

استخدام الحقل المغنطيسي لتحسين اداء اغشية المرشحات المستخدمة في منظومات تحلية المياه

* مهدي شنشل جعفر

دكتوراه هندسة كيمياوية

كلية المستقبل الجامعة - بابل

mahdijaafar@yahoo.com

د. حسن شاكر مجدي

دكتوراه هندسة كيمياوية

عميد كلية المستقبل الجامعة - بابل

Hasanshker1@gmail.com

أستلم 8 ايلول 2015

قُبل في 7 كانون الثاني 2016

الخلاصة:

تم في هذا البحث استخدام الشدة المغناطيسية للحد من الترسبات على المرشحات الغشائية والتي تعتبر أهم سبب في انسداد أو فشل هذه الأغشية مما ينعكس سلباً على أداء المنظومة. أجريت التجارب باستخدام منظومة تحليه بطريقة التناضح العكسي مع تسليط مجال مغناطيسي على مجرى الماء الداخل إلى المنظومة لدراسة تأثير القوة المغناطيسية على تقليل ترسب المواد الغير العضوية المتمثلة بكاربونات الكالسيوم و المغنسيوم من خلال خفض العسرة للماء المعالج واستخدم لهذا الغرض جهاز معالجة متغير الشدة المغناطيسية (1000-3000) كاوس لمعرفة تأثير الشدة المغناطيسية المؤثرة على تقليل مع الأخذ بنظر الاعتبار معدل جريان الماء حيث تم استخدام عدة معدلات للجريان (1-3-5-7) لتر/دقيقة و استخدم ماء الشرب كماء خام لأغراض إجراء التجارب. تشير النتائج التي تم تسجيلها الى انخفاض عسرة الماء المعالج بنسبة 55-60% عند تعرض الماء الى شدة مغناطيسية بقيمة (3000 _ 6000) كاوس. كما لوحظ زيادة نسبة ازالة العسرة في معدلات الجريان العالية. ومن خلال تصوير مقطع داخلي لنسيج أغشية المرشح لوحظ وجود اثار للترسبات اقل مما هو عليه في المرشحات التي لم تتعرض للمجال المغناطيسي. يؤدي استخدام او تسليط القوة المغناطيسية في منظومات تحلية المياه التي تعمل بالتناضح العكسي Reverse Osmosis على خفض نسبة الترسبات على الاغشية و زيادة كفاءة منظومة التحلية واطالة العمر التشغيلي لها.

الكلمات المفتاحية: تحلية المياه، المعالجة المغناطيسية، عسرة الماء، المرشحات النانوية، التناضح العكسي.

Application of magnetic Field to Improve the performance of Filter membranes used In water desalination systems

ABSTRACT:

Membrane fouling is a serious problem facing the performance of water desalination systems. one of the most reason causing this fouling is water hardness as a CaCO_3 due to the inorganic pollutants Ca^{+2} and Mg^{+2} in feeding water. This problem is the main object studied by this research by using the magnetic field applying various magnetic strong (1000-3000,6000) Gause, to study the effect of magnetic field on reducing the membrane fouling through reducing the water hardness. Results showed that at high magnetic strong led to increasing water hardness removal, that's mean low fouling materials on the membrane. It was found that magnetic treatment reduce the water hardness to about 55-60% when 3000-6000 Gause, magnetic field was applied and at level of water flow rate (7.0 l/min). The microstructure test showed that a fouling trace found on the membrane using in the control treatment unite compare with the filter membrane which applied the magnetic treatment technique. Reducing membrane fouling rate enhancing water desalination unite efficiency and the membrane operating time.

