جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومي

تعميق التصنيع المحلى لمعدات محطات تحليه المياه لمواجهة الفجوة المائية في مصر

(دراسة حالة: وزارة الإنتاج الحربي– مصنع 270)

Deepen the Local Manufacturing of Water Desalination Plant Equipment to confront the water Gap in Egypt"

(Case study: Ministry of Military Production: Factory 270)

إعداد

فاطمة ماهر سعد شاكر

إشراف

أ.د. محمد ماجد خشبة

أستاذ تخطيط استراتيجي

مقدم لاستكمال متطلبات

الحصول على الماجستير المهني "التخطيط للتنمية المستدامة"

-2020-

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
ملخص الدراسة	3
1- الإطار العام للبحث والدراسات السابقة	6
1-1 – مقدمة	6
1-2- خلفية مشكلة البحث	7
1-3-أهداف البحث	7
1-4-أهمية البحث	8
1-5- تساؤلات البحث	8
1-6-حدود البحث	8
1-7- منهجية البحث	8
1-8- الدراسات السابقة	8
2- تحلية المياه وأهم التكنولوجيات والمعدات المستخدمة	10
2-1- تحلية المياه في العالم وأهم طرق وتكنولوجيات التحلية	10
2-2-مراحل تحلية المياه ودور الطاقة الشمسية	14
3 – التطبيق على التجربة المصرية	15
3-1 – تحلية المياه في مصر.	15
3-2 – قضية التصنيع المحلى للمعدات في مصر – ومنها معدات التحلية	22
4- الدراسة الميدانية	25
4-1- المنهجية والأدوار الرئيسية	25
4-2-دورشركة قها للصناعات الكيماوية (م /270) فى تصنيع معدات تحلية المياه وتنفيذها	26
4-3- نتائج المقابلات الشخصية بخصوص تعميق التصنيع المحلى لمعدات التحلية	31

النتائج والتوصيات	33
المراجع	36
الملاحق	38

قائمة الجداول

الشكل	العنوان	الصفحة
جدول (1)	**بيان محطات تحلية المياه في مصر حسب المحافظات**	**18**
جدول (2)	**بيان بمحطات تحليه المياه الجاري تنفيذها والمخططة**	**18**
جدول (3)	**مكونات المعالجة الابتدائية لمحطات التناضح العكسي**	**27**
جدول (4)	**مكونات فصل الاملاح والمعالجة النهائية**	**28**
جدول (5)	**المواصفات الفنية لمحطتي رفح والشيخ زويد**	**28**

قائمة الاشكال

الشكل	العنوان	الصفحة
شكل رقم (1)	**تطور استهلاك المياه في السعودية ونسبة المياه المحلاه**	**11**
شكل رقم (2)	**أنواع طرق تحلية المياه في العالم أنواع طرق تحلية المياه في العالم**	**12**
شكل رقم (3)	**نصيب الفرد من المياه**	**16**
شكل رقم (4)	**محطات التحلية للمياه البحر في مصر التي تم تنفيذها والجاري والمخطط تنفيذها**	**17**
شكل رقم (5)	**دور تحلية المياه في التنمية المستقبلية في مصر**	**19**
شكل رقم (6)	**نظام التناضح العكسي لتحلية المياه في مصنع 270**	**26**
شكل رقم (7)	المكونات الرئيسية لمحطة التناضح العكسي	27
شكل رقم (8)	**المخطط النهائي لمحطة التحلية بمنطقتي رفح والشيخ زويد**	29
شكل رقم (9)	**خطة الحكومة لتحلية مياه البحر**	30

ملخص الدراسة

تناولت الدراسة مشكلة نقص المياه فهي مشكلة عالمية فكل العالم يتكلم عن الفقر المائي وكيفية مواجهة الفجوة المائية، وحيث ان محطات تحلية مياه البحر يمكن أن تساهم في سد العجز المائي في مصر خاصة بعد بناء سد النهضة باعتبارها أحد الحلول البديلة للتعامل مع مشكلة المياه في مصر ومواجهة الفجوة المائية ، واستعرضت الدراسة تعدد الجهود في مصر، ومنها قيام أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بإنشاء تحالف وطني لتعميق التصنيع المحلي في صناعة تحلية المياه، ويركز التحالف على تقديم حلول ابتكارية في مجال المياه وتوطين وصناعة تحلية المياه وزيادة نسبة المكون المحلى فيها .

كما تشارك وزارة الإنتاج الحربي في تلك الجهود لتعميق التصنيع المحلى لمعدات التحلية من خلال مبادرات متعددة، ومن بينها جهود مصنع 270 الحربي في هذا المجال على وجه الخصوص، استهدفت الدراسة ايضا تعميق التصنيع المحلي، حيث يستهدف التعميق زيادة القدرة التنافسية، وتحسين الجودة والإنتاجية للصناعة الوطنية، وزيادة الصادرات، وتقليل الواردات، توفير عملة صعبة وترشيد استهلاك الطاقة، وتنمية مهارات الموارد البشرية العاملة بالقطاع الصناعي.

وبجانب الإعداد للثورة الصناعية الرابعة، وتقديم الدعم التكنولوجي والتحول الرقمي، وتوفير الدعم الفني والاستشارات اللازمة لكافة القطاعات الصناعية وزيادة مساهمة الصناعة في الناتج المحلي الإجمالي، وتشجيع زيادة فرص العمل للشباب.

اوصت الدراسة بقيام الدولة بتحفيز مراكز البحث والتطوير الوطنية على تشجيع الابتكارات في مجالي التكنولوجيا والتشغيل فاذا خلقنا حوافز للشركات المحلية فان الحكومات تستطيع ان تجذب استثمارات محلية لتصنيع المكونات الرئيسية للمحطات التحلية ، وايضا وضع استراتيجية قومية لتحلية المياه في مصر وتعميق التصنيع لمكونات محطات التحلية التي تلبى احتياجات الدولة حتى 2050/2030 تمشيا مع استراتيجيات الدولة لسد العجز في الموارد المائية تنبثق منها سياسات تنفيذية واطر مؤسسية وتمويلية ويتم على اساسها وضع الخطط والمشروعات.

الكلمات الدالة: الفقر المائي والفجوة المائية – معدات ومحطات تحلية المياه – تعميق التصنيع المحلى لمعدات تحلية المياه.

summary

The study dealt with the problem of water shortage as it is a global problem, as all the world talks about water poverty dealing with the water gap, and where seawater desalination plants can contribute to bridging the water deficit in Egypt, especially after building the Renaissance Dam to be one of the alternative solutions to deal with the water problem in Egypt and confront The water gap, and the study reviewed the multiplicity of efforts in Egypt, in the context of the establishment of the Academy of Scientific Research and the establishment of a national alliance to disrupt local manufacturing in the desalination industry, and the coalition focuses on providing innovative solutions in the field of water, localization and desalination industry and increasing the proportion of the local component in it.

The Ministry of Military Production also participates in those efforts to deepen local manufacturing of desalination equipment through multiple initiatives, among them the efforts of 270 Military Factory in this field in particular. The study also aimed to deepen local manufacturing, where the deepening aims to increase competitiveness, and improve the quality and productivity of the national industry, increasing exports, reducing imports, providing hard currency and rationalizing energy consumption, and developing human resource skills working in the industrial sector.

The study recommended that the state motivate the national research and development centers to encourage innovations in the fields of technology and employment, so if we create incentives for local companies, governments can attract local investments to manufacture the main components of desalination plants, and also develop a national strategy for water desalination in Egypt and deepen industrialization of desalination plant components that meet the needs The state until 2030/2050, in line with the state's strategies to bridge the deficit in water resources, from which executive policies, institutional and financing frameworks emerge, and on the basis of which plans and projects are established.

1- الإطار العام للبحث والدراسات السابقة:

1-1 - مقدمة:

تعتبر مشكلة نقص المياه هي مشكلة عالمية تواجه مصر ودول كثيرة في العالم، منذ سنوات وكل العالم يتحدث عن "الفقر المائي" ومخاطره الشديدة على مستقبل التنمية في دول العالم على الاخص في العالم النامي ، ولم تكن أزمة المياه أزمة محلية، فمعظم دول العالم تعاني من الفقر المائي، بسبب تغير المناخ وفقاً لتقرير الأمم المتحدة العالمي بشأن تنمية الموارد المائية، الصادر في(مارس 2019)، وتعد تحلية المياه احد البدائل للحصول على المياه الصالحة لأغراض الشرب والزراعة والصناعة ويتم اللجوء الى هذا البديل خاصة في الدول التي تعانى من نقص في المياه .

ويعتمد حاليا حوالي 1% من سكان العالم على المياه المحلاه ومن المتوقع مستقبلا ان تزيد هذه النسبة حيث تتوقع الامم المتحدة انه بحلول عام 2025 يعاني حوالي 14% من ندرة المياه. ([1])

وتشير الاحصائيات الى ان كمية المياه الموجودة في العالم تقدر بحوالي 1400 مليار م3 تشكل المياه العذبة منها حوالي 3% فقط، أما النسبة الغالبة فتمثل مياه البحار والمحيطات وتقدر بحوالي 97%، وايضا يشير بحث اخر الى ان تشكل المياه نسبة 70% من سطح الأرض حيث تشكّل 97% منها مياهاً مالحة، لذا كان لابد من محاولة تحليتها ليتم استعمالها. (2)

وفى مصر تزداد اهمية المياه نتيجة للثبات النسبي في الموارد المائية ونظرا للنمو السكاني السريع ونتيجة التوسع التنموي فمصر تحتاج نحو 86.2 مليار م3 /سنة في حين أن مواردها الحالية تبلغ حوالى 76 مليار م3/سنة وهوما يعنى دخول مصر في مجموعة الدول الفقيرة مائيا والتى ينخفض نصيب الفرد من المياه الى 1000م3/سنويا ويمكن القول بان أحد الحلول الواعدة في المستقبل القريب لتقليل الفجوة المائية هو الاعتماد على تحلية المياه خاصة مع التطور المستمر في تكنولوجيات تحلية المياه مما ادى الى ارتفاع جودة المياه الناتجة وصلاحيتها للشرب . ويساعد الموقع الجغرافي لمصر على توافر مصدر المياه المالحة حيث يحدها البحر الاحمر بامتداد حدودها شرقا والبحر الابيض بامتداد حدودها شمالا (3)، وقد اهتمت وثائق التنمية بقضية المياه فى مصر سواء استراتيجية التنمية المستدامة أو خطة التنمية متوسطة المدى أو برنامج عمل الحكومة.

لذلك اصبحت ادارة المياه ,وتحسينها امر ملحا خاصة مع تزايد اعداد السكان حيث يقل نصيب الفرد من المياه يوميا عن 600 متر فى الوقت الحالي فاصبح الامر يتطلب زيادة تنسيق علاقات التعاون بين الجهات المعنية في مجال حماية الموارد المائية و استثمار ثورة المياه في تعزيز التنمية المستدامة وتسخيرها من اجل مصلحة البشرية وتأمين مياه الشرب لجميع السكان(4), لذا يوجد أهمية كبرى للجوء إلى مصادر بديلة ومن بينها تحلية المياه كما تناول (أسبوع القاهرة للمياه 2019 الهيئة العامة للاستعلامات) مناقشة آليات استخدام الطاقة الشمسية في توفير المياه وإنتاج الغذاء، حيث يوفر تطور التكنولوجيا وانخفاض أسعار أنظمة الطاقة الشمسية وأنظمة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي فرصًا كبيرة لزيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة في تحلية المياه، وذلك في ظل ما تعانيه العديد من الدول العربية من المشكلات المتعلقة بالمياه والأمن الغذائي، والتي يعتمد عدد غير قليل منها على محطات تحلية المياه التي تستهلك الكثير من الطاقة وكذلك تضمن الاسبوع

([1]) (سلسة قضايا التخطيط والتنمية رقم (282): 2017، تنمية وترشيد استخدامات المياه في مصر " ص (29)).

(2) (صهيب خزاعلة: 2018، تحلية مياه البحر: المملكة العربية السعودية).

3). (محمد منير مجاهد وآخرون (2012)، مصادر المياه في مصر وافاق تنميتها. القاهرة: الناشر، ص (.173.)).

4) (المرجع السابق (3)، ص (.186.)).

منتدى حوكمة المياه، كيفية ضمان تحقيق الامن المائي والتكيف مع التغيرات المناخية للجميع بهدف خلق فهم مشترك للوضع الحالي والتحديات المتعلقة بالتكيف مع التغيرات المناخية في المنطقة(5).

وتهتم الباحثة ايضا بحكم عملها في (مصنع 270 الحربي احدى مصانع وزارة الانتاج الحربي) بهذه القضية من خلال طرح بدائل لتوفير المياه في مصر بواسطة استخدام طرق غير تقليدية ومنها تحلية المياه حيث يختص مصنع 270 الحربي جهة عمل الباحثة بإنشاء المحطات لتحليه المياه بمكونات معظمها مستورده وتعميق وتوطين تصنيع معدات محطات التحلية سوف يعظم العائد على وزارة الانتاج الحربي ويقلل تكلفة انشاء المحطات.

1-2- خلفية مشكلة البحث:

تعتبر منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من أكثر مناطق العالم ندرةً في المياه، ويزداد الوضع سوءاً بسبب تأثيرات النزاعات وتغير المناخ والصعوبات الاقتصادية. وباتت أزمة المياه تشكل تهديداً لاستقرار المنطقة وكذلك للتنمية البشرية والنمو المستدام فيها.

وتزداد مشكلة المياه في مصر نتيجة زيادة الطلب على المياه نتيجة النمو السكاني والتنمية الاقتصادية مع محدودية الموارد المائية التقليدية (نهر النيل –المياه الجوفية –الامطار) ما ينتج عنه عجز الميزان المائي وتعتبر تحلية مياه البحر أحد البدائل المتاحة لسد عجز المياه ولكنه محدود التكلفة الاقتصادية.

وتتصاعد مشكلة المياه في مصر ما قبل وما بعد سد النهضة حيث دخلت مصر مرحلة الفقر المائي منذ عدة سنوات، مع احتمالات تفاقم الوضع بعد اكتمال بناء السد وازدياد فجوة الموارد المائية اتساعا مع عام 2025م لتصل إلى 49 مليار متر مكعب ثم إلى 94مليار متر مكعب عام 2050م، وفى ذلك العام (2050م) سوف تحتاج مصر الى نهر نيل آخر لسد الفجوة المائية (6)، لذا يوجد أهمية كبرى للجوء إلى مصادر مائية بديلة ومن بينها تحلية المياه، إلا أن التحلية ومعداتها مكلفة.

وقد لجأت مصر ممثلة بوزارة الإنتاج الحربي، إلى التعاون مع جهات خارجية لتصنيع المعدات والمحطات الخاصة بتحلية المياه حيث يتوقع أن تشهد الفترة المقبلة إنشاء محطات تحلية كثيرة، حيث يشير الخبراء، في الوقت الحالي أن مصر تصنع حوالي 40% من مكونات محطات التحلية، وفي مقدورها أن تصل بهذه النسبة إلى 80%.

