النانوتكنولوجي وإدارة الموارد المائية

جبر عبد جبر حسون الفتلي
رئيس مهندسين أقدم في وزارة الإتصالات

المستخلص

البحث المعروض أمام حضراتكم يتحدث عن محاولة إدارة المارد المائية بوجهة نظر مختلفة عن السابق ، بحيث تأخذ التقنيات الحديثة الدور الإساسي في عملية التحكم عن طريق الإدارة الرشيدة للمياه والمحافظة عليها من الهدر الكبير ، وكذلك تطبيق التكنولوجيا الجديدة مثل النانو تكنولوجي في إعادة الحياة للمياه وإزالة العسرة منها لإنها أساس الحياة في هذا الكوكب .

فمشكلة شحة المياه الصالحة للإستهلاك أصبحت تؤرق الباحثين قبل سكان الكوكب الذين زاد عددهم بشكل مضطرب في الربع الأول من هذا القرن (الحادي والعشرين) ، ومع المشاكل الأخرى مثل سوء الإدارة المائية يتعقد المشهد أكثر ليصل إلى التهديد بكارثة الجفاف ، الأكثر خطورة مع الحاجة للمياه بشكل مستدام ، وهذا ما جعل منظمة الأمم المتحدة تجعله ضمن أهدافها المهمة لتحقيق التنمية المستدامة .

الهدف الرئيسي من البحث هو التنبيه الى إمكانية إتباع الطرق الحديثة في الري والزراعة، وتقليل هدر المياه من خلال معالجة المياه التي فقدت فائدتها الحيوية من خلال معالجتها وتدويرها بشكل أمثل إذا علمنا إن 70% من مساحة الكرة الإرضية تغطيها المياه .

وقد تم إستخدام البحث والتقصي مع متابعة الإستبانات المعدة من المراكز البحثية المختصة والرصينة ، وما حصلت عليه من نتائج منطقية ، وإعتمادها في منهجية البحث .

لذا يجب الضغط على الإدارات العليا لوضع إسس ونصوص وتشريعات لمشاريع إستراتيجية مستقبلية تساهم في رسمها خبرات المختصين في مراكز البحث وتجاربهم لمعالجة هذه الظاهرة قبل أن تتحول الى كارثة بيئية مدمرة .

الكلمات المفتاحية Keyword : إدارة المياه – النانوتكنولوجي – التنمية المستدامة

هدف البحث

الهدف الرئيسي من البحث هو معالجة شحة المياه بالسعي العلمي الحثيث من خلال أستخدام إدارة ذكية للموارد المائية المتوفرة حالياً ، والتأكيد إن الحل الأمثل هو إستخدام التقنيات الحديثة ومنها النانو تكنولوجي الذي حقق قفزة كبيرة في التجارب الأولى له في هذا المجال .

مشكلة البحث

المشكلة الأساسية في هذا البحث هي شحة المياه بسبب الزيادة السكانية الكبيرة في عموم العالم ، والعراق بشكل خاص . وكذلك تطرقت الى الهدر الكبير للمياه بسبب سوء الإدارة للموارد المائية وإتباع الأسالسب الكلاسيكية في الري للمحاصيل والمزروعات ، والإستهلاك البشري المفرط للمياه .

منهج البحث

إعتمدت في إعداد البحث على المنهج التاريخي والمعلومات المؤرشفة عنه ، والجزء الأكبر أعتمدت فيه المهنج الوصفي العلمي ، وإستقصاء البيانات وتحليل الإشكاليات ، وحسب توفر المعلومات الأساسية التي تطلقها وزارة الموارد المائية العرقية ضمن نشراتها الرسمية ، والمؤسسات البحثية الرصينة التابعة للجامعات أو المؤسسات المختصة من القطاع الخاص .

المقدمة

يعتبر الماء من أسرار الحياة كما وصفه الله جل وعلا في كتابه المقدس (القرآن الكريم)

" أولم ير الذين كفروا أن السماوات والأرض كانتا رتقا ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون " -- سورة الأنبياء / 30

لذا إنصب جهد الإنسان منذ العصور الأولى لفجر الخليقة على الإهتمام بالماء ومحاولة الإستفادة منه الى أقصى الدرجات الممكنة . وبعد الإنتقال الى عصر الزراعة زاد الإهتمام بالثروة المائية لإنها أحد أضلاع المثلث مع (التربة والهواء) التي تشكل هيكل الزراعة الأساس

وفي القرن العشرين (الماضي) وبسبب التزايد الكبير للسكان ونموهم المضطرب في الربع الأخير منه ، زادت الحاجة الى الغلة الزراعية لمنع حالات الفقر وتفشي آفة الجوع في المجتمع الإنساني . مما دفع العلماء الى التفكير الجدي بإستخدام وسائل حديثة في إدامة التربة وزيادة خصوبتها خصوصاً بعد قلة المساحات المزروعة ، وكذلك إتباع طرق ري جديدة لتقليل الهدر في المياه ، ومن أهم هذه التقنيات الحديثة هي النانوتكنولوجي بعد نجاح تجاربها الأولى بشكل ملفت للنظر . لذا سيكون الحديث عنها في هذا البحث بشكل تفصيلي وكيفية تطبيقها لتحقيق النتائج الإيجابية التي تصب في خدمة المجتمع عموماً .

وستكون الإطلالة على وضع العراق من ناحية توفر المياه وكيفية إدارتها ، حيث قامة وزارة الموارد المائية بوضع إستراتيجية طويلة الأمد إنتهى من وضعها الخبراء في الوزارة والباحثين المختصين في هذا المجال ، وتمت هذه الدراسات نهاية العام 2014 وحددت وقت تنفيذها للفترة (2035 – 2015) وقد راعت هذه الإستراتيجية كيفية المحافظة على المياه ، وتعزيز الأمن الغذائي والحفاظ على البيئة وتقليل إستهلاك الطاقة . والمتابع يعلم جيداً مدى ترابط هذه المقومات (الطاقة والماء والغذاء والبيئة) وفي حالة تأثر أي منها فإنه يلقي بظلاله على القطاعات الإخرى ، وهذا الأمر حتمي ولا مفر منه لأن الروابط والعلاقات فيما بينها هي من يجعل التوازن المثالي في الطبيعة . [1]

كما حذرت هذه الدراسات العلمية من تعرض العراق الى تناقص في كميات المياه التي تلبي حاجاته الفعلية وخصوصاً المياه العذبة ، بعد تجاوز عدد السكان الأربعين مليون نسمة (وهذا العدد في تزايد) ، مما يوسع رقعة البناء للمنازل أو الملحقات الإدارية التي تتبع نظام البناء الأفقي ، مما يهدد الأراضي الصالحة للزراعة بالتناقص شيْ فشيئاً . وهنا ستكون كميات المياه غير كافية ولا تلبي الحاجة الحقيقية **إلا** بإتباع الطرق الحديثة للري ، وتقنين إستخدام المياه والوصول الى إتفاقيات مع الدول المتشاطئة تحت رعاية دولية تلتزم بها جميع الأطراف .

