استخدام لباد الابر فى مرشحات الرمل البطيئه
الجزء الثالث: اختيار أنسب الاقمشه للتشغيل

USE OF NEEDLE FELT IN SLOW SAND FILTERS
Part III Selection of Filter Cloth

عادل محمد الحديدى ، أحمد فاضل عشرى
قسم الهندسة النسيجية قسم هندسة الاشغال العامه
كلية الهندسة ـ جامعة المنصـــورة

الخلاصه :

فى البحوث السابقه (١ ، ٢ و ٣) ثبت صلاحية ثلاث أصناف من الاقمشه الغير منسوجـــه للتشغيل فى مرشحات الرمل البطيئه، ويدور هذا البحث حول اختيار أفضل هذه الاصناف الثلاثه للتشغيل وذلك باستخدام طريقتين مختلفتين للتمييز بين الاصناف المختبرة.

ثبت أن اللباد الميكانيكى المصنع من ناتج تفتيح عوادم صلبه وطريه (قصاصات وكهنـه ـ بوليستر) هو أفضل وأنسب الاصناف الثلاثه المختبره حيث أنه أطول عمرا وذو قدره عاليه على تخفيض النسبه المئويه لخواص المياه الخام التالية ـ نسبة العكاره، نسبة البكتريـــا المزاله ـ نسبة الطحالب المزاله، كما أن سعر المتر المربع منه لايقارن بالنسبه للاصناف الاخرى، كما أنه حافظ على كل من حمضيه وقلويه المياه المرشحه بدون تغيير وأخـــيرا وفر حوالى ٤٠ سم رمل كانت تزال من المرشح بعد كل عملية غسيل.

ABSTRACT

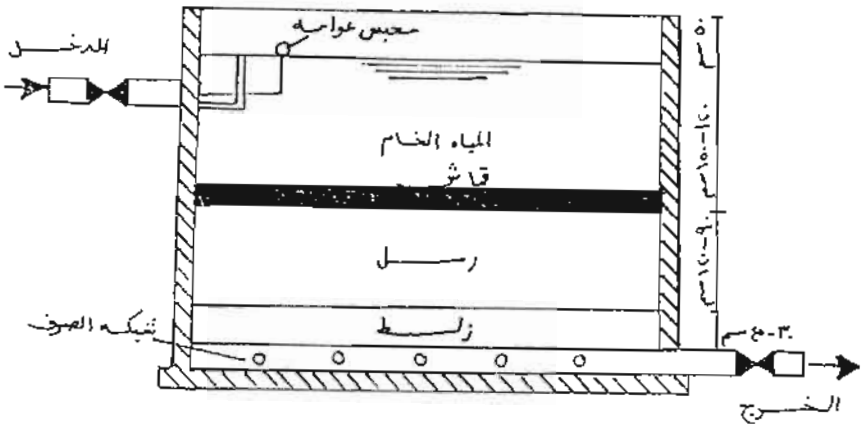
Needle-punched nonwovens (needle felt (NF), batt on base (B.O.B), and needled reinforcced out of textile wastes) are gaining importance for complex application in civil engineering. According to requirements, nonwovens fulfil various functions, such as filteration. Two different methods were used to select the best fit type of tested needle punched nonwoven fabrics for usage in sand filter. It was found that needled reinforced nonwoven out of textile wastes 1180 g/m^2, has the following.

Adavantages: Reduce capital costs of slow sand filter, Increasing run length, Improving filtered water properties, and Saves about 40 cm of sand depth.

١ـ مقدمه :

يعتبر معدل استهلاك مياه الشرب مقياسا لمدى تطور المجتمعات وخصوصا الريفيه، وقد ثبت من تجارب الدول الاخرى أن المرشحات الرمليه البطيئه قد تكون الطريقه المثاليـــه لظروف القرى المصريه (١).

والمرشح الرملى البطئ عباره عن خزان مفتوح من أعلى وتتراوح مساحته فى القـرى مـن ٥٠٠ الى ٢٠٠٠ م٢، وعمقه ما بين ٣ الى ٤ م وعمق الرمل بالمرشح يتراوح ما بيـن ٠,٨ ـ ١,٤ م، والخزان مزود بالمواسير والمحابس اللازمه لاغراض التشغيل المختلفه كما هو موضح فى شكل (١).



شكل (١): رسم تخطيطى للمرشح الرملى الطى، المزود بالاقمشه الغير منسوجه.