1-3-أهداف البحث:

- تقييم إمكانية توسيع طاقة تحلية المياه مصر لمواجهة ندرة مصادر المياه، وسد جانب من الفجوة المائية التي تعاني منها مصر،
- تقييم امكانيات تخفيض تكلفة معدات محطات تحلية المياه من خلال بديل التعميق التصنيع المحلى لمعدات تلك المحطات من خلال المصانع الوطنية بوزارة الإنتاج الحربي.
- تقديم مقترحات وبدائل عملية للمخطط واجهزة الدولة والقطاع الصناعي المصر لتعميق التصنيع المحلى لمحطات تحلية المياه ونشرها في مناطق الدولة.

---

5). (الهيئة العامة للاستعلامات، (2019).، تقرير اسبوع القاهرة للمياه: القاهرة– الهيئة. (ص 9)

(6) (رمزي سلامة، مشكلة المياه في الوطن العربي، احتمالات الصراع والتسوية :(2002)) الاسكندرية (ص47)

1-4-أهمية البحث:

تبرز أهمية البحث في ضوء الاعتبارات التالية:

- أهمية البحث عن بدائل عملية لمواجهة تحديات قلة المياه التي تواجهها مصر بهدف تلبية الاحتياجات الخاصة بالسكان والأنشطة الاقتصادية المختلفة فى الفترة القادمة،
- تعدد بدائل سد الفجوة المائية التي تواجه مصر، ومنها الترشيد وإعادة الاستخدام ومعالجة مياه الصرف بأنواعها، ومنها كذلك تحلية مياه البحر.
- أهمية الجانب الاقتصادي في عمليات تحلية مياه البحر، وأهمية البحث عن بدائل لتخفيض تكلفة.
- دور وزارة الإنتاج الحربي ومصانعها ذات الصلة بشأن تعميق وتوطين تصنيع معدات ومحطات تحليه المياه، بما يدعم التنمية في الدولة، ويعظم العائد لوزارة الإنتاج الحربي ومصانعها.

١-٥- تساؤلات البحث:

- كيف تطورت قدرات وطاقات تحلية المياه في مصر عبر الزمن؟
- هل هناك حاجة إلى تعميق التصنيع لمحطات تحليه المياه لسد جانب من الفجوة المائية؟
- كيف يمكن تعميق التصنيع المحلى لمعدات محطات تحلية المياه في مصر؟

١-٦- حدود البحث:

حدود زمنية: الفترة من 2010 حتى 2020.

حدود مكانية: وزارة الإنتاج الحربي – مصنع 270.

١-٧- منهجية البحث:

- **منهج وصفى تحليلي**، لتحليل قضايا البحث من المصادر المختلفة سواء مصادر البيانات الثانوية المنشورة وغير المنشورة التي تصدرها الجهات المعنية مثل الهيئات الحكومية المختلفة وزارة الري والموارد المائية – مركز بحوث الصحراء–مركز التميز المصري لأبحاث التحلية –الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء.
- **مقابلات شخصية**، في الوزارة وبعض الجهات المعنية والمصنع المختص.

الدراسات السابقة:

- **دراسة (عبير فرحات واخرون)(2017) اقتصاديات الادارة المتكاملة لتحلية مياه ابار عالية الملوحة بالأراضي الصحراوية فى مصر** ، استهدف البحث دراسة اقتصاديات ادارة المحطات المصغرة لتحلية مياه الابار عالية الملوحة بصورة متكاملة تحقيقا لأغراض التنمية المستدامة بالأراضي الصحراوية وذلك من خلال دراسة اليات تطبيق اسلوب الادارة المتكاملة لمحطات تحلية مياه الابار عالية الملوحة وكذلك تقدير تكلفة وحدة المياه المحلاه من محطات التحلية التي تعمل بتقنية التناضح العكسي ، بالاعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر مستدام للطاقة الازمة للتشغيل، واعتمد البحث على استخدام كلا من المنهج الاستقرائي ، والمنهج التحليل الوصفي ، والمهني القياسي الكمي ، واوصى البحث ببعض المقترحات من اجل زيادة كفاءة استخدام الموارد الطبيعية المتاحة ومنها

وضع استراتيجية قومية لتحلية المياه في مصر تلبى احتياجات الدولة حتى (2050-2030) تمشيا مع استراتيجيات الدولة لسد عجز الموارد المائية ، وادارة المشروعات التنموية بصفة عامة ومشروعات الموارد المائية بصفة خاصة بصورة متكاملة يراعى فيها رفع الكفاءة الاقتصادية وتحقيق العدالة الاجتماعية تحت مظلة الاستدامة الايكولوجية .

- **دراسة (داليا ابو زايد) (2014) تحليل اقتصادي لمحطة تحلية مياه مصغرة ومتنقلة تعمل بتقنية التناضح العكسي وتدار بالطاقة الشمسية تحت ظروف الساحل الشمالي الغربي بمصر** واستهدفت الدراسة الاثار الاقتصادية والاجتماعية لمحطات تحلية مياه متنقلة تعمل بتقنية التناضح العكسي اعتماد على الطاقة الشمسية ، واهم نتائج البحث ان تكلفة م3 من المياه المحلاه باستخدام نظام التناضح العكسي تتراوح بين 5.6-9.3 جنية / م3، كما ان التكاليف الاستثمارية مثلت حوالى 87.9% من التكاليف الاجمالية للمشروع بينما مثلت تكاليف الصيانة والتشغيل حوالى 12.1%من التكاليف الكلية، كما اظهرت النتائج ان حوالى 83% من عينة الدراسة يعانون من الفقر المائي .

- **دراسة كلا من (Asmerom M. Gilau & Mitchell J. Small) (2013) تصميم نظام لقياس فاعلية تكلفة انتاج المياه المحلاه في الدول النامية** واوضحت استخدام برنامج ((ROSA لتصميم مجموعة نماذج لمحطات التحلية ذات سعة انتاجية 30000 م3/يوم تعمل بتقنية التناضح العكسي، وتقدير تكلفة الطاقة المستخدمة والتكلفة الإجمالية لوحدة المياه بالاعتماد على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

- **دراسة (الوكالة الدولية للطاقة الذرية)(2010)عن اقتصاديات تحلية مياه لبحر باستخدام برنامج DEEP** واستهدفت الدراسة مقارنة تكاليف التحلية باستخدام مصادر الطاقة النووية والوقود الاحفوري وتوصلت الدراسة الى ان تكاليف عمليات تحلية المياه بالاعتماد على الوقود النووي كانت اقل بصورة ملحوظة عن استخدام الوقود الأحفوري وذلك لان تكفله انتاج الطاقة الكهربائية الناتجة من المفاعلات اقل بكثير من نظيرتها المنتجة باستخدام الوقود الأحفوري، واوصت الدراسة التوسع في انتاج المفاعلات صغيرة الحجم والتي تتميز بانخفاض تكلفتها الاستثمارية ومناسبتها لتشغيل محطات التحلية صغيرة الحجم بالعديد من الاماكن النائية.

- **دراسة (حافظ، المنهراوى) (2012) اقتصاديات تحلية المياه باستخدام تقنية التناضح العكسي في محافظة البحر الاحمر واستهداف** الدراسة تقدير التكاليف الرأسمالية وتكاليف التشغيل والصيانة لعمليات تحلية المياه دراسة باستخدام تقنية التناضح العكسي واوصت الدراسة بإعادة النظر بالنسبة لعمليات تشغيل المحطات الصغيرة، مع ضرورة العمل على تنشيط السياحة وذلك لتغطية تكاليف عمليات التحلية بتلك المناطق الحضرية.

- **دراسة (صهيب خزاعلة) (2018) بحث عن تحلية مياه البحر**، واستهدف البحث أهمية المياه حيث تشكل المياه نسبة 70% من سطح الأرض ذات أهميّة كبرى للإنسان، الحيوان والنبات، حيث تشكّل 97% منها مياهاً مالحة، لذا كان لابد من محاولة تحليتها ليتم استعمالها وتناول البحث تعريف تحلية مياه البحر لجعلها صالحة للاستعمالات سواء أكانت من قبل البشر للشرب، للصناعات، أو الأغراض الأخرى، وتناولت أساليب تحلية المياه وحاجاتها من

الطاقة، بالتبخير أو التقطير الحراري او التناضح العكسي، لذلك تعد عمليّة تحلية البحر عمليّة ذات تكلفة عالية لا تستخدم في الكثير من البلدان.

- **دراسة (لارا عيبات) (2017) تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسيةSolar water distillation** ، تناولت تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية فهي عبارة عن عملية تنظيف ماء البحر من الأملاح، والمعادن، والشوائب، والرواسب عن طريق التبخير، ثم التكثيف باستخدام الطاقة الشمسية الحرارية، بهدف الحصول على ماء نقي صالح للاستخدام، سواءً للشرب أو للزراعة. واستعرضت تاريخ تحلية المياه بالطاقة الشمسية ودور العرب منذ القرن السادس عشر، بينما تم تأسس أول مشروع تقطير شمسي سنة 1872م في تشيلي.

- **دراسة (نورة محمد علي العمري) 2012 استهلاك المياه المحلاة في المملكة العربية السعودية.** والدراسة في مجملها تقوم على التحقق من فرضية: أن قطاع تحلية المياه فى المملكة قادر على تحقيق توازن مائي في المملكة،

في تحلية مياه البحر، وعرض الجدوى الاقتصادية وتكاليف الإنتاج وتحليلها. وقد ختم البحث بعدد من الاقتراحات للوصول إلى إنتاجية عالية بأقل تكاليف ممكنه.

ويتضح مما سبق ذكره بالدراسات السابقة ان موضوع تحلية المياه من الموضوعات الهامة ويجب ان يأخذ الاهتمام الاكبر في التوسع في تعميق التصنيع المحلى وزيادة المكون المحلى للمحطات التحلية وذلك لمواجهة الفجوة المائية في العالم كله ومصر على وجه الخصوص، وقد استفادت الباحثة من تلك الدراسات السابقة الاتي:

- الاتجاه الى التوسع في أنشاء محطات تحلية المياه لسد الفجوة المائية في العالم كله ومصر على وجه الخصوص.
- وضع استراتيجية قومية لتحلية المياه في مصر تلبى احتياجات الدولة حتى (2050-2030) تمشيا مع استراتيجيات الدولة لسد عجز الموارد المائية.
- وادارة المشروعات التنموية بصفة عامة ومشروعات الموارد المائية بصفة خاصة بصورة متكاملة يراعى فيها رفع الكفاءة الاقتصادية وتحقيق العدالة الاجتماعية تحت مظلة الاستدامة الايكولوجية.
- وضع استراتيجية مدروسة لإدارة الموارد المائية تراعي الوضع الحالي وتقبل التغيير في المستقبل
- ضرورة ترشيد استهلاك المياه وحمايتها من الإهدار والتلوث والاقتصاد في استعمالاتها.
- الاتجاه تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية في العالم كله ومصر.
- الاتجاه الى تعميق التصنيع المحلى للتقليل تكاليف انشاء المحطات.

٢- تحلية المياه وأهم التكنولوجيات والمعدات المستخدمة:

يعرض البند الحالي لبعض تكنولوجيات ومراحل التحلية، ثم نعرض التجربة المصرية في التعامل مع تحلية المياه كأحد بدائل مواجهة الفجوة المائية والفقر المائي في مصر.

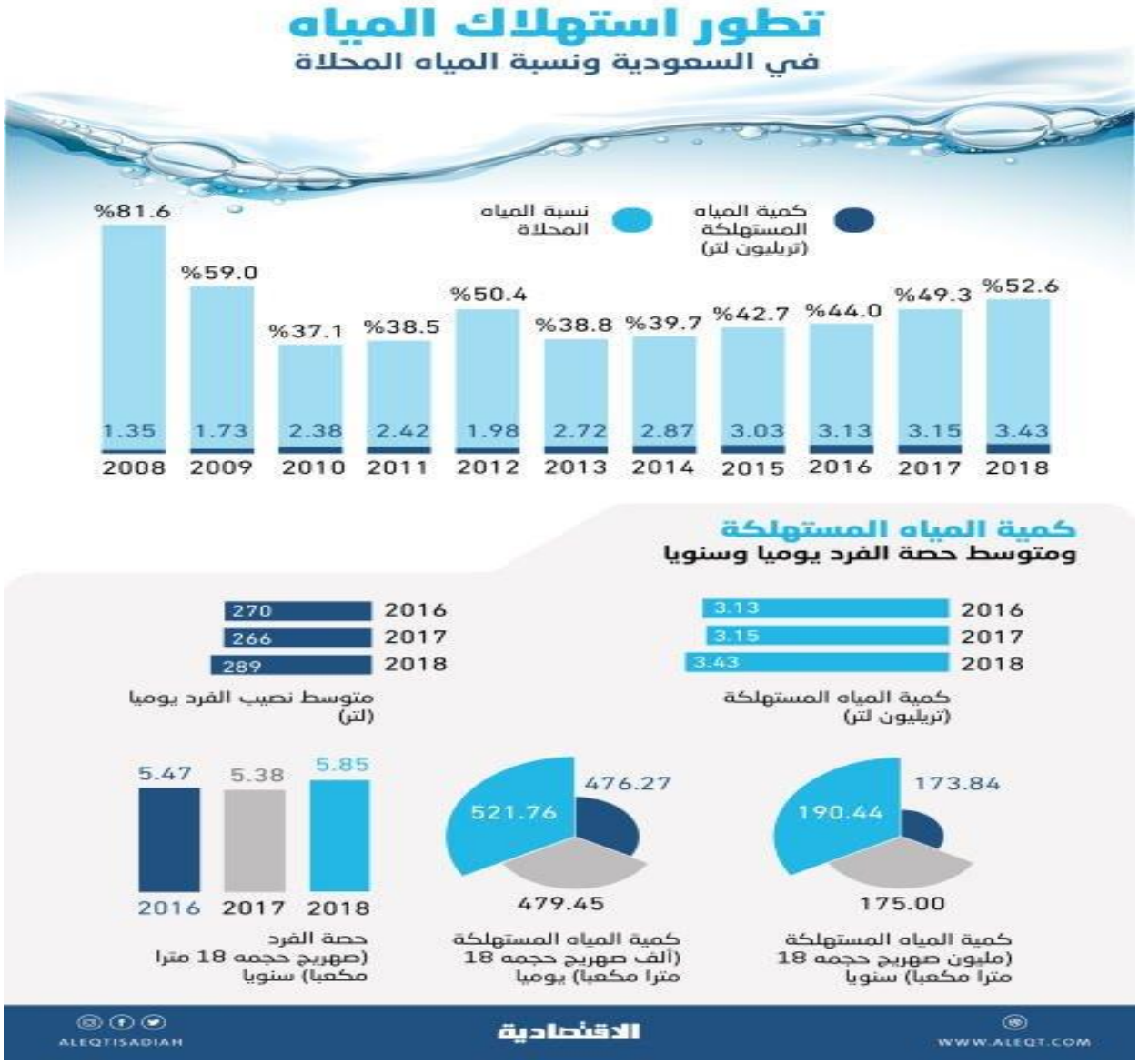
2-1- تحلية المياه في العالم وأهم طرق وتكنولوجيات التحلية:

تحليه المياه هي احدي الطرق للحصول على المياه النظيفة والصالحة للشرب وأغراض الزراعة والصناعة وتعرف تحلية مياه البحر بأنها العملية التي يتم بها إزالة الأملاح والمعادن الذائبة في المياه من مياه البحر، لجعلها صالحة للاستعمالات سواء أكانت من قبل البشر للشرب، للصناعات، أو للري والأغراض الأخرى، وذلك للحد من ظاهرة الفقر المائي وكان قديما

يتم تحليه مياه البحر بالطاقة الشمسية Solar water distillation عبارة عن عملية تنظيف ماء البحر من الأملاح، والمعادن، والشوائب، والرواسب عن طريق التبخير، ثم التكثيف باستخدام الطاقة الشمسية الحرارية، بهدف الحصول على ماء نقي صالح للاستخدام، سواءً للشرب أو للزراعة ويعرف الجهاز المستخدم بالنحلية باسم جهاز التقطير الشمسي.