Key words: Desalination, Magnetic Treatment, Water Hardness, Nanofilters, Reverse Osmosis

1. المقدمة

انتشر في السنوات الأخيرة استخدام منظومات التحلية بمختلف أنواعها وأحجامها سواء على مستوى الصناعي أو المنزلي للحصول على مياه صالحة للشرب خالية من الشوائب والأملاح الذائبة وأصبح وجودها في المنازل شائعاً. تعتمد هذه المنظومات في عملها على المرشحات فائقة الدقة (الغشائية منها و السيراميكية) (Goosen .et al, 2004). وقد حصل تطور كبير في تصميم و تصنيع هذه الأنواع من المنظومات لتأمين الطلب المتزايد عليها وكما في معظم عمليات التصفية فإن هذه المنظومات تواجه بعض المشاكل الناجمة بالأساس عن طبيعة المياه الداخلة إليها، بالإضافة إلى مشاكل تشغيلية أخرى تتعلق بالظروف البيئية وخاصة الفشل أو الأنهييار الذي يحصل في أغشية المرشحات والذي يعتبر مشكلة كبيرة تواجه هذا النوع من عمليات التحلية للمياه لما تسببه هذه الظاهرة من مشاكل جدية تؤثر على حسابات الجدوى الاقتصادية لمثل هذه العمليات، إذا انها تقلل من العمر التشغيلي للمنظومة (Busch K and Busch M 1997). إن تقنيات المرشحات الغشائية وخاصة مرشحات التناضح العكسي أصبحت من التقنيات الرئيسية لإنتاج مياه الشرب في العالم (Mohammadi et al, 2002). إن فشل أغشية الترشيح تظهر من خلال إنسداد فتحات الأغشية

بسبب تراكم المواد المترسبة على سطح الغشاء والفتحات الداخلية له وزيادة مقاومتها للجريان (Kobe et al., 2001). كما يترتب على هذا الفشل في أداء المرشحات عدة عوامل أخرى متمثلة في إنخفاض معدل التدفق ورداءة نوعية الراشح وزيادة إستهلاك الطاقة و بالنظر لأعتماد حسابات الكلفة في إنتاج مرشحات التناضح العكسي على العمر التشغيلي (تبدل المرشحات يتضمن 30% - 20 من الكلفة التشغيلية) فعليه ان الحد أو السيطرة على معدل الترسبات في المرشحات الغشائية يعتبر من العوامل الأساسية في تحسين العمر التشغيلي لهذه المرشحات الذي ينعكس على خفض الكلفة بشكل عام (Fathi, 2006). ان معظم عمليات تحلية المياه تستخدم أغشية التناضح العكسي وتختلف عن الأغشية النانوية كونها أغشية غير مسامية و انتقائية بحيث تسمح لجزيئات الماء بالمرور فقط في حين تمنع مرور الأملاح والمواد الصلبة الذائبة, تحتاج هذه العملية الى ضغط يزيد عن الضغط اللازم للتناضح الاعتيادي الذي ينتج عن فرق التركيز بين مكونات الماء الصافي و الماء الغير معالج وحسب قاعدة الإنتشار فإن الإنتقال يكون من التركيز الأقل الى التركيز الأعلى ولعكس هذه العملية يتطلب تسليط ضغط يتناسب مع تركيز الأملاح الذاتية وهو ما يطلق عليه ضغط التناضح العكسي والي يساعد على دفع جزيئات الماء من الجهة ذات التركيز الأعلى إلى التركيز الواطئ (Banejad and Abdosalehi, 2009).

تؤثر الشدة المغناطيسية على نمو الترسبات البلورية لكاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ في اغشية المرشحات, كما ان التعرض للفيض المغناطيسي يحد من قابلية الشوائب الدقيقة العالقة على التكتل بنسبة اكثر من 10% حتى في المجالات المغناطيسية الواطئة الشدة (Madsen 1995). كما ان الشدة المغناطيسية تزيد من قابلية ذوبان الاملاح وتحلل الحوامض بمعدل اكثر مما هو عليه في المياه الاعتيادية (Qin, et al. 2009). تتعرض اغشية المرشحات من كثير من المواد المترسبة ناتجة عن طبيعة المياه الداخلة أو ما يحدث خلال العملية التشغيلية, تشكل الكاربونات والكبريتات ($BaSO_4$, $CaSO_4$, $CaCO_3$) نسبة عالية من المترسبات, وبسبب احتواء المياه على المواد العضوية تتكون أحياء مجهرية مسببة طبقة رقيقة متلاصقة مع سطح الاغشية تسمى الطبقات المتاخمة الاحيائية (Biofilms) و بشكل عام فان السبب الرئيسي لانسداد أو فشل الاغشية هو مكونات الماء سواء كانت عضوية أو غير عضوية (Kozic et al, 2006). تتأثر قابلية المرشحات الغشائية كثيرا بالظروف التشغيلية اذ ان للضغط ودرجة الحرارة تأثير مهم على كفاءة المرشحات كما إن سرعة جريان الماء تساعد على خفض معدل الترسبات على الغشاء (Mohammdi et al, 2002).