وفى البحوث السابقه فى هذا المجال تم تجربة نوعين من الاقمشه احدهما منسوجا وثبت فشله ، والآخر غير منسوج وثبت صلاحيته ، ولكن هذه البحوث لم تحدد أى صنف من اللباد الميكانيكى يكون أفضل من النواحى الفنيه والاقتصاديه ، ويهدف هذا البحث الى تقديم طريقتين يمكن بأى منهما الاجابه على هذا التساؤل ، أى أصناف لباد الابر يعد ملائما للاستخدام فى مرشحات الرمل البطيئه؟

٢ـ الجزء النظرى:

٢ـ١ أولا الطريقه الحسابيه للتمييز بين الاقمشه المختبرة:

يقترح فيها تكوين مصفوفه رياضيه،عباره عن خليط من الاصناف المختبرة وترتيب الفائـــده الناتجه من هذه الاصناف ، كما فى شكل (٢).

Fig. 2. Ranking of Advantages

Types of tested fabrics		b_1	b_2	b_3	b_4	b_n
	a1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{1n}
	a2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{2n}
	an	X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}	X_{n4}	X_{nn}

حيث أن a2,a1 .... an هى أصناف لباد الابر المختبره، بينما $b_2, b_1 \ldots b_n$ هى الاختبارات التى اجريت على المياه الخام باستخدام الاصناف السابقه، أما الارقام داخل المصفوفه x_n, x_{1n}, x_{12} فتمثل حاصل ضرب المنفعه فى قيمتها المقاسه، ثم باستخدام المعادله التاليه يمكن تحديد مستوى جودة القماش المختبر:ـ

$$QR = \sum b_i . x_i / \sum b_i \quad (1)$$

حيث يشير ترتيب الجوده QR الى مستوى صلاحية القماش المختبره، وواضح أنه كلما قلQR كان القماش أفضل.

٢ـ٢ ثانيا الطريقه الهندسيه للتمييز بين الاقمشه المختبره:

فيها تم اختيار الخواص التاليه: نسبه العكاره، الفقد فى الضغط، طول فترة التشغيل للفلتره، نسبة البكتريا، نسبة الطحالب المزاله من المياه الخام، للحكم على جدوى صلاحية الاقمشه المختبره، وقيست النتائج للخواص السابقه وحولت كلها الى نسبة مئويه ووجـــدت حالتان:

أ) الحاله المثاليه:

نفترض فيها وصول قيم الخواص السابقه الى أقصى قيمه لها، ثم مثلت هذه القيم علـــى محيط دائره، قسم محيطها الى عدد من الاقسام يساوى عدد الخواص المختاره، وتـــم توصيل قيم هذه الخواص معا فى صورة مضلع مقفول يمكن ايجاد مساحته ولتكن A كمـــا فى شكل (٧).

ب) الحاله العاديه:

يتم قياس الخواص السابقه باستخدام أقمشه اللباد المختبره ومثلت النتائج كما سبق فنحصل على مضلعات مقفوله كما فى الاشكال (٣، ٤، ٥، ٦) ونوجد مساحة كل مضلع منها ولتكن Ai وباستخدام معادله دليل التشغيل التاليه يمكن اختيار الصنف المناسب للتشغيل

$$P = (Ai/A) . 100 \quad (2)$$

وضح أنه كلما اقتربت قيمة P من ١٠٠٪ كلما كان أفضل وأقرب الى الظروف المثاليـــــه للتشغيل.

٣ـ الجزء العملى:

٣ـ١ الخامات المستخدمه ونتائج القياسات:

استخدام الاقمشه الغير منسوجه فى أغراض الترشيح، عرف منذ عرفت هذه الاقمشه، وطبقا للتقسيم العام لها نجدها فى ثلاثة أنواع هى:ـ

١) الاقمشه الغير منسوجه كميائيا: Chemically bonded fabrics

تم استبعاد هذا النوع من الاستخدام فى مرشحات الرمل البطيئه حتى لايحـــدث تفاعلات كميائيه بين مواد الربط والمياه الخام.

٢) الاقمشه الغير منسوجه حراريا Thermally bonded fabrics

تم استبعاد هذا النوع لعدم توافره فى السوق المصريه حاليا.

جدول رقم (١) : يوضح ملخص لبعض خواص الاقمشة المستخدمة فى البحث .