ومن المتوقع مستقبلا اعتماد معظم سكان العالم على المياه المحلاة حيث تتوقع الأمم المتحدة انه بحلول عام 2025 سيعاني حوالي 14% من سكان العالم من ندرة المياه والفقر من 60% من أجمالي المياه المحلاة على مستوى العالم (7) ويوجد أكبر محطة لتحليه المياه في الوطن العربي في منطقة رأس الخير في المملكة العربية السعودية والتي فاقت طاقتها الإنتاجية خلال عام 2014 المليون متر مكعب. ويلاحظ ارتفاع تدريجي في كمية المياه المحلاة مقارنة بكمية المياه المستهلكة (راجع شكل رقم 1)، كما يلاحظ وارتفاع متوسط نصيب الفرد يوميا وسنويا خلال عامي (/2017 /2018).

شكل رقم 1. " تطور استهلاك المياه فى السعودية ونصيب المياه المحلاة"



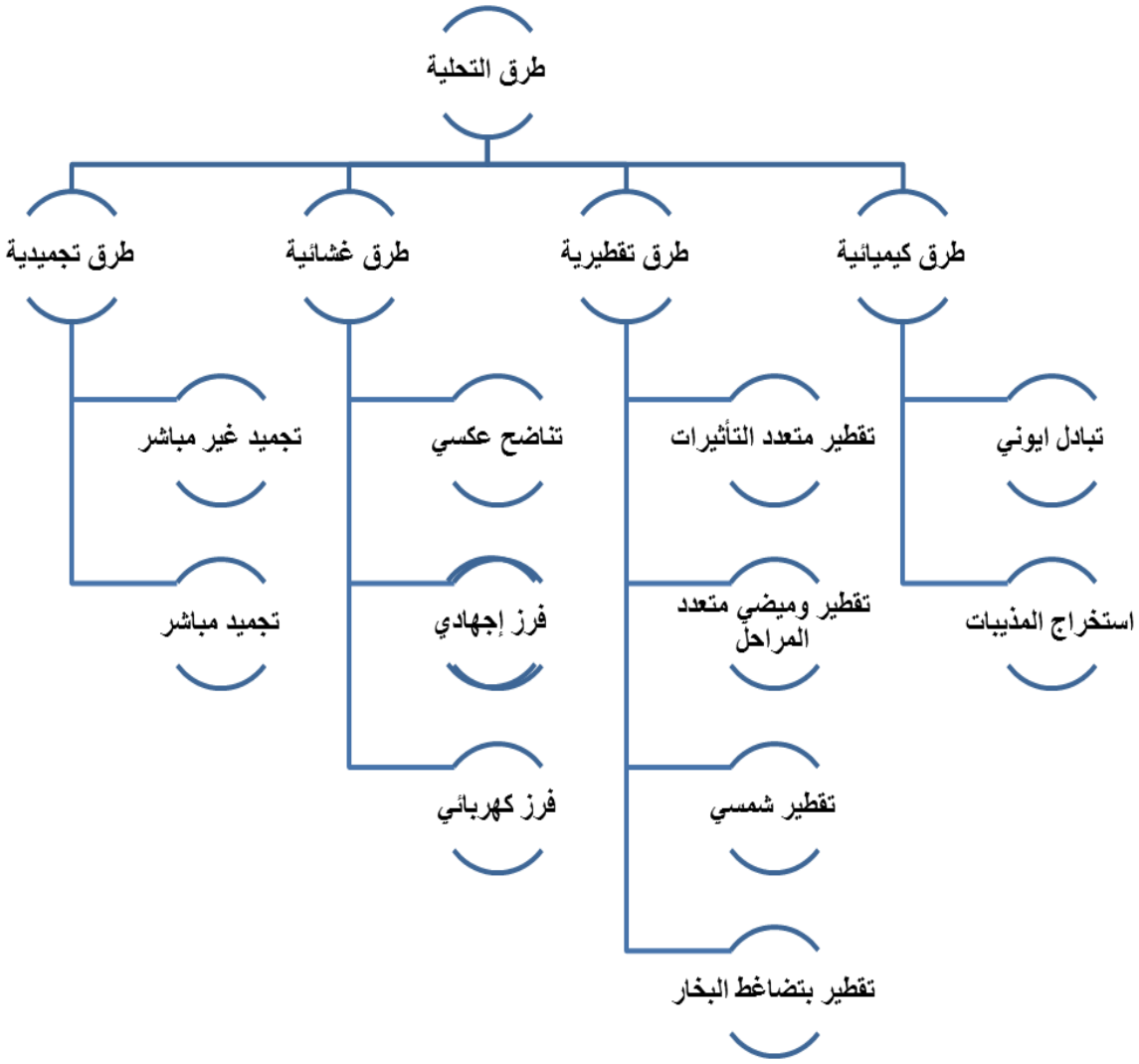
المصدر: وحدة التقارير الاقتصادية المملكة العربية السعودية (يوليو 2019)

(7) (مصر تشرب من البحر ،2018: http://www.shorouknews.com/news/view.aspx?cdate=331122013&id=dod410f4-9441)

ويوضح الانفوجراف متوسط نصيب الفرد في السعودية من استهلاك المياه خلال عام 2018 نحو 289 لترا يوميا، مسجلا ارتفاعا نسبته 8.8 في المائة؛ يعادل 23.5 لتر، مقارنة بمتوسط نصيب الفرد خلال عام 2017، والبالغ 266 لترا.

وبخصوص التكنولوجيات المستخدمة في التحلية، فإن التحلية تعتبر سلسلة من العمليات الصناعية والتكنولوجية التي تجرى على مياه البحار sea water ومياه الآبار قليلة الملوحة للإزالة الأملاح الزائدة والمعادن الذائبة في المياه وذلك بهدف إنتاج مياه صالحة للشرب والاستهلاك في الزراعة والصناعة. وتتعدد طرق تحلية المياه تبعاً لتغيير الحالة الطبيعية للمياه (كالتقطير والتجميد) والأخرى تعمل بدون تغيير الحالة الطبيعية للمياه مثل فصل الأملاح بالأغشية وفصلها باستخدام الخواص الانتقالية للأيونات ويتم عرضها بإيجاز في شكل رقم (2).

شكل رقم 2. " أنواع طرق تحلية المياه في العالم"



المصدر: سلسلة قضايا التخطيط والتنمية رقم (282) سبتمبر (2017)

ويمكن ايجاز تكنولوجيات التحلية على النحو التالي:

أ- **تقطير المياه**، تعتمد تكنولوجيا التقطير على رفع درجة الحرارة للمياه المالحة إلى درجة الغليان حيث يتم تكثيف البخار الناتج للحصول على مياه نقية صالحة للشرب او الري او استخدامها في الصناعة وتتم عملية التقطير بأكثر من تقنية تعتمد معظمها على طاقة الوقود والكهرباء والطاقة الشمسية.

ب- **التقطير باستخدام الطاقة الشمسية**، تعتمد هذه الطريقة على الاستفادة من الطاقة الشمسية في تسخين المياه المالحة حتى درجة التبخر ثم يتم تكثيفها على أسطح باردة وتجمع في مواسير.

ج- **طريقة التجميد**، وهي إحدى التقنيات التي تعتمد على تغيير الحالة الطبيعية للمياه حيث يتم إزالة الملوحة بالتجميد وينتج عن التجميد بلورات ثلج خلية من الملح ويتم غسيل تلك البلورات للتخلص من الأملاح الدقيقة المصحوبة مع البلورات ومميزات هذه الطريقة انخفاض احتياجاتها من الطاقة مقارنة بطريقة التقطير ومميزاتها أيضا التقليل من الترسيب والتآكل لان التشغيل يتم عند درجات حرارة منخفضة واهم عيوبها تتمثل في المشاكل الناجمة عن نقل وتنقية الثلج.

د- **الفرز الغشائي الكهربائي (الديلزة)**، هو إحدى طرق تحليه المياه التي لا يتم خلالها تغيير الحالة الطبيعية للمياه حيث تعتمد على استخدام الأغشية (كما في التناضح العكسي) وعرفت هذه الطريقة منذ الستينات وهي تقنية ذو تكلفة فعالة لتحليه مياه الآبار المالحة

هـ- **التناضح العكسي(RO)Reverse Osmosis** ، هي إحدى الطرق المستخدمة لتحليه مياه البحر باستخدام الأغشية وتعتمد هذه التقنية على نظرية الضغط الأسموزي حيث يتم انتقال المذيب عبر أغشية شبه مسامية اعتماد على الخواص الطبيعية لأنواع مختلفة من الأغشية ومن ثم فان هذه التقنية يتم من خلالها فصل الماء عن المحلول الملحي المضغوط من خلال غشاء(8)بدون إجراء تسخين أو تغيير في شكل المياه وتعتبر تقنية التناضح العكسي تقنية حديثة بالمقارنة بعمليتي التقطير الديلزة وهي أكثر الطرق استخداما على النطاق التجاري منذ عقد السبعينات لتحليه مياه البحر والمياه قليلة الملوحة (مياه الآبار) وتجدر الإشارة إلى ان 71% من المحلاة على المستوى العالمي عام 2013 نتيجة عن استخدام تقنية التناضح العكسي

مميزات تقنية التناضح العكسي في تحلية المياه

- صغر المساحة التي تشغلها المحطة مقارنة بطرق التحلية الأخرى.
- سهولة تجميع وتشغيل وصيانة النظام لأنه يتكون من وحدات قائمة بذاتها.
- انخفاض تكلفة مكونات المحطة حيث أنها مصنعة من البلاستيك.
- قصر الفترة الزمنية لتنفيذ المشروعات بتقنية التناضح العكسي
- قلة حدوث ترسبات والتآكل مقارنة بالطرق الأخرى.

- **الكفاءة الجيدة من حيث:**
  - تقليل درجة تركيز المواد الصلبة الذائبة في الماء الخام بنسبة إزالة تصل إلى 99%
  - إزالة الخلايا الميكروبية من بكتريا وفيروسات وغيرها بنسبة إزالة كلية
  - ازالة المواد الصلبة العضوية بنسبة إزالة 97%
  - التخلص من المواد الحيوية والمواد الغراونية من الماء بنسبة إزالة 98%

ونتيجة تلك المميزات فقد استحوذت تقنية التناضح العاكسى على إنتاج الجانب الأعظم من المياه المحلاة (71%) على مستوى العالم ويرتكز استخدامها في دول حوض النيل واسيا والولايات المتحدة الأمريكية (على سبيل المثال في السعودية)

(8) - (HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/REVERSE.OSMOSIS.PLANT 2019 : معالجة المياه المالحة بالتناضح العكسي)

٢-٢ مراحل تحلية المياه ودور الطاقة الشمسية

2-2-1 المعالجة الأولية للمياه:

ويتم فيها ازالة جزء كبير من المواد العالقة بالمياه كالتراب والبكتيريا. ويتم إضافة بعض المواد الكيميائية لتسهيل عمليات المعالجة.

٢-٢-٢ عملية ازالة الأملاح:

ويتم فيها ازالة جميع الأملاح الذائبة في المياه والفيروسات والمواد الأخرى كالمواد الكيميائية والعضوية المنقولة والذائبة في الماء باستخدام الأغشية أو التقطير.

٢-٢-٣ المعالجة النهائية للمياه:

ويتم فيها إضافة بعض الأملاح والمواد الأخرى لجعل الماء صالحا للاستخدام البشري وهذا يتم فقط عندما يكون الهدف من العملية خدمة المرافق التابعة للاستهلاك المباشر للبشر كالشرب أو الاستخدام المنزلي أو الزراعة. لا يتم إضافة الأملاح إذا كان الغرض منها استخدامات في تطبيقات الصناعة والأدوية لأنها تؤثر سلبا على جودة المنتج. (9)

ونظرا لارتباط تحلية المياه بتكلفة الطاقة، فلقد زاد الاهتمام بمصادر (الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية)، نظرا لمزايا محطات التحلية بالطاقة الشمسية كونها أقل حجما، ومتطلبات صيانتها أقل وتأثيرها العكسي الأقل على البيئة. وتقدم التحلية بالطاقة الشمسية رؤية واعدة لتغطية الحاجات الأساسية للطاقة والمياه في المناطق المنعزلة، حيث يكون الاتصال بشبكة الكهرباء العمومية مكلفا أو غير مجدٍ، وحيث تزداد ندرة المياه.

ويعتمد تطبيق تكنولوجيا الطاقة الشمسية في التحلية على مدى التقدم في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقات كهربائية وحرارية التي تطلبها عملية التحلية. وإذا أمكن استخلاص الطاقة الحرارية، فيمكن استخدامها مباشرة لإدارة عملية التحلية بأسلوب MSF،MED ، أو TVC. ويمكن توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية مباشرة بالتحويل الـ photovoltaic أو بمحطات قوى الحرارة الشمسية. ويعد هذا الأكثر ملائمة لتوفير الطاقة لعملية التحلية بالضغط الأسموزي العكسي RO والفصل الكهربائي ED وضغط البخار الآلي.

ويمكن تحقيق الطاقة الحرارية بواسطة جهاز تقطير الطاقة الشمسية، وهذا يعطى متوسط 2–5 لتر/يوم (حسب ساعات سطوع الشمس) حيث الطلب على المياه العذبة قليل وسعر الأراضي غير مكلف؛ وتصنف المجمعات وفقا لدرجة الحرارة (منخفضة، متوسطة، مرتفعة) التي يصل إليها السائل الحراري في المجمعات، أو برك شمسية تمزج بين تجميع الطاقة الشمسية وتخزينها لفترات طويلة. ويساعد مستوى مركزات الأملاح في الأحواض على تخزين الطاقة. ويكون اختلاف درجات الحرارة بين الطبقات العليا والسفلى بالحوض كبيرا بدرجة تسمح بتشغيل وحدة التحلية، أو تشغيل مولد البخار ذو المحرك العضوي الدوار. وإحدى مزايا التحلية عن طريق البرك الشمسية هي إمكانية استخدام ما يعد منتجا فاقدا، وهي المياه زائدة الملوحة، كأساس لبناء الحوض الشمسي. وهذه ميزة هامة بالنسبة لعمليات التحلية الداخلية (بعيدا عن البحر).