يمكن الحصول على بعض التحسينات المهمة عند استخدام المجال المغناطيسية في توفير الوقت والكلف من خلال تقليل فترة استبدال المرشحات او الصيانة العامة معالجة المياه المتقدمة من خلال خفض الطاقة التشغيلية للمنظومة و ترشيد استهلاك الماء و اطالة العمر التشغيلي للمرشحات والمنظومة والاستغناء عن استخدام المواد الكيماوية المانعة للترسيب وتقليص عدد مرات الغسيل الحامضي وخفض معدل التاكل في اجزاء المنظومة (Alimi et al, 2009).

2. طريقة العمل:**2.1 : منظومة التحلية بالتناضح العكسي**

استخدمت منظومة التحلية بالتناضح العكسي في اجراء التجارب والمكونة من خزان تغذية ماء بلاستيكي لتجميع لتغذية المنظومة لغرض معالجتها, و مضخات ماء دافعة معززة لدفع وضخ المياه بضغط 6 بار, مرشحات نسيجية للتخلص من الشوائب , مرشحات كاربونية للتخلص من الكلور قبل الدخول الى المرشحات الغشائية والحقل المغناطيسي , انابيب بلاستيكية قياس 8/1 انج وصمامات تحكم لغرض السيطرة على معدل جريان المياه في منظومة التحلية ويبين الشكل(1) اجزاء منظومة المعالج المستخدمة.

2.2 جهاز المعالجة المغناطيسية

استخدم جهاز معالجة مغناطيسية متغير الشدة (1000 ، 3000 و 6000) كاوس مصنع محليا من قبل الباحثين . ويوضح الشكل (2) اجزاء جهاز المغنطة المستخدم والمكون من غلاف معدني من مادة الكاربون ستيل (الهيكل الخارجي)، تحتوي على مجموعة مغناط مثبتة على الهيكل الخارجي بواسطة مساند معدنية. لغرض دراسة تاثير الحقل المغناطيسي , استخدمت قيم مختلفة من الشدة المغناطيسية سلطت على نماذج الماء المعالج(1000،3000 و 6000)كاوس لمعرفة تاثيرها على المواد المترسبة على اغشية المرشحات و تحديد افضل شدة مؤثرة على خفض الترسبات على تلك الأغشية.

2.3 طريقة المعالجة والفحوصات المختبرية**2.3.1 : طريقة المعالجة.**

لغرض دراسة تأثير الشدة المغناطيسية على اداء اغشية الترشيح في منظومات التحلية تم اختيار جهاز معالجة مغناطيسية متغير الشدة 1000 , 3000 و 6000 كاوس, بالاضافة الى اجراء بعض التجارب بدون تسليط شدة مغناطيسية (تجارب المقارنة) ولفترات زمنية مختلفة(2, 4 , 6 , 8) ساعة مع الاخذ بنظر الاعتبار تأثير معدل الجريان على اداء او كفاءة المنظومة مع وجود التأثير المغناطيسي. استخدم ماء الشرب لتغذية المنظومة وإجراء التجارب حيث يتم تجميعه اولاً في خزان بلاستيكي سعة 20 لتر ومن ثم ضخه الى المرشحات بواسطة المضخات الدافعة تعمل بضغط 6 بار تقريبا. سحبت نماذج بعد كل تجربة بعد انتهاء الوقت المحدد وإجراء الفحوصات العامة للماء المعالج والماء المرفوض.

