وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة قاصدي مرباح ورقلة
University of Kassadi Merbah Ouargla

كلية الرياضيات وعلوم المادة
Faculty of Mathematics and Matters Sciences

قسم الكيمياء
Chemistry department

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص: كيمياء تحليلية

من اعداد:

حلا سة كوثر

موساوي منال

بعنـــــــوان

دراسة نظرية لتحلية مياه البحر

نوقشت علنا يوم:2022/05/12

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

هادف الدراجي	أستاذ محاضر – أ–	رئسيا
زروقي حياة	أستاذ محاضر– أ–	مناقشا
بلفار آسيا	أستاذ محاضر– ب–	مؤطرا

الموسم الجامعي: 2021 - 2022

الإهـــــــداء

مرت قاطرة البحث بكثير من العوائق، ومع ذلك حاولت أن أتخطاها بثبات بفضل من الله ومنه

إلى من أفضلها على نفسي، ولم تدخر جهداً في سبيل إسعادي على الدوام (أمي الحبيبة الغالية)

إلى صاحب الوجه الطيب والأفعال الحسنة، فلم يبخل علي طيلة حياته (والدي العزيز)

إلى أخوتي (محمد البشير، أيوب، تقي الدين، سيف الله، زكرياء، زيد)، و أخواتي (نعيمة، حليمة، رحمة، زينب)،وإلى كل زوجاتهم و أزواجهم و أبنائهم و بناتهم.

إلى من سوف يكون سندي في حياتي، إلى كل عائلتي حلاسة وعرعار

إلى كل صديقاتي ابتسام، رحاب، منال، اناس، زينب،... إلى من وقفوا بجواري وساعدوني بكل ما يملكون وفي أصعدة كثيرة، فقد كانوا بمثابة العضد والسند في سبيل استكمال البحث

أهدي لكم عملي هذا.

كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى الاستاذه المشرفة (بلغار آسيا) على كل ما قدمته لنا من توجيهات ومعلومات قيمه ساهمت في إطراء موضوع دراستنا في جوانبها المختلفه كما أتقدم بجزيل الشكر الى اعضاء لجنه مناقشه الموقره، ولا أنسى تقديم الشكر الجزيل لكل الاساتذه المحترمين والاستاذات بجامعورقلة، أقول لكم شكرا جزيلا على كل مجهوداتكم داعيتاً المولى عز وجل أن يطيل في أعماركم ويرزقكم بالخيرات

حلاسة كوثر

الإهـــــــداء

الحمد لله والصلاة والسلام على حبيب الخلق سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم نحمد الله الذي وفقنا لهذا ولم نكن لنصل إليه لولا فضل الله علينا.

إلى الأميرة التي قد ورثت في جوفها كيف أكون إنسانا قبل أن أصرخ صرختي الأولى في هذا العالم..التي أسكنتني قلبها فغمرتني بحبها وبلسم شفاؤها أمي الغالية حفظها الله ورعاها ...

إلى من جرع الكأس فارغا ليسقيني قطرة حب إلى من كلت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة إلى من حصد الأشواك عن دربي ليهد لي طريق العلم إلى القلب الكبير والدي العزيز حفظه الله ورعاه....

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى من تحمل أعينهم ذكريات طفولتي

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي إخوتي وسيم ايناس ملاك.

إلى سندي في الحياة إلى الذي دعمني ووقف بجانبي إلى أعز الناس خطيبي إلى عائلتي الثانية اللذين حملوا في قلوبهم لي كل الحب والتقدير والإحترام فكسبوا قلبي وسكنوه، كل باسمه....

إلى أمي الثانية الأخت والصديقة خالتي وإبنتها أريج وزوجها الغالي حفظهم الله ورعاهم وسدد خطاهم ...

إلى كل عائلة موســـاوي و بـن حميـــدة

إلى كل صديقاتي الغاليات وإلى جميع زملائي التي تقاسمت معهم حلاوة العلم فطيمة ، مريم، آية، جهينة، رميصاء، زينب ، سوسن ، كوثر ....

إلى أعز الأخوات الله يحفظهم ويحفظ أبنائهم إيمان و سرينـــة.

إلى كل من وسعه قلبي ولم يذكره لساني ولم تسعه أسطري وعباراتي إليكم جميعا أهدي عملي ...

موساوي منـــــال

شكـــر وعرفـــــان

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم :"من لم يشكر الناس لم يشكر الله" صدق رسول الله صلى الله عليه وسلم

الحمد لله على إحسانه والشكر له على توفيقه وامتنانه ونشهد أن لا اله لا الله وحده لا شريك له تعظيما لشأنه ونشهد أن سيدنا ونبينا محمد عبده ورسوله الداعي إلى رضوانه صلى الله عليه وسلم وعلى اله واصحابه واتباعه وسلم.....

الحمد لله الذي وفقنا بفضله لإتمام هذا العمل المتواضع.

ولابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد وقبل أن نمضي نتقدم بأسمى آيات الشكر و الامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة إلى جميع اساتذتنا الأفاضل وجميع قسم الكيمياء ...

كما نتقدم بجزيل الشكر إلى الأستاذة بالفار آسيا على الإشراف على هذه المذكرة التي لن تكفي حروفها بإيفائها حق صبرها وتوجيهاتها وإرشاداتها وما غمرتنا بسعة قلبه ورحابة صدر طوال فترة إعداد هذه الدراسة .

(رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن اعمل عملا صالحا ترضاه أدخلني برحمتك في عبادك الصالحين)

الملخص:

إن الهدف من هذا العمل هو تقيم النظري لدراسة النظرية لتحلية مياه البحر، حيث شملت هذه الدراسة تحليل لدراسات مرجعية أظهرت العديد من التقنيات المختلفة لتحلية هذا الأخير لاعتبارها بديل إستراتيجي لكثير من الدول العربية من أجل تحسين نوعيته كما وكيفا ومن هاته العناصر التي نسعى لتحسينها هي: نزع الشوائب إلى أن تنعدم وكذلك تركيز الملوحة المرتفعة.....الخ حتى يتسنى للإنسان سد حاجيات المنزلية لتكون صالحة للشرب أو غيرها والصناعية ولسقي وري المساحات الزراعية، وهذا ما يستدعي معالجتها .

الكلمات المفتاحية: مياه البحر– تقنيات تحلية المياه – محطات التحلية.

Summary:

The objective of this work is to evaluate the theoretical study of the theory of seawater desalination, as this study included an analysis of reference studies that showed many different techniques for desalinating the latter as a strategic alternative for many Arab countries in order to improve its quality, quantity and quality. These elements that we seek to improve are: The removal of impurities until they are absent, as well as the concentration of high salinity, etc., so that the person can meet the needs of the household to be suitable for drinking or other, industrial and for irrigation and irrigation of agricultural areas, and this is what needs to be addressed.

Key words: sea water - desalination techniques - desalination plants.

Résumé:

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'étude théorique de la théorie du dessalement de l'eau de mer, car cette étude comprenait une analyse d'études de référence qui ont montré de nombreuses techniques différentes pour dessaler cette dernière comme une alternative stratégique pour de nombreux pays arabes afin d'améliorer sa qualité. , quantité et qualité Ces éléments que nous cherchons à améliorer sont : L'élimination des impuretés jusqu'à leur absence, ainsi que la concentration de forte salinité, etc., afin que la personne puisse répondre aux besoins du ménage pour être apte à potable ou autre, industrielle et pour l'irrigation et l'irrigation des zones agricoles, et c'est à cela qu'il faut s'attaquer.

Mots clés : eau de mer - techniques de dessalement - usines de dessalement

قائمة الاختصارات

الرمز	بالعربية
E.C	الناقلية الكهربائية
T.D.S	نسبة الاملاح الكلية الذائبة
T.S.S	المواد الصلبة العالقة الكلية
NTU	وحدة قياس العكارة
R.S	البقايا الجافة
Tc	درجة الحرارة الحرجة
TCU	وحدة اللون الحقيقي
pH	الاس الهيدروجيني
TH	العسرة الكلية
DCO	الطلب الكيميائي للاكسجين
DBO	الطلب البيوكيميائي للاكسجين
E.coli	بكتيريا الايشيريشيا كولي
MSF	تقنية التبخير الوميضي متعدد المراحل
MED	تقنية التبخير الوميضي متعدد التأثير
VC	تقنية التضاغط البخاري
ED	تقنية الديلزة الكهربائية
NF	الترشيح المتناهي الدقة
EDR	الدليزة الكهربائية المعكوسة
Ca^{+2}	الكالسيوم
Mg^{+2}	المغنيزيوم
Na^{+2}	الصوديوم
K^{+}	البوتاسيوم
Cl^{-}	الكلوريدات
So_4^{-2}	الكبريتات
Hco_3^{-2}	بيكربونات
No_3^{-}	النترات
As	الزرنيخ
Cd	الكاديوم

Cu	النحاس
Hg	الزئبق
Fe	الحديد
Pb	الرصاص
σ	التوتر السطحي
ε	ثابت العزل الكهربائي

قائمـــــــــــة الجـــداول

الجدول (I- 1):يوضح توزيع المياه في الكرة الأرضية..... 3

الجدول (I-2) :يوضح خواص والأساسيات جزيء الماء..... 4

الجدول (I- 3) : المواد الطبيعية الموجودة في المياه..... 5

الجدول (I- 4) : يوضح نوعية المياه بدلالة الناقلية الكهربائية حسب منظمة الصحة العالمية..... 8

الجدول (I-5):يمثل المعايير الوطنية لمياه الشرب حسب الجريدة الرسمية الوطنية 15

الجدول (I-6): يوضح المواصفات العالمية لمياه الشرب.....17

الجدول (I-7):أهداف نوعية المياه السطحية و الجوفية المخصصة لتزويد السكان بالمياه.....19