(9 Conventional and membrane filtration: Selecting a SWRO pre-treatment system - Working With Water, 2019 (موقع واى باك مشين -)

أما نظم الـ Solar photovoltaic (PV)فهي تحول ضوء الشمس إلى كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية المصنوعة من المواد ذات التوصيل المتوسط مثل السيلكون. وعادة ما يوصل عدد من الخلايا الشمسية وتغلف معا لتكوين وحدة PV يتم وصلها ببعضها لتكون مجموعة. وبالإضافة إلى وحدة الـ PV، فمن الجائز الاحتياج إلى أجهزة تعديل الطاقة (أي أجهزة تحكم في الشحن، محولات) وأجهزة تخزين الطاقة (أي البطاريات) لتوفير الطاقة لمحطة تحلية المياه. وتستخدم المحولات في تحويل التيار المباشر من أنظمة وحدات الphotovoltaic الى التيار المتردد اللازم للأحمال. وتعد الـ PV تكنولوجيا متطورة ومن المتوقع استمرارها من 20 – 30 عاما.

وتعد الطاقة الشمسية طاقة متاحة وبديلة للبترول، إلا أن استخدامها على النطاق التجاري، يتطلب استثمارات مبدئية ضخمة في التجهيزات والإمدادات لتجميع أشعة الشمس وتحويلها إلى طاقة قابلة للاستخدام (كهرباء أو بخار).

ونظرا للتباين الكبير في اختلاف الحجم، والقدرة، والتصميمات والأشكال، ومتطلبات التركيب/تكلفة رأس المال، والصيانة ذات الصلة، فأنه يصعب المقارنة بين الأنظمة الشمسية وتقييمها. كما لا تتوافر التحليلات الاقتصادية المقارنة المفصلة. ويلزم زيادة فحص الملامح والنماذج المقدمة لتصميم المحطات وإجراء المزيد من الأبحاث والتطوير عن المردودات والكفاءة.

وهناك العديد من التكنولوجيات الحديثة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية مثل التحلية بالتقطير الغشائي، حيث تدفع الحرارة الشمسية ضغط البخار عبر الأغشية، وكذلك نظم التحلية بالحرارة الشمسية مع عملية استرداد للحرارة حيث يكون هناك سريان مستمر للمياه خلال طبقات الوحدة لتجنب تراكم الأملاح (وبذلك لا تتكون المياه زائدة الملوحة). ولقد تم تصميم أنظمة مختلطة بتكلفة مناسبة تسمح بالاستعانة بالطاقة البترولية أو البخار الزائد لتلافى عدم استقرار الأشعة الشمسية وإتاحة ساعات تشغيل إضافية في حالة غياب الأشعة الشمسية. ولابد من حساب تكلفة الوقود والتخزين في الأداء الكلي بالإضافة إلى تكلفة التركيب، ومصاريف التشغيل.

بالرغم أن الاستخدام الرئيسي للمياه المحلاة هو لتوفير مياه الشرب، إلا أنها تستخدم أيضا في الزراعة، ولكن في حدود مناطق معينة لري المحاصيل عالية القيمة، خاصة عند دعم التكاليف الرأسمالية. وللآن، يعد استخدام المياه المحلاة في الزراعة مكلف وأقل اقتصادية بشكل كبير عن استخدام المياه العادمة المعالجة. وفى حالة إمكانية تحليه المياه لاستخدامها في الزراعة فيفضل المياه العسرة إذا توفرت، عن مياه البحر. ويفضل تركيب محطات التحلية قريبا من المناطق التي يراد ريها لتقليل نفقات النقل. وعادة ما تكون المحطات الصغيرة والمتوسطة ذات تكلفة أقل من ناحية التشغيل والصيانة عن المحطات الكبيرة

ويمكن لمحطات تحلية مياه البحر أن تساهم في سد العجز المائي في مصر خاصة بعد بناء سد النهضة باعتبارها أحد الحلول البديلة للتعامل مع مشكلة المياه في مصر، وحتى منتصف الثمانينيات كانت القدرة المنتجة من مياه البحر المحلاة لا تتعدى 20 ألف متر مكعب يوميا، وما بعد عام 2000 حتى 2011، وصل الإنتاج إلى 145 متر مكعب يوميا، فيما يبلغ الإنتاج الحالي نحو 650 ألف متر مكعب يوميا، ومن المتوقع أن تنتج مصر نحو مليون متر مكعب مع بداية العام المقبل 2020، حيث تتوزع المحطات في المدن الجديدة الساحلية. وللوصول الى هذا الرقم المستهدف، تتعدد الجهود فى مصر، ومنها قيام أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بإنشاء تحالف وطني لتعميق التصنيع المحلي في صناعة تحلية المياه، ويركز التحالف على تقديم حلول ابتكارية في مجال المياه وتوطين وصناعة تحلية المياه وزيادة نسبة المكون المحلى فيها.

٣- التطبيق على التجربة المصرية

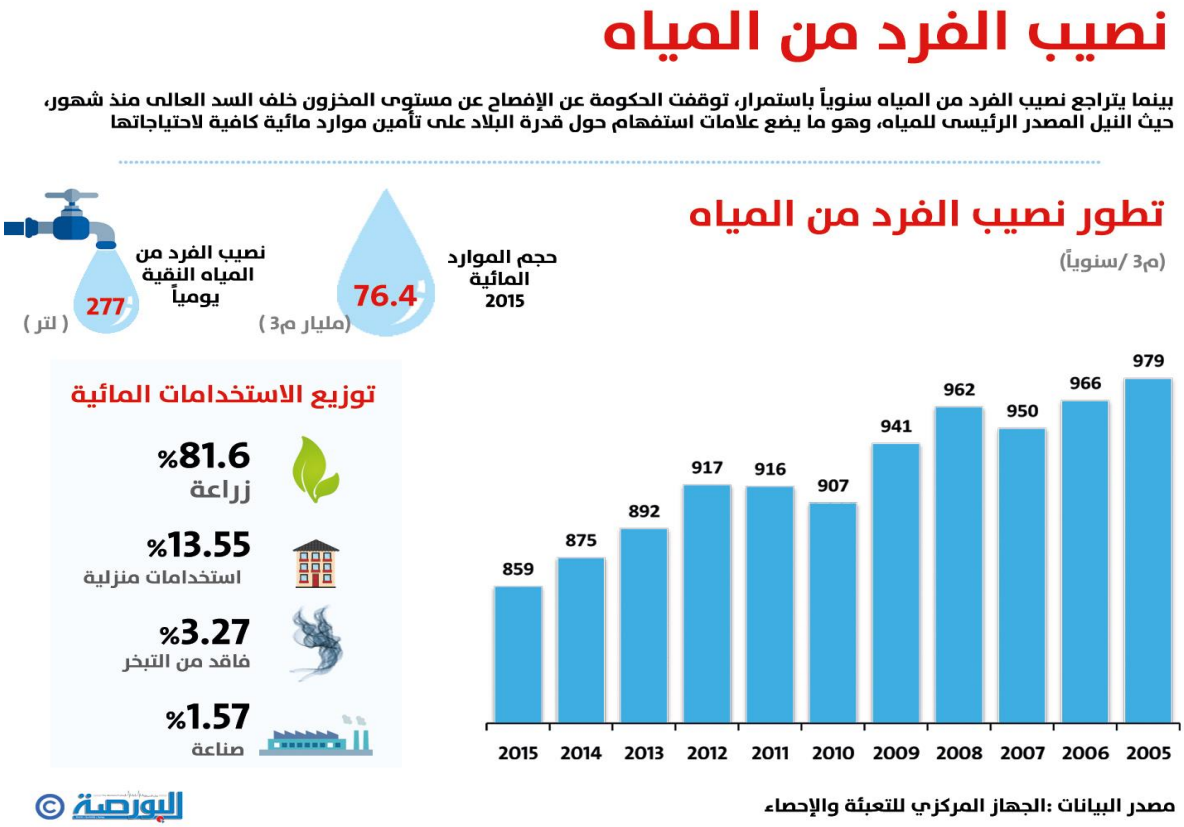
3-1 - تحلية المياه في مصر.

بالنظر الى استراتيجية التنمية المستدامة المصرية (رؤية مصر 2030) نجد انها تأخذ في اعتبارها التحديات التي تواجه عملية التنمية في مصر وعلى رأسها ندرة المياه" الهدف السادس من أهداف التنمية المستدامة " وكذلك نجد الاهتمام بتلك القضية واضحاً في برنامج عمل الحكومة (18 / 2019 - 21 / 2022)، من خلال برامج ومشروعات هامه تتمثل في أن البرنامج الرئيسي الثاني هو "الامن المائي " ويتم تنفيذه عن طريق البرامج الفرعية ومن بينها:

- حفظ الحقوق المائية المصرية المشروعة.
- تنمية الموارد المائية.
- ترشيد استخدام مياه الري.
- الخطة العاجلة للترشيد وتدبير الاحتياجات من خلال مشروعات لزيادة كمية المياه المحلاة من مياه البحر من 290الف متر مكعب الى مليون متر مكعب يوميا.
- انشاء وتنفيذ محطات تحلية المياه (60 محطة معالجة ثنائية وثلاثية بالصعيد، انشاء 92محطة خلط نيلية تعمل على توفير حوالي مليار م3 سنويا. انشاء 71محطة رفع و50 مغذياً لإعادة استخدام حوالي 4 مليار م3 سنويا من مياه الصرف الزراعي).

ويوضح الشكل التالي بعض ملامح المشكلة، حيث تراجع نصيب الفرد من المياه سنويا باستمرار من عام 2005 حتى عام 2015 وهو ما يضع علامات استفهام كثيرة حول تأمين مواردها المائية حيث ان المصدر الرئيسي للمياه هو نهر النيل، فلابد من ايجاد بدائل علمية لسد الفجوة المائية في مصر وهي محطات التحلية وزيادة نسبة المكون المحلى بها.

شكل رقم 3. " تطور نصيب الفرد من المياه في مصر بين عامي 2005-2015"



وقد أنشأت مصر في السنوات القليلة الماضية العديد من محطات تحلية المياه في المدن الجديدة، لا سيما المدن الساحلية منها؛ وذلك لخفض النفقات التي يمكن أن تتكبدها مصر من عمل خطوط جديدة لنقل مياه النيل إلى تلك المحافظات والمدن الجديدة، وتم إنشاء هذه المحطات باستيراد أجزائها ومعداتها من الخارج، بما يكلفنا الكثير من الأموال في إنشاء المحطة الواحدة، محطات تحلية مياه الشرب مكلفة للغاية، فقد يصل تكلفة المتر المكعب من المياه إلى 15ألف جنيه، وتكلفة التشغيل للمتر الواحد من المياه وصلت لـ 10 جنيهات؛ يرجع هذا بسبب استيراد ماكينات ومعدات محطات التحلية من الخارج، اذن فلابد من تخفض تكلفة إنتاج وحدة المياه المالحة، وزيادة المكون المحلى لإنتاج هذه التقنية وتصنيعه محليا بخبرات مصرية بدلا من الاعتماد على مصادر اجنبية في تكنولوجيا تحلية المياه منها (الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وكوريا الجنوبية).

كما توجهت مصر خلال العقدين الآخرين للتوسع في تحليه مياه البحر حيث يبلغ عدد محطات تحلية المياه حاليا حوالي 63 محطة تنتج حوالي 799 ألف متر مكعب يوميا من مجمل 24 مليون متر مكعب يوميا توجه للمياه الشرب. وسوف تشهد الفترة المقبلة إنشاء محطات تحليه كثيرة، حيث يشير الخبراء، في الوقت الحالي إن مصر تصنع حوالي 40% من مكونات محطات التحلية، وفي مقدورها أن تصل بهذه النسبة إلى 80%.

شكل رقم 4. " انفوجراف محطات تحلية المياه فى مصر وطاقتها الإنتاجية حتى عام 2022"
(1.7 مليون متر مكعب يوميا إجمالي طاقة محطات التحلية المتوقعة حتى عام 2022.)

المصدر: جريدة البورصة نوفمبر 2019

ويوضح الجدول رقم 1 توزيع محطات التحلية في مصر حسب المحافظات حيث تستحوذ محافظات شمال سيناء والبحر الأحمر على النسبة الأكبر من عدد تلك المحطات.

جدول رقم 1. " بيان محطات تحلية المياه في مصر حسب المحافظات"

المحافظة	العدد	الطاقة ألف م3/ يوم
محافظة مطروح	13	238.5
محافظة البحر الأحمر	18	256.6
محافظة شمال سيناء	21	20.76
محافظة جنوب سيناء	9	75
محافظة الاسماعلية	1	2.4
محافظة السويس	1	206
الإجمالي	63	799

المصدر: الموقع الرسمي لحماية البيئة

كما يوضح الجدول التالي رقم 2، أن هناك العديد من محطات تحلية المياه الجديدة تحت التنفيذ، ومحطات أخرى مستهدفة، ويصل مجموع المحطات الجاري والمخططة الى 40 محطة، تحقق طاقة اضافية جديدة للتحلية تصل الى 915 ألف م3 /يوم.

جدول رقم 2." بيان بمحطات تحليه المياه الجاري تنفيذها والمخططة"

البيان	العدد	الطاقة ألف م3 / يوم
محطات جارى تنفيذها	19	375
محطات مخطط تنفيذها	21	540
الإجمالي	40	915

المصدر: الموقع الرسمي لحماية البيئة

ومن أبرز واهم المحطات الجاري تنفيذها طبقا للجدول:

- **محطة تحلية الشلاتين:** جاري الانتهاء من تنفيذها بطاقة 3 آلاف م3/يوم، لخدمة مدينة شلاتين.
- **محطة تحلية حلايب:** بطاقة 1.5 ألف م3/يوم، لخدمة مدينة حلايب، بمحافظة البحر الأحمر.
- **محطة تحلية نبق:** في محافظة جنوب سيناء بطاقة 6 آلاف م3/يوم، لخدمة منطقة نبق ومدينة شرم الشيخ، وبلغت نسبة التنفيذ 70 %.
- **يتم تنفيذ 4 محطات تحلية، هي:** رأس سدر، بطاقة 10 آلاف م3/يوم، لخدمة مدينة رأس سدر، ومحطة تحلية أبوزنيمة: بطاقة 20 ألف م3/يوم، لخدمة مدينة أبوزنيمة.
- **محطة تحلية دهب:** بطاقة 15 ألف م3/يوم، لخدمة مدينة دهب، ومحطة تحلية نويبع: بطاقة 15 ألف م3/يوم، لخدمة مدينة نويبع.

بالإضافة الى ذلك، يبرز الشكل رقم 5 أن مصر تلبّى كل احتياجاتها تقريبًا من مياه النيل فقط، وتعكُف الدولة حاليًا على تنويع المصادر التقليدية، خصوصًا التحلية لتلبية احتياجات الأنشطة الاقتصادية والصناعية المستهدف تنفيذها في المناطق الساحلية، ضمن خطط التنمية المستقبلية الطويلة والمتوسطة.