2.3.2 الفحوصات المختبرية

اجري فحص عسرة لنماذج من الميه الداخلة للمعالجة ونماذج بعد المعالجة لمعرفة الفرق بين القرائتين ودراسة تاثير الشدة المغناطيسية على عملية المعالجة، وتكررت خطوة الفحص هذه على كافة النماذج وبتكرار ثلاث مرات كل فحص ولكافة مراحل المعالجة مع الاخذ بنظر الاعتبار متغيرات معدل الجريان والشدة المغناطيسية المستخدمة. وتم الفحص باخذ 10 مل حجم عينة من الماء في قنينة حجمية 50 مل ويكمل الحجم باضافة الماء المقطر، ثم اضيف الى العينة 1.2 مل من محلول البفر لتكون الدالة المضوية تساوي 10، ثم اضيف مقدار 0.1 من الدليل المستخدم من مادة اثيلين داي تولوين اسيتات الذي تم تحضيره مسبقا ومن خلال العلاقة التالية تم حساب العسرة.

$$TH = A * N * 1000, \text{ml} \quad (1)$$

TH: Total Hardness(mg CaCO₃ equivalent to 1.0 ETDA)

A: ml of titration solution

ومن خلال تسجيل النتائج والقراءات تم حساب النسبة المئوية لخفض العسرة في المياه الداخلة لمنظومة المعالجة

$$\text{نسبة ازالة العسرة} = (\text{العسرة الكلية} - \text{العسرة المتبقية}) / \text{العسرة الكلية} * 100\%$$

3. النتائج والمناقشة:

اجريت التجارب باستخدام المنظومة المختبرية على مواصفات المياه الناتجة لكل من المياه المرشحة المرفوضة واعتمدت نسبة ازالة العسرة على اساس كاربونات الكالسيوم كمؤشر والتي تعتبر العامل الرئيسي للترسبات التي تتجمع على اغشية المرشحات. تم تسليط شدد مغناطيسية مختلفة هي 0، 1000، 3000 و 6000 كاوس بواسطة جهاز مغنطة ربط مع انبوب تجهيز المياه بمعدلات جريان مختلفة من 2 الى 8 لتر/دقيقة. يبين الشكل (3) زيادة معدل ازالة العسرة في المياه المرفوضة بسبب تاثير الشدة المغناطيسية في مجرى المياه الخام الى منظومة الترشيح بالتناضح العكسي مقارنة بمعدل ازالة العسرة لهذه المياه في منظومة المقارنة حيث وصلت كفاءة الازالة الى 38% عند استخدام قوة مغناطيسية بمقدار 1000 كاوس، وارتفعت هذه النسبة الى 45% بزيادة الشدة المغناطيسية الى 3000 كاوس ووصلت الى 55% عند استخدام 6000 كاوس . يعمل المجال المغناطيسي على خفض الشد السطحي للمياه مما يساعد على منع ترسب التكلسات المتمثلة بالكربونات على الاغشية بالرغم من زيادة عسرة المياه المرفوضة (Gabrielli, 2001).

كذلك فان النتائج المسجلة تشير الى ان زيادة معدل الجريان للمياه المعالجة ايضا له تاثير في ازالة الترسبات او منع تكونها على الاغشية اذا ان سرعة الجريان تعني ان وقت البقاء للمياه والملوثات يكون اقل وبذلك لا تتوفر فرصة كافية للترسب او الالتصاق مع الاغشية. اجريت تجارب اخرى لدراسة تاثير زمن البقاء او التعرض للتثير المغناطيسي على المياه المعالجة من خلال زياد طول الانبوب الناقل للمياه مع تسليط شدة مغناطيسية ثابتة بقيمة 6000 كاوس فوجد ان معدل ازالة العسرة الى ارتفع إلى 55% كما يبين الشكل (4) وذلك ناتج عن زمن بقاء المياه فقد ازداد مما يعني زيادة تأثير القوة المغناطيسية عند زيادة زمن البقاء. ولمعرفة طبيعة الترسبات والانسدادات في داخل الاغشية فقد التقطت صور مقطعية مجهرية للأغشية بعد الاستخدام لكلا المنظومتين في حالة وجود المجال المغناطيسي او بدونه لمعرفة تأثيرها على التركيب الداخلي للأغشية ويبين الشكل (5) التصوير المقطعي للأغشية ظهور اثار للترسبات في اغشية المرشحات التي استخدمت لمعالجة المياه الممغنطة مقارنة مع تلك التي استخدمت المياه الاعتيادية.

