

## الفصل الرابع

### موارد المياه غير التقليدية

وعلمك ما لم تكن تعلم وكان فضل الله عليك عظيماً

النساء: ١١٣

تعد موارد المياه غير التقليدية من الموارد الطبيعية الهامة في البلدان التي تعاني من عجز كبير فيها مثل ليبيا حيث يندر بها المطر ويتذبذب وينعدم فيها الجريان السطحي الدائم بالإضافة إلى أن مخزونها الجوفي قابل للنضوب وتتمثل موارد المياه غير التقليدية في ليبيا في موردين :

١- مياه التحلية الناتجة عن تحلية مياه البحر وهو مورد مائي دائم ولكن يعيبه تكلفته العالية وما تخلفه عمالية التحلية من آثار بيئية وهندسية سيئة مثل التغيرات في كمية ونوعية الترسيبات البحرية في منطقة سحب المياه من البحر وما تؤثره المياه المالحة من تآكل لأجهزة محطات التحلية وما تخلفه هذه المحطات من مياه عالية التركيز في الملوحة تؤثر في الأحياء البحرية بها .

٢- مياه المعالجة ويقصد بها مياه الصرف بأنواعها المختلفة التي يعاد استغلالها بعد تنقيتها ومعالجتها وتستخدم بصفة خاصة في المجال الزراعي ويمكن أن توفر كمية كبيرة من المياه سنويا تساهم في حل المشكلة المائية ولكن يتم استخدام هذه المياه بنوع من الحذر لتلاشى آثار المخلفات الضارة .

وتقوم ليبيا حالياً بعمل تجارب على مياه الصابورة ويقصد بها المياه العذبة التي يمكن أن تنقلها شاحنات البترول بعد تفرغها من موانئ التفرغ بدلا من المياه المالحة التي تمتلئ بها لحفظ توازنها وهي عائدة واستخدامها في المجال الزراعي ، وقد أجرت ليبيا مجموعة أخرى من التجارب لزراعة السحب ثم استحلابها بما يعرف بالمطر الصناعي ولكنها توقفت الآن ، كما يوجد اتجاه لنقل كتل الجليد عبر البحار والمحيطات ثم إذابتها واستخدامها لأغراض الشرب .

وتحتاج موارد المياه غير التقليدية لمهارة فائقة وتقنيات عالية كما تحتاج محطات التحلية والمعالجة لعمليات صيانة دورية وعمالة فنية مدربة وهي تعتبر الحل لمواجهة عجز المياه التقليدية عن الوفاء باحتياجات السكان المتزايدة .

ويتناول هذا الفصل موارد المياه غير التقليدية مياه التحلية ومياه الصرف الصحي وتوزيع محطاتها وكمية المياه الناتجة عنها واستغلالها بالإضافة لفكرة عامة عن مياه الصابورة والتجارب الليبية في مجال زراعة السحب .

## أولاً : مياه التحلية

يقصد بها المياه الناتجة عن تحلية مياه البحر المالحة وتصنف المياه المالحة إلى :  
١- مياه قليلة الملوحة وتتراوح نسبة تركيز الأملاح بها بين ١٠٠٠ - ٣٠٠٠ ج فى  
المليون . ٢- مياه متوسطة الملوحة وتتراوح أملاحها بين ٣٠٠٠ - ١٠٠٠٠ ج فى  
المليون . ٣- مياه شديدة الملوحة وتتراوح أملاحها بين ١٠٠٠٠ - ٣٥٠٠٠ ج فى  
المليون . ٤- مياه مالحة وتزيد الأملاح فيها عن ٣٥٠٠٠ ج فى المليون (اللبدى ; ١٩٨٩;  
ص ٢٠) .

وقد ساعد وقوع ليبيا بساحل طويل على البحر المتوسط ووفرة رأس المال الناتج  
عن تصدير البترول وعجز مواردها المائية على دخولها فى هذا المجال فأقامت مجموعة  
من محطات التحلية على الساحل .

وتهدف هذه المحطات إلى إنتاج ١٦٠ مليون م<sup>٣</sup> بحلول عام ٢٠٠٠ لسد حاجة  
السكان من مياه الشرب ، وتقدر السعة الإنتاجية لمحطات التحلية فى ليبيا ٨,١٣% من  
السعة الإنتاجية لمحطات التحلية فى الوطن العربى وما قيمته ٥.٥% بالنسبة للعالم (العتر  
١٩٩٥؛ ص ٧٢)

وتتلخص مقومات إنشاء محطات تحلية المياه فى الآتى :

١- الموقع الساحلى وتتمتع ليبيا بساحل طوله ١٩٠٠ كم ومع خصائص مياه  
البحر من مد وجذر وتيارات بحرية ودرجة حرارة المياه ونسبة الأملاح بها ، وتتراوح  
ملوحة المياه فى جنوب البحر المتوسط المواجه للساحل الليبى ما بين ٣٨ - ٣٩ ألف  
جزء فى المليون وهى نسبة مرتفعة تزيد من تكاليف إنتاج المياه العذبة وتكاليف عملية  
الصيانة أيضا لأنها تعمل على تآكل أجزاء المحطات والمواسير بسرعة كبيرة (شاور  
١٩٩٥؛ ص ٩١) .

٢- وفرة مصادر الطاقة لأن عملية التحلية تحتاج لطاقة عالية جداً وليبيا غنية  
بالبترول والغاز الطبيعى بالإضافة لغناها بالطاقة الشمسية نظراً لمناخها وخصائصه حيث  
وقوعها فى الإقليم الصحراوى الذى يتميز بأعلى معدلات سطوع الشمس فى العالم .

٣- رأس المال وتحتاج عملية التحلية لرأس مال كبير خاصة وأن هذه التقنية تحتكرها البلدان المتقدمة وتبيعها بأعلى الأسعار وتحتاج لتكاليف إضافية من أجل الصيانة والتشغيل وتمويل الأبحاث الخاصة بها وتعطى عائدات النفط هذه التكاليف .

٤- وفرة الأيدي العاملة المدربة الماهرة التي لديها خبرة في هذا المجال وتعمل ليبيا على توفير هذا النوع من العمالة من خلال التدريب وإرسالهم في بعثات خارجية وما إلى ذلك بعد أن استعانت في البداية بخبرة أجنبية .