Febric Properties	Mass Per Unit Area (g/m^2)	Thickness At 242 g/Cm^2 (mm)	Packing Density ϕ	Porsity % $(1-\phi).100$	Hardness $((g/cm^2)/mm)$	Energy Absorbed* $(g/cm^2 * mm)$
1- Needled Felt	550	2.0	0.199	80.1	18.3	10.14
2- Batt on Bas	650	2.8	0.168	83.2	100.0	28.30
3- Needled Rein-forced From Waste	1180	13.4	0.064	93.6	88.2	195.20

حيث صلابة القماش حسبت طبقا لبيرس

$$H = \frac{p_2 - p_1}{t_1 - t_2} \quad (g/cm^2/mm)$$

بينما الطاقه الممتصه عند الانضغاط والتى حسبت طبقا لبوجاتى*

$$b = (y - a)(p + c) \quad ((g/cm^2).mm)$$

t_1 هى سمك القماش عند ضغط p_1.

t_2 هى سمك القماش عند ضغط p_2.

y هى سمك القماش عند ضغط p.

a هى أقل سمك للقماش عند أعلى ضغط.

٣) الاقمشه الغير منسوجه ميكانيكا Mechanically binded fabrics

وتضم هذه النوعيه ثلاثة أصناف هى :ـ

أ) اللباد الميكانيكى Needled Felt
ب) اللباد المسلح Batt on Base
جـ) اللباد المنسوج من العوادم Needled Reinforced

وفى هذا البحث تم تجربة الاصناف الثلاثه المتوافره محليا والتى يمكن انتاجها طبقا لظروف التشغيل وروعى أن تكون جميع شعيرات الاقمشه المختبره من البوليستر (٣٨ ـ ١٢٠ مم، ١٫٧ ـ ٢٠ دتكس) للصنفين الاول والثانى وبكتلة ٥٥٠، ٦٥٠ جم/م٢، وذلك لما تمتاز به شعيرات البوليستر من مرونه عاليه وسهوله فى التشغيل وقوة تغريز أقل وصلاحيه عاليه للترشيح ، ولايقلل من شأنها سوى مقاومة البوليستر المنخفضه للقلويات (المياه الخام)قلويتها لاتزيد عن (١٤٠ ـ أى ليس لها تأثير ضار على الالياف).

أما الصنف الثالث فقد صمم على أساس تغريز عدد خمس طبقات من اللباد الميكانيكى زنه كل واحده منها ٢٣٥ جم/م٢ ـ تغريزا من الجهتين ـ ٤٠٠ مشوار فى الدقيقه ـ ليعطوا جميعا قماشا كتله المتر المربع فيه ١١٨٠ جم/م٢ وسمكها عند ٢٤٫٢ جم/سم٢ هو ١٣٫٤ مم وصلابتها ٨٨٫٢(جم/سم٢)/مم، وكان معامل طبيعه سطحها ١٩٥٫٢ (جم/سم٢) مم، وروعى زيادة كل من عمق التغريز (من ١/٤ الى ٣/٤ بوصه) وكثافته (حتى ٤٠٠ أبره على البوصه المربعه) واستخدام ابر ١٦ (gauge) بغرض زيادة حشر الشعيرات مع بعضها وزيادة عمق غرسها بهدف التغلب على قصر شعيرات البوليستر الناتجه من تفتيح العوادم المختلفه.

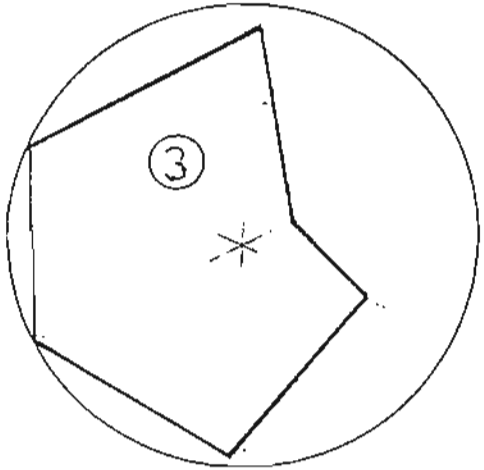
الاختبارات التى اجريت على المياه الخام يمكن الرجوع الى مرجعى (٢، ٣) للتعرف على طرق القياس مثل :

نسبة العكاره المزاله (وحده عكاره ضوئيه)، الطحالب المزاله (٪)، فترة تشغيل الفلتر (يوم)، فرق الضغط (سم)، البكتريا المزاله (٪).