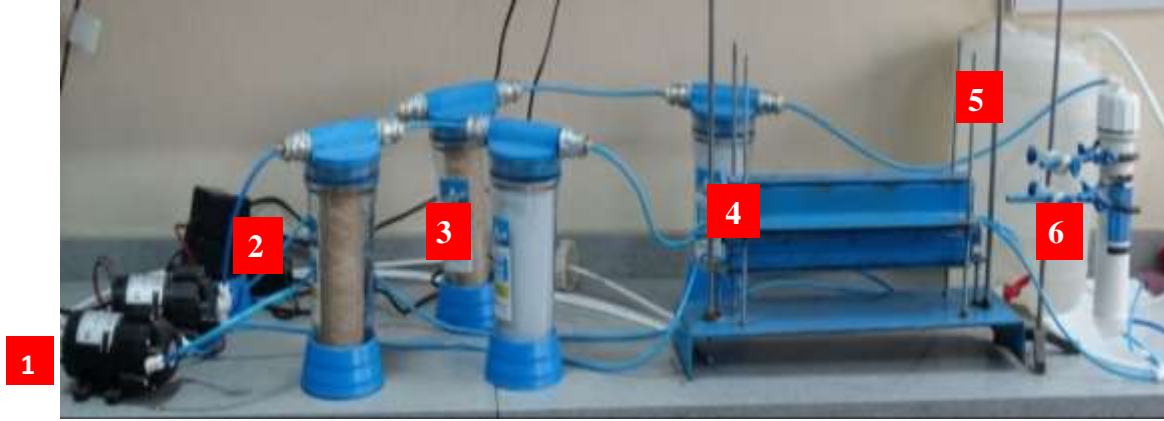
4. الاستنتاجات

ان تطبيق التقنية المغناطيسية في منظومات الترشيح التي يستخدم فيها الاغشية النانوية يساعد على ازالة او خفض معدل الترسبات على اغشية المرشحات وهذا يعزز كفاءة المنظومة وإطالة العمر التشغيلي للمرشحات و تقليل الطاقة التشغيلية وبالتالي زيادة الجدوى الاقتصادية للمنظومة، يزداد معدل ازالة العسرة من المياه المعالجة الى 45% عند تسليط شدة مغناطيسية مقدارها 6000 كاوس وعند استخدام نفس الشدة وزيادة زمن البقاء للمياه المعالجة ارتفعت النسبة الى 55%. هذه النتائج تبين ان تطبيق التقنية المغناطيسية تحسن اداء عملية الترشيح والحفاظ على المرشحات لفترة اطول مما لو استخدمت بشكل اعتيادي

References:

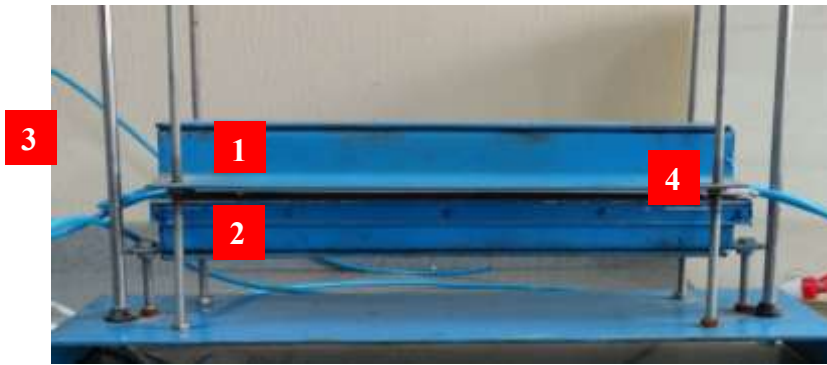
- [1] Alimi F., Tili M.M., Ben Amor, M., Maurin, G., Gabrielli C. (2009) Effect of magnetic water treatment on calcium carbonate precipitation: Chemical Engineering and Processing, Vol. 48, Issue 8 (August 2009),pp. 1327-1332, ISSN 0255-270
- [2] Banejad H. Abdosalehi B., (2009), The Effect of magnatec field on water Hardness Reducing , Thirteenth International Water Technology Conference, IWTC 13 2009, Hurghada, Egyp.
- [3] Busch KW, Busch MBM (1997). Laborator studies on Magnetic Water Treatment and Their Relationship to a Possible Mechanism for Scale Reduction. Desalination, 109(2): 131.
- [4] Ebrahim, S. (1994). Cleaning and regeneration of membranes in desalination and wastewater application: state-of-the-art. Desalination, Vol. 96, Issues 1-3, (June 1994), pp. 225-238, ISSN 0011-9164