الجدول (III-8): تحليل مقال تحلية مياه البحر 39

الجدول (III-9):تحليل مقال تحلية مياه البحر بديل إستراتيجي لسد فجوة المائية في منطقة العربية.....40

الجدول (III-10) : تحليل مقال تحلية مياه البحر في الجزائر بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال فترة (2015.2005) 41

الجدول(III-11) :تحليل دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتيرية لمياه شاطئ البحر برجيش في مدينة المهدية – تونس42

الجدول(III-12) :تحليل مقال نوعية وجودة المياه المنتجة من محطات تحلية مياه البحر في مناطق زوارة والزاوية وزليتن....43

الجدول(III-13): تحليل مقال إمكانات استخدام البرك الشمسية في تحلية مياه البحر بمحافظة البحر الأحمر(دراسة جغرافية) 45

قائمـــــــــة الأشكـــــال

الشكل (I-1): صورة توضح توزع الماء العذب على سطح الأرض..... 3
الشكل(I-2): صورة توضح البنية الجزيئية للماء. 4
الشكل (I- 3) :جزيء الماء..... 5
الشكل (II- 4): رسم تخطيطي لعملية التحلية (إزالة الملوحة/ فصل الملح/ إعذاب الماء).....24
الشكل (II-5): صورة توضح تقنية التبخير الومضي متعدد المراحل.....25
الشكل (II-6) : صورة توضح تقنية التبخير متعدد التأثي.....26
الشكل (II-7) :صورة توضح تقنية التضاغط البخاري. 26
الشكل (II-8) : رسم توضيحي لمقطر شمسي.....27
الشكل (II-9) :صورة توضح تقنية تناضح العكسي 28
الشكل (II-10):رسم توضيحي لتقنية الديلزة الكهربائية. 28
الشكل (II-11) :رسم توضيحي لديلزة الكهربائية ل Donnan 29
الشكل (II-12) :صورة توضح وحدة تحلية الماء بالترشيح متناهي الدقة.....30
الشكل (II-13): رسم توضيحي تقنية التبادل الأيوني.....31
الشكل (II-14) :رسم تخطيطي لتقنية التحميدية 31
الشكل (II-15) :رسم تخطيطي للمكونات الأساسية لمحطة التحلية.....33

الفهرس:

الإهـــــداء I
الإهـــــداء II
شكـــر وعرفـــان III
الملخص IV
قائمة الاختصارات V
قائمـــــــة الجـــداول XIV
قائمـــــــة الأشكـــال XVIII
الفهرس: XIX
المقدمة العامة 1
1.I. توزيع المياه على الكرة الأرضية 3
2.I. التركيب الكيميائي للماء 4
3.I. المواد الطبيعية الموجودة في المياه 5
4.I. مصادر المياه 6
1 .4.I. مصادر طبيعية 6
1.1 .4.I. المياه الجوفية 6
2.1 .4.I. المياه السطحية 6
3.1 .4.I. مياه الأمطار 6
2 .4.I. مصادر غير طبيعية 6
1.2 .4.I. مياه التحلية 6
2.2 .4.I. مياه المعاد استصلاحها 6
3.2 .4.I. التخزين الاستراتيجي 7
4.2 .4.I. الجبال الجليدية 7
5.2 .4.I. زراعة الغيوم 7
5.I. خصائص المياه الطبيعية 7
1 .5.I. الخصائص الفيزيائية 7
1.1 .5.I. الناقلية الكهربائية (E.C) 7

I.5.2.1. قياس نسبة الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S) **8**
I.5.3.1. قياس نسبة المواد الصلبة العالقة الكلية (T.S.S) **8**
I.5.4.1. العكـارة **8**
I.5.5.1. البقايا الجافة (R.S) **9**
I.5.6.1. التوتر السطحي(σ) **9**
I.5.7.1. اللزوجة **9**
I.5.8.1. السماحية الكهربائية (ثابت العزل الكهربائي)(ε) **9**
I.5.9.1. درجة الحرارة **9**
I.5.10.1. اللون **9**
I.5.11.1. الطعم والرائحة **9**
I.5.2. الخصائص الكيميائية **10**
I.5.1.2 . الأس الهيدروجيني pH **10**
I.5.2.2 . العسرة الكلية TH **10**
I.5.3. الخصائص الميكروبيولوجية **10**
I.6. العناصر المعدنية الأساسية للمياه **11**
I.6.1. الكالسيوم Ca^{+2} **11**
I.6.2. المغنيزيوم Mg^{+2} **11**
I.6.3. الصوديوم Na^{+2} **11**
I.6.4. البوتاسيوم K^{+} **11**
I.6.5. الكلوريدات Cl^{-} **11**
I.6.6. الكبريتات So_4^{-2} **12**
I.6.7. بيكربونات Hco_3^{-2} **12**
I.6.8. النترات No_3^{-} **12**
I.7. المعادن الثقيلة **12**
I.7.1. الزرنيخ As **12**

I.7. 2. الكاديوم Cd **12**

I.7. 3. النحاس Cu **12**

I.7. 4. الزئبق Hg **13**

I.7. 5. الحديد Fe **13**

I.7. 6. الرصاص Pb **13**

I.8. الطلب الكيميائي للأكسجين DCO **13**

I.9. الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO **13**

I.10. التأثيرات الصحية لنسبة الأملاح في الماء..... **13**

I.11. معايير مياه الشرب..... **15**

I .11. 1.المعايير الوطنية **15**

I.11.2. المعايير العالمية **17**

I.12.المشاكل التي تسببها ندرة المياه **21**

II.1. بداية التحلية وتاريخها ومراحل تطورها **23**

II.2. تعريف تحلية المياه..... **24**

II.3.تقنيات تحلية المياه **25**

II.3.1. تقنيات الحرارية..... **25**

II .3.1 .1 تقنية التبخير الومضي متعدد المراحل (MSF) **25**

II. 3. 1.2 تقنية التبخير الومضي متعدد التأثير (MED)..... **25**

II .3. 1.3 تقنية التضاغط البخاري (VC) **26**

II.3.1.4 تقنية التقطير الشمسي **27**

II.3.2.تقنيات الغشائية **27**

II.3.2.1. تقنية التناضح العكسي..... **27**

II.3.2.2.تقنية الديلزة الكهربائية **28**

II.3.2.2.1.الديلزة الكهربائية المعكوسة (EDR) **29**

II.3.2.2.2.الديلزة الكهربائية لـ Donnan **29**

II .3. 2.3 تقنية الترشيح متناهي الدقة (NF)..... **29**

II 3.3.تقنيات كيميائية 30
II .3.3 1.3 . تقنية التبادل الأيوني 30
II .3.3 4. تقنية التجميدية 31
II .5.3.تقنيات في طور التطوير 32
II .1.5.3.تقنية التناضح الأمامي 32
II .3.3 2.5 . تقنية التقطير الغشائي 32
II .3.5.3 . تقنية التحلية بالطاقة الشمسية 32
II .4.المكونات الأساسية لمحطات تحلية المياه 33
II .5.مراحل تطور تحلية المياه في الجزائر 33
II .6. إيجابيات و سلبيات تحلية المياه 34
II .1.6. الإيجابيات 34
II .2.6. السلبيات 35
III .1. مدخل 38
III .2. التقيم النظري لتحلية المياه 38
III .3. تحليل المقالات السابقة 46
III .1.3 المقال (1) 46
III .2.3 المقال (2) 46
III .3.3 المقال (3) 46
III .4.3 المقال (4) 46
III .5.3 في المقال (5) 46
III .6.3 في المقال (6) 47
III .4.النتائج 47
III .5.الاقتراحات 47
الخلاصة العامة 49
المراجع 50

المقدمة العامة

قال الله تعالى في محكم تنزيله "وجعلنا من الماء كل شيء حي"، (الآية 30 من سورة الأنبياء) وقال أيضا" والله خلق كل دابة من الماء"، (الآية 14 من سورة النحل).

الماء نعمة من نعم الله علينا، فهو من أهم العناصر الطبيعية الضرورية للحياة على وجه الأرض، وهو أحد الموارد الطبيعية المتجددة في كوكب الأرض، وأهم ما يميزه كمركب كيميائي هو ثباته فالكميات الموجودة منه على سطح الأرض وباطن كوكب الأرض هي نفسها مند مئات السنين.

تعاني أغلب مناطق المغرب العربي من ندرة المياه و يرجع ذلك إلى وقوعها في المنطقة الجافة وشبه الجافة من الكرة الأرضية، ومع نمو سكان الوطن العربي فإن مشكلة الندرة تتفاقم كنتيجة منطقية لتزايد الطلب والمياه لتلبية الاحتياجات المنزلية والصناعية والزراعية[1]. وذلك بتحلية المياه المالحة من الآبار والبحار.

ومع إنخفاض كمية المياه النظيفة التي يمكن الوصول إليها بسهولة يزداد الطلب على المياه من مصادر تحتوي على تراكيز عالية من الشوائب مثل المحيطات او مياه الجوفية المالحة او البحار ما يستدعي معالجتها[2]، لذلك تلجأ الكثير من البلدان إلى إستخدام تقنيات تحلية المياه المختلفة لسد حاجياتها من المياه، مع العلم بأن هذه تقنيات تعد في غالب الأحيان مكلفة جدا [3].

تعتبر تكنولوجيا تحلية المياه من التقنيات الهامة في مجال معالجة المياه والتي برزت كحاجة ضرورية لتوسيع مصادر المياه وعدم الاقتصار على المصادر التقليدية والتي كانت تستخدم قديما لسد حاجات الإنسان المختلفة وكانت تفي بهذا الغرض، فتحلية المياه المالحة من الآبار والبحار وأحد البدائل المطروحة للحصول على الماء العذب في العالم، كما أنها بديل استراتيجي لكثير من الدول العربية والعالم الثالث.