وعند توفر هذه المقومات في ظل العجز المائي الكبير تقوم صناعة تحلية المياه لسد هذا العجز وتعتبر تحلية مياه البحر صناعة تحويلية تحتاج لما تحتاجه أي صناعة أخرى مع مراعاة الاقتصاد في تكاليف الإنتاج قدر المستطاع لما للماء من أهمية كبيرة في حياة الإنسان وهذا ممكن عن طريق الاعتماد على الطاقة الشمسية وهي طاقة رخيصة للغاية ومتوفرة ولا تتضب مع التقدم في الأبحاث والدعم الدائم من قبل الحكومة لإحراز تقدم ملموس بالإضافة إلى الاعتماد على النفس قدر المستطاع .

وكانت ليبيا نتجة بقوة نحو تحلية مياه البحر قبل التفكير في عمل مشروع النهر الصناعي العظيم ولكن بعد تنفيذ النهر ووصول مياهه للساحل الليبي حد من هذا الاتجاه بعض الشيء .

وتساهم محطات التحلية المقامة على طول الساحل الليبي والبالغ عددها ٢٠ محطة ذات سعات متوسطة إلى عالية بحوالي ١٠٠ مليون م<sup>٣</sup> سنوياً بالإضافة لما تنتجه عدد كبير من المحطات الصغيرة التي لا تتعدى سعتها ٦٠٠٠ م<sup>٣</sup> يومياً للمحطة الواحدة والتي تقوم على تحلية المياه الجوفية للمنشآت الصناعية الصغرى والتجمعات البشرية بكميات إضافية وتزيد كمية المياه الناتجة من عملية التحلية من عام لآخر كما يبينها الجدول الآتي :

جدول رقم (٤-١) مياه التحلية (١٩٩٠ - ٢٠٢٥) مليون م<sup>٣</sup>

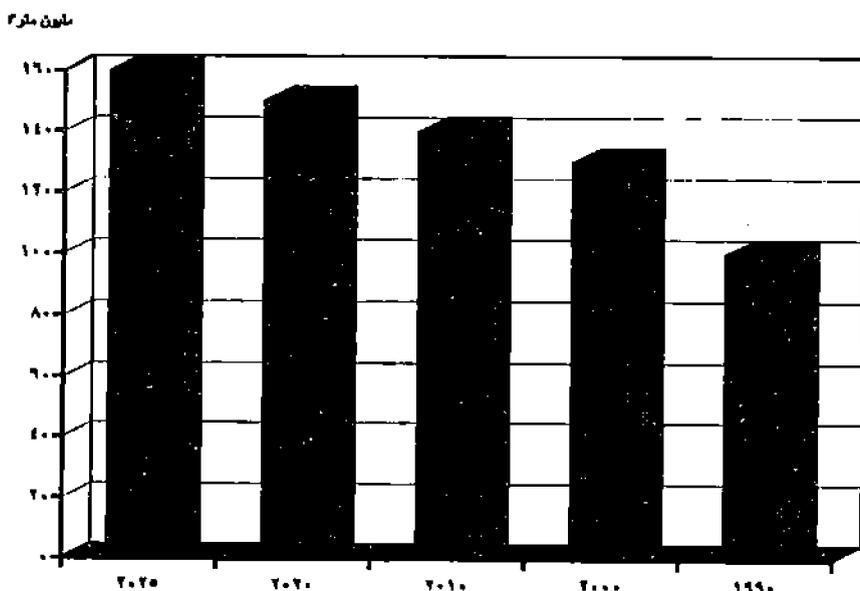
السنة	١٩٩٠	٢٠٠٠	٢٠١٠	٢٠٢٠	٢٠٢٥
مياه التحلية	١٠٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠

المصدر: سالم؛ ١٩٩٤؛ ص ٤ .

يتضح من خلال الجدول (٤-١) والشكل (٤-١) الزيادة المضطردة في كمية المياه التي يتم تحليتها حيث تزيد هذه الكمية من ١٠٠ مليون م<sup>٣</sup> عام ١٩٩٠ إلى ١٦٠ مليون م<sup>٣</sup>

عام ٢٠٢٥ وهذا يوضح أنه كلما زاد العجز المائي في موارد المياه التقليدية ركزت الدولة على الموارد غير التقليدية وخططت لزيادتها .

شكل (١-٤) مياه التحلية في الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٥



وتساهم المياه المحلاة بحوالي ١,٥% من إجمالي الموارد المائية المستغلة في ليبيا وبالرغم من ضالتها إلا أنها نقية جداً ولا تستخدم إلا للشرب والجدول (٢-٤) يوضح مساهمة مياه التحلية في استخدامات بعض البلديات في ليبيا .

جدول (٢-٤) مساهمة مياه التحلية في بعض البلديات

البلدية	مياه التحلية ألف م <sup>٣</sup> / يوم	% من موارد المياه
خليج سرت	٥٤,٥٥	%٤١
بنغازي	٥	%٣,٣
طرابلس	٢٦	%١
الجبل الأخضر	٤,٢٣	%٩
الزاوية	٠,٧٥	%١,٣

المصدر: الإدارة العامة للمرافق والأماك العامة ; ١٩٩٢ ص ١٠-٤ .

يتبين من خلال الجدول (٤-٢) مدى مساهمة مياه التحلية في الاستهلاك في بعض البلديات ويتضح أن بلدية خليج سرت هي أكثر البلديات استخداماً لها حيث تساهم بحوالي ٤١% من إجمالي المياه المستخدمة بها نظراً لظروفها الطبيعية وندرة أمطارها وقلة المياه الجوفية بها .

وقد تم إنشاء عدد من محطات التحلية على الساحل الليبي وذلك بناء على الاحتياجات الفعلية والضرورية للمناطق ذات الكثافة السكانية المرتفعة التي تعاني من نقص في مياه الشرب بصفة أساسية وكان هذا قبل التفكير في إقامة مشروع التهر الصناعي الذي ينقل المياه من الأحواض الجنوبية إلى المسدن الساحلية ، وعلى كل محطات التحلية التي تم إنشائها منها ما تعمل حتى الآن ومنها ما توقف لأغراض الصيانة ومنها ما توقف لأغراض الصيانة ، ومنها ما أهمل بعدما وصلت مياه النهر العظيم إلى مدن بنغازي وسرت وطرابلس ، ويبين شكل (٤-٢) مواقع المحطات التي أقيمت لتحلية مياه البحر .