- [5] Fathi, A.; T. Mohamed, G. Claude, G. Maurin and B. Mohamed, (2006) Effect of a magnetic water treatment on homogeneous and heterogeneous precipitation of calcium carbonate. *Water Research*, 40, pp: 1941-1950,.
- [6] Gabrielli, C., Jaouhari, R., Maurin, G., Keddam, M. (2001) Magnetic water treatment for scale prevention. *Water Res.* 35 (13), 3249-3259,.
- [7] Goosen, M.F.A.; Sablani, S.S.; Al-Hinai, H.; Al-Obeidani, S.; Al-Belushi, R.&Jackson, D. (2004). Fouling of reverse osmosis and ultrafiltration membranes: a critical review. *Separation Science and Technology*, Vol. 39, No. 10, pp. 2261-2297 ,ISSN 0149-6395
- [8] Kobe, S.G. Drazic, P.J. McGuinness, J. Strazisar, (2001), The influence of the magnetic field on the crystallization form of calcium carbonate and the testing of a magnetic water-treatment device, *Journal of Magnetism and Materials*, 236:71-76,.
- [9] Kozic V., Krope J., Lipus L. C. (2006), Magnaetic Field Analysis on Electromagnetic Water Treatment Device, *Hngarian journal of industria chemetry m* Vol 34 pp 51-54, Veszprem.
- [10] Madsen L. H.E., (1995). Influence of magnetic field on the precipitation of some inorganic salts. *J. Cryst. Growth* 152,94-100,
- [11] Mohammadi, T.; Madaeni, S.S. Moghadam, M.K. (2002). Investigation of membrane fouling. *Desalination*, Vol. 153, Issues 1-3, (February 2003), pp. 155-160, ISSN 0011-9164
- [12] Qin, J.J. Liberman, B. kekre, K.A. (2009). Direct Osmosis for Reverse Osmosis Fouling control: Principles, Applications and Recent Developments. *Chemical Engineering Journal*, Vol.3, No. 1,pp. 8-16, ISSN 1874-1231.