وتجدر الإشارة الى أن هناك خطة استراتيجية تشارك فيها عدد من الجامعات ومعهد بحوث الصحراء ووزارة الإنتاج الحربي، لإنتاج 80% من مكونات محطات التحلية محليا، وإنتاج أول محطة تحلية محلية خلال 3 سنوات، وهو مشروع سيقلل من تكلفة تنفيذ محطات التحلية في المستقبل ويزيد من نسبة المكون المحلى ويوفر عملة صعبة.

إن الدولة تضع هذه الاستثمارات في القطاع تنفيذا للخطة الاستراتيجية لتنوع مصادر مياه الشرب، التي تستهدف إنتاج 1.5 مليون متر مكعب من مياه التحلية بحلول 2037.

شكل رقم 5. " دور تحلية المياه في التنمية المستقبلية في مصر"

المصدر: اجهزة كشف الكنوز والذهب في مصر موقع (gmdlocators.com)

الإطار المنطقي للخطة القومية للموارد المائية 2037

يتضمن الإطار المنطقي للخطة القومية للموارد المائية 2037 أربعة مستويات كالتالي:

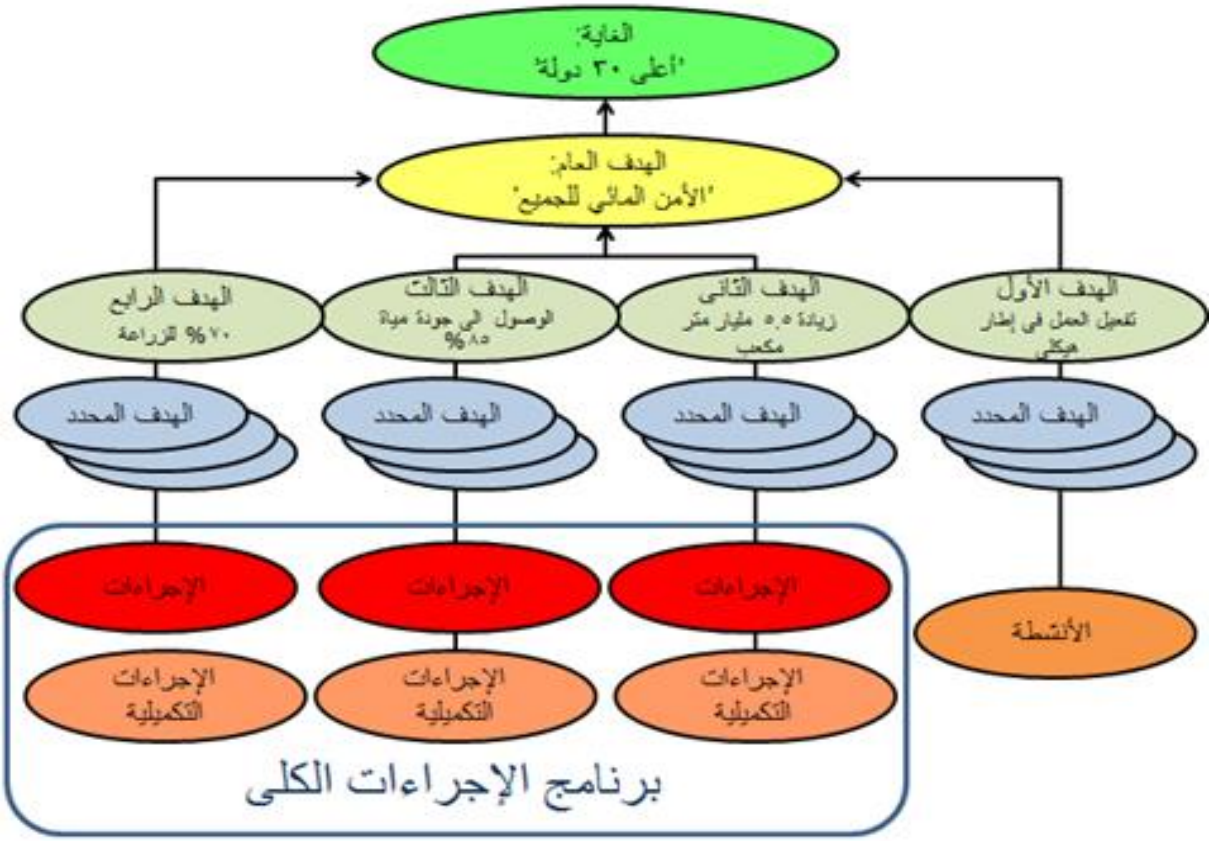
المستوى الأول: يشمل الهدف العام وهو تحقيق الأمن المائي للجميع من أجل المساهمة في وضع مصر ضمن أفضل 30 دولة عالمياً.

المستوى الثاني: يشمل محاور الخطة القومية الأربعة

المستوى الثالث: يشمل الأهداف المحددة

المستوى الرابع: يشمل الأنشطة والإجراءات التكميلية

ويؤدي التنفيذ الناجح للأنشطة والإجراءات التكميلية إلى تحقيق الأهداف المحددة التي بدورها تؤدي إلى تحقيق الأهداف الرئيسية ومن ثم تحقيق الهدف العام للخطة القومية. ويمكن تقييم النتائج التي تم تحقيقها في نهاية تنفيذ الخطة أو عند فترات زمنية مرحلية حيث يتم مقارنتها بالمستهدفات المحددة.



المصدر: الموقع الرسمي لوزارة الري

هذا وقد تم تعريف الأنشطة والإجراءات التكميلية في إطار الخطة القومية 2037 كما يلي:

- **الأنشطة:** وتعني ما يجب أن يتم تنفيذه لتحقيق الأهداف المحددة
- **الإجراءات:** وتُعني بالاستثمارات المدرجة بالخطة القومية، وهي تشكل الجزء الأكبر من التكلفة المطلوبة لتنفيذ الخطة.
- **الإجراءات التكميلية: وتشمل في الأساس الأنشطة التي تعزز أو تضمن فعالية الاستثمار في أحد الإجراءات.**

وتشكل الإجراءات والإجراءات التكميلية معاً مصفوفة الإجراءات للخطة القومية للموارد المائية.

وباستثناء الهدف الأول "توفير البيئة الملائمة للإدارة المتكاملة للمياه وللتخطيط ولتنفيذ الخطة"، فإن كافة الأهداف المحددة تساهم في الوصول الى المحاور الثلاثة (تنمية الموارد المائية، تحسين نوعية المياه، ترشيد استخدامات المياه).

وقد تم اختيار الإجراءات بحيث يكون المسئول عن تنفيذ أي منها وزارة أو جهة واحدة. ولكن لتحقيق الأهداف المحددة فإن الأمر يتطلب تنفيذ العديد من الإجراءات. وكمثال على ذلك فإن خفض كمية المياه المستخدمة في الزراعة يتطلب تحديد المساحات المنزرعة بالأرز وحظر تصدير المحاصيل كثيفة الاستهلاك للمياه وتحديد كمية المياه المخصصة لكل فدان وتقديم دعم للمزارعين لتطوير أنظمة الري وتشجيع زراعة المحاصيل المقاومة للجفاف وإجراء البحوث وتنمية القدرات لدعم انتشار التكنولوجيا الجديدة.

وفي مثل هذه الحالات، وعندما تتكامل مجموعة من الإجراءات لتحقيق نتيجة معينة فإنه يحدث أحد أمرين: (1) أن تقع مسئولية تنفيذ جميع الإجراءات أو معظمها ضمن مهام وزارة أو جهة واحدة، (2) أن تقع مسئولية تنفيذ الإجراءات ضمن مهام أكثر من وزارة أو جهة.

وعموماً فإن الخطة القومية لا تحدد المهام والمسئوليات التي تقوم بها أي من الوزارات أو الجهات المشتركة في تنفيذ الإجراءات حيث ان لكل وزارة آليات محددة لمتابعة الاستثمارات ونسب إنجاز تنفيذ الإجراءات. والحقيقة أن لكل وزارة مهامها ومسئولياتها تجاه المجتمع والاقتصاد والبيئة، كما أن لكل منها رؤية وفكر في كيفية مشاركتها في تنفيذ الخطة القومية 2037علماً بأنه قد تم تحديد المستهدفات لكل هدف محدد بالتنسيق والتشاور مع الوزارة أو الوزارات المعنية.

وتقع مسئولية تدبير الاستثمارات المطلوبة على الوزارة المعنية بالتنفيذ وذلك طبقا لمصفوفة الإجراءات والأهداف للخطة القومية 2037 علما بأن تحقيق الأهداف المحددة يتم من خلال التأثير المشترك للإجراءات المدرجة تحت مظلتها.

أن الوزارة تضع على رأس أولوياتها توفير المياه لكل مستخدم سواء الفلاحين أو محطات الكهرباء أو مياه الشرب، إلى جانب مكافحة التلوث في مياه النيل وإزالة 14 مليون طن قمامة سنويا من المجاري المائية.

وأشار إلى أن الوزارة تضع من ضمن أولوياتها تنفيذ 92 محطة خلط، وحماية مدن البحر الأحمر وجنوب سيناء من السيول، في إطار مراعاة التأثيرات المتوقعة من سوء الأحوال الجوية على الدلتا والصعيد، مضيفا أن الوزارة شيدت 30 منشأ سحارات ومراكز لتخزين المياه، لافتا إلى أن هناك خطة قومية للري الحديث، كونها تعد مسألة ضرورية في الصعيد، خاصة في أسوان وبني سويف.

ان تبطين الترع من المشروعات التي تحتاج الى عمالة كثيفة وهو ما يحقق اهداف الدولة في القضاء على البطالة مضيفا أنّ من فوائد التأهيل بالتبطين لتلك الترع، ضمان وصول المياه لنهايات الترع في أسرع وقت، وضمان عدالة توزيع المياه وزيادة الإنتاجية الزراعية، وتقليل تكاليف الصيانة، وجار الانتهاء من الترتيب والدراسات المطلوبة للبدء في التنفيذ. ويذكر أن وزارة الموارد المائية والري، عملت على تنفيذ أعمال تأهيل وتطوير وصيانة للترع خلال الاعوام القادمة وخصوصا في محافظات الصعيد وتستهدف البدء بأعمال التأهيل لحوالي 650 كيلو متر طولي خلال العام المالي القادم 2020-2021 بمحافظات بنى سويف وأسوان، ويتم تنفيذ العديد من المشروعات لرفع كفاءة شبكة المجاري المائية والحفاظ على المنشئات والمرافق المائية والأعمال الصناعية وحماية شبكة الترع لتمكينها من استيعاب وإمرار التصرفات المائية اللازمة لري الزراعات وضمان وصول المياه إلى النهايات وتلبية احتياجات مختلف القطاعات بالمحافظات.

3-2 - قضية التصنيع المحلى للمعدات في مصر - ومنها معدات التحلية:

يتمثل مفهوم التصنيع المحلي في إنشاء صناعة قائمة على حركة التصنيع المحلية تهدف أساسا إلى إحلال مكونات مستوردة بأخرى مصنعة أو مجمعة محليا بالإضافة إلى تعميق تصنيع هذه المكونات، ومن ثم تتطلب وجود تنسيق بين القطاعات الإنتاجية المختلفة لبلوغ هذا الهدف للوصول الى منتج صناعي مصري يتميز بالقدرة التنافسية محليًا وعالميً.

ويمكن لتعميق التصنيع المحلى للآلات وخطوط الإنتاج يوفر على الدولة 5 مليارات دولار سنويا" (اليوم السابع اغسطس 2019).

وتتبنى الدولة خطة طموحة من أجل تعميق التصنيع المحلي، من أجل تقليل الاعتماد على الخارج في توفير مستلزمات الإنتاج التي تكلف الدولة مليارات الدولارات سنويا، وأطلقت الدولة برنامج تعميق التصنيع المحلي عام 2018، بالتعاون مع كافة الأطراف المعنية لتوفير الظروف الملائمة لإنجاح هذا البرنامج وإحلال المنتج المصري بدلا من المستورد.

حيث ان بيانات الصادرات والواردات المصرية، بلغ إجمالي حجم الواردات المصرية من الآلات والمعدات المستوردة لصالح خطوط الإنتاج المصرية نحو 5.3 مليار دولار بنهاية عام 2018، فيما لم يعرف التوزيع النسبي لهذه الواردات بين القطاعات الصناعية المختلفة (اليوم السابع اغسطس 2019 عن جهاز التعبئة العامة والاحصاء)

ويعمل في مصر نحو 700 مصنع وطني مسجل في قطاع الآلات والمعدات، وفقا لتقدير شعبة الآلات والمعدات بغرفة الصناعات الهندسية باتحاد الصناعات، وتسعى الغرفة برئاسة المهندس محمد المنشاوي إلى توسيع حصة الأراضي الصناعية المخصصة لصالح إنشاء مصانع إنتاج الآلات والمعدات محليا لتعميق هذه الصناعة الوطنية داخل المناطق الصناعية على مستوى الجمهورية، والاستغناء التدريجي عن خطوط الإنتاج المستوردة.

وتحظى صناعة الآلات والمعدات محليا بفرص نمو واعدة، وذلك بالتزامن مع حالة التعافي التي يشهدها الاقتصاد المصري حاليا، وأكد رئيس شعبة الآلات والمعدات، أن قطاع التعبئة والتغليف يتصدر قائمة القطاعات الصناعية التي تشهد معدلات الطلب فيها نموا ملحوظا، لارتباط هذه النشاط بعدد كبير من الصناعات الرئيسية من بينها الصناعات الغذائية والدوائية والكيماوية. "اليوم السابع"، اغسطس 2019

ويصل حجم استثمارات قطاع صناعة الآلات والمعدات المحلية في مصر حاليا إلى نحو 35 مليار جنيه، موزعة بين عدد كبير من القطاعات الصناعية، منها الطلمبات وأنظمة إطفاء الحرائق، والمعدات والآلات الزراعية، بالإضافة إلى معدات الآلات والورش والبنية التحتية ومعدات البناء والطرق، والمصاعد والسلالم الكهربائية وأوعية الضغط وضواغط الهواء.

وفى هذا السياق ، وافق مجلس تحديث الصناعة على الإطار العام لخطة عمل مركز تحديث الصناعة (2019 /2020) والتي تستهدف تعميق التصنيع المحلي، وزيادة القدرة التنافسية، وتحسين الجودة والإنتاجية للصناعة الوطنية، وزيادة الصادرات، وتقليل الواردات، وترشيد استهلاك الطاقة، وتنمية مهارات الموارد البشرية العاملة بالقطاع الصناعي، بجانب الإعداد للثورة الصناعية الرابعة، وتقديم الدعم التكنولوجي والتحول الرقمي، وتوفير الدعم الفني والاستشارات اللازمة لكافة القطاعات الصناعية وزيادة مساهمة الصناعة في الناتج المحلي الإجمالي، وتشجيع زيادة فرص العمل للشباب.

وقد أطلق المركز العام الماضي أيضا برنامج تعميق التصنيع المحلي والذي يستهدف تنمية سلاسل الموردين من الصناعات الصغيرة والمتوسطة ومتناهية الصغر، والتي تمثل الشريحة الأكبر في هيكل الصناعة المصرية لتمكينها من الحصول على التمويل والعمالة الفنية المدربة والنفاذ إلى الأسواق الخارجية، فضلاً عن التكنولوجيا المتقدمة لتطوير وتحديث منتجاتها، حيث ساهم البرنامج في توفير خدمات الدعم الفني لزيادة تنافسية الصناعة المحلية وإعداد قاعدة بيانات عن فرص تعميق التصنيع المحلي المتاحة وتنفيذ أنشطة تشبيك بين المنشآت الصناعية والموردين المحليين، بالإضافة إلى إتاحة التمويل للمشروعات الصناعية.