جدول (٤-٣) أهم محطات التحلية

المحطة	سنة التشغيل	السعة التصميمية مليون م <sup>٣</sup>	الإنتاج الفعلي ١٩٩٠
شمال بنغازي	١٩٧٨	١٧,٥	٢,٥٢
مصراتة	١٩٨٩	١٥,٣	٤,١٨٨
سرت	١٩٨٦	١٥,٣	٣,٣٥٩
زويتينة	١٩٨٤	١٠,٩	٦,١١٧
غرب طرابلس	١٩٧٦	٨,٢	٢,٤٥٤
سوسة	١٩٧٩	٤,٩	٠,٥٥٣
طبرق	١٩٧٧	٤,٧	٢,٩٦٤
درنة	١٩٧٦	٣,٢	٠,٩٤٩
الخمس	١٩٨٥	٢,٩	٦,٢٠٣
زليطن	١٩٧٦	٢,١	١,٢١٩
الإجمالي		٨٥	٢٧,٥٢٦

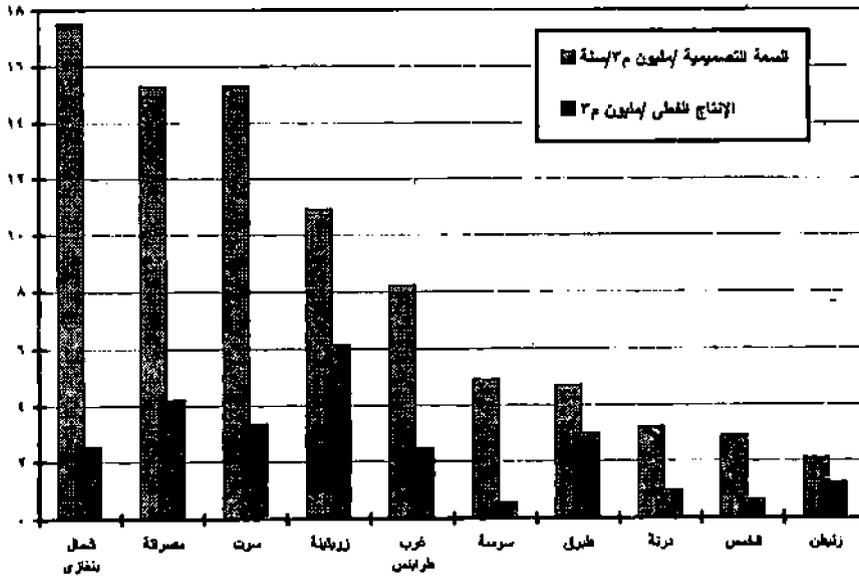
المصدر: الأرباح ; ١٩٩٦ ص ٤٣٤ ج ٢ .

يتضح من الجدول (٤-٣) والشكل (٤-٣) أن الإنتاج الفعلي لمحطات التحلية في ليبيا أقل بكثير عما صممت له فبينما تصل سعة هذه المحطات التصميمية إلى ٨٥ مليون م<sup>٣</sup> لا يتعدى الإنتاج الفعلي عن ٢٧,٥ مليون م<sup>٣</sup> فقط وهذا يرجع إلى انخفاض عدد



كما يوضح الجدول أن المحطات كلها حديثة التشغيل فلم تبدأ تحلية المياه في ليبيا إلا في السبعينيات من هذا القرن ، كما يوضح الشكل أن أعلى المحطات إنتاجاً هي محطة الخمس وتنتج ٦.٢ مليون م<sup>٣</sup> سنوياً وأقلها إنتاجاً محطة سوسة وتنتج ٠,٥٥ مليون م<sup>٣</sup> سنوياً . وقد توقفت محطة التحلية في زوارة بعد عام ١٩٨٠ وكان إنتاجها ١٣٠٠ ألف م<sup>٣</sup> في نفس العام .

شكل (٤-٣) إنتاج محطات التحلية في ليبيا



وتختلف تكلفة المتر المكعب من محطة تحلية لأخرى فهي تبلغ في زوارة أثناء عملها ١١٢٠ درهم وكانت تحل مشكلة مدينة زوارة الخاصة بمياه الشرب أما محطة تحلية غرب طرابلس فنكلفة المتر المكعب منها ٦٢٠ درهم فقط نظرا لحدائتها عن الأولى (الجديدي; ١٩٨٦، ص ٢٥٨) وفي طبرق تبلغ التكلفة ٥١٠ درهم أما في شمال بنغازي ٥٣٠ درهم وفي درنة ٦٤٠ دينار وفي سرت ١٠٩٠ درهم وفي زليطن ١١٠٠ درهم ويمكن خفض هذه التكلفة بمضاعفة الإنتاج وزيادة عدد أيام التشغيل .

### ويوجد عدة طرق لتحلية مياه البحر أهمها :

أ- طريقة التناضح العكسي : وهي الأكثر شيوعاً في ليبيا وتستخدم لفصل الأملاح دون تغيير في حالة المياه الطبيعية وذلك باستخدام الأغشية شبه النفاذة التي تسمح بمرور المياه من خلالها ويتم تحلية ٢٤% من المياه المحلاة في العالم بهذه الطريقة (المعتاز; ١٩٨٨، ص ٧٨) . وفي هذه الطريقة يضخ الماء في أنبوب أسطوانى يحتوى بداخله

على أغشية شبه نفاذة ويمر الماء العذب من خلال الغشاء ويبقى الماء المركز بالأملح داخل الغشاء شرط أن نضخ الماء تحت ضغط يتراوح بين ٣٠ - ٧٠ ضغط جوى ويكون الغشاء إما على شكل رقائق مسطحة أو خيوط شعرية ومن الضروري إجراء معالجة كيميائية وفيزيائية للمياه قبل تمريرها فى الأنبوب لإزالة الشوائب العالقة فى الماء والتي يمكن أن تؤدى إلى تلف الأغشية (اللبدى ; ١٩٨٩ ص٠ ٢٣) وبالتالي تندى الإنتاج وزيادة التكاليف .