إن هناك أسباب عديدة لتطور تقنيات التحلية بشكل ملحوظ خلال الستين سنة الماضية وزادت عدد محطات التحلية في العالم، أي أنها أصبحت خيارا لا بديل عنه في كثير من الاستخدمات و التطبيقات، بحيث لم تعد المصادر التقليدية المعروفة تفي وتلبي حاجات هؤلاء السكان بشكل سليم مما أدى بالعلماء محاولاتهم لاستغلال مياه البحر والمحيطات والتي تشكل بنسبة كبيرة أدت هذه المحاولات إلى نتائج باهرة من خلال التوصل إلى تقنيات متطورة تعتمد على مبادئ علمية بسيطة.

حيث تنتشر محطات تحلية المياه في الجزائر لتحلية مياه البحر في الشمال، وفي الجنوب لتحلية المياه الجوفية عالية الملوحة وبالتالي يهدف عملنا هذا إلى دراسة النظرية لتحلية مياه البحر.

تتمحور هذه الدراسة وفق خطة العمل التالية :

الفصل الأول: عموميات حول الماء.

الفصل الثاني: تحلية المياه.

الفصل الثالث: تحليل دراسات سابقة لتحلية مياه البحر.

الفصل الاول

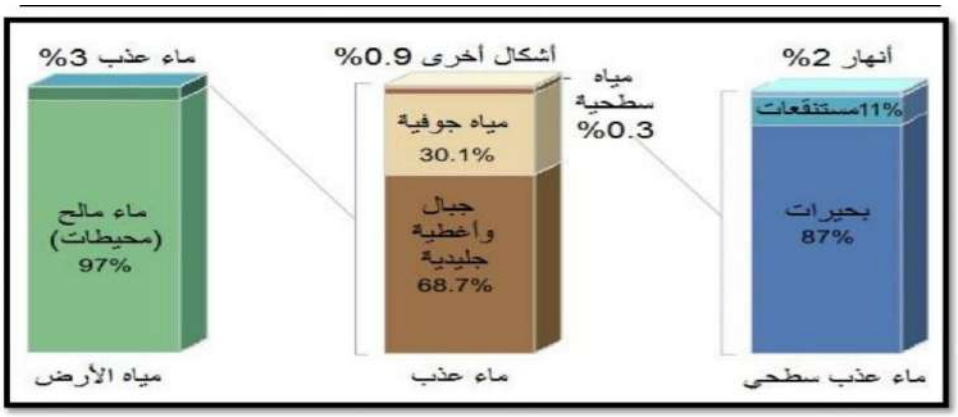
عموميات حول الماء

1.I. توزيع المياه على الكرة الأرضية:

الأرض هي أغنى كواكب المجموعة الشمسية بالماء ، ويغطي الماء حوالي 71% من مساحة سطح الكرة الأرضية وتقدر حوالي 510 مليون كم^2 حيث أن مساحة المسطحات المائية فوق الأرض تقدر بحوالي 361 مليون Km^2، بينما تقدر مساحة اليابسة بحوالي 419 مليون Km^2 [4] . حيث يتوزع الماء على سطح الأرض كما يبينه الجدول والشكل التاليين:

الجدول (I- 1):يوضح توزيع المياه في الكرة الأرضية [5].

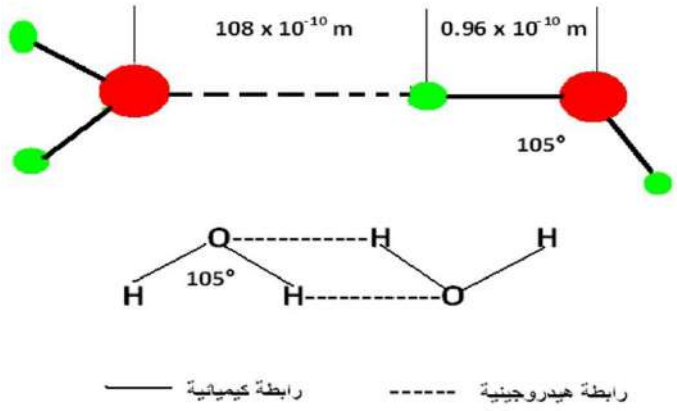
الخزان الطبيعي	الحجم بالمليون Km^2	النسبة المئوية من مجموع
المحيطات والبحار والبحيرات المالحة	1370	97.25
الميـاه المتجمـدة	29	2.05
الميـاه الجوفيـة	9.5	0.68
البحيرات العذبـة	0.125	0.01
مــاء التربـة	0.065	0.005
ماء الغلاف الجوي	0.013	0.001
الأنهـــار	0.017	0.0001
المجمـــوع	1408.7	%100



الشكل (I-1): صورة توضح توزع الماء العذب على سطح الأرض[20].

2.I. التركيب الكيميائي للماء:

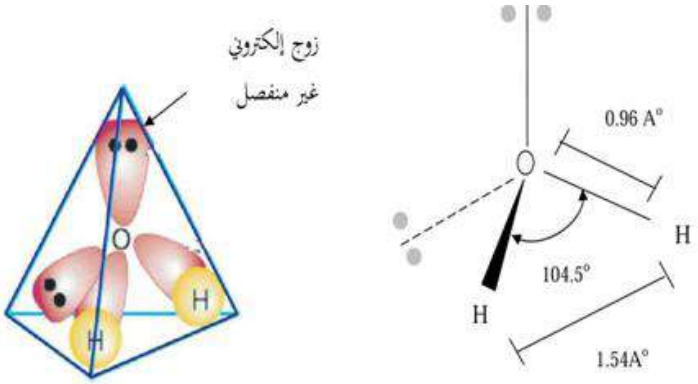
الماء مركب كيميائي يتكون من بنية رباعية ملتوية ذات الصيغة H_2O، غير متناظرة، حيث ترتبط ذرتا الهيدروجين بذرة الأكسجين برابطتين تحصران بينهما زاوية قدرها 105° درجة (I-2)، وإن تلك البنية تعطي جزئي الماء عزما قطبيا تجعله محلا قطبيا ممتازا. يعد التجمع المضاعف (H_2O) 2 من أكثر التجمعات ثباتا لوجود رابطتين هيدروجيتين بين جزيئيتين من الماء الشكل (I-2).



الشكل(I-2): صورة توضح البنية الجزيئية للماء [6].

الجدول (I-2) :يوضح خواص والأساسيات جزيء الماء[43].

الخـــواص	القـيمة
الصـيغة	H_2O
الكتـلة الحجـمية	$1g/cm^3$
درجـة الغليـان	100C°
درجـة التجـمد	0C°
الزاويـة بين H–H	104.5C°
عزم ثنـائي القطـب	$6.18.10^{-30}$
طـول الرابـطة O–H	0.96 A°
طـاقة الربـط	450 KJ/mol



الشكل (I- 3) :جزيء الماء [7].

3.I. المواد الطبيعية الموجودة في المياه:

المياه الطبيعية تحتوي على الكثير من المواد والتي قد تكون ذائبة أو عالقة في المياه، والجدول التالي يبين المواد التي تتواجد في المياه الطبيعية من مصادر مختلفة

الجدول (I- 3) : المواد الطبيعية الموجودة في المياه[44].

المـواد الطبيـعية	ميـاه الجوفية	ميـاه السطحية	ميـاه الأمطـار
مواد عالقة	بعض الكائنات الحية الدقيقة (نادرا).	الطين والطمي والكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبروتوزا والبكتيريا وكذلك المواد العضوية.	بعض الشوائب التي تتواجد في الجو عند نزول المطر مثل الغبار والجسيمات.
مواد ذائبة	أملاح البيكربونات و الكربونات، الكبريتات، والكلوريدات، وهيدروكسيد (المغنيز والحديد والكالسيوم) والغازات مثل النتروجين والأكسيجين.	ثاني أكسيد الكربون والنتروجين والأكسجين والأحماض عضوية، الامونيا، وأملاح الكلوريدات والكبريتات والفوسفات والسيليكات.	غازات مثل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين وبعض الاملاح.
المواد عالقة غروية	السيلكا وأكسيد الحديد والمغنيز.	مواد ملونة وأحماض ومواد عضوية.	

I.4. مصادر المياه:

I.4. 1. مصادر طبيعية:

I.4. 1.1. المياه الجوفية:

هي المياه الموجودة تحت سطح الأرض مخزنة من مسام الصخور المختلفة ، وتوجد المياه الجوفية عادة في الصخور لها مسامية ونفاذية عالية، وتعرف هذه الصخور بإسم الصخور الخازنة، والتي تحتوي على كمية محددة من المياه الجوفية في منطقة معينة.

إعتاد العلماء أن يطلقو عليها إسم "مكمن المياه الجوفية". وتخرج هذه المياه إلى سطح الأرض إما بفعل الطبيعة أو بفعل الإنسان. في الحالة الأولى تسمى عيوناً طبيعية (الينابيع) أما في الحالة الثانية فتسمى آبارا [8]. وتعد من الموارد المائية المهمة في المناطق الجافة، لأنها تعوض عن نقص في المياه السطحية والمياه الأمطار وهي تعتمد على الظروف المناخية، الهيدرولوجية، الجيولوجية، الطبوغرافية، البيئة وعوامل تكوين التربة، ويعتمد وجود المياه الجوفية على نوع الصخور لأنها الأساس في تحديد الصفات الكيميائية للمياه مثل الملوحة ونوعيات الأملاح وتركيز العناصر الرئيسية فيه [9].