من المتوقع وحسب إستراتجية وزارة الموارد المائية العراقية للفترة الحالية والسنوات القادمة فإن نقص المياه حتمي الحصول ، خصوصاً لو تأخر الإتفاق مع الدول المتشاطئة (تركيا وإيران وسوريا) فإن الحفاظ على تدفقات المياه لن تكون مضمونة في عموم العراق ، وحتى عملية إنعاش الأهوار (مسطحات المياه واسعة) التي تقع في جنوب العراق ، فهي مرهونة في السنة الهيدرولوجية المتوسطة Hydrogeology وهو (مجال من الجيولوجيا يتعامل مع توزيع وحركة المياه الجوفية في التربة والصخور في القشرة الأرضية " عادة في طبقات المياه الجوفية ") .

ويمكن معالجة إنخفاض كميات المياه من خلال تخصيص 5.3 مليار متر مكعب لكل سنة من كمية المياه وتحويلها الى الأهوار ، وهذا الأمر كفيل بتحجيم ومنع الخسائر الإقتصادية للبلد ، كما وتمنع هجرة سكان هذه المناطق الى المدن الذي يعد من الخسائر الإجتماعية الكبيرة التي تحجم من التنوع السكاني ، وهذا يعد من المعالجات الهامة للأمن البيئي . وكذا الحال إذا ما ضمنا توفير كميات لا تقل عن 50 متر مكعب في الثانية لشط العرب ، وبذلك نمنع التسرب السن الملحي بأتجاه المدن ، وهذا الأمر يجعل بناء سد في نهاية شط العرب بأتجاه الخليج العربي موضوع في طي النسيان ، وهذا يوفر مبالغ كبيرة يمكن إستخدامها في إدارة الموارد المائية بشكل أكثر حرفية . والأمر الأخير الذي يعالج الأمن البيئي هو تحديد الكميات الدنيا والعليا لجريان الماء في نهري دجلة والفرات وفروعهما ليضمن بذلك تجهيز مشاريع تصفية المياه في جميع المدن العراقية . وهذا ينسجم مع الرؤية العراقية للأمن المائي التي تسعى لضمان وصول كميات كافية لجميع المواطنين ، وهذا الأمر لا يقل عن باقي مجالات الحياة مثل التعليم والصحة وصولاً لتنمية إقتصادية وإجتماعية متميزة وامن وسلام وضمان الوصول الى نظام بيئي فعال . ولضمان أمن مائي يجب وضع دراسة مستفيضة لإعادة تأهيل سد الموصل وبناء سد بادوش . كما ذهب بعض المختصين الى ضرورة بناء سدود صغيرة لحصاد الأمطار في فصلي الشتاء والربيع ، وعدم الذهاب الى بناء سدود كبيرة تكلف ميزانية الدولة أموال طائلة ولا تخزن إلا كميات محدودة من المياه . كما يجب العمل على الإكثار من مشاريع معالجة المياه الثقيلة التي تسمى السوداء Black Water (مياه المجاري) التي تحتاج الى أجهزة ومعدات متقدمة وهي قادرة على إعادة 2 مليار متر مكعب سنوياً الى الرصيد الأساس للمواد المائية ، وكذا الحال بالنسبة للمياه الرمادية Gray Water مياه الأمطار ومياه الغسل والمطابخ ، التي لا تحتاج الى جهد كبير لإن المعالجة فقط تعزل المياه عن العوالق الخفيفة ، ويمكن تحويلها للزراعة أو إعادتها لمشاريع تصفية المياه من جديد ، وهذا يوفر 3 مليار متر مكعب سنوياً قابل للزيادة الى الرصيد المائي . وفي حال صيانة شبكة أنابيب المياه التي تصل من المشاريع الى المنازل والمحال التجارية بشكل مثالي ووضع عدادات لمراقبة كمية المياه المستهلكة لكل مسكن فإن حجم الخسائر والهدر في المياه سوف تقل بشكل كبير .

وبالعودة خطوة الى الوراء فإن نهري دجلة وروافده والفرات وتفرعاته يشكلان المساحة السطحية الأكثر تغطية لحاجة البلاد من المياه ، إضافة الى بحيرة الثرثار شمال العاصمة بغداد التي تخلق نوع من التوازن بين دجلة والفرات . حيث يبلغ طول نهر دجلة 1300 كيلومتر ويبلغ طول نهر الفرات 1000 كيلومتر داخل الأراضي العراقية ، قبل إن يلتقيا في كرمة علي ليكونا شط العرب الذي يبلغ طوله 200 كيلومتر .

بينما يُقدر تدفق مياه الفرات ما بين 27 إلى 35 مليار متر مكعب في السنة ، و يصل تدفق مياه دجلة مع روافده ، بين 41 إلى 58 مليار متر مكعب في السنة ، وبمعدل للسنوات العشر الماضية بلغ التدفق الإجمالي لنهري دجلة والفرات 78 - 80 مليار متر مكعب . وتزداد كمية التدفق في **السنوات الرطبة** بمقدار 100 مليار متر مكعب ، بينما يكون التدفق الكلي في **السنوات الجافة** بمعدل 50 مليار متر مكعب .

وتختلف هذه التكهنات حسب المصادر عن الحقائق القريبة التحقق ، ويعود هذا الأمر لسببين ؛ **الأول** هو نُدرة الإحصائيات والبيانات الصادرة عن السُلطات المختصة ، وهناك تباين ملحوظ لتدفق المياه حسب المسجل في المحطات الرسمية لقياس حجم التدفق . ورغم هذا التناقض في كمية المساهمة الإعتيادية لنهري دجلة والفرات ، ومن المُسلم به كمية التدفق السطحي للمياه قد انخفضت بشكل ملحوظ ، بسبب تدهور التدفق عند المنبع بما نسبته 30% بسبب إنشاء البحيرات والسدود في تركيا . ويتوقع أن يزداد هذا التأثير في السنوات المقبلة لغاية 2035 م، مما يقلل من المياه المتاحة للبلد بنسبة تصل إلى 60% .[2] أما فيما يخص الخزين من المياه الجوفية فالعراق مقسم جغرافياً الى مناطق هيدروجيلوجية عددها **سبعة مناطق** وحسب المواصفات والخصائص الجغرافية والجيولوجية والهيكلية والفيزيائية والهيدروجيولوجية وكما مثبت في الخريطة أدناه . وتسيطر في المنطقة الصخرية نوع من الأحجار يسمى **الحجر الجيري** حيث يفرض نفوذه على جغرافية بعض الأماكن في تلك المناطق بشكل ملحوظ ، وهذا الأمر يؤدي إلى حدوث تطور واضح في طبقات المياه الجوفية الكارستية الواسعة الانتشار في الشمال الشرقي من العراق وفي المناطق الصحراوية الواقعة في جنوب البلاد . والمعلوم عند ذوي التخصص إن المعاملات الهيدروليكية متغيرة بشكل كبير في هذه الخزانات (مناطق الحجر الجيري) وهذا بحد ذاته يمثل تحدياً لرصد ديناميكيات المياه الجوفية .