وتوجد عدة عوامل تؤثر فى هذه الطريقة وهى :

- ١- مدى ارتفاع ضغط الماء الداخلى وحدة التنقية (DP) .
- ٢- مقدار الضغط الأسموزى الناتج عن وجود أملاح مختلفة التركيز (DSP) .
- ٣- مساحة الغشاء الفاصل بين جزئى وحدة التنقية (A) وطبقا لهذا المعادلة  $Q = KW (DP - DSP) A/t$  حيث  $Q =$  كمية الماء الناتج ،  $KW$  عامل نفاذية الغشاء وهو سمك هذا الغشاء ، ويعطى حاصل قسمة كمية الماء الناتج على كمية الماء الكافية نسبة التحويل فى وحدة التناضح العكسى وهذه النسبة تتراوح غالبا بين ٤٠% - ٧٠% ويمكن رفعها إلى ٩٠% بالقيام بعمليات معالجة تحضيرية لوحدة التناضح العكسى (المعتاز ; ١٩٨٨ ص ٨٠) والطاقة الوحيدة التى تحتاجها هذه العملية هى لضخ الماء إلى الضغط التناضحى وتبلغ نسبة إنتاج المياه بواسطة هذه الأغشية ٥٠٠ لتر/ يوم لكل متر مربع من الأغشية (الشكشوكى ; ١٩٧٢ ص ٣) وهذه الأغشية تصنع من بوليمير السنارية ومس من بوليمير الأثنين .

**ب- طريقة التقطير الومضى :** وهى تستخدم فى ليبيا أيضاً وهى متعددة المراحل والتقطير شائع ولكنه يحتاج إلى كمية عالية من الطاقة وفى هذه الطريقة تسخن المياه لدرجة حرارة تتراوح بين ٩٠ - ٩٢٠ م ويتبخر المياه ثم يتكثف بخارها ويصبح مياه عذبة جيدة ونقية ولكن هذه الطريقة يعيها التكلفة العالية (اللبدى ; ١٩٨٩ ص٠ ٢١) .

**ج - استعمال الطاقة الشمسية فى التحلية** وهى طريقة رخيصة وتقوم فكرتها على وضع الماء المالح فى أوانى مطلية بلون أسود لجذب أشعة الشمس إليها وتكسيبها للمياه وتترك لتتبخر المياه بحرارة الشمس وهذه الأوانى مغطاة بغطاء زجاجى يستقبل المياه المتبخرة وبطريقة ما تتجمع المياه من البخار عن طريق التكاليف فى خزانات وتستهلك هذه المياه للشرب ، وتتراوح مدة سطوع الشمس خلال العام بين ٣ - ٤ آلاف بمعدل ٩ ساعات يوميا إذا يبلغ متوسط الإشعاع الشمسى السنوى على المستوى الأفقى بين ٤,٦-٦,٢ كيلو وات ساعة يوميا لكل متر مربع ومن ثم فإنه بالإمكان الحصول على

طاقة كهربائية في حالة استخدام خلايا شمسية ذات كفاءة لا بأس بها تستخدم في مجال  
تحلية المياه (المقدمى ; بدت . ص ٩) .

د- طرق أخرى : منها التحليل الكهربائي الذي تعتمد على خلية تحتوي على  
نوعين من الأغشية أحدهما سالب والآخر موجب وعند تمرير التيار الكهربى فى الماء  
المالح فإن أيونات الكلوريد السالبة نحو القطب الموجب وأيونات الصوديوم الموجبة تتجه  
نحو القطب السالب مخلقة وراءها مياهها عذبه وتوجد الطريقة الكيميائية وغير ذلك من  
الطرق ويمكن استخدام الطاقة الذرية فى عملية التحلية ولكن لها مخاطرها .

وتستخدم فى ليبيا طريقتين للتحلية هما التناضح العكسى والتقطير الومضى (جهاز  
النهر العظيم ; ١٩٩٤ . ص ٦٨) .

وتحتاج بعض آبار المياه الجوفية للتحلية بسبب زيادة السحب وتدهور نوعية مياهها  
وزحف مياه البحر المالحة عليها لتحل محل المياه التى سحبت منها فتزداد نسبة ملوحتها  
وتتلخص عملية تحليتها فى التخلص من المواد العالقة بها بالترشيح والترسيب والتخلص  
من الأيونات السامة الموجودة بها والتخلص من المواد الكيميائية والغازات الذائبة وتطهر  
المياه من الجراثيم إما باستخدام مواد كيميائية مثل الكلور أو بالحرارة أو بالأشعة وتعمل  
معظم شركات النفط فى ليبيا على تحلية المياه الضار به للملوحة فى الآبار عن طريق  
إقامة محطات تحلية صغيرة يتراوح إنتاجها بين ٢٧ - ٣٣٨ م<sup>٣</sup> يوميا مثل شركة أوسيس  
ليبيا للنفط التى تستعمل ٩ محطات من هذا النوع (قنيوه ; ١٩٧٣ . ص ٢) .

وتعتبر المياه الجوفية التى تقل فيها نسبة الأملاح عن ٣٢٠ ج فى المليون صالحة  
لزراعة جميع الأراضى والمحاصيل وإن وصلت نسبة الأملاح إلى ٦٤٠ ج فى المليون  
لزم الإكثار منها عند كل ريه وتستخدم المياه التى تصل ملوحتها إلى ١٢٨٠ ج فى المليون  
فى زراعة المحاصيل التى تتحمل الملوحة العالية وفى الأراضى جيدة الصرف وإن زادت  
نسبة الأملاح عن ذلك فلا تستعمل إلا للضرورة القصوى (المعتاز ; ١٩٨٨ . ص ٧٤)  
ولذا تحتاج مياه بعض الآبار لتحلية مياهها حتى لأغراض الري خاصة فى المناطق  
الشمالية التى عانت وتعانى كثيراً من تدهور مياهها نتيجة للسحب الجائر .