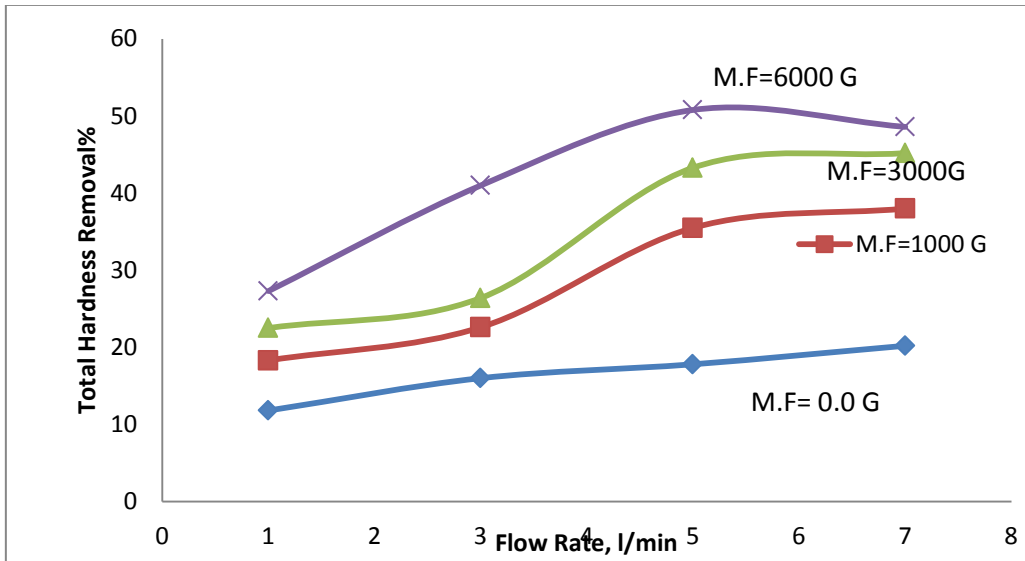


الشكل رقم (1): اجزاء منظومة المعالج المستخدمة

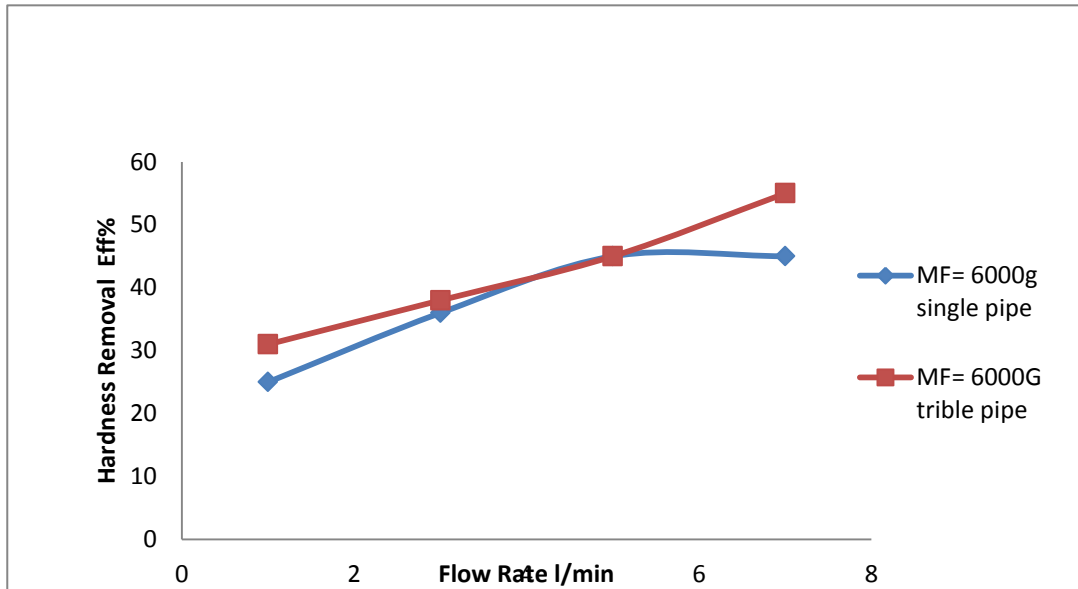
منظومة الترشيح بالتناضح العكسي Reverse Osmosis (مضخة ضغط عالي 2. مرشح نسيجي 3. مرشح كاربون منشط 4. منظومة معالجة مغناطيسية 5. خزان التغذية 6. خلية التحلية بالتنافذ العكسي RO)