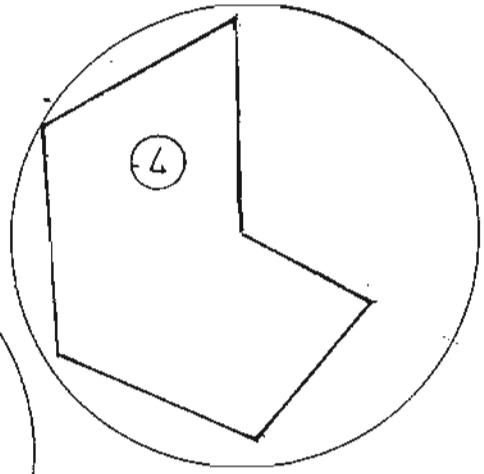
جدول رقم(٢) : يوضح بعض نتائج المياه المرشحه باستخدام اصناف لباد الابر الثلاثه المختبره في هذا البحث.

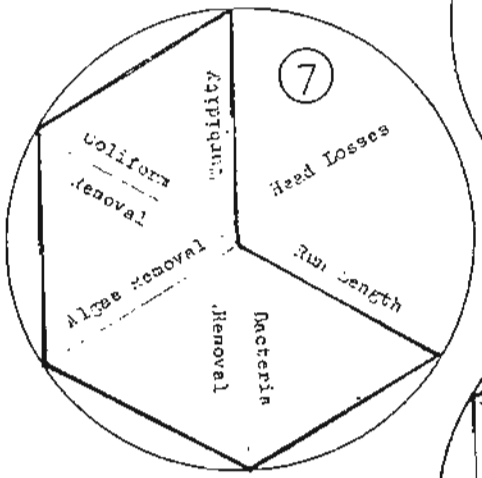
Type of filter Properties	Turbidity (NTU)	Head Losses (Cm)	Run length (Days)	Percentages Bact.	Algae	Clif
1— SSF without Textile	93.7	69.3	11	95	99	100
2— SSF with Needle Felt	95.4	58.3	12	92	96	100
3— SSF with Batt on Base	90.0	65.8	14	96	100	100
4— SSF with Needle Reinforced	95.0	63.8	19	95	99	100

شكل (٣) : خواص المياه بدون استخدام أية أقمشـــة .

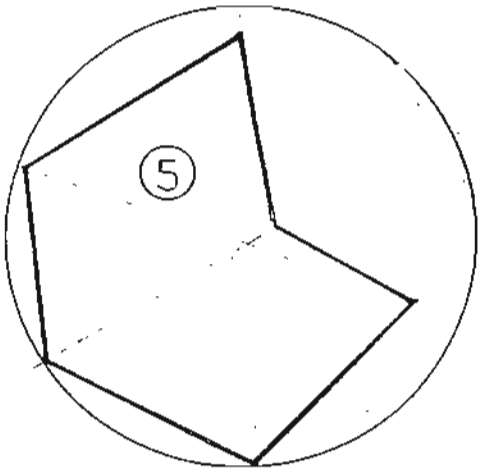


شكل (٤) : خواص المياه باستخدام النوع الاول من القماش الغير منسوج

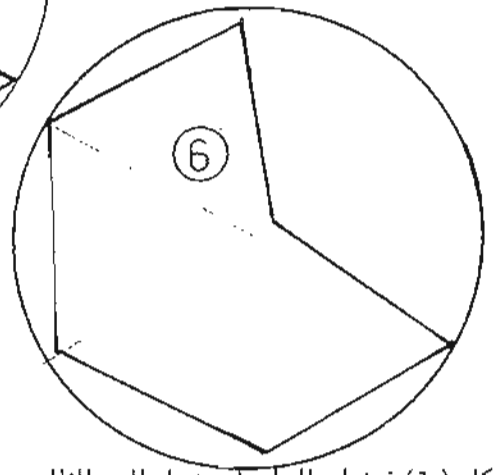




شكل (٧) : خواص المياه المثالية .



شكل (٥) : خواص المياه باستخدام النوع الثانى من القماش الغير منسوج .



شكل (٦) : خواص المياه باستخدام النوع الثالث من القماش الغير منســـوج .

بمقارنة النتائج الموضحه بالجدول السابق نجد أن بعض خواص المياه قد تحسنت أو سأت مع استخدام صنف من الاصناف المختبره وبطريقه غير متتاليه أو متساويه الامر الذى يجعل هناك حيره فى التميز بينهما ، ولاتخاذ قرار يحسم الجدل فى المفاضله بينهما استخدمت الطريقه الحسابيه الموضحه فى بند ٢ــ١ وكانت نتائجها كالتالى :
سجل اللباد المنسوج من العوادم رقم جوده منفعه ١٫٧٩ يليه قماش اللباد الميكانيكى ٢٫٥ ، بينما احتل اللباد المقوى المركز الثالث ٢٫٦ ، وجاء المرشح الرملى بدون قماش فى المركز الرابع والاخير مسجلا ١٫٠٣.