وتساهم مياه التحلية فى المناطق الشمالية بحوالى ٥% من إجمالى موارد المياه  
وتواجه عملية تحلية المياه فى ليبيا عدة مشكلات يمكن حصرها فى الآتى :

- ١- نقص الخبرة الفنية وقطع الغيار واحتكار التقنية الخاصة بها من قبل الدول المتقدمة .
- ٢- ارتفاع تكاليفها ، وقلة الصيانة الدورية لمحطاتها .
- ٣- تآكل أجهزة المحطات والمواسير نتيجة لزيادة الملوحة فى المياه .
- ٤- ضرر البيئة نتيجة لتركيز الأملاح الزائدة فى مخلفات المحطات بعد تحليتها مما يؤثر على الأحياء المائية .
- ٥- سد مواسير المحطات نتيجة للأعشاب والأملاح والمخلفات الأخرى التى تتجمع فى منطقة السحب .
- ٦- عدم توافر برامج ومؤسسات للتدريب ودعم الأبحاث الخاصة بها .
- ٧- استيراد المواد الكيماوية المستخدمة من الخارج بأسعار عالية .

ويمكن مواجهة هذه المشكلات عن طريق :

- ١- استخدام الطاقة الشمسية فى عملية التحلية مما يقلل من تكلفتها .
- ٢- تدريب كادر من المواطنين على الناحية الفنية الخاصة بالمحطات .
- ٣- الدعم المادى للمؤسسات التى تهتم بهذا الموضوع بصفة دائمة .
- ٤- التقدم فى الأبحاث والدراسات والإدارة الجيدة والصيانة الدائمة لهذه المحطات .
- ٥- استخدام المادة الخام فى صنع المحطات من الأراضى الليبية والحد من استيرادها من الخارج .

## ثانياً : المياه المعاد استغلالها

يقصد بها مياه الصرف بأنواعها التي يمكن تنقيتها ومعالجتها واستخدامها مرة أخرى وتستخدم بصفة خاصة في أغراض الزراعة وبالإضافة إلى ذلك تساهم هذه العملية في حماية البيئة من التلوث .

ويتوقف نجاح إعادة استخدام المياه على مجموعة من المعايير والضوابط الزراعية والبيئية تتمثل في الآتى :

أولاً : نوعية المياه المتخلفة عن الاستخدام الأول لها من حيث كونها مياه صرف صحى أو صرف زراعى أو صرف صناعى .

ثانياً : طبيعة وأهداف الاستخدام والذي يجب أن يكون فى إطار معين بحيث يكفل حماية البيئة والأفراد .

ثالثاً : المحددات التكنولوجية الحاكمة فى إطار اقتصادى جدى .

رابعاً : متابعة الآثار البيئية لإعادة استخدام المياه على مختلف مكونات النظام البيئى من خلال وضع برامج متكاملة لرصد المعايير الزراعية (مخيمر ١٩٩٦، ص ١٧٣)

ويجرى التخطيط فى ليبيا الآن لاستعمال مياه الصرف بعد معالجتها على نطاق واسع فى رى بعض المحاصيل والمزارع المجاورة للتجمعات السكانية والقريبة من المدن . ويجب أن تفى هذه المياه بالمعايير الصحية حتى لا تصبح مصدراً للخطر وهناك إمكانية لإعادة استخدام حوالى ٤٠% من إجمالى كميات المياه المستهلكة بواسطة المنازل والخدمات والمرافق العامة فى الوقت الحالى (قنوص ; ١٩٩٤، ص ٢٦٧) مع حل بعض المشاكل التكنولوجية والاقتصادية فى هذا المجال .

وتحتوى مياه الصرف المعاد استغلالها على أسمدة مذابة تفيد الزراعة وتكسبها أهمية كبيرة فى الاستخدام بالإضافة إلى تكاليفها الزهيدة فى إعادة استخدامها وتحد من التلوث البيئى فلا تلقى مياه الصرف فى البحر أو فى السبخات أو فى آبار فتتسرب إلى المياه الجوفية فتلوثها .

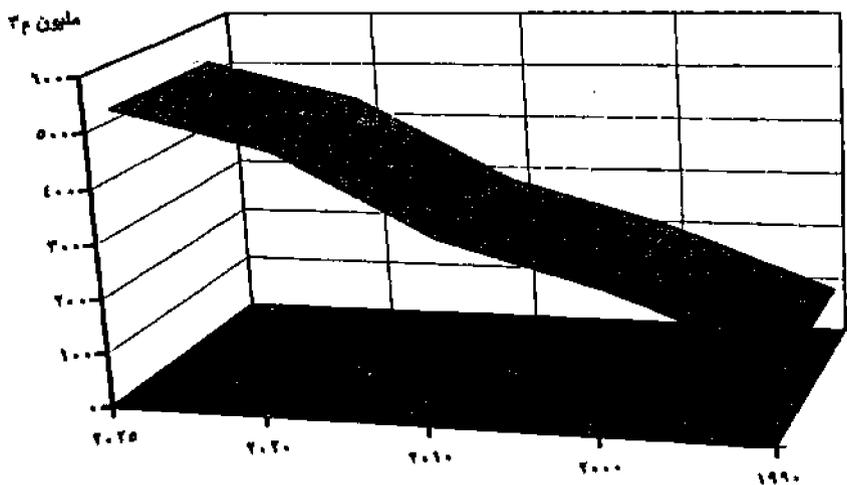
وتذاب فى مياه الصرف الصناعى مواد كيميائية ونظفية وعضوية ومعنوية وأصبغ ولكى يتم تحويلها لمياه عذبة يمكن استغلالها لابد أن تمر بعشر مراحل منفصلة من ضمنها مرحلة المعالجة بالجير الحى لرفع درجة القلوية للقضاء على الفيروسات ثم مرحلة تقليل القلوية ثم مرحلة الترشيح ثم التمرير عبر غاز الأوزون المطهر ثم المعالجة لإزالة المعادن والتعريض للهواء وأخيراً التمرير عبر غاز الكلورين المطهر وتساهم المياه المعاد استغلالها فى ليبيا بحوالى ٠,٧% من جملة استهلاك موارد المياه الإجمالية (جهاز النهر; ١٩٩٤ ص٠ ٧١) .