وغالباً ما تكون الموارد الأساسية للمياه الجوفية المحلية تشكل جزءاً من أنظمة الخزان الجوفي الأكبر في المنطقة ، حيث يتم التشارك مع البلدان المجاورة فيها .

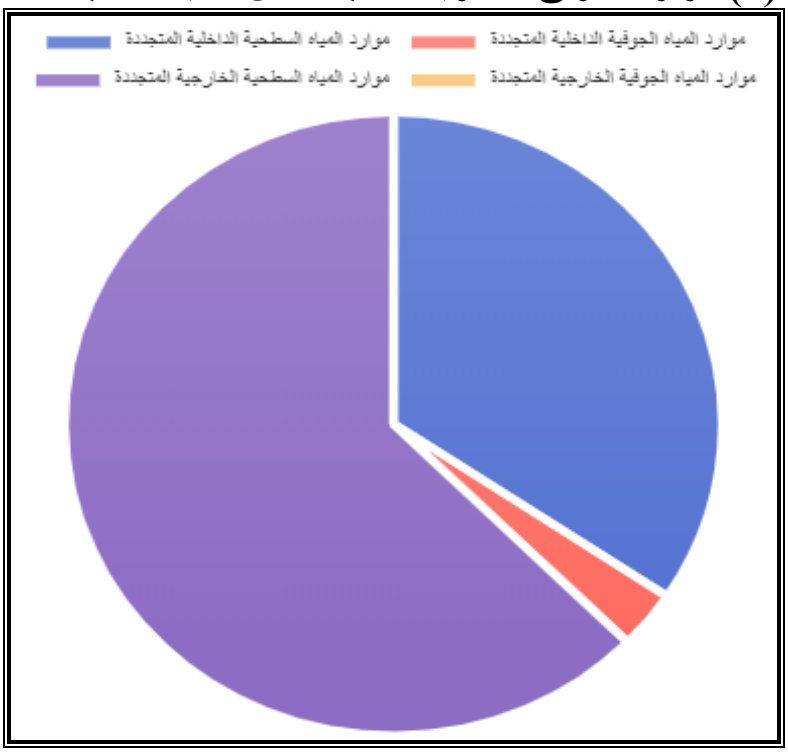
ومن المتعارف عليه إن عملية إعادة تغذية المياه الجوفية تتم من **ثلاثة مصادر رئيسية** :-

- الشكلٍ الطبيعي ؛ ويكون من هطول الأمطار .
- التسرّب العام للمياه السطحية .
- الشكل الصناعي من الري في الزراعة .

ففي مناطق شمال العراق تحدث إعادة التغذية بشكلٍ رئيسي ، لإن تساقط الأمطار بكميات كبيرة وبشكل شبه متواصل في أيام فصل الشتاء وتستمر في أيام كثيرة من فصل الصيف ، حيث تصل معدلات إعادة التغذية من 100 - 300 ملم / السنة .

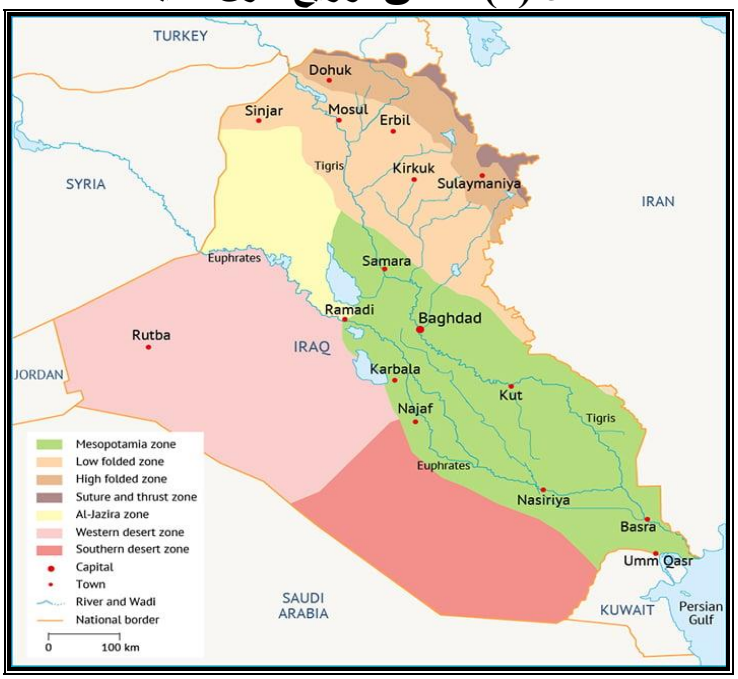
في حين أن معدلات إعادة تغذية المياه الجوفية في الجنوب تكاد لا تذكر، إذ تقل عن **20** ملم/ السنة . بينما قدرت إعادة التغذية السنوية وعائد المياه الجوفية المستدامة بحوالي **5** مليار متر مكعب/ السنة ، وهذا يمثل جزءاً صغيراً من الموارد الأساسية للمياه السطحية في العراق ، إلا أن معدل إعادة تغذية المياه الجوفية ما يزال غير مفهوم بشكل كامل .

شكل (1) موارد العراق السنوية المتجددة من المياه حسب التقديرات



ويتأثر تخزين المياه الجوفية بشكل حساس للغاية وذلك من خلال استهلاك وتوافر المياه السطحية ، لدرجة أن أي تغييرات في سحب كميات المياه من الآبار يمكن أن تؤثر على التصريف على طول النهر ، وإن أي تغيرات في تدفق المجرى يمكن أن تؤثر على حجم المياه الجوفية التي تتوفر لاحقاً . لذلك ، إذا تم تقليل كمية التدفق السطحي القادم إلى العراق من دول الجوار على جانبي النهر بالقدر الذي يتوقع حسب المختصين ، فإنه سيشكل تأثيراً كبيراً على أنظمة المياه الجوفية .

شكل (2) مناطق توزيع خزن المياه



موارد المياه غير التقليدية

كلفت الحكومة العراقية مجموعة من الشركات المختصة حيث شكلت ائتلافاً دولياً لبناء أول محطة رئيسية لتحلية المياه في البلاد في الهارثة في عام **2014 م** ، وتبعد حوالي **20** كيلومتراً شمال مدينة البصرة ، وتم إنجاز بناء المحطة في عام **2019** م . حيث صُمم عمل المحطة بتقنية التناضح العكسي لتحلية **200 الف** متر مكعب من المياه المالحة المأخوذة من شط العرب يومياً ، وتوفر المحطة مياه الشرب لـ 400 الف شخصمن أهالي البصرة ، ويعتبر هذا جزءاً من أهم المشاريع الحكومية لتحسين إمدادات المياه الصالحة للإستخدام في محافظة البصرة . وهنالك عمل دؤوب لوضع خطط لتشييد محطة أخرى لتحلية المياه تكون واسعة وكبيرة تقع في منطقة الفاو على طول ساحل الخليج العربي .