I.4. 2.1. المياه السطحية:

تتواجد المياه السطحية فوق سطح الأرض على هيئة مياه جارية وأخر ساكنة، وتتميز المياه الجارية بأن كتلة الماء بداخلها تتحرك في إتجاه واحد وبصفة مستمرة، ومن أمثلها نجد الأنهار والجداول والمجاري المائية. أما مسطحات المياه الساكنة فهي تتميز بسكون المياه فيها لفترات طويلة من السنة، إضافة إلا أن حركتها محدودة، حيث تتم بواسطة الرياح أو التيارات الداخلية فقط، ومثل ذلك نجد البحيرات، والبرك والمستنقعات [8]. و مقارنة مع المياه الجوفية فإن المياه السطحية أكثر عرضة للتلوث

I.4. 3.1. مياه الأمطار:

تعتمد بعض المجتمعات الريفية أو حتى الحضرية في المناطق التي تعاني من نقص حاد في كميات المياه المتاحة للإستخدامات البشرية على مياه الأمطار كمصدر رئيسي للمياه، حيث تقوم هذه المجتمعات بتجميع مياه الأمطار بطرق مختلفة. ويضيف البعض إلى هذه القائمة مياه التحلية والماء المعاد استصلاحه لإعادة الاستخدام كصنف رابع[10].

I.4. 2. مصادر غير طبيعية:

I.4. 1.2. مياه التحلية:

تشمل كميات المياه التي تتم تحليتها بغرض إستخدامها سواء كانت مياه بحار أو مياه جوفية مالحة. و قد شكلت مياه التحلية نسب مرتفعة من إجمالي مياه العذبة لكثير من الدول.

I.4. 2.2. مياه المعاد استصلاحها:

وهذه المياه لا تعتبر من ضمن المياه العذبة وتتم تنقيتها بهدف الحد من تلويثها للبيئة ويمكن إستخدامها لأغراض محددة تتناسب مع نوعيتها [45]. كما نجد أن هناك أصناف أخرى وأغلبها جد مكلفة نسبة إلى التكنولوجيا والتقنيات المتطورة والمستعملة فيها

I.4. 3.2. التخزين الاستراتيجي:

هو توفير كميات من المياه العذبة تفي بإحتياجات الإستهلاك اليومي لمختلف القطاعات، حيث يتم توزيعها تحت الظروف الطارئة لمدة تكفي لإستعادة الأوضاع الطبيعية، وهذا في حالة تعرض المنشأة الهيدروليكية إلى كوارث طبيعية أو حصول عبث من صنع الإنسان. فمثلا تتراوح نسبة كميات التخزين الإسراتيجي في ال.و.م.أ من 24% إلى 55% من الإستهلاك السنوي[11].

I.4. 4.2. الجبال الجليدية:

حيث يتم الإعتماد على الأقمار الصناعية والطائرات العمودية لتحديد مواقع الجبال الجلدية الملائمة للجر والتي يكون طول الواحد منها حوالي 1,65 km وعرضها 270 m ويبلغ وزن مثل هذا الجبل 90 مليار Kg حوالي (100 مليون طن)، و يحتوي على 100 مليون m3 من الماء، حيث تعتبر كمية كافية[11].

I.4. 5.2. زراعة الغيوم:

وهي عبارة عن عملية اصطناعية لمياه الأمطار، والتي أصبح من الناحية النظرية وحتى العملية استمطارها، إلا أنها تعد باهظة التكاليف إضافة إلى أنها تعتمد على مجموعة من المتغيرات الطبيعية والتي يصعب حتى الآن التحكم فيها تماما، كما أن لها آثار غير مرغوب فيها نلخصها فيما يلي:

- تترك المواد المستعملة فيها آثارا سلبية على الإنسان والحيوان والنبات.
- حدوث تغيرات في التوزيع نظام الأمطار والثلوج، لأنه قد يتسبب في تساقط المطر على منطقة ومنعها عن الأخرى، مما قد ينشأ عنه نزاعات قانونية حول حقوق سحب الماء.
- حدوث فيضانات بسبب هذه الأمطار قد تترك آثارا سلبية في التربة و الحياة البرية بالرغم من كل هذه السلبيات إلا أن الدول المتقدمة تصرف مبالغ ضخمة على هذه التكنولوجيات بهدف تطويرها والاستفادة منها قدر المستطاع في جلب موارد مائية جديدة[11].

I.5. خصائص المياه الطبيعية:

I.5. 1. الخصائص الفيزيائية:

I.5. 1.1. الناقلية الكهربائية (E.C) :

تعرف الناقلية على أنها قابلية الماء للسماح بمرور التيار الكهربائي، وإن أغلب المواد المنحلة في الماء تتواجد على شكل أيونات مشحونة كهربائيا. فالناقلية الكهربائية تعبر عن نسبة وجود الأملاح الذائبة بالمياه، وإرتفاعها يعبر عن وجود نسبة كبيرة من الأملاح وقد صنفت منظمة الصحة العالمية للمياه الموجهة للشرب بدلالة الناقلية الكهربائية كما هو موضح في الجدول

الجدول (I- 4) : يوضح نوعية المياه بدلالة الناقلية الكهربائية حسب منظمة الصحة العالمية [12].

نوعية المياه	الناقلية الكهربائية (µs/cm)
مياه ممتـازة	50 إلى 400
مياه الجيـدة	450 إلى 750
مياه المتوسـطة	750 إلى1500
مياه ذات معدنية عالية	أكبر من 1500

I.5. 2.1. قياس نسبة الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S):

وهي أحد الخصائص الفيزيائية التي تتميز بها المياه والتي تتكون على الأغلب من الأملاح (الكربونات والبيكاربونات والكلوريدات والكبريتات ووالكالسيوم والمغنسيوم ومجموع باقي الأيونات الموجبة والسالبة.....) الموجودة في الماء، وتمثل أهميتها بأنها مؤشر العام والمحدد الرئيسي لصلاحية المال، والمياه التي تحتوي على كمية عالية من المواد الصلبة الذائبة تكون غير سائغة للشرب. وتقاس المواد الصلبة الكلية المذابة بواسطة قياس كمية الأملاح الذائبة وهي ترتبط بشكل مباشر مع الناقلية الكهربائية (E.C). ويعتبر قياس التوصيل الكهربائي مؤشر جيد لقياس كمية المواد الصلبة الكلية المذابة في المياه[13].

I.5. 3.1. قياس نسبة المواد الصلبة العالقة الكلية (T.S.S):

من الفحوصات المهمة التي تدل على درجة تلوث الماء، وقد تكون المواد العالقة مزيجا من الاطيان والغرين وبعض الإحياء المجهرية مثل البالكتون والمواد العضوية والغير عضوية. وبسبب وجود المواد العالقة في المياه أو وجود بعض الشوائب مثل الرمال والتراب إضافة إلى مخلفات المصانع والمجاري ومركبات الحديد ونمو الطحالب والتفاعلات التي تنجم عنها تغير لونها وعدم إمكانية شربها لذلك فإن منظمة الصحة العالمية لا تنصح بشرب المياه التي تحتوي على مواد عالقة ويعتبر 30 mg/l للمواد العالقة في المياه السطحية طبيعيا وجيدا. بينما الماء الذي يحتوي على مواد عالقة أكبر من 70 mg/l ماء ملوث [13].

I.5. 4.1. العكـارة:

وهي مقياس لدرجة نقاوة المياه، ويرجع سبب العكارة إلى وجود دقائق عالقة أو ذائبة في المياه وكميتها ودقة حبيباتها تحدد نسبة العكارة وتتناسب معها طرديا، مثل (دقائق التربة الطين الرمل والمواد العضوية واللاعضوية)، وكمية العكارة في المياه الجارية أعلى من المياه الراكدة، بسبب حركية الترسبات مع تيار المياه. وتزداد بزيادة منسوب المياه وبعد هطول الامطار وفي حالة الفيضانات إذ تجرف معها الأوحال والطين [12]. كما تعرف العكارة بأنها كمية الضوء الممتص أو المتشتت في عينة من الماء، وتقاس بوحدة NTU تسمى (Units Turbidity Nephelometric) [9].

I.5. 5.1. البقايا الجافة (R.S):

تمثل البقايا الجافة التمعدن الإجمالي للمياه أي مجموع الأملاح المنحلة والمواد العضوية المحتواة في الماء، ويعبر عنها ب ـ mg/l للحصول على وزن البقايا الجافة نقوم بتجفيف الماء في درجة حرارة105C° لمدة 24 ساعة أو بتبخير الماء [12].

I.5. 6.1. التوتر السطحي(σ):

يعرف التوتر السطحي بأنه الطاقة الحرة الإضافية في وحدة السطوح. يرمز له ب σ ويتناقص خطيا بإرتفاع درجة الحرارة حتى يصبح معدوما عند درجة حرارة معينة Tc تسمى درجة الحرارة الحرجة وحدته(N/m) [7].

I.5. 7.1. اللزوجة:

تعتبر اللزوجة عن مقاومة السائل للحركة. حيث تنخفض اللزوجة وتصبح ضعيفة جدا عند إرتفاع درجة الحرارة. وتزداد اللزوجة عند وجود أملاح معدنية، وحدتها هي($N.s/m^2$)[7].

I.5. 8.1. السماحية الكهربائية (ثابت العزل الكهربائي)(ε):

يعبر إرتفاع السماحية الكهربائية عن قدرة الماء على تشريد المركبات، حيث أن أفضل طريقة للحكم على قدرة التشرد لمختلف المحاليل هي معرفة سماحيتها الكهربائية. فهي مقدار يبين عدد المرات التي تكون فيها قوى التأثير المتبادل بين شحنتين في وسط ماء أقل مما عليه في الفراغ، وكذلك لها علاقة وطيدة مع إستقطاب الجزيئات حيث إرتفاع قيمتها يؤدي إلى زيادة عزم ثنائي القطب في جزيئ الماء، ويرمز لها ب ε [7].

I.5. 9.1. درجة الحرارة:

وهي أحد الدلالات الفيزيائية وقياس درجة الحرارة للماء من القياسات الآنية والموقعية. وذلك لأن درجة حرارة الوسط المائي تتغير مع تغير درجة حرارة الوسط المنقول إليه وإن الماء يأخد درجة حرارة الهواء للوسط الموجود فيه. لذا فإن قرأة درجة الحرارة الماء في المختبر نتيجة غير حقيقية ولا سيما إذا عرفنا إن هناك لك عدة نتائج كيميائية تعتمد على درجة حرارة مثل الناقلية [13].