ويتحكم فى تركيز العناصر الثقيلة فى المياه المعاد استغلالها ثلاثة حقائق :

- ١- طبيعة ونوعية وكفاءة النشاط الصناعى .
- ٢- نوعية المياه العادمة ومعاملات وطرق معالجة المياه المراد استغلالها .
- ٣- العناصر التى تحتويها هذه المياه ومدى تأثيرها على البيئة (عبد الجواد; ١٩٩٣ ص٠ ٣١) .

ويتم معالجة ٣٠% من مياه الصرف الآن وسترتفع إلى ٧٥% منها عام ٢٠٠٠ وتشير التوقعات إلى أن مياه المعالجة واستغلالها سوف تساهم بحوالى ٥% من إجمالى موارد المياه فى ليبيا (الهيئة العامة للمياه ; ١٩٩٢ ص ٢٢) وتقدر المياه المعالجة سنوياً بما يقدر ١١٠ مليون م<sup>٣</sup> ويزيد هذا المقدار حتى يتضاعف عام ٢٠٠٠ .

شكل (٤-٤) كمية مياه المعالجة فى الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٥



جدول (٤-٤) كمية مياه المعالجة حتى ٢٠٢٥م مليون م٣

السنة	١٩٩٠	٢٠٠٠	٢٠١٠	٢٠٢٠	٢٠٢٥
مياه المعالجة	١١٠	٢٢٠	٣٠٠	٤٥٠	٥٢٠

المصدر: سالم ; ١٩٩٤. ص ٤

يتضح من الجدول (٤-٤) والشكل (٤-٤) أن مياه الصرف التي يعاد استغلالها في تزايد مستمر نتيجة للعجز المائي في ليبيا وأيضا لقلّة تكلفتها ومساهمتها في الحد من التلوث فترتفع الكمية من ١١٠ مليون م٣ عام ١٩٩٠ إلى خمسة أضعافها تقريبا عام ٢٠٢٥ أى ستصل إلى ٥٢٠ مليون م٣ ويعقد عليها الأمل في حل المشكلة المائية في المستقبل ، وتساهم المياه المعالجة بحوالي ٢,٤% من موارد المياه في النطاق الشمالى وتنتشر محطات التنقية في المناطق الشمالية على وجه الخصوص كما بينها شكل (٤-٢) حيث التركز السكاني .

جدول رقم (٤-٥) محطات معالجة مياه الصرف وإنتاجها السنوى (مليون م٣) .

المحطة	الإنتاج السنوى	المحطة	الإنتاج السنوى
طرابلس	١٤,٢	البيضاء	٠,٦
بنغازى	٩,٨	شحات	٠,٦
الزاوية	٤,٨	سبها	٠,٦
الخمس	٢,٩	طبرق	٠,٥
زليطن	٢,٢	غدامس	٠,٤
جنزور	١,٥	سوسة	٠,٤
مصراته	١,٠٩	الابرق	٠,٤
درنة	٠,٩	مسه	٠,٤
القبة	٠,٧	ترهونه	٠,٤
المرج	٠,٧	المجموع	٤٥,٢٩

المصدر: فنوص ; ١٩٩٤. ص ٢٧٤ .

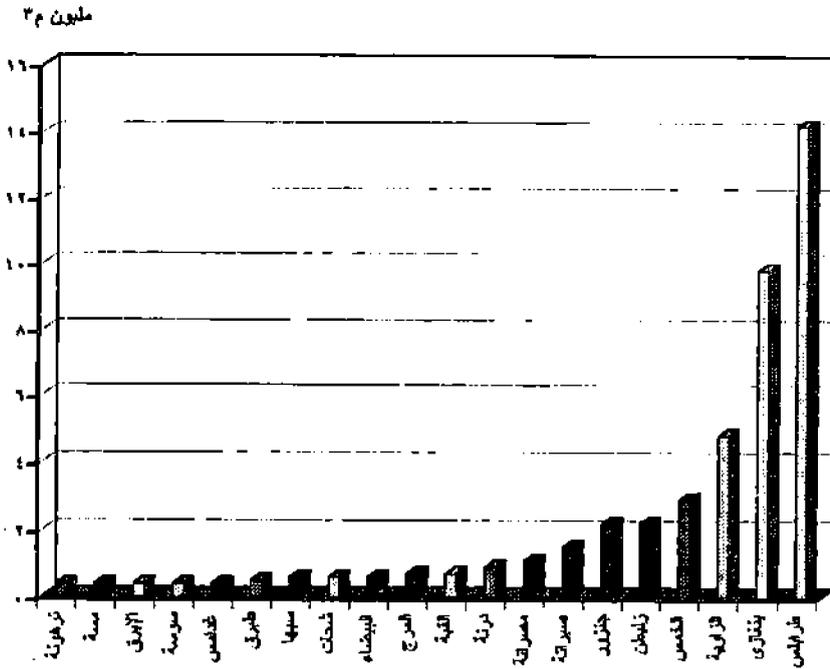
من الجدول (٤-٥) والشكل (٤-٥) يتضح أن إجمالى المياه التي يتم تنقيتها ٤٥,٣ مليون م٣ سنويا وهذه كمية بسيطة جدا بالمقارنة بما هو مستهدف ويوجد ١٧ محطة تنقية أخرى تحت الإنشاء بطاقة ٦٠ مليون م٣ سنويا أى أنه سيكون بليبيا ٣٧ محطة لتنقية مياه الصرف نقد إنتاجيتها بحوالى ١٠٥ مليون م٣ سنويا (اليونسكو ; ١٩٨٨ ص ١٧٣) .

كما يتضح أن أعلى المحطات إنتاجاً توجد بأعلى المدن ازدحاماً بالسكان حيث توجد مياه للصرف يتم معالجتها فتعتبر محطة طرابلس أعلى المحطات إنتاجاً تليها محطة بنغازي وهاتان المحطتان تنتجان ما يقرب من نصف المياه التي يتم معالجتها سنوياً .