بينما كانت نتائج المفاضله بينهم باستخدام الطريقه الهندسيه الثانيه الموضحه فى بند ٢ــ٢ كالتالى :

١٠٠٪ حصل عليها اللباد الميكانيكى من العوادم المختلفه ، واللباد الميكانيكى ٩٥٪ وقد يرجع ذلك الى زيادة وزن المتر المربع ١١٨٠ جم/م٢ للأول وكذا كبر سمكه ١٣٫٤ مم الامر الذى جعل القماش الأول يحمل كفلتر متعدد الطبقات فتحسنت خواص المياه الخام كما أن تركيب هذا القماش مسامى أى قيمه ٩٣٫٦٪ الامر الذى يعطى لطبقة التلوث بالتواجد بين الشعيرات البارزه وبداخل القماش نفسه حتى بعد عمليات الغسيل ، وبالتالى لاتحتاج المياه الخام لفتره نضج جديده لطبقه التلوث وكانت بقية النتائج المسجله كما يلى :

احتل اللباد المقوى المرتبه الرابعه والاخيره مسجلا ٨٦٪ فقط بينما جاء الفلتر الرملى البطيئ بدون قماش فى المركز الثالث مسجلا ٩١٪ وسوف يذكر تفسيرا جزئيا لذلك فيما بعد ، وأن كان ذلك يحتاج لمزيد من الدارسه (الجزء الرابع من هذه الدراسه).

واضح من نتائج الطريقه الحسابيه والهندسيه اتفاقهما التام فى اختيار اللباد المصنع من العوادم النسيجيه كأفضل قماش يمكن استخدامه فى مرشحات الرمل البطيئه ، هذا بالاضافة الى أنه لم يغير من بعض خواص المياه المرشحه مثل الحمضيه والقلويه ، كما ثبت أن هذا القماش يوفر حوالى ٤٠ سم رمل ولايحتاج الفلتر بعد غسيله الى عمليات نخل وعنايه وأن سعره مناسب كما يوضح ذلك الاشكال (٨ أ ، ب ، جـ).

ومعلوم انه كلما نقص وزن المتر المربع من القماش نقص تشابك الشعيرات به ولذا روعى أن يكون وزن المتر المربع من اللباد المصنع من شعيرات بوليستر العوادم كبيرا ١١٨٠ جم/م٢ وذلك للتغلب على قصر اليافه (٢٨ ــ ٦٠ مم) ، ومعلوم ان هذا القماش أعطى أعلى مساميه أى جيوب هوائيه ٩٣٫٦٪ ، كما أن معامل طبيعه سطحه كبيرا ١٩٥٫٢ (جم/سم٢)/مم أى مشعر جدا مما يعطى الفرصه للعديد من الانواع المختلفة من الكائنات الحيه الدقيقه ان تنمو وتكثر على سطح القماش وبداخله مكونه مايسمى بطبقة التلوث التى تلعب دورا حيويا وهاما فى ترشيح المياه بهذه الطريقه ، ومعامل التشبر هذا يتفوق كثيرا على نظيره فى اللباد المقوى (٢٨٫٣ جم/سم٢/مم) أى أن طبوغرافيه سطح هذا القماش املسا بدرجة لاتسمح بتواجد هذه الكائنات الحيه الدقيقه وخصوصا بعد عمليات غسيل المرشح .

Fig. 8 .