إعادة استخدام مياه الصرف الصحي

تعتبر هذه الطريقة من الطرق المتبعة في أغلب البلدان ، حيث تعتبر إعادة الاستخدام لمياه الصرف الصحي بعد معالجتها ، إلا إنها في العراق لا تكاد تذكر ، ويعزى المختصون ذلك لسببين رئيسيين :-

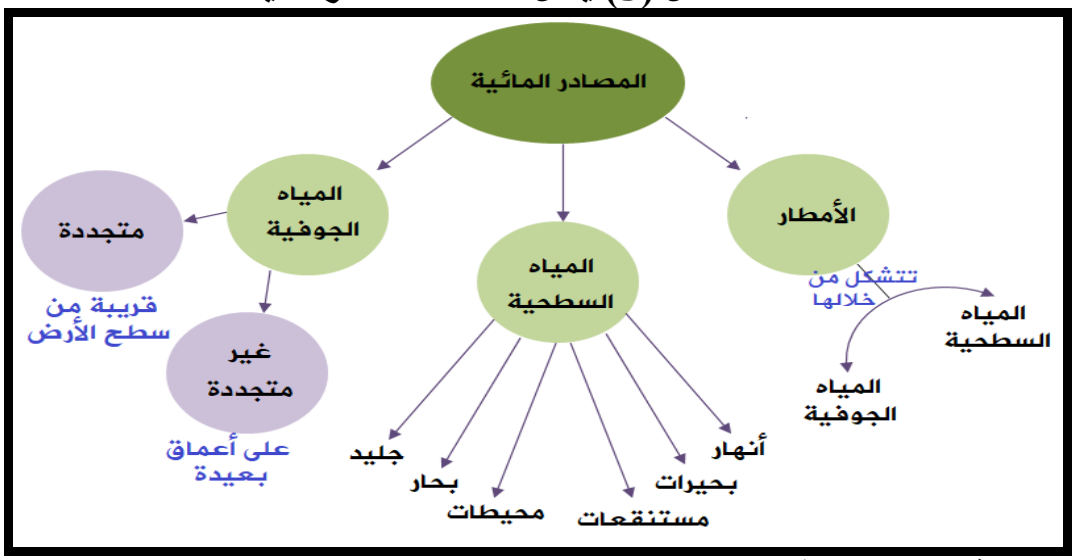
- **أولاً** ، قدرة البنية التحتية لمعالجة مياه الصرف الصحي محدودة في العراق ، لا سيما في مناطق البادية والريف .
- **ثانياً** ، قطاع المياه عموماً يفتقر للمعرفة اللازمة بكفاءة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي .

ورغم ذلك فأن هناك بعض المشاريع التجريبية حول استخدام مياه الصرف الصحي بعد معالجتها ثم إستخدامها في الزراعة ، ولكنها تختصر على ري الحدائق وتنظيف الشوارع . وأيضاً تستخدم في القطاع الصناعي ، في عمليات التبريد الصناعي ، أو إنتاج الطاقة .

الإستفادة من مياه الأمطار

هنالك مخططات لحصاد مياه الأمطار التي تتساقط بشكل متوسط أو كبير ، والتي غالباً تشكل سدودٍ على طول الوديان في المنطقتين الجبلية والهضبة ، حيث تشكل دوراً مهماً في خزن المياه في العراق ، حيث تسمح بالاحتفاظ بمياه الأمطار بعد هطولها بكثافة، والتي يمكن استخدامها بعد ذلك لتجديد موارد المياه الجوفية . وفي السبعينيات والثمانينيات من القرن الماضي ، قد تم بناء سدود صغيرة في العديد من الوديان في جميع أنحاء البلاد لإطلاق العنان لإمكانات حصاد مياه الأمطار في مواجهة ندرة المياه المتزايدة. ومع ذلك تأثرت العديد من هذه السدود بتراكم الرواسب الترابية والحجرية في خزاناتها ، وهذا الأمر قلل من سعة التخزين . وفي السنوات الأخيرة تم أجراء العديد من الدراسات حول الملاءمة الحالية والمستقبلية لمواقع مختلفة لخطط تجميع مياه الأمطار الجديدة ، في كل من الشمال والجنوب القاحلين . ومع ذلك ، فإن المعلومات حول التنفيذ الفعلي لمثل هذه المشاريع قليلة جداً .

شكل (3) يمثل مخطط لمصادر المياه



محصلة إجمالي توافر المياه

على الرغم من اختلاف الأرقام لإنها ليست دقيقة جداً ولكنها تقريبية ، فإن قاعدة البيانات الخاصة بنظام المعلومات لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية (الفاو) للعام **2018م** المعروف دولياً بإسم AQUASTAT ، حيث تشير أن العراق يمكنه الوصول إلى ما يقرب من **100** مليار متر مكعب من المياه ، أي ما يعادل **2.338** متر مكعب للفرد سنوياً . ويشمل ذلك حوالي **96.5 %** من موارد المياه السطحية وحوالي **3.5 %** من موارد المياه الجوفية المتجددة . وهنا تجدر الإشارة إلى أن العراق يحصل على ما يقرب من **38 %** من موارده المائية المتجددة من داخل البلاد ، بينما تأتينا النسبة المتبقية البالغة **62 %** من دول الجوار . [3]

النهر	الدولة	مساحة حوض التغذية الفعلية	% نسبة إجمالي مساحة الحوض	الإيراد المائي السنوي مليار م3	% من إجمال الإيراد السنوي
حوض دجلة	تركيا	57614	34.69	26.22	54.62
	سوريا	836	0.50	0.03	0.06
	إيران	24409	14.70	5.7	11.87
	العراق	83.237	50.11	16.05	33.45
	المجموع	166094	100 %	48	100 %
حوض الفرات	تركيا	108000	98.18	29	98
	سوريا	2000	1.82	0.6	2
	السعودية	-	-	-	-
	العراق	-	-	-	-
	المجموع	110000	100 %	30	100 %
إجمالي	الحوضين	276094	-	78	-

الجدول (1) يمثل مساحة حوض التغذية والإيرادات السنوية لنهري دجلة والفرات وحسب الدول المستفيدة منها .