وقد أثبتت بعض البحوث والدراسات إمكانية إعادة استعمال ما بين ٦٥ - ٨٠% من المياه المستعملة للأغراض المنزلية والصناعية ويمكن معالجتها لاستخدامها للأغراض الزراعية بتكلفة ١ دولار للمتر المكعب فقط وهي تكلفة منخفضة جداً ومعقولة خاصة وأن معظم المحاصيل التي تزرع في ليبيا تقاوم الأملاح بالإضافة لنفاذية التربة الشديدة أي أن هذه المياه يمكن أن تناسب الزراعة الليبية .

ويمكن استرجاع ٧٧٩ مليون م<sup>٣</sup> سنوياً عام ٢٠٠٠ وهي كمية كبيرة أن تكفي لزراعة ما لا يقل عن ٢٥ ألف هكتار من الصفصفا\* و ٢٥ ألف هكتار من الشعير ويمكن لو استغلت هذه الكمية من المياه في إنتاج الشعير فيمكن تحقيق إنتاجية عالية لا تقل عن ٤٠٠ ألف طن سنوياً تكفي لسد حاجة الحيوانات من الأعلاف (الغرياني، ١٩٩٦، ص. ٣٠)

شكل (١-٥) الإنتاج السنوي لمحطات تنقية المياه



\* الصفصفا : نبات يزرع كعلف للحيوان .

وترجع إعادة استعمال المياه لأغراض الزراعة لزمن بعيد جدا قد يصل إلى ألف عام وذلك لما له من مردود جيد على نمو المزروعات لفائدتها التسميدية وهي ذات جدوى اقتصادية إذا ما روعيت الأبعاد الصحية لاستخدامها ، وتشكل الاستخدامات المنزلية الجزء الأكبر منها ، أما المياه الناتجة عن الصناعة فهي مختلف من حيث النوعية والكمية بحسب عملية التصنيع ويجب معالجتها منفصلة عن مياه الصرف الناتجة عن الاستخدامات المنزلية (اللبدي ; ١٩٨٩. ص ٨) .

ويمكن السيطرة على الأثار الجانبية المحتمل ظهورها بعد استخدام المياه المعالجة عن طريق توافر شبكة صرف زراعي جيدة ومتكاملة وخلطها بمياه واختبار الأسلوب الأمثل للرى بها والاهتمام بالتسميد ، وتخليص التربة من الأيونات السامة واختيار المحصول المناسب لها .

وفي تقرير صادر عن منظمة الصحة العالمية تم تقسيم المحصولات إلى ثلاث فئات حسب زراعتها بالمياه المعالجة :

**الفئة الأولى :** وتشتمل على المزروعات التى تستهلك دون طبخ والحقول وملاعب الرياضة والمنتزهات العامة .

**الفئة الثانية :** وتشتمل على الأشجار المثمرة والمراعى والأعلاف والحبوب والبقوليات التى تغلب ولكن بشرط أن تتوقف عملية الرى قبل أسبوعين من قطف الثمار .

**الفئة الثالثة :** وتشتمل على رى المزروعات فى الفئة الثانية على أن لا يتعوض العامل فى هذه الزراعات وعامة الناس لمياه الرى أو المزروعات بعد ريها مباشرة كما تضم الأشجار الحرجية والأشجار غير المثمرة (اللبدي ; ١٩٨٩. ص ٥) .

وقد قامت عدة مشروعات زراعية على هذه المياه تقدر مساحتها الإجمالية بحوالى ٢٢٠٨ هـ ويعتبر مشروع الهضبة الخضراء الزراعي من أهم وأقدم المشاريع الزراعية التى أقيمت على المياه المعالجة وتقدر مساحته بألف هكتار مقسمة إلى ١٣٠ مزرعة مساحة كل منهما ٦٩ هكتار ، وأنشأت محطة التنقية الخاصة بهذا المشروع عام ١٩٧٠ واستمرت فى ضخ ٤٠ ألف م<sup>٣</sup>/يوم ، ولكن فى السنوات الأخيرة عجزت المحطة عن ضخ المياه بالمستوى المطلوب حيث ارتفعت الملوحة نتيجة لطغيان مياه البحر (الهيئة العامة للمياه فرع المنطقة الغربية: ١٩٩٢. ص ٢) ومن هذه المشاريع عين زارة ٤٠٠ هـ وجنزور ٤٠٠ هـ وزليطن ١٤٠ هـ والزواوية ٢٦٨ هكتار ( الهيئة العامة للمياه ; ١٩٩٢. ص ٢٢) .

وهذه المشاريع مخصصة لإنتاج نباتات الأعلاف وقد اتضح بعد نتائج التحاليل الكيماوية للعينات المتحصل عليها من محطة التنقية للمشروع أن المياه تحتوي على مجموعة من العناصر الضرورية لحياة النبات كالنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغسيوم والحديد والمنجنيز والزنك والنحاس ، كما توجد مجموعة أخرى ضارة بالنبات والحيوان والإنسان يجب الحذر منها والتقليل من نسبتها قدر المستطاع مثل الكاديوم ، الكروم ، النيكل ، الرصاص ، ومن الواجب مراعاة هذه الخصائص عند تقييم استخدام هذه المياه واختيار المحصول المناسب لها ومعرفة خصائص التربة خاصة درجة نفاذيتها (الجبالى ; ١٩٨٢ . ص ٧) .

وتم وضع خطة لمعالجة ٤٠% من إجمالى كميات المياه المستهلكة بواسطة البلديات حتى تقدر بحوالى ١٢٥ مليون م<sup>٣</sup> سنويا حتى عام ٢٠٠٠ (عبود ; ١٩٩٤ ص ٧) وقد أكد الخبراء بأنه يجب أخذ الحذر والحيطه من استخدام هذه المياه ويجب أن توجه لزراعة الأعلاف فقط وأن يراعى الآتى عند استخدامها :

- ١- اقتصار استخدامها على محاصيل الأعلاف أولا مع إجراء تحاليل مستمرة على هذه الأعلاف .
- ٢- عزل مصادر العناصر الضارة لصحة الإنسان والحيوان عن مياه المجارى .
- ٣- مراقبة أجهزة التشغيل فى المحطات حتى لا يحدث خلل فى تركيز بعض العناصر الضارة مما ينجم عنه مخاطر جسيمة .
- ٤- تحليل العينات منها بصفة دورية ودائمة لضمان ثبات العناصر فيها وتوفير قطع الغيار اللازمة للمحطات وعمل صيانة دورية لها . (الجيدى ; ١٩٨٦ ص ٢٥٤) .