I.5. 10.1. اللون:

قد يكتسب ماء الشرب لونا بسبب وجود مواد عضوية ملونة فيه مثل المواد الدبالية، أو المعادن كالحديد والمغنيز، أو الفضلات الصناعية فائقة التلون. وقد يلجأ المستهلكين إلى مصادر بديلة ، وربما تكون غير مأمونة، ولذا يستحسن أن تكون مياه الشرب بلا لون. والقيمة 15 وحدة اللون حقيقي TCU. ويمكن لمعظم الناس أن يكتشفوا مستويات اللون التي تزيد عن 15 وحدة[14].

I.5. 11.1. الطعم والرائحة:

ترجع رائحة الماء في الدرجة الاولى لوجود المواد العضوية. وتدل بعض الروائح على وجود نشاط بيولوجي متزايد، بينما تنبعث روائح أخرى من جراء التلوث الصناعي. وكثيرا ما يسمى الإدراك المشترك للمواد التي تكتشفها حاسة الشم والذوق

(بالطعم). إن حدوث تغيرات في الطعم العادي لإمدادات المياه العامة قد يوحي بحدوث تغيرات في نوعية مصدر المياه الخام أو قصور في عملية المعالجة ويجب أن يخلو الماء من الطعم والرائحة [14].

I.5. 2. الخصائص الكيميائية:

I.5. 1.2 . الأس الهيدروجيني pH:

الحاصل الأيوني للماء هو الأساس في حساب الأس الهيدروجيني أوpH، ومن أهم الطرق لمعرفة تركيز أيون الهيدروجين أو الهيدروكسيل في أي محلول مائي. ويعبر عنه بالمعادلة التالية:

$$PH=\log(1/[H^+])$$

وهذه القيمة تدل على تركيز أيون الهيدروجين والتي يسهل تقديرها ومعرفة ما إذا كان المحلول حمضيا أو قاعديا [15].

I.5. 2.2 . العسرة الكلية TH:

تنتج العسرة من كاتيونات معدنية متعددة التكافؤ، وأكثر الكاتيونات وفرة في الماء الطبيعية الكالسيوم والمغنزيوم. عسرة الماء السطحية والجوفية تكون اكثر شيوعا في مناطق الجيولوجية المكونة من الحجر الكلسي. وبالرغم من أنها لا ضرر من وجودها في الماء المخصصة للإستهلاك البشري إلا أن Ca^{+2} Mg^{+2} ترسبان الصابون وتقليلان فعله التنظيفي، ويتسببان بتشكل قشور من $(CaCo_3)$ $(Mg(OH)_2)$ في الخزنات الرئيسية لتوزيع الماء وفي سخانات الماء الحار. ويعتبر:

- ✓ ماء ذو عسرة دون 50 mg/l، ماء يسرا.
- ✓ الماء ذو قيم عسرة أقصاها 150 mg/l متوسط العسرة.
- ✓ الماء التي تتجاوز فيه القيم 300 mg/l فهو ماء عسر جدا [16].

وتنقسم العسرة إلى نوعين:

- **العسرة المؤقتة (الكربوناتية):** وتتمثل في عسرة بيكاربونات (Hco_3^{-2})والتي يمكن إزالتها بتسخين الماء لدرجة الغليان[17].
- **العسرة الدائمة (غير الكربوناتية):** حين أن سبب وجود العسرة الدائمة هما الكبريتات والكلوريدات والترات، ولا يمكن إزالتها بغليان المياه وإنما بطرق مختلفة أخرى[17].

I.5. 3. الخصائص الميكروبيولوجية:

تعد الخصائص الميكروبيولوجية مهمة جدا لأنها تعطي صورة واضحة عن مدى تلوث المياه الأحياء المجهرية، إذ أن فحوصات البكتيريا البرازية (Faecal Coliforn) وبكتيريا الايشيريشيا كولي (E.coli) ضروري جدا لأنها تعطي صورة واضحة عن مدى حدوث التلوث وبالتالي إحتمالية وجود مختلف أنواع المسببات المرضية [18].

ويوجد في المياه الطبيعية أنواع مختلفة من البكتيريا يصعب تحديدها تماما أو عزلها وتعريفها جميعها، ولكن هناك عدة طرائق لتصنيفها :

- ✓ تصنيف البكتيريا إعتمادا على شكلها: العصيات (Baciles)، المكورات (Coccies)، الحلزونيات (Spirilles) .
- ✓ تصنيف البكتيريا إعتمادا على مصدر طاقتها: هوائية، لاهوائية.
- ✓ تصنيف البكتيريا بحسب مصدر غذائها: ذاتية التغذية (Autotrophes) التي تصنع البروتينات إنطلاقا من العناصر المعدنية وضوء والماء، أو غيرية التغذية(Hétérotrophes) التي تحول المواد العضوية المعقدة إلى مواد بسيطة.
- ✓ تصنيف البكتيريا تبعا لمصدرها: البكتيريا الرمية هي التي بشكل طبيعي في التربة والماء، مثل (Sarcina, Bacillus). البكتيريا الدخيلي والمقصودة بها تلك البكتيريا المطروحة إلى المياه الطبيعية، مثل التيفوئيد والكوليرا [6].

I.6. العناصر المعدنية الأساسية للمياه:

I.6. 1. الكالسيوم Ca^{+2}:

تحتوي المياه الطبيعية على شوارد الكالسيوم بنسب مختلفة وذلك تبعا للطبيعة الجيولوجية للتكوينات المائية، وتنتج تلك الشوارد عن تفاعل ثنائي أكسيد الكربون المنحل في الماء والصخور والكلسية أو نتيجة الإنحلال المباشر لكبريتات الكالسيوم[12].

I.6. 2. المغنيزيوم Mg^{+2}:

هو من الفلزات القلوية الأرضية، ويتحدد مع العناصر الكيميائية الأخرى ليكون مركبات مختلفة، ومن العناصر الضرورية لتغذية النبات والحيوان، وتوجد خامات عنصر المغنيسيوم في القشرة الأرضية في البروسيت (42%)، المنغزيت (29%)، الدولومايت (14%)، فضلا عن الذوبان الصخور الجيرية والميكيا [17].

I.6. 3. الصوديوم Na^{+2}:

يتمتع الصوديوم بدرجة إنحلال مرتفعة في الماء ولذلك فهو يتواجد في جميع المياه السطحية والجوفية بشكل طبيعي. وينتج الصوديوم عن غسل التشكيلات الجيولوجية الغنية ب NaCl [12].

I.6. 4. البوتاسيوم K^{+}:

يعتبر البوتاسيوم واحد من الأيونات الموجبة الاربعة الرئيسية الموجودة في المياه الطبيعية وتعتبر معادن الفسبار والميكا زالفلوسباثويد من أهم المصادر لأيون البوتاسيوم. يكون تركيز البوتاسيوم إعتياديا في المياه العذبة أقل بكثير من تركيز الكالسيوم والصوديوم والمغنزيوم [13].

I.6. 5. الكلوريدات Cl^{-}:

يشكل (0.05%) من القشرة الأرضية، ترتبط أيونات الكلوريد بتراكيز متفاوتة مع أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم أو الكالسيوم ليظهر ملوحة الطعم في المياه[17]، وينتج الكلوريد أساسا من تحلل الأملاح الطبيعية أو عن طريق التلوث الناتج عن مياه المستعملة ذات المصدر المنزلي أو الصناعي.

I.6.6. الكبريتات So_4^{-2}:

مصدره الرئيسي هو الجبس والنهايدرات في الصخور الرسوبية ، وينتج عن تكسر المواد العضوية الكبريتية ومن إختزال الكبريت بفعل البكتيريا اللاهوائية، وتتأثر كميتها بفعالية ونشاط هذه البكتيريا، ومصدره من ثنائي أوكسيد الكبريت (So_2) الموجود في الجو ومصادره غير طبيعية من ذوبان الأسمدة الزراعية الكيميائية ومساحيق الغسيل والدباغة والمبيدات الحشرية [12].

I.6.7. بيكربونات Hco_3^{-2}:

أما البيكاربونات تنتج من عمليات التهوية للمعادن السليكاتية والكاربونية بفعل حامض الكاربونيك ومن تفاعل ثاني أوكسيد الكاربون الموجود في البيئة، إذا يتفاعل مع ماء المطر بمساعدة درجة الحرارة مكونا حامض الكربونيك المخفف وهو حامض سريع التحلل والتحول إلى بيكربونات [9].

I.6.8. النترات No_3^-:

إن الصيغة التي يتواجد فيها النتروجين عادتا هي النترات أو النتريت الأمونيا والنتروجن العضوي. جمع صيغ النتروجين هذه وكذلك غاز النتروجين بالإمكان تحويلها من صيغة إلى أخرى بايوكيميائيا وعلى ذلك فهي تدخل ضمن دورة النتروجين في الطبيعية [13].

I.7. المعادن الثقيلة:

I.7.1. الزرنيخ As:

يتواجد في الماء في صيغته الثلاثية والخماسية ($HAsO_3$, H_3AsO_3) و التكافؤ الثلاثي أكثر سمية وأكثر قدرة على الحركة، ويعود وجوده في المياه الجوفية إلى البنية الجيولوجية للحوض المائي، ويطرح العديد من الصناعات الزرنيخ في البيئة المائية. ومن المعروف أنه الزرنيخ مادة سامة، لذلك فإن تناوله بدفعات متتالية حتى ولو كانت خفيفة التركيز فإنه يؤدي إلى التسمم[6].