ت	المشروع	مساحة الخزن كم2	سعة الخزن مليار م3
1	القادسية	500	8.2
2	الحبانية	426	3.28
3	سد الموصل	417	13.5
4	سد دوكان	270	6.8
5	سد دربندخان	140	3.7
6	سد العظيم	-	1.5
7	سد حمرين	374	3.95
8	خزان الثرثار	3500	85
	المجموع	5627	125.83

جدول رقم (2) يمثل المساحة الخزنية للمشاريع المائية في العراق .[4]

النانوتكنولوجي

تعتبر التقنية أو التكنولوجيا وطريقة إستخدامها من الإمور المهمة في عالمنا الحالي حيث يولي هذا العلم (التكنولوجيا) الذي يهتم بدراسة المهن والحرف والصناعات وكل ما يتعلق بها من مواد ووسائل تساعد في إنجاحها ، وأصبح يدخل في جميع تفاصيل الحياة بعد الثورة الصناعية الثانية التي حدثت منتصف القرن المنصرم (القرن العشرين)، حيث تغير مصطلح التكنولوجيا المشتقة من أصل الكلمة اليونانية (Technologia) المؤلفة من مقطعين الأول (Techene) تعني حرفة ، أو الثاني (Logia) الذي يعني العلم أو الدراسة .

لتظهر مصطلحات مشتقة منه ، مثل التكنولوجيا الحيوية ، أو التكنولوجيا التطبيقية ، والتكنولوجيا المعلوماتية ، لذلك أصبح المفهوم العام لمصطلح التكنولوجيا هو ما يقوم به الشخص من عمليات لغرض إحداث تغيير أو تعديل في الطبيعة ، والغاية في ذلك تلبية إحتياجاته وتحقيق متطلباته . أما الأعم الأغلب من الناس يعتقدون إن التكنولوجيا تعني البراعة والإبتكار والنبوغ لتحقيق الهدف عن طريق التطور الصناعي الذي يصب في مصلحته كفرد أو كمجتمع إنساني . رغم خطا هذا الإعتقاد ، إلا إن معنى مصطلح **تكنولوجيا** هو أوسع من ذلك فهي تشمل كافة البنى التحتية الضرورية للقيام بوضع الخطط والتصاميم والتصنيع والتشغيل لكافة الأفكار المبتكرة ، والمهارة المتميزة في شتى المجالات الفنية والهندسية والتقنية ، كلها مجتمعة تمثل جزء بسيط من مفهوم التكنولوجيا

التي تعتبر من نتاجات الهندسة والتطور العلمي والتقني مع دراسة البيئة والطبيعة والحفاظ عليها .

وتعد تقنية النانو – تكنولوجي من التقنيات الحديثة العهد التي دخلت في مجالات متعددة من مجالات الحياة ، مثل العدسات للنضارات والكامرات ، أو الشاشات التلفازية وشاشة الحواسيب بحيث تكون طاردة للماء ومضادة للإنعكاس والإنكسار ، وتنظف نفسها ذاتياً ، ومقاومة للأشعة الضارة التحت الحمراء والفوق البنفسجية ، ومقاومة للخدوش . وفي صناعة الأقمشة تم صناعة الأقمشة النانوية الذكية التي تراقب الحالة الصحية للشخص ، وتمتص الكمية المناسبة لكل جسم حسب حاجته من الشمس ، وتجميع الطاقة من الحركة . وهذه المنتجات النانوية تجمع بين المتانة وخفة الوزن والنظارة العصرية ، والعمل في الهندسة الحيوية للأنزيمات تمكنت من تحويل السليلوز الى من رقائق الأخشاب وسيقان النباتات الحقلية مثل الذرة ، ومن بعض الأعشاب المعمرة غير المخصبة لإنتاج الوقود مثل الإيثانول . وفي القطاع الزراعي لهذه التقنية الدور المهم ، حالها حال الهندسة الوراثية والهندسة الحيوية وتطبيقاتهم في المجال الزراعي ، والزراعة البيوديناميكية ، والمزارع الرأسية ، والزراعة العضوية ، وأخيراً التنمية المستدامة في المجال الزراعي . وكل ما ذكرته عبارة عن ثورات متعددة في العلوم والبحث التقني والخطط والبرامج بعيدة المدى التي خرجت من طور التنظير الى التطبيق في مجال الزراعة .

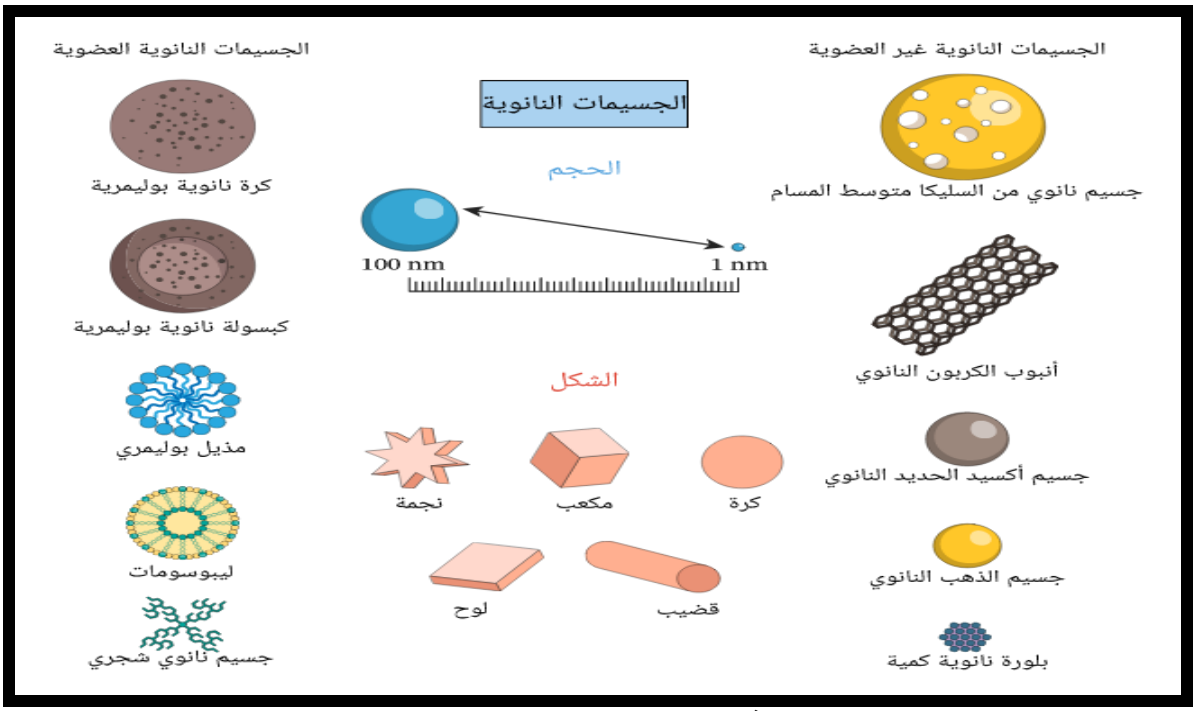
فالنانو - تكنولوجي (Nano - technology) :- النانو باللغة اليونانية تعني القزم . وهو علم تعديل الذرات والجزيئات لأي مادة وذلك لصناعة مواد جديدة أكثر دقة ونقاوة وصلادة من المادة الإصلية ، ولكنها تقنياً تعني دراسة خواص المواد بمقياس دقيق جداً ، بل غاية في الصغر حيث إن النانو يمثل (1/1000000000 متر) ، والذي يقارن حجم النانو كمن يقارن بين الكرة الإرضية مع كرة التنس ، وهذه التقنية تعتمد على تجزئة المادة الى أجزاء دقيقة جداً ، لغرض دراستها وتطوير خواصها ، ثم إستحداث وضائف جديدة لها . وذلك عن طريق زيادة مساحتها السطحية التي تعتبر سبباً لتغيير خواصها الفيزيائية مثل الصلابة (الخواص الميكانيكية) والتوصيلية الكهربائية والحرارية ونقطة الإنصهار وكذلك تغيير خواصها الكيميائية غيرها . لإن هذه الخواص تعتمد على الحجم ، وفي هذه التقنية نقوم بتصغير حجم المادة لإقل ما يمكن وذلك لتلافي هذا الأمر ، بل والخروج بخواص جديدة لنفس المادة .