ويواجه الوضع الحالي للتصنيع المحلي للمعدات في مصر بعض التحديات:

- ارتفاع حجم الواردات من المنتجات والآلات والمعدات مع زيادة معدل الارتفاع سنويا
- مازالت نسب التصنيع المحلي للصناعات المختلفة منخفضة نسبيا وأقل من المأمول.

- ينحصر التصنيع المحلي في المكملات والأجزاء الفرعية وقطع الغيار وليس في الأجزاء الرئيسية للمعدات والمنتجات.
- رغم انطلاق عدة محاولات في العقدين الماضيين لتعميق التصنيع المحلي للمعدات الرأسمالية وللمنتجات إلا أنها لم تأت بالنتائج المتوقعة.
- نقص الكوادر الفنية والهندسية المؤهلة لاستيعاب وتطويع التكنولوجيات الحديثة والقادرة على تنفيذ برامج الإنتاج وتطوير أساليبها نتيجة ضعف التعليم الفني والهندسي
- غياب التنسيق بين الأطراف المؤثرة في تحقيق هدف تعميق التصنيع المحلي في مجالات الصناعة، الاستثمار، والتشريعات، التعليم، البحث والتطوير، الإعلام.

الا انه في المقابل كانت هناك بعض الإيجابيات نذكر منها:

- توافر العديد من مقومات التصنيع المحلي في مصر مثل الخامات الأساسية للتصنيع (صناعات الحديد والصلب والألومنيوم والسبائك الحديدية وغير الحديدية)
- القدرات الآلية للإنتاج والتصنيع من معدات التشغيل ((machining والتشكيل (forming) بالإضافة إلى مخرجات الصناعات الكهربائية والإلكترونية وصناعات الحراريات والبلاستيك والمنسوجات وغيرها،
- نمو الوعي والاهتمام لدي المسئولين وصناع القرار بأهمية التصنيع المحلي للمعدات والآلات والمنتجات وأثر ذلك على الاقتصاد الوطني.

وبخصوص معدات التحلية، فان هناك مشروع هام وهو التحالفات القومية " حيث أشار " رئيس أكاديمية البحث العلمي " الى وجود تحالف فى صناعة محطات تحلية المياه. وذلك لتوطين صناعة معدات محطات التحلية في مصر، وتقديم حلول ابتكارية في مجال المياه. ومن خلال المشاركة في المشروعات البحثية الرامية الى تعميق التصنيع المحلى تقوم وزارة الانتاج الحربي بالتعاون بين مركز التميز العلمي والتكنولوجي والمركز القومي للبحوث لتصنيع اغشية تحلية المياه **وبدء مراحل التصنيع وتحويل النماذج المعملية والبحثة الى انتاج لوحدات التحلية على نطاق صناعي وإنتاجي وتتضمن البحوث الاتية:**

- انتاج فلاتر الالياف المجوفة
- وحدة التقطير الغشائي لتحلية المياه
- انتاج اغشية مسطحة وفلاتر دوامية على المستوى النصف صناعي لتحلي المياه

ويضم التحالف عدة جهات من الجهات الفاعلة في قطاع تحليه المياه في مصر وهم جامعة اسيوط، الإسكندرية، والجامعة البريطانية، مركز بحوث الصحراء، مركز التميز العلمي والتكنولوجي بوزارة الإنتاج الحربي، مركز دراسات وتحلية المياه بجامعة الإسكندرية، ومصنع صقر، والشركة العربية للطاقة المتجددة، وشركة قها للصناعات الكيماوية (م/ 270)، والشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي، ويتجاوز تمويله 13 مليون جنيه.

بالإضافة الى التحالف، وأيضاً من خلال الخطة التنفيذية لاستراتيجية العلوم والتكنولوجيا والابتكار تدعم الأكاديمية تنفيذ 19 مشروعا في البحوث والتطوير والابتكار وتعميق تصنيع محلى بهدف توطين صناعة تكنولوجيا تحلية المياه وبلغ اجمالي الدعم لهذه المشروعات 30مليون جنيه. و التركيز على مشروع التحالف القومي للمعرفة والتكنولوجيا في تحلية المياه، والهدف من هذا التحالف هو الاستفادة من المخرجات البحثية وتطبيقها، بما يفيد مصر في مجال تحلية المياه، من خلال تصنيع المعدات والماكينات التي تدخل في صناعة محطات تحلية مياه البحر محليًا، في محاولة من مركز التميز ومشروع التحالف القومي في خفض نفقات ومصروفات استيراد أجزاء محطات تحلية مياه البحر من الدول الخارجية، والاستفادة بهذه الأموال في تنمية مشروعات قومية أخرى تعود بالنفع على المصريين عن طريق الاهتمام بالعنصر البشرى وتشغيل العمال وتقليل البطالة وتحقيق اهداف التنمية المستدامة.

أدى نجاح الفريق البحثي بقيادة جامعة أسيوط ومركز بحوث الصحراء ومركز التميز بالإنتاج الحربي في امتلاك معرفة تصنيع منظومة ماكينات لف أغشية الضغط الأسموزي المنعكس، بمقاسات 4 بوصات و8 بوصات المستخدمة في محطات تحلية المياه، "مشروع تصميم وتصنيع واختبار خط انتاج اغشية التناضح العكسي لمحطات التحلية " وهو مشروع ضمن مشروعات التحالف القومي للمعرفة والتكنولوجيا في مجال تحلية المياه

حيث أن اقتصاديات لف الأغشية توفر 60% من قيمة الأغشية المستوردة من الخارج، وما تم إنجازه هو مرحلة واحدة من 3 مراحل تنتهي بالتصنيع المحلى الكامل، سواء لخط الإنتاج أو لأغشية الضغط الأسموزي.

أما عن فريق الجامعة البريطانية ومصنع صقر والشركة العربية للطاقة المتجددة، فيعمل على هدف إنجاح تصنيع مضخات الضغط العالي.

وماكينة الطلاء، لنستطيع حينها إنتاج أول غشاء محلي الصنع للتحلية في الشرق الأوسط، على أن يستخدم الغشاء في محطات التحلية المتنقلة في محافظات مصر الحدودية، تصل تكلفة تصنيع الماكينة نحو 2 مليون جنيه مصري، بما يعادل 123 ألف دولار أمريكي، والتي كانت أحد مُخرجات التحالف القومي لتكنولوجيا تحلية المياه، حاليًا تعمل مصانع وزارة الإنتاج الحربي على إنتاج هذه المحطات المتنقلة، وذلك وفق بروتوكول موقع بين الوزارة والأكاديمية، وتتضمن المرحلة الثانية من البروتوكول تزويد المحطات التي تعتمد في الوقت الراهن على أغشية مستوردة، بباكورة إنتاج أغشية محلية الصنع 10.

وتبلغ تكاليف طلمبات الضغط العالي وهي المسئولة عن ضخ المياه بضغوط عالية ورفعها للأغشية التي تقوم بفصل المياه العذبة عن المالحة، نحو 35% من إجمالي تكاليف إنشاء محطة التحلية، فضلًا عن أن حوالي 25% إلى 30% من تكاليف تشغيل المحطة تقدر لصيانة الأغشية والفلاتر وتغيير قطع الغيار الخاصة بهم، وعليه سينتج عن ذلك توفير مبالغ طائلة من العملة الصعبة للبلاد من خلال الاحلال محل الواردات ايضا رفع نسبة المكونات المحلية الى 80% وتقليل نسب المكونات المستوردة الى 20% من مكونات المحطة.

" يرى مستثمرون ورجال أعمال أن ترأس وزارة الإنتاج الحربي للجنة الوزارية المكلفة بتعميق التصنيع المحلى؛ جاء نتيجة المخرجات السريعة للمصانع الحربية، والتي ستساعد القطاع الصناعي في رفع نسب المكون المحلى، وتحقيق مستهدفات الحكومة لتقليل فاتورة الاستيراد، وخفض عجز الميزان التجاري" جريدة " اقتصاد واسواق "

حيث استقبل الدكتور محمد سعيد العصار وزير الدولة للإنتاج الحربى، يوم السبت الموافق 2019/6/15 الدكتورة سحر نصر وزيرة الاستثمار والتعاون الدولي، والمهندس عمرو نصار وزير التجارة والصناعة، وهشام توفيق وزير قطاع الأعمال العام، والفريق عبدالمنعم التراس رئيس الهيئة العربية للتصنيع، والمهندس محمد السويدي رئيس اتحاد الصناعات المصرية، والدكتورة نيفين جامع الرئيس التنفيذي لجهاز تنمية المشروعات المتوسطة والصغيرة ومتناهية الصغر؛ لبحث سبل تعميق الصناعة، والاستفادة من 4500 مصنع تم إقامتها بعدد 13 منطقة صناعية منتشرة بـ12 محافظة، بغرض تقليل الواردات، وذلك بديوان عام وزارة الإنتاج الحربى..

وانتهى الاجتماع إلى الاتفاق على تشكيل لجنة تنفيذية من ممثلي الجهات المختلفة، ودعوة ممثل وزارة التخطيط لتبادل ودراسة البيانات والمعلومات المتوفرة لدى كل جهة، ووضع خطة لدراسة إمكانية استغلال المصانع المصرية لتقليل الواردات، وزيادة الصادرات.

([10]) – د. حسام شوقي (2020) ، طرق التحلية (القومي لتحلية المياه) الاول من نوعه لتمصير معدات التحلية ،جريدة الدستور: القاهرة.

٤- الدراسة الميدانية:

نلقى الضوء فيما يلي على الجوانب المنهجية للدراسة الميدانية، ثم نعرض لأدوار الوزارة ومصنع 270 على وجه الخصوص فى تعميق تصنيع معدات تحلية المياه.

4-1- المنهجية والأدوار الرئيسية:

- تم اعداد ما يسمى بدليل المقابلة الشخصية مع المسؤولين عن محطات التحلية داخل وزارة الانتاج الحربي (م/ 270) ودراسة حالة على نموذج تم تنفيذه بالفعل لمحطات تحلية مياه البحر بطريقة التناضح العكسي بمنطقة رفح والشيخ زويد، بالإضافة لمقابلات للمسؤولين خارج الوزارة.
- **وزارة الانتاج الحربي،** وتعتبر هي الوزارة المسؤولة عن ادارة وتطوير وتشغيل المصانع الحربية في جمهوريه مصر العربية ويتولى رئاستها الان دكتور مهندس محمد سعيد العصار وتضم تحت رئاستها (الهيئة القومية للإنتاج الحربي)، والتي تضم (20 مصنع ومركز ووحدة) تشرف عليهم وتعمل وزارة الانتاج الحربي على تلبية متطلبات القوات المسلحة والمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة والمشاركة في تنفيذ المشروعات الصناعية التنموية القومية.
- **شركة قها للصناعات الكيماوية – م/270 الحربي،** هي احدى شركات الهيئة القومية للإنتاج الحربي تأسست الشركة عام 1956م وتعمل شركة قها للصناعات الكيماوية على تلبية احتياجات القوات المسلحة والشرطة وانتاج منتجات مدنية وأبرزها محطات تحلية المياه بأنواعها ومحطات معالجة المياه ومحطات الصرف الصحي ومنتجات مدنية اخرى.

4-2-دور شركة قها للصناعات الكيماوية (م /270) فى تصنيع معدات تحلية المياه وتنفيذ المحطات:

تعتمد الشركة فى نشاطها فى تحلية المياه على ثلاثة أنواع من التحلية:

- **تحلية المياه السطحية:** وهي مصدرها النيل وفروعه ومصدرها تجمعات الأمطار: حيث تقوم شركة قها للصناعات الكيماوية مصنع 270 الحربي بتصميم وتنفيذ وتركيب محطات تحلية المياه السطحية بنظام الترشيح المباشر وتتكون مراحل المعالجة الأساسية من (الترسيب – الترشيح – التعقيم)، سعة المحطة (90 لتر /ثانية)، المياه المنتجة صالحة للشرب ومطابقة للمواصفات القياسية الصادرة من منظمة الصحة العالمية

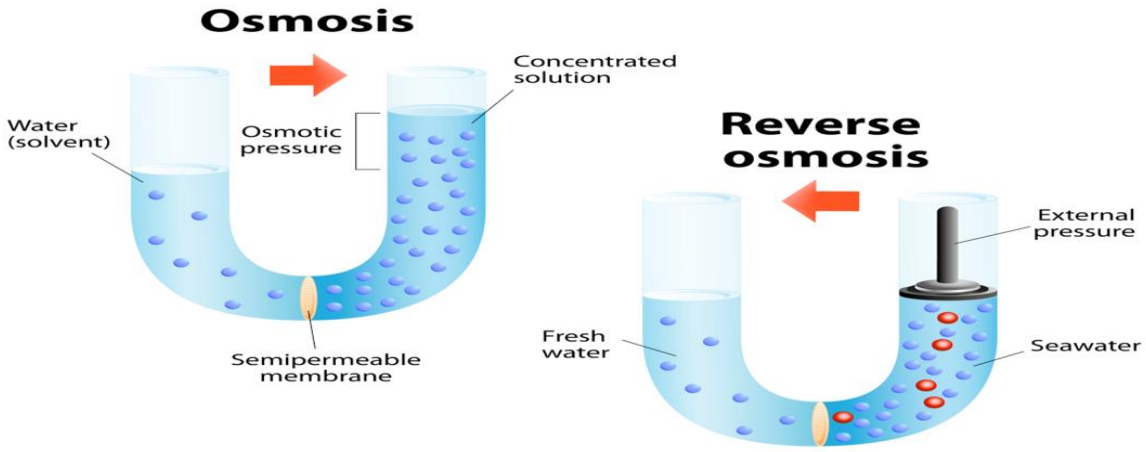
- **تحلية المياه الجوفية** : مصدرها الآبار وهى تتم على حسب نوع المواد الموجودة في المياه بنسب أعلى من المسموح بها اما حديد ومنجنيز او كالسيوم وأملاح وتقوم شركة قها بتصميم وتنفيذ وتركيب محطات معالجة المياه الجوفية حيث يتم عمليات المعالجة عن طريق اكسدة املاح الحديد والمنجنيز وعمليات الترشيح والتعقيم، سعة المحطة : 90 لتر / يوم (324 م3/ ساعة)،المياه مصدرها الآبار وهى تتم على حسب نوع المواد الموجودة في المياه بنسب أعلى من المسموح بها اما حديد ومنجنيز او كالسيوم وأملاح المنتجة صالحة للشرب ومطابقة للمواصفات القياسية الصادرة من منظمة الصحة العالمية .