I.7.2. الكاديوم Cd:

الكادميوم هو أحد مكونات المعادن الموجودة في القشرة الأرضية. وفي المياه الطبيعية يصل تركيزه إلى أقل من 0.1micg/l، إلا أنه في البيئات المتأثرة بالنشاطات البشرية قد يصل تركيزه إلى عدة ميكرو غرامات في اللتر الواحد. ويعتمد تأثيره في الأحياء المائية على الصيغة التي يوجد بها الكادميوم التي يتصف كل منهما بسمية مختلفة [6].

I.7.3. النحاس Cu:

هو عنصر متوفر بنسبة ضئيلة جدا في قشرة الكرة الأرضية، وينتمي إلى المعادن الإنتقالية لذا فله قدرة جيدة على تكوين المعقدات، حيث يتفاعل مع المادة العضوية في الماء. ويحتاج كل من النبات والحيوان إلى نحاس بصفته مغذيا بمقادير ضئيلة جدا لكن عندما تزداد تلك المقادير إلى مافوق مستوى معين تصبح سامة[19].

I.7. 4. الزئبق Hg:

يقل تركيز الزئبق في قشرة الأرض بثلاث مرات عن تركيز النحاس، وحيثما وجد في طبيعة يكون بصيغته العنصرية أو مركبا مع الكبريت. تميل معقدات الزئبق في الماء إلى التخلي عن بروئنتها بسهولة[19].

I.7. 5. الحديد Fe:

يمكن أن تحتوي المياه الجوفية اللاهوائية على حديد الحديدوز بتركيزات تصل إلى عدة ملغرامات في اللتر الواحد من دون وجود تغير في اللون او العكر في المياه حين تضخ من البئر مباشرة، وبمجرد تعرضه للجو يتأكسد حديد الحديدوز متحولا إلى حديديك ويعطي لونت بنيا ضاربا إلى الحمرة يعتبر محل إعتراض في المياه، كما يعزز الحديد نمو (الجراثيم الحديد) التي تستمد طاقتها من تأكسد حديد الحديدوز وتحوله إلى حديديك وترسب غلاف مخاطي على تمديدات الأنابيب[19].

I.7. 6. الرصاص Pb:

يعتبر الرصاص سم خطير يتجمع في الجسم، وهو مثل الزنك والكادميوم يوجد بحالته المؤكسدة (2^{+})، وقد ثبت أن هذه المعادن الثالثة يمكن أن ترتبط مع المثيل تحت ظروف بيئية ملائمة. ويمثل راشح الرصاص من الحجر الجيري وكبيريتيد الرصاص الطبيعي(PbS) وكذلك أنابيب الرصاص القديمة، إضافة إلى مايتم طرحه من المخلفات الصناعية ، والمصاهر المعدنية وسيارات، هي المصادر الرئيسية لرصاص الموجود في المياه الطبيعية[46].

I.8. الطلب الكيميائي للأكسجين DCO:

يستخدم إختبار الأكسجين المطلوب لعمليات الكيميائية على نطاق واسع لقياس درجة التلوث بالمخلفات الصناعية والبشرية، ويسترد هذا الاختبار على إفتراض أن تتم أكسدة جميع المركبات العضوية بواسطة عوامل مؤكسدة قوية في الأحماض إلى ثنائي أكسيد الكربون والماء[46].

I.9. الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO:

إن الأكسجين المطلوب للعمليات البيو كيميائية هو كمية الأكسجين الذي تحتاجه البكتيريا لأكسدة المادة العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون في ظروف الهوائية وعموما فإن قيمDBO تكون أقل من قيم DCO[46].

I.10. التأثيرات الصحية لنسبة الأملاح في الماء:

يتكون الماء من العديد من الأملاح المهمة حيث يستفيد منها جسم الإنسان عندما تكون بنسب معينة، ولكن عند تغير هذه القيم بالنقصان أو الزيادة تكون لها تأثيرات بالنسبة لصحة الإنسان وهي كالأتي:

- **شوارد الكالسيوم**: تبلغ نسبة الكالسيوم في القشرة الأرضية حوالي 3% من وزن القشرة . أوضحت بعض الدراسات الإحصائية أن أمراض أوعية القلب تنتشر في المناطق التي تستعمل فيها المياه الخفيفة (المياه الفقيرة بالكالسيوم). غير أن للمياه القاسية المستعملة في الاستهلاك المنزلي[6].

❖ **شوارد المغنزيوم**: تحتوي جميع أنواع المياه على المغنيزيوم، غير أن تركيزه أقل من تركيز الكالسيوم دوما. ويشابه الكالسيوم في تأثيراته على مياه الشرب[6]. تبلغ نسبة تواجده في القشرة الأرضية ب2.1% وحيث توجد خامات عنصر المغنزيوم في القشرة الأرضية في البروسيت 42%، المنغزيت 29%، الدولومايت 14%.

❖ **شوارد البوتاسيوم:** يتوافر البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية، لكونه يدخل في تركيب القشرة الأرضية 2.59% ومركباته سهلة الانحلال في الماء. غير أن نسبته في المياه السطحية أقل من الصديو م ويعود ذلك إلى امتزاز التربة له على النحو الجيد. يكون البوتاسيوم(0.2%) من وزن الإنسان، ومهمة جدا لفعالية الخلايا العصبية، كما أنها تؤدي دورا في التوازن التناضحي بين الخلايا والسائل المحيط بها. ولكن عندما تعاني الكلية من أعراض مرضية، فقد يكون تراكم البوتاسيوم هو السبب في تعطيل عمل الكلية مما يؤدي إلى عدم انتظام دقات القلب[6].

❖ **شوارد الصوديوم:** يكون الصوديوم 2.83% من تركيب القشرة الأرضية، ويتمتع بدرجة انحلال مرتفعة في الماء، ولهذا فهو شائع في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية، يضاف إلى ذلك احتواء مياه الصرف الحضرية والصناعية كمية كبيرة من أملاح الصوديوم. يؤدي التركيز المرتفع من شوارد الصوديوم في مياه الشرب إلى ظهور حالات إسهال عند الإنسان، كما ويحظر على مرضى القلب والكلى شرب المياه الغنية بالصوديوم[6].

❖ **الكربونات والبيكاربونات:** يعتبر الكربون عنصر كيميائي ذو صفات لا معدنية واضحة، حيث يبلغ نسبة 0.1% من القشرة الأرضية. وجودها بتراكيز مرتفعة في مياه الشرب لا يشكل خطورة علة المستهلك لتلك المياه مباشرة. غير أن ارتفاع نسبة غاز ثنائي أكسيد الكربون في الماء، يؤدي إلى زيادة ملموسة في انحلالية النحاس والرصاص في حالة كانت أنابيب النقل تحتوي تلك العناصر، مما يسبب عند ذلك خطرا على الصحة[6].

❖ **شوارد الفوسفات:** يوجد بنسبة 0.13% من تركيب القشرة الأرضية.يحدث التركيز المرتفع منها في مياه الشرب حالة تقيء وإسهال عند الإنسان والحيوان[6].

❖ **شوارد النترات:** تسبب حالة إختناق نتيجة نقص لأكسجين في الدم ولا سيما عند الاطفال الرضع، وذلك بسبب تحول النترات إلى نتريت داخل الأنبوب الهظمي لإنسان، ويحدث ذلك عند إستهلاك الماء الحاوي على تراكيز أعلى من 46mg/l، تملك النترات القدرة على أكسدة الهيموغلوبين إلى ميتيموغلوبين عندما تصل إلى الدم[6].

❖ **شوارد الحديد:** تبلغ نسبة عنصر الحديد في القشرة الارضية ب 5% تقؤيبا من وزن القشرة. يعد عنصر ضروري لبناء جسم الإنسان، وبالتالي يجب إستهلاك (1 mg إلى 2) منه يوميا على الأقل، ولكن وجوده بنسبة عالية يسبب أضرار صحية مختلفة[6].

شوارد الفلور : لا يصادف الفلور حرا في القشرة الأرضية لأنه شديد النشاط الكيمياوي، وتبلغ نسبته في القشرة الأرضية 0.0056%. تعد مركبات الفلور مواد سامة بالنسبة لإنسان ، كما أنها تؤثر على بعض النظم الإنزيمية وتثبطها. ويظهر الضرر الدائم للفلور على الإنسان بوضوح في أسنانه وعظامه ، حيث تتكون على الاسنان التي مازالت في طور التكوين طبقة ضعيفة

لونها أصفر أو أسود. وتصبح الجرعة قاتلة إذا وصلت 3g. ولكن وجود التراكيز الخفيفة منه في مياه الشرب يكون مفيدا لإنسان، حيث أنها تساعد على مكافحة التسوس[6].

❖ **شوارد الامونيوم:** تدخل في نسبة القشرة الأرضية بنسبة 8.1% وهوثالث أعلى نسبة بين العناصر المكونة لها يفض عدم وجود وجوده في مياه الشرب لأنه ضار بالصحة [6].

I.11. معايير مياه الشرب:

I .11. 1.المعايير الوطنية:

الجدول (I-5):يمثل المعايير الوطنية لمياه الشرب حسب الجريدة الرسمية الوطنية [25].