من يرغب في التعرف على **تقنية النانو _ تكنولوجي** لابد من المرور بإسم العالم الياباني **نوريو تانيجوتشي** هذا الإستاذ الذي كان يعمل بجامعة طوكيو اليابانية ، ففي عام **1974** م قدم ورقة بحثية ذكر فيها مصطلح النانو واصفاً إياها بعمل تغيير للمواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء واحد . ثم عادة الفكرة للظهور مرة أخرى في الثمانينيات من القرن العشرين عن طريق الدكتور **ك. إريك دريكسلر** الذي أكد على أهمية التلاعب بالمادة على نطاق الذرات أو الجزيئات لإحداث تغير لإي مواصفات تلك المادة ، بعد ظهور نوع جديد من المجاهر الدقيقة جداً يسمى **مجهر مسح النفق Scanning Tunneling Microscope** الذي تم تصنيعه عام **1982** م ، ثم ظهر هذا المصطلح من جديد في عام **1996** م عندما نُشرت دراسة تقويمية حول أهمية الإبداع التقني في النانو ، عندما قام مركز تقيم التقنية الأمريكي **WTEC** التي خلصت الى إن هذه التقنية سوف يكون لها مستقبلاً رائعاً في شتى المجالات الحياتية ، فعندما نضع الذرة أو الجزيء تحت تصرفنا

وتحكمنا سوف نتحكم في عموم المادة بإستخدام قوانين الطبيعة وبناء بنية تسمح لنا بالتعديل عليها وهي على المقياس الذري . ومما زاد من فرص نجاح هذه التجارب ما قامت به شركة **IPM** العالمية للتقنيات من تصنيع مجهر عالي الكفاءة والدقة المتناهية ، ففي عام **2002 م** أعلنت الشركة عن تطوير مجهر إلكتروني جديد يستطيع التعامل مع الحجم النانوي بشكل طبيعي بحيث يمكنه رؤية الذرات والجزيئات وعرضها على شاشات الحواسيب ، وفهم ما يتم من إجراءات عليها تحت تطبيقات النانو .

وهذا الأمر من الصعوبة تخيله حيث سمك شعرة الإنسان الواحدة تساوي **800** نانو أو أقل من ذلك فالنانو يمثل جزء واحد من المليار وهذه الجسيمات النانوية لها القدرة التغير في الخصائص مثل تشتت الضوء ونقل التيار الكهربائي وتوصيل الحرارة وإمتصاص الأشعة السينية ، كما إنها جزيئات إحادية وثنائية وثلاثية الأبعاد . هذه الدقة تعطي إتساع وتنوع في خواص المادة فالظواهر النانوية تتضمن تقييد كمي للظواهر الكهرومغناطيسية والبصرية لنفس المادة بحجمها الطبيعي ويعد تأثير **تومسون** ضمن ظواهر تطبيقات النانو تكنولوجي الذي يعني تراجع درجة الإنصهار للمادة تحت القياس النانوي . ومن الخصائص التي تثير الإهتمام حقاً هو تحويل جسيمات بمقياس النانو لتغيير خواصها مثل جعل النحاس شفافاً عند وقوع الضوء عليه ، وتكوين الإلمنيوم عن طريق حرق بعض المواد ، أو مثل الذهب الذي يتحول الى سائل في درجة الحرارة الإعتيادية (**25** $^{\circ}$) ، أو تفاعل عنصر الذهب مع مواد كيميائية أخرى ، أو جعل السليكون من الموصلات وهو من العوازل . وحتى الخواص الفيزيائية للمادة وللجسيمات الدقيقة تتغير بشكل كبير في نطاق النانو ، مثل تأثيرات الحجم الكمي حيث تتحرك الإلكترونات بشكل يختلف عن حركتها في الجسيمات والإحجام الصغيرة جداً أما تغيير الخصائص أو الخواص الميكانيكية مثل التغيرات في الحركة الميكانيكية والكهربائية والبصرية تعتمد على النظام المجهري العيني الذي يشكل أهمية قصوى في ذلك . وتعمل الحسيمات النانوية كمحفز ممتاز لزيادة معدل التفاعلات الكيميائية مع المحافظة على إنتاج عائدات أفضل من المحفزات الأخرى التي كانت تستخدم قبل هذه التقنية . لذلك ركز الباحثون على هذه المواصفات الهامة .

الشكل (4) يمثل نماذج للأجسام النانوية



النانو تكنولوجي والموارد المائية

تحلية المياه وإعادتها الى طبيعتها الأولى في دول العالم تعتمد حالياً على تقنية تسمى بتقنية التناضح العكسي (reverse osmosis) ، حيث تعتمد هذه الطريقة على الخاصية الاسموزية (**التناضح أو الحلول أو التنافذ أو الإنتضاح أو الإنتشار الغشائي**) وهي صافي حركة انتقال جزيئات الماء عبر غشاء نصف نافذ من منطقة ذات كثافة مائية مرتفعة (مثل ماء عذب) إلى منطقة ذات كثافة مائية منخفضة (تركيز أعلى للذوائب ، أي ماء بحر مالح مثلا) دون الحاجة لاستهلاك طاقة . الغشاء النصف نافذ يسمح بنفوذ الماء المذيب ولا يسمح بنفوذ الذوائب (solute) مما يؤدي إلى تدرج في الضغط عبر الغشاء .