- **تحلية مياه البحر،** مصدرها البحار وتتم على حسب نسبة الملوحة أعلى من المسموح به. وسوف نتناول نموذج لكل نوع من الأنواع السابق ذكرها للتحلية وتقوم الشركة بتصميم وتنفيذ محطات تحلية مياه البحر ذات الأملاح الذائبة =38000 جزء بالمليون بنظام التناضح العكسي، تتكون مراحل المعالجة الأساسية من (معالجة ابتدائية – أغشية التناضح العكسي RO – معالجة نهائية)، سعة المحطة (5000م3/يوم)، المياه المنتجة صالحة للشرب ومطابقة للمواصفات القياسية الصادرة من منظمة الصحة العالمية.

4-2-1. نبذة عن نظام التناضح العكسي الذي يتم تنفيذه من قبل مصنع 270 الحربي.

تعتبر تقنية التحلية بنظام التناضح العكسي هي الاكثر استخداما وهي عملية فيزيائية ينتقل من خلالها الماء من الوسط عالي التركيز إلى الوسط قليل التركيز من خلال غشاء شبه منفذ عن طريق استخدام ضغط على المحلول المركز يزيد عن الضغط الاسموزي.

شكل رقم 6. " نظام التناضح العكسي لتحلية المياه في مصنع 270 "

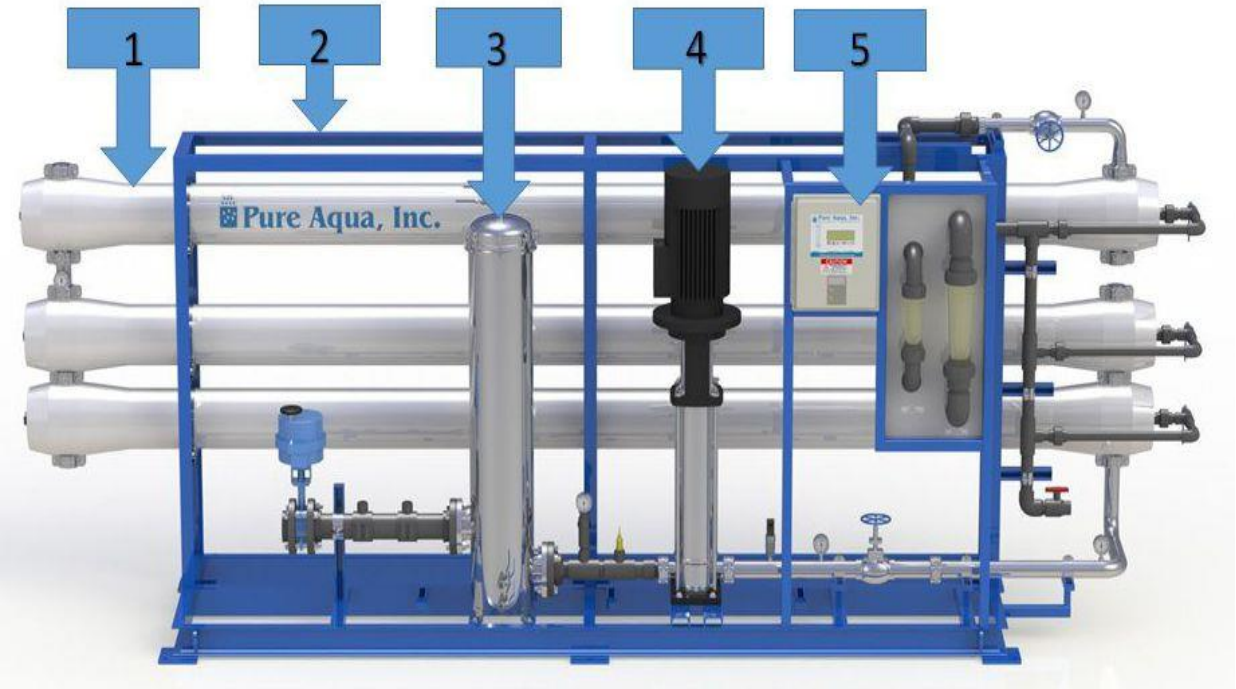


ويتكون نظام التناضح العكسي من خمسة أجزاء أساسية كما يوضح الشكل التالي:

- **أوعية الضغط والأغشية**، هناك أغشية للمياه المالحة، ومياه البحر، والتطهير الشديد على مستوى المستشفى، والأغشية المصممة لإزالة ملوثات معينة. ويحدد حجم المهمة (البلدية أو التجارية أو الصناعية) حجم وعدد الأغشية في النظام. يمكن أن يكون هناك أي مكان من غشاء واحد بقطر ونصف بوصة (نظام التناضح العكسي تحت المغسلة) لمئات من أغشية ثمانية بوصة تعمل جميعها معًا (مصنع تناضح عكسي نموذجي).
- **عكس التناضح التزلج**، أفضل طريقة لجعل نظام التناضح العكسي الخاص بك دائمًا قدر الإمكان هو وجود إطار من الصلب الكربوني المطلي بالمسحوق لتركيب جميع مكوناتك. إنه مقاوم للعناصر المصممة للاهتزاز الثقيل للمضخات عالية الضغط، ويبتعد عن الأرض لضمان استمراره مدى الحياة.
- **تصفية خرطوشة**، تأتي معظم أنظمة التناضح العكسي مع فلتر خرطوشة لضمان عدم وجود جزيئات كبيرة بما يكفي لتلف الأغشية في أي مكان بالقرب منها. عادة ما تكون هذه الخرطوشة عبارة عن فلتر من مادة البولي بروبيلين ذي خمسة ميكرون، ولكن يمكن أن يختلف عند الطلب.
- **مضخة الضغط العالي بالتناضح العكسي**، بدون مضخة عالية الجودة، فإن معدل الرفض لنظام التناضح العكسي غير قابل للتطبيق في معظم البيئات التجارية أو الصناعية. من الضروري للنظام التأكد من مطابقة المضخة مع كمية الغشاء وحجمه بشكل مناسب.
- **لوحة التحكم**، يجب التحكم في نظام التناضح العكسي بواسطة مشغل بشري. في Pure Aqua، ويمكن أيضًا استخدام أدوات التحكم لإدارة أنظمة متعددة في وقت واحد، مما يجعل محطة إنتاج المياه الفردية تعمل بفعالية.

كما يمكن أن تحتوي أنظمة التناضح العكسي على عدد من المكونات الأخرى المبنية عليها أو فيها كمكونات إضافية أيضًا. يمكن دمجها بالكامل في نظام حاويات على سبيل المثال تحلية المياه بواسطة نظام RO، وهناك عدد من الإضافات التي يمكن ربطها بنظام RO أيضًا، للقيام بمهام مثل تنظيف الأغشية، المعالجة المسبقة، وغيرها.

شكل رقم 7. " المكونات الرئيسية لمحطة التناضح العكسي "



4-2-2. المكونات الأساسية ونسبتها لمحطات التناضح العكسي التي يتم تنفذها في مصنع 270

4- 2-2-1. المعالجة الابتدائية: يوضح الجدول التالي مكونات محطات المعالجة للتناضح العكسي ونسبة المكون المحلى والمستورد فيها.

جدول رقم 3. " مكونات المعالجة الابتدائية لمحطات التناضح العكسي ونسبة المكون المحلى والمستورد في المحطة التي تم تنفيذها بواسطة م/270 بمنطقتي رفح والشيخ زويد "

المكون	الاستخدام	مستورد / محلى	نسبة المكون بالمحطة %
طلمبات (تغذية-غسيل-انتاج)	تغذية المحطة بالمياه -وعمليات الغسيل	مستورد	5.7
الفلاتر متعددة الوسائط	تنقية المياه	محلي	10.5
الفلاتر الخرطوشية	تنقية المياه	مستورد	2.6
المواسير البينية	الربط بين الوحدات	محلي	2.6
طلمبات الحقن	ضبط خصائص المياه	مستورد	2

المصدر: سجلات بيانات قطاع انتاج وتنفيذ محطات المياه بمصنع / 270

4- 2-2-2. فصل الاملاح والمعالجة النهائية: ويوضحها الجدول التالي رقم 4.

جدول رقم 4. " مكونات فصل الاملاح والمعالجة النهائية لمحطات التناضح العكسي ونسبة المكون المحلى والمستورد في المحطة التي تم تنفيذها بواسطة م/270 بمنطقتي رفح والشيخ زويد"

المكون	الاستخدام	مستورد / محلى	نسبة المكون بالمحطة %
طلمبات الضغط العالي	دخول المياه المالحة بالضغط المطلوب للأغشية	مستورد/ وكلاء	36.8
اغشية التناضح العكسي واوعية الضغط	فصل الاملاح	مستورد	17
المواسير البينية	توصيلات الضغط العالي	مستورد	2.4
لوحات التحكم الكهربية	تغذية الكهرباء والتحكم	تجميع محلي/ مستورد	5
التصميم والتجميع والاختبارات		التصميم محلي للسعات الصغير	5.3
مصنعات حديدية		محلي	8.5

المصدر: سجلات بيانات قطاع انتاج وتنفيذ محطات المياه بمصنع / 270

ومن الجداول السابقة يلاحظ أن نسب مكونات المحطة من المكون المحلى حوالي 40% ومن المكون المستورد حوالي 60%، وهو الأمر الذي يتطلب تعميق المكون المحلى على حساب الأجنبي.

أما بخصوص دور الشركة في تنفيذ محطات التحلية، فإن الجدول التالي يوضح المواصفات الفنية لمحطتي رفح والشيخ زويد لتحلية المياه، كما يوضح الشكل رقم 8 المخطط العام للمحطة.

جدول رقم 5. " المواصفات الفنية لمحطتي رفح والشيخ زويد تنفيذ شركة قها"

المواصفات الفنية	
• **السعة**	**5000 م3 / يوم**
• **القدرة الكهربائية المركبة**	**1600 ك.ف. أ**
• **القدرة الكهربائية عند التشغيل**	**900 ك.ف. أ**
• **فترة التشغيل**	**20 س/يوم**
• **المساحة المطلوبة**	**5100 م2**

شكل رقم 8. " **المخطط النهائي لمحطة التحلية بمنطقتي رفح والشيخ زويد**"

<u>وترى الباحثة أنه يمكننا الوصول الى نسبة 80%محلى ونسبة 20%مستورد وذلك بتصنيع المكونات الاتية: -</u>

- طلمبات الضغط العالي
- اغشية التناضح العكسي واوعية الضغط
- المواسير البيئية
- انتاج فلاتر الالياف المجوفة

حيث تتكثف الجهود للتصنيع هذه المكونات محليا من قبل فرق التحالفات القومية للجهات المعنية والفاعلة في قطاعات تحلية المياه في الدولة حيث تمثل هذه المكونات حوالي 45% من مكونات المحطة.

ويمكننا القول أن نسبة المكون المستورد (60%) في محطات التحلية يكلفنا الكثير من الأموال في إنشاء المحطة الواحدة، حيث أن محطات تحلية مياه الشرب مكلفة للغاية، فقد يصل تكلفة المتر المكعب من المياه 12.000 جنيه، وتكلفة التشغيل للمتر الواحد من المياه وصلت الى : 10 جنيهات؛ ويرجع هذا بسبب استيراد ماكينات ومعدات محطات التحلية من الخارج، اذن فلابد من تخفيض تكلفة إنتاج وحدة المياه المالحة، وزيادة المكون المحلى لإنتاج هذه التقنية وتصنيعه محليا بخبرات مصرية بدلا من الاعتماد على مصادر اجنبية في تكنولوجيا تحلية المياه .

ويوضح الشكل التالي توجهات الحكومة المستقبلية لتحلية مياه البحر:

شكل رقم 9. " خطة الحكومة للتوسع فى تحلية مياه البحر حتى عام 2037"

المصدر: جريدة مبتدأ (العدد 10) (ابريل 2018)

يوضح الشكل أنه سيتم إنشاء 19 محطة لتحلية مياه البحر على مرحلتين، المرحلة الأولى تنتهي مع نهاية هذا العام، إذ سيتم إنشاء 6 محطات تنتج 1.6 مليون متر مربع في اليوم.

وستكون نهاية المرحلة الثانية عام 2037، كما ستتم إقامة عملاقة لتحلية المياه في مدينة العلمين، كما أن هناك 5 محطات أخرى تخطط الحكومة لإقامتها بجنوب سيناء.

4-3- نتائج المقابلات الشخصية بخصوص تعميق التصنيع المحلى لمعدات التحلية:

وفق الإطار المقترح للأسئلة بخصوص قضية البحث (ملحق البحث) فقد قامت الباحثة بإجراء مقابلات شخصية مع بعض السادة القياديين والمسئولين بالشركة والوزارة، ومن بينهم على سبيل المثال: رئيس قطاع انتاج وتنفيذ محطات المياه، رئيس قطاع البحوث بالشركة، مدير ادارة البحوث بمركز التميز العلمي والتكنولوجي بالوزارة.

مقابلة السيد المهندس / رئيس قطاع انتاج وتنفيذ الوحدات للمحطات المياه بشركة قها:

اسفرت المقابلة عن الاتي:

- **نسبة المكون المحلى اقل من المكون المستورد قد تصل40 %من أجمالي المحطة الوحدة.**
- **نسبة المكون المستورد قد تصل الى 60% من إجمالي مكونات المحطة الوحدة.**

- **وجود امكانية للتصنيع المحلى لمعظم المكونات ومنها مضخات الضغط العالي /اغشية واوعية الضغط /ماكينات الطلاء /المواسير البيئية وهذه المكونات تمثل حوالي 60%من مكونات المحطة.**
- **التصنيع المحلى بالتأكيد مطلوب وله أثر إيجابي على الشركة وعلى الدولة من حيث توفير العملة الصعبة وتقليل تكلفة المحطات ويعظم العائد على الشركة.**

مقابلة السيد الكيميائي / رئيس قطاع البحوث بشركة قها اسفرت المقابلة عن الاتي:

- **قيام وزارة الانتاج الحربي من خلال شركة قها ومركز التميز العلمي بالتعاون مع المركز القومي للبحوث لتصنيع اغشية محطات التحلية احدى المكونات الرئيسية في المحطة يمثل حوالي 30%من إجمالي مكونات المحطة.**
- **بدء مرحلة التصنيع وتحويل النماذج المعملية والبحثية الى انتاج لوحدات التحلية على نطاق صناعي وإنتاجي.**
- **تتضمن هذه البحوث:**
  - **انتاج فلاتر الالياف المجوفة لتحلية المياه**
  - **وحدة التقطير الغشائي لتحلية المياه**
  - **انتاج اغشية مسطحة وفلاتر دوامية**
  - **طلمبات الضغط العالي**
  - **المواسير البيئية**

تمثل هذه المكونات حوالي 45%من اجمالى مكونات المحطة

مقابلة السيد الكيميائي / مدير عام مركز التميز العلمي والتكنولوجي بوزارة الانتاج الحربي

اسفرت المقابلة عن الاتي:

- تم التحالف مع مركز التميز العلمي والتكنولوجي ومركز بحوث الصحراء وجامعة اسيوط في مشروع تصميم وتصنيع واختبار خط انتاج اغشية التناضح العكسي لمحطات التحلية.
- توطين وامتلاك تكنولوجيات التصنيع لمكونات محطات تحلية المياه ومستلزمات التشغيل والقدرة على التطوير يقلل الاعتماد على الاستيراد ويقلل تكلفة انشا محطات التحلية.
- الاستفادة من مخرجات البحوث العلمية في مجال تحلية المياه لسد الفجوة المائية.
- استحداث وتطوير تكنولوجيات وطنية لتحلية المياه.
- تعميق التصنيع المحلى لمكونات محطات التحلية ومستلزماتها (كيماويات، اغشية، حاويات، طلمبات ضغت عالي، نظم التحكم، التصميم) من خلال الهندسة البديلة لمحطات قائمة بالفعل.
- التعاون في بحث امتلاك معرفة تصنيع منظومة ماكينات لف أغشية الضغط الأسموزي المنعكس، بمقاسات 4 بوصات و8 بوصات المستخدمة في محطات تحلية المياه.