العنصر أو المادة	تركيز
المميزات الذوقية : - اللون - الرائحة الحد الأدنى للإدراك الحسي في 25C° - المذاق الحد الأدنى للإدراك الحسي في 25C° - نسبة الكدر	25mg/l كحد أقصى من البلاتين بالرجوع إلى سلم البلاتين/الكوبالت 4كحد أقصى 4كحد أقصى 2كحد أدنى وحدة جاكسون
أنتموان	0.005 mg\l
زرنيخ	0.05 mg\l
باريوم	1 mg\l
بورات	5 mg\l
كادميوم	0.003 mg\l
كروم	0.05 mg\l
نحاس	1 mg\l
سيانور	0.07 mg\l
فليورور	5 mg\l
رصاص	0.01 mg\l
مغنيز	0.1 mg\l
زئبق	0.001 mg\l
نيكل	0.02 mg\l
نترات	50 mg\l
نتريت	0.02 mg\l
سلينيوم	0.05 mg\l

الخصائص الفيزيائية – الكيميائية المرتبطة بالتركيبة الكيميائية للماء	التركيز
pH	6.5 إلى 8.5
الناقلية في 20°م	2.800(µs\cm) كحد أقصى
القساوة	(100 إلى 500) mg\l من ($CaCo_3$)
الكلورور	(200 إلى 500) mg\l (Cl)
السولفات	(200 إلى 400)mg\l (So_4)
الكالسيوم	(75 إلى 200)mg\l (Ca)
المغنزيوم	150mg\l (Mg)
الصوديوم	200mg\l (Na)
البوتاسيوم	20mg\l (K)
الألمنيوم الإجمالي	0.2mg\l(K)
القابلية للأكسدة برمنغنات البوتاسيوم	3 mg\l كحد أقصى (من الأكسجين)
بقايا جافة بعد التجفيف في 180°م	(1.500 إلى 2.000)mg\l
المميزات الخاصة بالمواد غير المرغوب فيها	**التركيز**
النترات	50 mg\l كحد أقصى (No_3من)
النتريت	0.1 mg\l كحد أقصى (No_2من)
أمنيوم	0.5 mg\l كحد أقصى (من Nh_4)
أزوت جلد أهل	1 mg\l كحد أقصى ($N^{(1)}$من)
الفليور	0.02 mg\l إلى 2 (Fمن)
هيدروجين سلفوري	يجب أن لا يكون محسوسا ذوقيا
الحديد	0.3 mg\l كحد أقصى (Feمن)
المغنيز	0.5 mg\l كحد أقصى (Mnمن)
النحاس	1.5 mg\l كحد أقصى (من Cu)
الزنك	5 mg\l كحد أقصى (من Zn)
الفضة	0.05mg\l كحد أقصى (Agمن)
المميزات الخاصة بالمواد السامة	**التركيز**
زرنيخ	0.05 mg\l (من sA)
كادميوم	0.01 mg\l (من dC)
السيانور	0.05 mg\l (من nC)
الكروم الإجمالي	0.05 mg\l (من rC)

الزئبق	0.001 mg\l (من Hg)
الرصاص	0.055 mg\l (من bP)
السلنيوم	0.01 mg\l (من eS)
هيدروو كربور متعدد الأطوار(HPA)	0.2(µg\l)
لمجموع الست مواد التالية	**تركيزها**
فليورانتان	0.001(µg\l)
بانزو (3،4) فليورانتان	0.001(µg\l)
بانزو (11،12) فليورانتان	0.001(µg\l)
باتزو (3،4) بيران	0.001(µg\l)
باتزو(1،12) بيريلان	0.001(µg\l)
أنديتو (1،2،3dC) بيران	0.001(µg\l)
باتزو(3،4) بيران	0.001(µg\l)

I.11. 2. المعايير العالمية:

الجدول (I-6): يوضح المواصفات العالمية لمياه الشرب[26].

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية
اللون TCU	15	20
المواد الصلبة الذائبة	1000	-
المواد الصلبة المعلقة	-	-
العكارة NTU	5	4
الاس الهيدروجيني pH	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5
الأكسجين المذاب	-	-
عسر الماء	500	-
نيتروجين نشادري (أمونيا)	-	-
الأمونيوم	-	0.5
نترات معين بالنيتروجين	10	-
النترات	-	50
نتريت معين بالنيتروجين	-	-
النتريت	-	0.1
الفوسفورP	-	5

حدود الأكسجين الحيوي DBO	-	-
الصوديوم Na	200	175-150
الكلوريد CI	250	25
كبريتات So_1	400	25
كبريتيد So_1	-	-
فلوريد F	1.5	^{5}(0.7)-1.5
بورون B	-	1
سيانيد CN	0.1	-
ألومنيوم AI	0.2	0.2
الزرنيخ AS	0.05	0.05
باريوم Ba	-	0.1
كادميوم Cd	0.005	0.005
كروميوم Cr	0.05	0.005
كوبلت Co	-	-
نحاس Cu	1	1(0.1)
حديد Fe	0.3	0.3
رصاص Pb	0.05	0.05
منجنيز Mn	0.1	0.05
زئبق Hg	0.001	0.001
نيكل Ni	-	0.05
سلينيوم Se	0.01	0.01
زنک Zn	5	(3) – 0.1
الملوثات العضوية	**مواصفات الصحة العالمية**	**المواصفات الأوروبية**
Petroleum Products & Oi	-	0.01
Total Pesticides	-	0.5
Individual Pesticides	-	0.1
Dieldrin & Aldrin	0.03	-
DDT	1	-
Lindane	3	-
Methoxychlor	30	-
Benzene	10	-
Hexachlorobenzene	0.01	-
Pentachlorophenol	10	-

Phenols	-	0.5
Detergents	-	0.2

الجدول (I-7):أهداف نوعية المياه السطحية و الجوفية المخصصة لتزويد السكان بالمياه[49].

مجموعات المعايير	المعايير	الوحدة	القيمة القصوى	
			المياه السطحية	المياه الجوفية
معايير عضوية	اللون	mg/l سلم pt	200	20
	الرائحة (قيمة الذوبان (25°	–	20	3
معايير فيزيوكيميائية مع العلاقة بالهيئات الطبيعية للمياه	كلور	mg/l	600	500
	تركيز الهيدروجين (pH)	pHوحدة	6.5≤ و 9≤	6.5≤ و 9≤
	الناقلية	µs/cm 20°C	2800	2800
	الطلب الحيوي للأكسجين	mg/l	7	3<
	الطلب الكيميائي للأكسجين	mg/l	30	–
	المواد المعلقة	mg/l	25	25
	الكبريتات	mg/l	400	400
	حجم اشباع الأكسجين المنحل	%	30	70>
	درجة الحرارة	C°	25	25

ثوابت كيميائية	أمنيوم	mg/l	4	0.5
	باريوم	mg/l	1	0.7
	بور	mg/l	1	1
	حديد منحل	mg/l	1	0.3
	فلور	mg/l	2	1.5
	مغنيز	mg/l	1	0.05
	نيترات	mg/l	50	50
	فسفور	mg/l	10	5
	أرسنيك	µg/l	100	10
	كدميوم	µg/l	5	5
	كروم	µg/l	100	50
	نحاس	mg/l	2	0.05
	سيانور	µg/l	100	50
	زئبق	µg/l	10	6
	رصاص	µg/l	50	10
	سيلينيوم	µg/l	50	10
	زنك	mg/l	5	5
	محروقات متعددة الدورات معطرة	µg/l	1	0.2
	محروقا منحلة	µg/l	1000	10

	الفينول	µg/l	2	0.5
	المواد الفعالة سطحيا	mg/l	0.5	0.2
	آزوت	mg/l	3	1
	المبيدات	µg/l	1	0.5
معايير الأحياء الدقيقة	اشغشياكولي	n/100ml	20.000	20
	مكورة معوية	n/100ml	10.000	20
	السالمونيلا (salmonella)	–	عدم وجود في ml 1000	عدم وجود في ml5000

12.I.المشاكل التي تسببها ندرة المياه:

أسباب ندرة المياه مختلفة قد تكون اجتماعية نظرا لزيادة النمو السكاني و ما يتبعه من زيادة الطلب على المياه أو ناتجحة عن تغيير أنماط العرض كميا و نوعيا بسبب تغير المناخ من جفاف و فيضانات أو تلوث، ومن أهم أسباب ندرة المياه بصفة عامة:

- اختلال التوازن بين العرض والطلب.
- التوسع الحضري والصناعي.
- الاستخدامات الزراعية.
- تدهور نوعية المياه الجوفية وعدم جودة المياه السطحية بسبب التلوث.
- المنافسة والنزاعات المحلية و الاقليمية والدولية
- سوء إدارة الموارد المائية واستغلالها واستنزافها[48].

الفـصل الثاني

تحلية المياه

1.II. بداية التحلية وتاريخها ومراحل تطورها:

تجري عمليات معاجة المياه لإزالة الملوحة بواسطة طرق مختلفة، بعضها معروف فكرته مند قرون مضت، وبعضها حديثة. و الطريقة الأكثر شيوعا لإزالة الملح من مياه البحر والتي ظلت مستخدمة لعدة قرون هي تحلية المياه ثم تكثيفها على أسطح باردة. ونماذج المقطرات العاملة بالحرارة الشمسية تعود إلى القرن الماضي. ولقد عرف الإنسان تحلية مياه البحر مند العصور القديمة، ففي القرن الرابع الميلادي أمكن العثور على أدلة تفيد استعمال الإنسان لطريقة التبخير للحصول على ماء للشرب.

ولقد حدد جابر بن حيان قواعد التقطير وصنفها في أواخر القرن السابع ميلادي، كما أن العالم المسلم أبا منصور الموفق بن علي الحروري قال منذ ذلك الزمان:"إن التبخير هو الوسيلة للحصول على ماء عذب". وعلى أية حال، فإن أول محطة بدائية لتحلية المياه كانت في تونس في عام 1650م. ثم أخدت عجلة التطوير في مجال تحلية المياه المالحة بالتقطير تزداد مع دخول عصر الصناعة عام 1800م وما بعدها.

وفي القرن التاسع عشر أثبت تقطير مياه البحر في الناقلات العابرة المحيطات جدواه اقتصاديا، حيث يقل في العادة وزن الوقود ومحطة التبخير عن وزن المياه العذبة التي يجب أن تحملها الناقلة في حالة عدم وجود محطة للتبخير، وذلك لأن رحلاتها تستغرق زمنا طويلا في السفر بعيدة عن اليابسة.