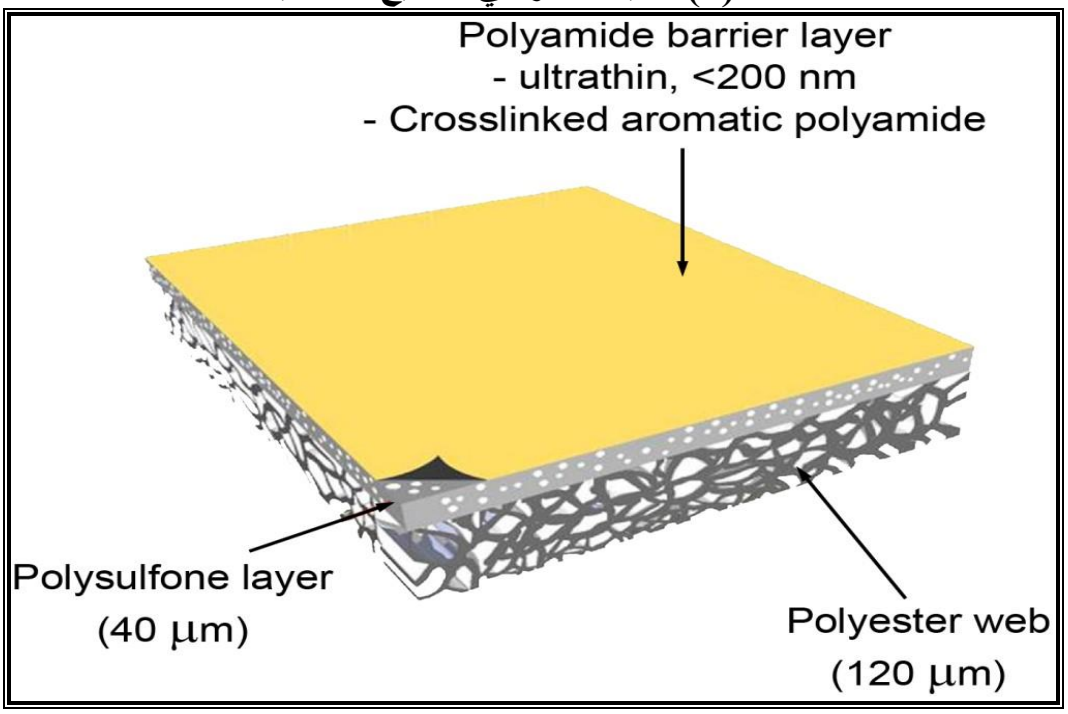
حيث تستخدم الضغوط المسلطة على اسطح الاغشية للتغلب على الضغط الاسموزي الطبيعي للماء ، فاذا وضع غشاء شبه نفاذ بين محلولين متساويين في التركيز تحت درجة حرارة وضغط متساويين لا يحدث اي مرور للمياه عبر الغشاء نتيجة تساوي الجهد الكيميائي على جانبيه ، واذا ما اضيف ملح قابل للذوبان لاحد المحلولين ينخفض الضغط ويحدث تدفق اسموزي للماء من الجانب الأقل ملوحة الى الجانب الأكثر ملوحة حتى يعود الجهد الكيميائي الى حالة التوازن السابقة . ويحدث هذا التوازن عندما يصبح فرق الضغط في حجم السائل الأكثر ملوحة مساويا للضغط الاسموزي ، وهي خاصية من خواص السوائل ليس لها علاقة بالغشاء . ولكن عند توجيه ضغط مساو للضغط الاسموزي على سطح المحلول الملحي يتم التوصل ايضا الى حالة التوازن ويتوقف سريان المياه منخلال الغشاء إذا رفع الضغط الى أكثر من ذلك فان الجهد الكيميائي للسائل سيرتفع ويسبب تدفقا عكسيا للماء من المحلول الملحي باتجاه المحلول الاقل ملوحة وهذا ما يعرف بالتناضح العكسي .

نظراً للدور الكبير الذي تقوم به تقنية النانوتكنولوجي فقد دخلت هذه التكنولوجيا مجال تحلية المياه ، وذلك عن طريق تصنيع أغشية كاربونية دقيقة بهذه التقنية ، أو معالجة الأغشية العادية بمواد نانوية مثل أوكسيد التيتريوم وهذا يعطي نتائج ممتازة . فعند

المستويات النانومترية تتصف المواد بمزايا فيزيائية وكميائية غير المألوف بها عن حالتها العادية . فعلى سبيل المثال البوليمرات والمعادن ومشتقات الكربون لها مساحة سطح أكبر بكثير عند المستويات والمقايس النانومترية ، مقارنة بسطوحها فى الحالات العادية مما يعنى أن النانوبوليمر يملك مساحة سطح اعلى من نفس البوليمر ، والتفاعل باستخدام البوليمر تكون سرعة التفاعل .

المحفز بهذا البوليمر سوف تتضاعف اذا استخدم النانو بوليمر . وبالنسبة لمياه الشرب تم التوصل لتصنيع اغشية باستخدام هذه التكنولوجيا حيث تم استخدامها مما جعل المياه أكثر نقاوة وبنسبة كبيرة جداً عن مثيلاتها من الاغشية العادية . وبالنسبة لمياه الصرف الصحي في حالة استخدام النانوبوليمر تعطى كبس اكبر بكثير من استخدام البوليمر العادى او عدم استخدام بوليمر .

شكل (5) تقنية النانو في تصنيع الأغشية



فوائد استخدام تقنية النانو في معالجة المياه

تعرف مياه الصرف (المياه الملوثة) بأنها مياه ملوثة بملوثات عضوية او بكتيرية او كأئنات دقيقة سواء كانت من مصدر صناعى او لا ويمكن تقسيمها الى مياه صرف صحى ومياه صرف صناعي ، وتشمل معالجة مياه الصرف الصناعي معالجة اولية ومعالجة ثانوية ومعالجة ثلاثية لإزالة البروتين المتبقي من المواد العضوية وغير العضوية والكائنات الدقيقة المسببة للامراض من خلال الترشيح والتعقيم وبغرض تحسين

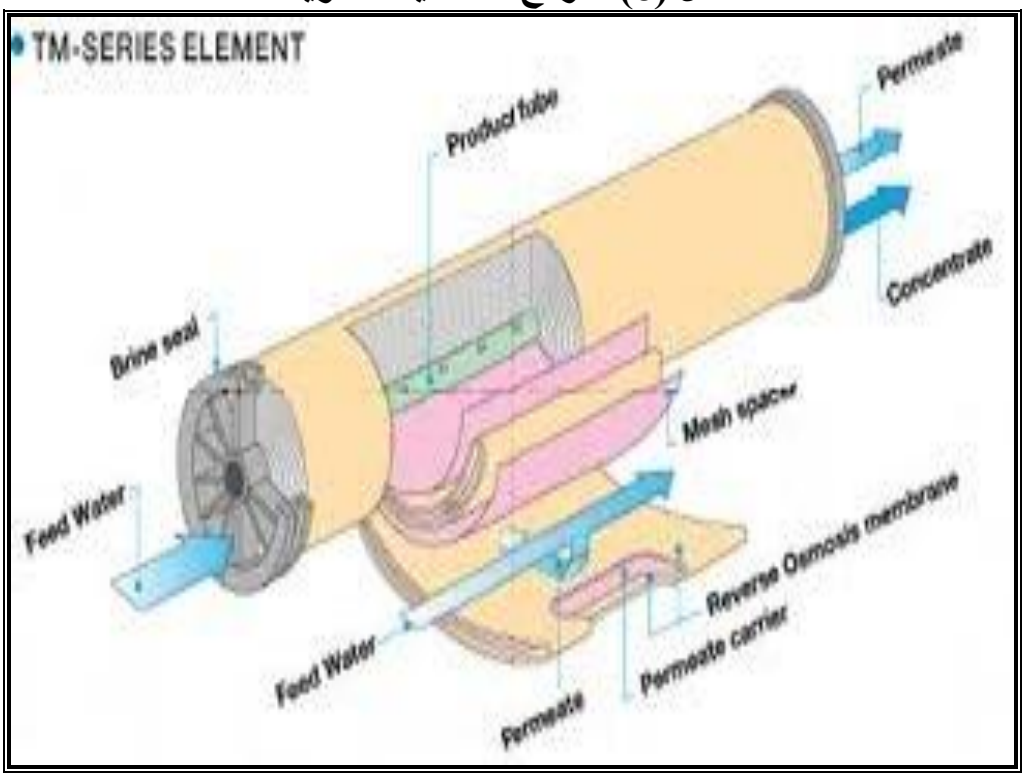
كل العمليات السابقة فى معالجة المياة يتم استخدام المواد النانونية على سبيل المثال اكسيد التاتنيوم الحالة النانونية منه استخدمت بنجاح كمانع لنشاط ونمو الميكروبات . (6)

