت مدة الدورة الترشيحية الى (t=14h) من أجل عكارة للمياه تساوي M=100mg\l.

8-الخلاصة :

إن ما تم التوصل إليه بنتيجة البحث المعروض ، يثبت إمكانية استخدام الحشوات المقترحة في المصفيات التماسية ، لتصفية المياه السطحية و جعلها صالحة للشرب (مثال : مياه سد بللوران) وهذا له بالغ الأهمية في قطرنا ، لحل مشكلة التزويد بمياه الشرب من السدود السطحية المنتشرة في أرجاء القطر كافة .

إضافة إلى ذلك فقد تمكنا خلال هذا البحث من تحديد المتحولات الأساسية التي تميز عملية تنقية المياه الطبيعية في المصفيات التماسية والتي تعمل بالتدفق الصاعد ضمن الحشوات المتجانسة وغير المتجانسة .

المراجع :

.....

1- مشروع إرواء بلدة كسب والقرى المجاورة لها من سد بللوران – المعلومات العامة عن المشروع – مؤسسة مياه الشرب في الساحل + تحاليل أجريناه خلال البحث .

2- د.حجار ، سلوى ، 1985 – *معالجة مياه الشرب والمياه الصناعية الطبعة الأولى* ، جامعة حلب ، كلية الهندسة المدنية ، سورية .

3- م.سليمان ، سراب ، 1998 – *استخدام المرشحات فوق السريعة في تنقية المياه الطبيعية* ، رسالة قدمت لنيل درجة الماجستير في الهندسة البيئية ، جامعة تشرين – كلية الهندسة المدنية – سورية .

4- م. الاسطة ، دينة ، 1993– *تنقية مياه الشرب في مرشحات تشكيل الندف* ، رسالة قدمت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المائية ، جامعة حلب ، كلية الهندسة المدنية – سورية .

5- د.حسن ، كاسب ، 1986 – *الهندسة الصحية* ، الطبعة الأولى – جامعة تشرين ، كلية الهندسة المدنية – سورية .

6- STEEL,E.W,TERENCE,J,McGHEE,1985-Water Supply and Sewerage , Fifth Edition, Singapor,665P.

7- ARCADIO P,.SINCERO,GREGORIAA.SINCERO-1996-Enveiron mental Engineering (Adesigen Approach) .

8- NIKOLDZE,G.I,MINTH,D.M,KASTASKY,A,1989-Water Treat ment for Public and Industrial Supply , MIR,373 P.

9- CLEASBY, IL, 1970-Water Filtration Through Deep granular Media, "public work" .

10- TERENCE,J,McGHEE, 1991-Water Supply and Sewerage, Singapore, 602 P.