نتائج ومقترحات البحث

1.نتائج البحث:

- **تعميق التصنيع لمعدات محطات التحلية يدعم الأمن القومي المصري.**

حيث ان استراتيجية وخطط التنمية وبرنامج عمل الحكومة تعتبر قضية المياه والفجوة المائية من قضايا الأمن القومي المصري، ولذلك هناك دعم من الدولة لخطط وجهود تعميق التصنيع المحلى لمعدات محطات تحلية المياه.

- **هناك نجاحات هامة فى مصر فى مجال تعميق نسبة التصنيع المحلى لمعدات تحلية المياه بمشاركة وزارة الإنتاج الحربي.** خاصة نشاط الفريق البحثي بقيادة جامعة أسيوط ومركز بحوث الصحراء ومركز التميز بالإنتاج الحربي في تصنيع منظومة ماكينات لف أغشية الضغط الأسموزي المنعكس، في محطات تحلية المياه، ضمن مشروعات التحالف القومي للمعرفة والتكنولوجيا في مجال تحلية المياه.

- **تعميق التصنيع لمعدات محطات التحلية يحقق وفر كبير في التكلفة للاقتصاد المصري.** حيث ان اقتصاديات لف الأغشية توفر 60% من قيمة الأغشية المستوردة من الخارج، وما تم إنجازه هو مرحلة واحدة من 3 مراحل تنتهي بالتصنيع المحلى الكامل، سواء لخط الإنتاج أو لأغشية الضغط الأسموزي.

- **هناك جهود إضافية لتعميق تصنيع معدات جديدة لتحلية المياه بمشاركة وزارة الإنتاج الحربي.**

من خلال فريق الجامعة البريطانية ومصنع صقر والشركة العربية للطاقة المتجددة، ويعمل على تصنيع مضخات الضغط العالي. وماكينة الطلاء، لنستطيع حينها إنتاج أول غشاء محلي الصنع للتحلية في الشرق الأوسط، على أن يستخدم الغشاء في محطات التحلية المتنقلة في محافظات مصر الحدودية، وتصل تكلفة تصنيع الماكينة نحو 2 مليون جنيه مصري، بما يعادل 123 ألف دولار أمريكي. وهناك بروتوكول بين الوزارة والأكاديمية، وتتضمن المرحلة الثانية من البروتوكول تزويد المحطات التي تعتمد في الوقت الراهن على أغشية مستوردة، بباكورة إنتاج أغشية محلية الصنع.

- **توطين وامتلاك تكنولوجيات التصنيع لمكونات محطات التحلية للمياه ومستلزمات التشغيل والقدرة على تطويرها يؤدى الى تقليل الاعتماد على الاستيراد وتوفير العملة الصعبة.**

حيث تبلغ تكاليف طلمبات الضغط العالي نحو 35% من إجمالي تكاليف إنشاء محطة التحلية، فضلًا عن أن حوالي **25**% إلى 30% من تكاليف **تشغيل** المحطة توجه لصيانة الأغشية والفلاتر وتغيير قطع الغيار الخاصة بهم، وعليه سينتج عن ذلك توفير مبالغ طائلة من العملة الصعبة للبلاد من خلال الاحلال محل الواردات، وأيضاً رفع نسبة المكونات المحلية الى 80% وتقليل نسب المكونات المستوردة الى 20% من مكونات المحطة.

- **دور هام للبحث العلمي فى التأمين اللوجيستي لمحطات التحلية ودعم الصناعة الوطنية واستراتيجية التنمية المستدامة، واستراتيجية التنمية الصناعية.** من خلال استحداث وتطوير تكنولوجيات وطنية لتحلية المياه، تعميق التصنيع المحلى للآلات وخطوط الإنتاج يوفر على الدولة 5 مليارات دولار سنويا، تحسين وتطوير أداء القطاع الصناعي، وتحسين المناخ التشريعي والتنظيمي والإداري به، وبما يسهم في تحقيق أهداف استراتيجية مصر لتعزيز التنمية الصناعية والتجارة الخارجية 2020.

- **رفع كفاءة وقدرات الكوادر الوطنية الصناعية في مجال محطات التحلية.** من خلال قيامهم بتوفير الدعم الفني والاستشارات وخدمات الصيانة والإحلال فى كافة محطات التحلية وتوفير فرص العمل للشباب.

- **تعميق التصنيع المحلى وتطوير وتنمية سلاسل الموردين محلياً وخارجياً والمشروعات الصغيرة والمتوسطة،** يؤدى الى تنمية سلاسل الموردين من الصناعات الصغيرة والمتوسطة ومتناهية الصغر، والتي تمثل الشريحة الأكبر في هيكل الصناعة المصرية لتمكينها من المشاركة فى تزويد مكونات وأجزاء من محطات التحلية الوطنية، وتنمية العمالة الفنية المدربة. كما يتيح تنمية سلاسل الموردين عبر الحدود من خلال تصدير هذه المكونات الى الأسواق العربية والأفريقية.

2. مقترحات البحث:

في ضوء ما توصل اليه البحث من نتائج بخصوص تعميق التصنيع المحلى لمعدات محطات تحلية المياه لمواجهة الفجوة المائية توصى الباحثة بالآتي:

- **تعزيز العلاقة والترابط بين الأمن المائي و(الأمن الغذائي)**، إذ لا يمكن تحقيق الأمن الغذائي دون توفير المياه اللازمة، كما أن كلاهما وثيقي الصلة بعناصر ومكونات الأمن القومي.
- **عمل دراسات لأليات تطوير قرارات تعميق التصنيع المحلى لمكونات محطات التحلية.**
- **التوسع في استغلال الطاقات الجديدة والمتجددة في تشغيل محطات التحلية** لتوفير التكاليف الاقتصادية المرتبطة بإنشاء محطات التحلية.
- **تنسيق جهود المؤسسات العلمية والتصنيعية، وكافة الجهات المعنية بتحلية المياه في مصر** لوضع (خريطة مستقبلية لتحلية المياه بمصر)، أو (استراتيجية قومية لتحلية المياه في مصر)، وتعميق التصنيع لمكونات محطات التحلية التي تلبى احتياجات الدولة حتى 2030/ 2050 وأطر تمويلية مناسبة.
- **توفير بدائل تمويلية مناسبة لبناء محطات التحلية**، من خلال تشجيع وتحفيز القطاع الخاص المصري على المساهمة فى مشروعات التحلية وفق أسس اقتصادية استثمارية.
- **تهيئة الكوادر الاحترافية فى مجال مشروعات الموارد المائية بصفة عامة، ومحطات تحلية المياه على وجه الخصوص**، خاصة في ظل أوضاع ندرة المياه بالمناطق الجافة وشبه الجافة في مصر.
- تحتاج الزيادة الكبيرة المتوقعة لمحطات تحلية المياه الى مراجعة السياسات والممارسات الراهنة، ومنها اساليب زيادة القدرة والمعرفة والقيمة المضافة للاقتصاد المحلى.
- **قيام الدولة بتحفيز مراكز البحث والتطوير الوطنية على تشجيع الابتكارات في مجالي التكنولوجيا والتشغيل،** والعمل على جذب استثمارات محلية لتصنيع المكونات الرئيسية للمحطات التحلية.
- **الاستثمار في السياسات والممارسات المبتكرة .يمكن أن تحقق البحوث وتطور التكنولوجيات** ونقلها مزيداً من التحسينات في كفاءة استخدام المياه وإنتاجية المحاصيل في المنطقة.
- **رفع كفاءة تكلفة تحلية المياه للأغراض الزراعية بجانب توفيرها للشرب**، والعمل على خفض تكلفة انتاجها من خلال توظيف الطاقة الشمسية لتحلية المياه كأحد البدائل ذات الجدوى الفنية.
- **العمل على استخدام المياه العادمة المعالجة بدلا من المياه المحلاة في الزراعة تحت الظروف الحالية**، مع إدراك استمرار تكلفة تكنولوجيا تحلية المياه في الانخفاض. ومع زيادة حجم مياه الشرب من مياه البحر والمياه العسرة المحلاة، سوف تزيد أيضاً كميات المياه العادمة المعالجة لاستخدام الزراعة.
- **الإدارة المستدامة للمياه ضرورية على المدى الطويل** .أثناء فترات الصراع وفي أعقابها مباشرة، يجب أن تستهدف الإجراءات التداخلية خدمات توصيل المياه وسبل تحسين الأمن الغذائي، ومن السُبل الممكنة لتحسين الأمن الغذائي مساندة الإنتاج المحصولى والحيواني لأصحاب الحيازة الصغيرة. ولابد من العمل مع القطاع الخاص لتوفير خدمات المياه والصرف الصحي الأساسية لتلبية الحاجات الإنسانية الأساسية والمتطلبات الزراعية.

وختاماً فمما لا شك فيه أنه سيكون لهذه الدراسة فضل إذا لحقها نقد وإضافة من أجل تكوين صورة كاملة عن ملامح صناعة تحلية المياه في مصر.

المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية:

١. رمزي سلامة (2002)، مشكلة المياه في الوطن العربي، احتمالات الصراع والتسوية: الاسكندرية.
٢. تقرير (2002)، استخدام تقانات حصاد المياه في الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية: قطر.
٣. تقرير (اغسطس2010)، اهمية تحلية المياه في منطقة الشرق الأوسط.: بوابة روز اليوسف–القاهرة
٤. دراسة (الوكالة الدولية للطاقة الذرية) (2010) عن اقتصاديات تحلية مياه البحر باستخدام برنامج DEEP: Austria ،Vienna
٥. خالد الزواوي (2011) الماء الذهب الازرق في الوطن العربي. القاهرة: مجموعة النيل العربية.
٦. محمد منير مجاهد واخرون (2012) مصادر المياه في مصر وافاق تنميتها، القاهرة: الناشر.
٧. حافظ، المنهراوى (2012) اقتصاديات تحلية المياه باستخدام تقنية التناضح العكسي في محافظة البحر الاحمر: القاهرة
٨. نورة محمد علي العمري (2012). استهلاك المياه المحلاة في المملكة العربية السعودية: السعودية.
٩. Asmerom M. Gilau & Mitchell J. Small (2013) ، تصميم نظام لقياس فاعلية تكلفة انتاج المياه المحلاه في الدول النامية: **Carnegie Mellon University**
١٠. داليا ابو زايد (2014)، تحليل اقتصادي لمحطة تحلية مياه مصغرة ومتنقلة تعمل بتقنية التناضح العكسي وتدار بالطاقة الشمسية تحت ظروف الساحل الشمالي الغربي بمصر: القاهرة.
١١. عامر سلمان واخرون (2014)، حوكمة المياه في المنطقة العربية، برنامج الامم المتحدة الإنمائي: المكتب الإقليمي للدول العربية – لبنان
١٢. سلسلة قضايا التخطيط والتنمية رقم (279) (2017)، سبل واليات تحقيق انماط الاستهلاك المستدام في مصر، معهد التخطيط القومي: جمهورية مصر العربية.
١٣. عبير فرحات واخرون (2017)، اقتصاديات الادارة المتكاملة لتحلية مياه الابار عالية الملوحة بالمناطق الصحراوية في مصر: القاهرة، المجلد التاسع والثلاثون، مجلة العلوم البيئية.
١٤. سلسلة قضايا التخطيط والتنمية رقم282) (2017)، تنمية وترشيد استخدام المياه في مصر، معهد التخطيط القومي: جمهورية مصر العربية.
١٥. لارا عيبات (2017)، تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية.Solar water distillation : المملكة العربية السعودية
١٦. صهيب خزاعلة (2018). بحث عن تحلية مياه البحر: المملكة العربية السعودية.
١٧. الهيئة العامة للاستعلامات (2019) اسبوع القاهرة للمياه: القاهرة.
١٨. محمد داوود (2019)، الماء ليس مورد مجانيا "هيئة البيئة – أبو ظبي".
١٩. مستقبل التنمية في مصر، (2019): أكاديمية البحث العلمي– القاهرة.
٢٠. وزارة التجارة والصناعة، (2019): بوابة روز اليوسف – القاهرة.
٢١. (أكاديمية البحث العلمي) (2019)، تحتضن مشاريع بحثية لتطوير تعميق التصنيع المحلي: جريدة صدى البلد – القاهرة.
٢٢. د. حسام شوقي (2020)، طرق التحلية (القومي لتحلية المياه) الاول من نوعه لتمصير معدات التحلية جريدة الدستور: القاهرة.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية:

1. **(FAO, 1994)**: Water Harvesting for Improved Agricultural Production, Vienna.
2. **C. Li, Y, 2013**: Solar assisted sea water desalination: Review, Renewable and sustainable Energy REVIEWS, VOL.
3. **Asmerom M. Gilau & Mitchell J. Small,2013**: Designing Cost Effective Sea Water Reverse Osmosis System Under Optimal Energy Options for Developing Countries, Carnegie Mellon University.

ثالثاً: المواقع:-

١. http://www.shorouknews.com/news/view.aspx?cdate=331122013&id=dod410f4
مشكلة المياه في الوطن العربي (2011)

٢. Alex J, SHAM Jindal others, Analysis of Domestic and International Desalination to outline the Decision-Making Landscape for implementation 178610257 طرق التحلية and operation of Desalination plants in the united states, Washington D.C. Project center, December, 2015.

٣. -Conventional and membrane filtration: Selecting a SWRO pre-treatment system
Working With Water (2019 موقع واي باك مشين

٤. .http ://www. LinkedIn.com /pulse /20149070819O6
مصر تشرب من البحر.

٥. https://www.facebook.com/reverse.osmosis.plant
(2018) معالجة المياه المالحة بالتناضح العكسي.

ملحق البحث

إطار المقابلات الشخصية للمسئولين بخصوص تعميق التصنيع المحلى لمعدات تحلية المياه

الأسئلة:

١- ماهي نسب مكونات المحطات لتحلية المياه (محلى / مستورد)؟

٢- هل هناك امكانية لتصنيع هذه المكونات محليا او معظمها وان وجد امكانية ماهي هذه المكونات؟

٣- هل فكرة التصنيع المحلى للمكونات المستوردة مطلوب وما هو مردوده على الشركة؟

٤- هل تم عمل بحوث لتصنيع المكونات المستوردة لمحطات المياه وما تم التوصل اليه في هذه البحوث؟

٥- كم تمثل نسبة المكونات المستوردة التي تم عمل ابحاث ناجحة لها وسيتم انتاجها محلية من إجمالي مكونات المحطة؟