ويتضح أن الضغط المطلوب في معالجة المياه بالطريقة الاسموزية العكسية اعلى من المطلوب تطبيقة فى حالة الفترة النانونية باستخدام اسلاك الفضة النانونية حيث أن اغلب اجهزة تنقية المياه تقوم على عزل البكتريا بواسطة مرشحات ذات مساحات ضيقة جدا وتمرير الماء من خلال هذه المرشحات ، وهذا الأمر يكون باهظ التكاليف ويتطلب مضخات معينة ويستهلك طاقة كبيرة نسبيا وعلى العكس بأن المواد في تقنية النانو مساحتها واسعة نسبيا بحيث تسمح للماء بالمرور عبرها بسهولة وفوق هذا فأنها تقضي على البكتريا ولا تمنعها فقط بالمرور عبر المرشحات والمعروف عند العلماء بأن الفضة والكهرباء عاملان يقضيان على البكتريا فتم تطبيق هذة النظرية بنشر اسلاك الفضة النانونية على مادة الفضة ثم تم تغليفها بأنابيب الكربون النانونية لتكسب المرشح قدرة فائقة على التوصيل وبالتالى فان المرشحات النانونية لا تتعرض للانسداد وبالتالى تعمر طويلا اضافة الى سلاسة مرور الماء من خلالها .

تم البدء في تطبيق تكنولوجيا النانو في تقنية المياه في عام 2008 م حيث تم انتاج أغشية من مواد نانونية مثل الأنابيب الكربونية بينما على الجانب الأخر نجد ان الامتصاص فعال وعملي واقتصادي في عملية ازالة الملوثات من المياه ويشمل الكربون النشط والسليكا والزيوليت

كذلك من تطبيقات النانو في معالجة المياه تعقيم المياه تحت الأشعة فوق البنفسجية باستخدام ثاني أكسيد التياتنيوم في عملية تعرف بالحفز الضوئي .

شكل (6) نموذج للأغشية النانوية



الإستنتاجات

مما تم عرضه في هذا البحث الذي بين أيدي حضراتكم الموقرة نستنتج جملة من النقاط سأقوم بتدوين أهمها للقضاء على شحة المياه ، أو لتضييق الفجوة الكبيرة في عملية الإدراة السلبية للموارد المائية في العراق وكما يلي :-

1- مطالبة الحكومة بأتخاذ الأساليب الرسمية ، وإستخدام القنوات الدبلوماسية الدولية والضغط عن طريق المنظمات العالمية ذات العلاقة للمطالبة بالحصة المائية الكاملة من الدول المتشاطئة معنا (تركيا ، إيران ، سوريا) .
2- إستخدام التقنيات الحديثة في خزن المياه القادمة عن طريق نهري دجلة والفرات والأنهار الصغيرة الأخرى ، وحتى المياه القادمة من العيون في شمال العراق ، خصوصاً في الموسم الشتوي والربيعي . ثم إستخدامها في الموسم الصيفي الأشد حرارة .
3- تبني تقنية النانو تكنولوجي في معالجة المياه الثقيلة والمتوسطة التلوث ، مما يضيف كمية كبيرة للمياه التي يمكن إستخدامها في الإحتياجات العامة لرّي المحاصيل الزراعية وحسب ما تحتاجه .
4- إستخدام التبطين الإسمنتي لقنوات الري ، أو الأنابيب ذات المواصفات الفنية لنقل المياه لمسافات طويلة كي تحافظ عليها من التبخر وذهابها الى أسفل الأرض ، دون الحصول على الفائدة المرجوة منها .

التوصيات

1- الضغط على المسؤولين من أصحاب القرار في الحكومة ، لغرض تبني التقنيات الحديثة في معالجة موضوع المياه وشحتها .
2- دعم المراكز البحثية الرصينة والمختصة في هذا الجانب ، وكذا الجامعات والباحثين للإطلاع على كل ما هو جديد في هذا الجانب .
3- زيادة مساحة التطبيقات التقنية في المشاريع الفعلية ورصد المتغيرات بما ينسجم مع النمو الحاصل فيها .

المصادر

1- الموارد المائية في العراق – د . عبد اللطيف جمال رشيد – 2017 م .
2- تحلية المياه بتقنية النانو – د. أسعد رحمن الحلفي .
3- جغرافية الموارد المائية – د . صفاء عبد الأمير الأسدي - 2014 م .
4- السياسات المائية لحوض دجلة والفرات – سليمان عبد الله إسماعيل / 2004 م .

5- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2022. AQUASTAT database.

6-Iraq Energy Institute, 2020. 'Iraq and the desalination revolution: First steps, future trends'. Published 1 May 2020.

7-Dzhumagulova, N T and Abdulameer, L S, 2021. 'The use of treated waste water for irrigation purposes in the administrative district of Kerbala, Iraq'. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering vol. 1067.

الهوامش

1- الموارد المائية في العراق – د . عبد اللطيف جمال رشيد – 2017 م . الأمن البيئي والمياه
2- جغرافية الموارد المائية – د . صفاء عبد الأمير الأسدي - 2014 م
3- السياسات المائية لحوض دجلة والفرات – سليمان عبد الله إسماعيل / 2004 م .
4- التقرير السنوي - المنظمة العربية للتنمية الزراعية 1999 م
5- كتاب النانو وتطبيقاته المختلفة – حسن عز الدين بلال
6- تحلية المياه بتقنية النانو – د. أسعد رحمن الحلفي .
7- تحلية المياه بتقنية النانو – د. أسعد رحمن الحلفي .