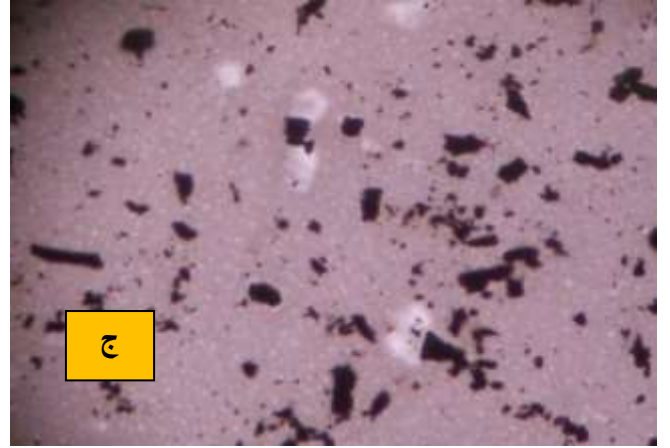
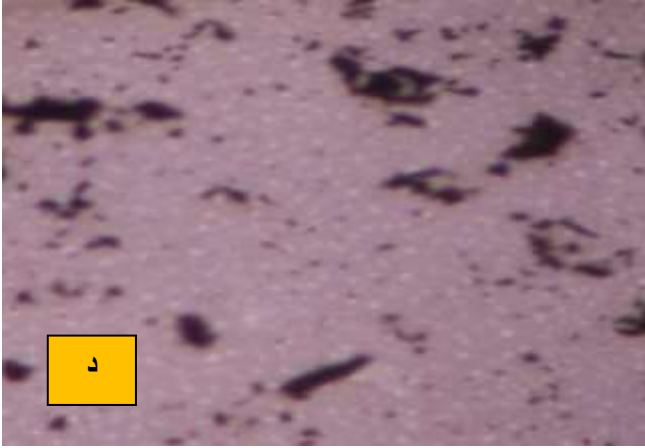
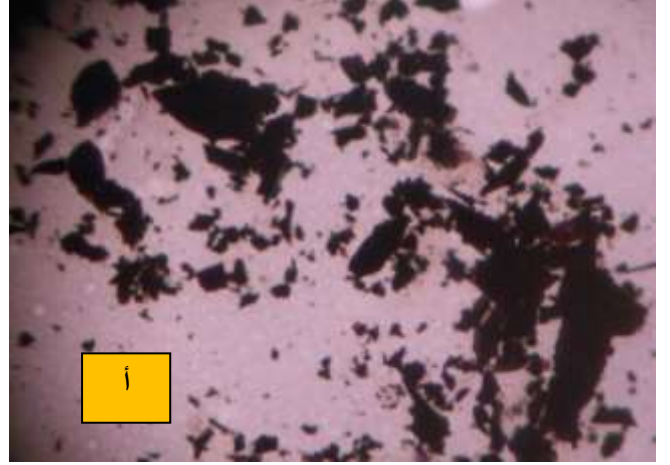
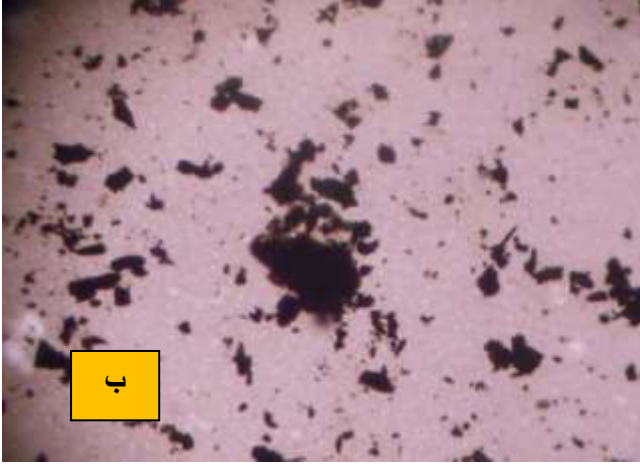
الشكل رقم (2): جهاز معالجة مغناطيسية متغير الشدة (-الجزء المتحرك 2-الجزء الثابت 3- تغذية الماء (دخول الماء) 4- خروج الماء المعالج)



الشكل رقم (3): تأثير الشدة المغناطيسية ومعدل الجريان على ازالة العسرة من اغشية الترشيح في التناضح العكسي



شكل رقم (4): تأثير زمن بقاء المياه المعالجة على ازالة العسرة من اغشية الترشيح في منظومة التناضح العكسي



الشكل رقم (5): صور مقطعية مكبرة للاغشية قبل وبعد استخدام القوة المغناطيسية (كاوس) في المعالجة. (أ- الشدة المغناطيسية = 0.0 , ب- لشدة المغناطيسية = 1000, ج_ الشدة المغناطيسية = 3000, د- الشدة المغناطيسية, 6000)