وبعد تناول موارد المياه غير التقليدية المتمثلة فى مياه التحلية ومياه المعالجة سألنى الضوء على التجارب الليبية فى مجالى استحلاب السحب ومياه الصابورة .

### أولاً :- استحلاب السحب :

وتعرف بزراعة الغيوم بأبخرة يوديد الفضة أو بتلقيح الغيوم الركامية بكلوريد الصوديوم وترزح الغيوم بالطائرات أو بواسطة أفران أرضية وبعد زرع الغيوم ترتفع لتتسبع بالرطوبة ويتم تجميعها وتحريكها إلى مواقع محددة حيث تستخدم وسائل التبريد والنكثيف الصناعى لإسقاطها على شكل مطر وتزرع الغيوم على بعد عشرات الكيلومترات من مناطق الهدف وفي اتجاه هبوب الرياح الملائمة ويعتمد نجاح هذه العملية على مصدر الغيوم ودرجة حرارتها (جهاز النهر ; ١٩٩٤ ص ٧٢) .

وقد بدأت التجارب فى هذا المجال فى ليبيا عام ١٩٧١ وبدأ المشروع رسمياً فى يناير ١٩٧٢ ، وحددت غريان وسلوق وبومبة كمناطق لزراعة الغيوم واتبعت التجربة أسلوب الهدف المتحرك وفيه يتم اختيار عشوائى لسحابتين تزرع أحدهما وتترك الأخرى للمقارنة مع المراقبة بالرادار وقد تغير موقع بومبة إلى رأس لانوف ، وكان التقييم العام لهذه التجربة كالتالى :

بلغت نسبة المطر الناتجة عن الزرع فى غريان أكثر من ١٠% وقرب طرابلس ٢% وفى بنغازى ٥% وفى اجدابيا ٢٠% وتكلف المشروع ٤٦٥ ألف دينار ليبي وتم حساب المتر المكعب من هذه التجربة فاتضح أنه قليل ولا يتعدى ٢,٥ درهم وهو تقييم نظرى لأن التقييم الحقيقى لهذه التجارب لا تتم إلا بعد عدة سنوات لمعرفة الزيادة الحقيقية .

وفى عام ١٩٨٠ أجرت تجربة أخرى وتم تشكيل لجنة لذلك ، وتم اختيار شمال غرب ليبيا لزراعة السحب فى منطقتين ، وتقدر مساحة المشروع ٢٥٠٠٠ كم<sup>٢</sup> وقسمت إلى ثلاثة مناطق وتم اختيار هذه المنطقة لصلاحيتها للزراعة وكثافة سحبها ووجود مشاريع زراعية بها ، ولم تقيم هذه التجربة التقييم اللائق حتى الآن وهناك شروط لابد من توافرها لنجاح هذه العملية منها أن تكون درجة حرارة قمة السحب ١٠ - ٢٨م تحت الصفر ووجود حالة من عدم الاستقرار فى طبقة السحب ويكون ضغط بخار الماء فى قلب السحابة أكبر من نصف جرام /م<sup>٣</sup> ويكون تركيز الحبيبات الثلجية بها أقل من ١٠ ج/لتر وحركة الهواء الصاعدة أكثر من ٢م/ثانية (الجيدى; ١٩٨٦; ص٢٦٦-٢٧٠) .

وتستهدف عملية استحلاب السحب إلى زيادة كمية الأمطار وزيادة رقعة الأرض التى تسقط عليها ، وإطالة مدة الهطول ، وبالتالي زيادة المساحات المزروعة وزيادة الإنتاج الزراعى .

وهناك عدة معوقات تواجه هذه العملية أهمها :

- ١- قلة السحب طول العام .
- ٢- قلة المياه فى السحب المطيرة .
- ٣- صعوبة التحكم فى مواقع سقوط الأمطار .
- ٤- احتمال حدوث أضرار ناجمة عن استعمال المواد الكيماوية فى الاستحلاب، وبالرغم من هذه المعوقات إلا أنه مع مرور الزمن والحاجة الماسة للمياه يمكن التغلب عليها ويبقى خياراً جديداً للحصول على مورد مائى جديد .

## ثانياً :- مياه الصابورة :

ويقصد بها المياه التي يمكن أن تحملها سفن نقل البترول وهي عائدة من موانئ التفريغ بدلا من أن تحمل مياه مالحة لتعمل على حفظ توازنها والمسماة بمياه الصابورة ويمكن استخدامها في الزراعة ولكنها عادة ما تكون مخلوطة ببقايا النفط ومن السهل فصلها قبل الاستعمال .

وقد أجريت تجربة في ليبيا لزراعة ستة محاصيل بهذه المياه وهي القمح والشعير والبرسيم والشوفان والفاول والبازلاء وقد كانت النتيجة طيبة .

ولكن أهم ما يعيب هذا المورد أنه مرتبط بوجود النفط بالإضافة لكمياته البسيطة (جهاز النهر ; ١٩٩٤ . ص ٧١) وقد يؤدي مخلفات البترول في المياه المنقولة إلى انخفاض في عمليتي التمثيل الضوئي والنتح والتأخر في عملية الإزهار وانخفاض في الإنتاج وتقليل في النمو الخضري والجذري وقد لوحظ من التجارب أن النباتات المعمرة والبقولية من أنسب الزراعات بهذه المياه حيث أنها أقل ضرراً من غيرها (الجديدي ; ١٩٨٦ . ص ٢٧٣) .

ويوجد اقتراح بنقل الكتل الجليدية من مصادرها عبر البحار والمحيطات إلى الساحل الليبي ثم إذابتها واستخدامها لأغراض الشرب .

وبالرغم من قلة مساهمة المياه غير التقليدية في القيمة الإجمالية لموارد المياه في ليبيا إلا أنها سوف تحظى بأهمية كبيرة مستقبلاً وتزيد نسبة مساهمتها واللجوء إليها مع الطلب المتزايد على المياه .