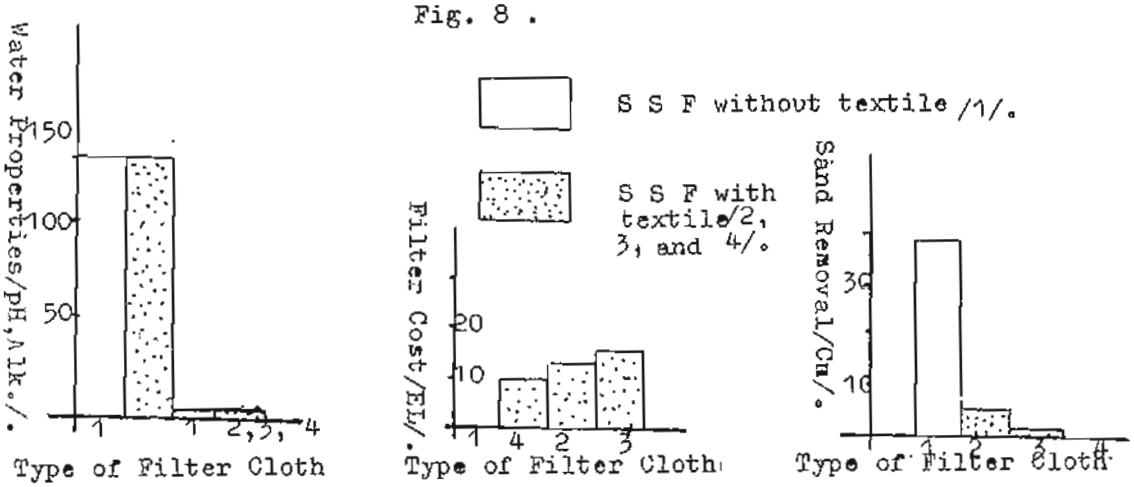


Fig. 8_a Fig. 8_b Fig. 8_c

شكل (٨ـأ) : يوضح ثبات خواص حضية وقلوية المياه باستخدام وبدون استخدام أقمشة .

(٨ـب) : يوضح تكاليف تزويد المرشح الرملى بالاقمشة بالترتيب التالى :
الفلتر بدون قماش ، باستخدام النوع الثالث ، باستخدام النوع الثانى ، باستخدام النوع الاول .

(٨ـ جـ) : يوضح كمية الرمل المزال بعد غسيل المرشح وفيه يتضح أن كمية الرمل التى ازيلت بدون استخدام أقمشة وصلت الى ٤٠ سم ثم تناقصت حتى الصفر باستخدام القماش من النوع الثالث .

بمعنى آخر أنه كلما زاد تشعير سطح القماش كلما زادت المساحة التى تنمو عليهـــا الكائنات الدقيقة التى تساعد على عملية الترشيح ·

واضح ايضا أنه كلما كانت الشعيرات قصيرة كلما كان القماش الناتج أسهل تشوها وحيث ان هذا القماش من خمس طبقات تعمل كل واحدة منها كفلتر مستقل وعليه يصبح القماش كما لو كان متعدد المرشحات، كما روعى زيادة كل من عمق التغريز وكثافته لاعطاء القماش الصلابة التى تسمح باعادة استخدامه أكثر من مرة، وقد تحقق هذا فعلا حيث يعمـــل هذا القماش بكفاءة عالية فى المرشح الرملى البطئ بمحطة رفع مياه سندوب ـ المنصورة منذ حوالى سنة وحتى الآن ، وقد يرجع ذلك الى زيادة وزن القماش وبالتالى زيـادة كثافة الشعيرات داخل القماش وتداخلها مما يؤدى الى زيادة المقاومة الاحتكاكيـة بيـن الشعيرات وبالتالى زيادة المتانة ، كما أنه معلوم أنه كلما زاد وزن الشعيرات كلمـــا زادت فرصة تلاقى عدد أكبر من الشعيرات بأسنان الابر وبالتالى زيادة التداخـــــل والتماسك بين الشعيرات·

٤ـ الخاتمة :

من تحليل النتائج السابقة يمكن استنتاج بأن القماش اللباد المصنع من العوادم النسيجية يعد أفضل الاصناف المختبرة فى هذا البحث وأنه ملائم للاستخدام بتصميمه هـذا فـى مرشحات الرمل البطيئة· وبذلك يرجع الفضل الى الاقمشة الغير منسوجة فى فتح مجـال جديد تساهم فيه صناعة لباد الابر فى خدمة الهندسة الصحية لترشيح مياه الشـــرب بطريقة اقتصاديه·

٥ـ المراجع:

(1) Fadel, A. et al.: Slow Sand Filteration For Surface Water Treatment, Progress Report, Faculty of Eng., Mansoura 1992.

(2) El-Hadidy, A. and Fadel, A.: Use Of Needle Felt In Slow Sand Filters, Part I. Methodology and Procedures, MEJ, Vo. 17, No. 2, June 1992.

(3) El-Morsy, A.: Msc. Faculty of Eng. Mansoura, 1992.

(4) Fadel, A.; El-Hadidy, A. and El-Morsy, A.: Utilization Of Textiles In Slow Sand Filter, Part II, MEJ, 1993 (To Be Published).