أما أول محطة تحلية كبيرة بسعة 625000 جالون يوميا، فقد أنشأتها شركة غريسكوم- راسل الأمريكية في جزر الأنتيل الهولندية في عام 1930م.ولقد تزامن هذا مع جهود كثير من العلماء للبحث عن طرق أخرى للتحلية غير طريقة التقطير، فسجلت براءة اختراع عام 1936م لكل من العالمين وولف ومار (WOLF AND MARR) اللذين اكتشفا إمكانية الحصول على الماء العذب بالتبريد.

وفي الربعينيات وخلال الحرب العالمية الثانية جاءت الخطوة العظمى في تطوير تقنية تحلية المياه المالحة، عندما احتاجت مؤسسات عسكرية عديدة في أماكن قاحلة لإمداد فرق جنودها بالماء. وعندئد عرف على نطاق واسع الإمكانيات التي قدمتها التحلية، واستمر العمل بعد الحرب في هذا المجال في أقطار شتى.وفي عام 1950م اخترع البروفسور سيلفر طريقة التبخير الومضي المتعدد المراحل.وقد أجريت أبحاث عديدة للبحث عن طرق أخرى لتحلية المياه المالحة أسفرت فيما بعد عام 1950م عن اكتشاف طريقة التناضح العكسي بواسطة العالمين لوب وسوريراجان.وكذلك تم اكتشاف طريقة الفرز الغشائي الكهربائي.

كما كانت هناك جهود مكثفة من جانب الحكومة الأمريكية من خلال إنشاء مكتب المياه المالحة في أوائل الخمسينيات، وتبعه مكتب أبحاث وتقنية المياه وقد مولت الحكومة الأمريكية الأبحاث الأساسية و التطوير لمختلف التقنيات في مجال تحلية مياه البحر المالحة ومياه الآبار المويلحة.

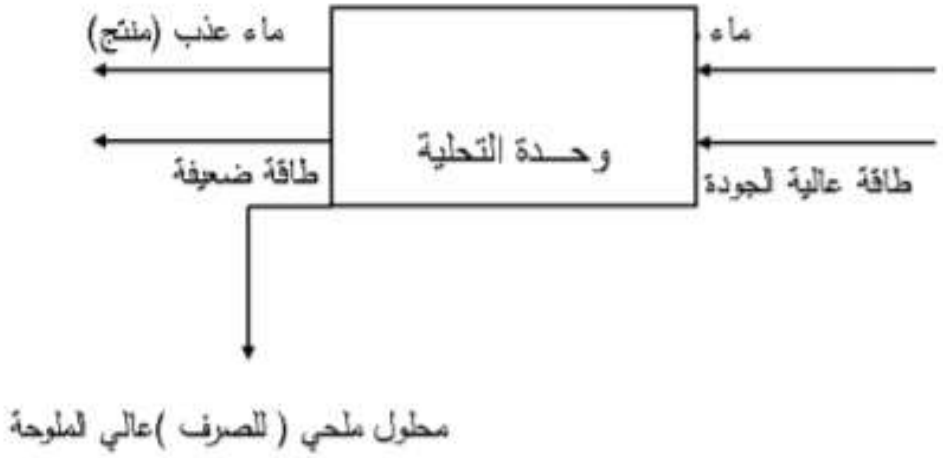
وفي أواخر الستينات –وفي أماكن متعددة من العالم- بدأ العمل في تركيب وحدات تحلية لمرافق المياه بسعة تصل إلى 8000 متر مكعب من المياه المحلات يوميا (أي ما يعادل 2 مليون جالون يوميا). وكان معظم هذه الوحدات تدار بالطاقة الحرارية لتحلية مياه البحر، غير أنه في خلال السبعينات بد أ في استخدام عمليات الأغشية تجاريا لتحلية المياه .وعندما أدخلت

طريقة الفرز الغشائي الكهربائي لتحلية مياه الآبار المويلحة، اتضح أنها أكثر اقتصادية ووجدت لها تطبيقات، وبالمثل فإن طريقة التناضح العكسي استخدمت في البداية لتحلية مياه الآبار المويلحية، غير أنها برهنت على صلاحيتها لمياه البحر أيضا.

وفي الثمانينيات صارت تقنية التحلية عملا تجاريا مكتملا. وقد استفادت تقنية التحلية من خبرة التشغيل، والتي تم الحصول عليها من الوحدات التي تم إنشاؤها وتشغيلها في العقود الماضية [21].

2.II. تعريف تحلية المياه:

يقصد بتقنية تحلية المياه على أنها إزالة نسبة الأملاح الموجودة في مياه البحر والمحيطات وتحويلها إما إلى مياه صالحة للشرب، أو التقليل والتخفيض من نسبة الملوحة الزائدة وإستخدامها لسقي وري المساحات الزراعية أو العمليات الصناعية المختلفة . و تختلف مواصفات المياه المستخدمة في كل استعمال من هذه الاستعمالات من حيث نسبة الملوحة المسموح بها حتى يكون الاستخدام صالحا و آمنا [7].ويستخدم لهذا الغرض الطاقة الشمسية أو أي صورة من صور الطاقة، و كذلك عملية إنتقال الكتلة خلال الأغشية بخفض نسبة الأملاح به من3.5% إلى 0.50 % أو أقل [22] .



الشكل (II- 4): رسم تخطيطي لعملية التحلية (إزالة الملوحة/ فصل الملح/ إعذاب الماء)[23].

وتتم عملية التحلية في العالم لنوعيين أساسيين من المياه (مياه البحر ومياه الآبار) حيث:

- ترتكز تحلية مياه الابار في الدول التي تفتقر إلى البحار مع توفرها على كميات هائلة من مياه الآبار مياه جوفية)، خاصة تلك التي تتميز بارتفاع درجة ملوحتها نسبيا (إما نتيجة الاستخدام المكثف لهذه الآبار مما إنجر عنه زيادة ملوحتها، أو بسبب جيولوجيتها). وقد أخذت تحلية المياه قليلة الملوحة حيزا مهما في سوق التحلية العالمي.
- أما تحلية مياه البحر وهي الأساس على المستوى العالمي، فتحتل مكانة متميزة جدا خاصة في الدول ذات الندرة المائية. وتستحوذ على نسبة تتجاوز (50%) من سوق التحلية العالمي، وهي بمثابة البديل المستدام لجميع الدول التي تعاني نقص في مواردها المائية خاصة مع توفر مصدرها الأساس والذي لا ينضب متمثلا بمياه البحار [24].

3.II.تقنيات تحلية المياه:

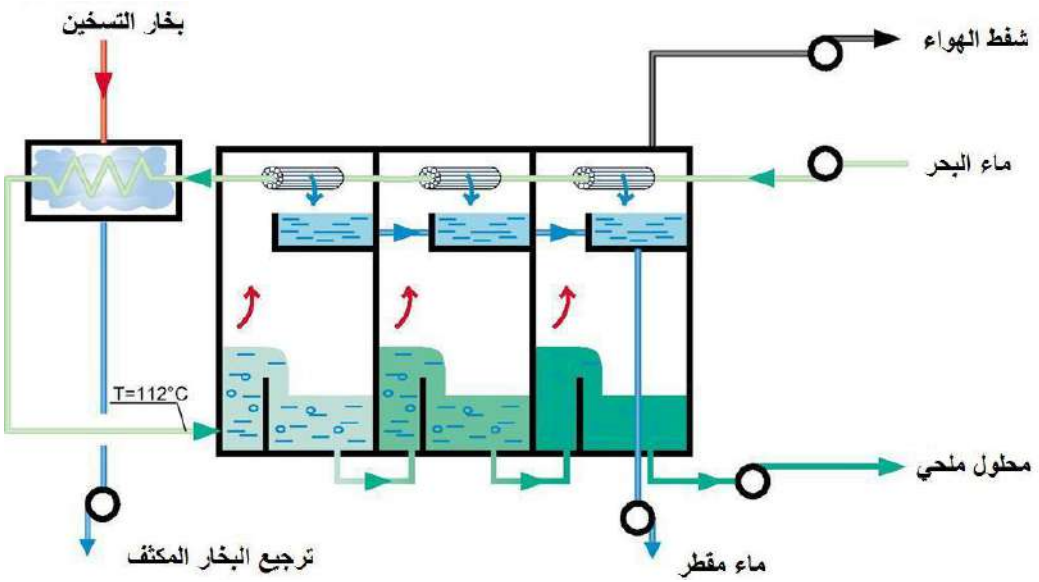
تنقسم تقنيات التحلية عموما إلى قسمين رئيسيين :التقنيات الغشائية والتقنيات الحرارية وهناك جديدة لكنها تعتمد على نفس مبدأ عمل هذه التقنيات وفي الجزائر تعتمد تقنية (RO) في أغلب محطات التحلية باستثناء محطة واحدة تعتمد على تقنية (MSF)[27].

1.3.II. تقنيات الحرارية:

تقوم هذه التقنيات على التبخير بإستعمال الحرارة، ولا تتطلب تطور تكنولوجي كبير، و تنتشر هذه التقنيات بشكل واسع في الخليج العربي على غرار المملكة العربية السعودية، ويكون الماء العذب المحلى الناتج نقي جدا [24].

1.1 .3.II . تقنية التبخير الومضي متعدد المراحل (MSF):

من أشهر طرق التحلية الحرارية وأكثرها إستخدامة خاصة في المحطات الكبيرة، وتستخدم على مراحل متعدد للاستفادة القصوى من الطاقة التي يحملها المحلول الملحي [23].حيث تعتمد هذه التقنية على عملية التبخير الومضي أي يلزم تسخين الماء المالح إلى درجة حرارة أعلى من درجة الغليان (عند ضغط معين) ثم فجأة يضخ الماء المالح الساخن إلى غرفة عند ضغط أقل من ضغط الغليان، فيحدث التبخر الفجائي (الومضي)، ويتكون البخار والذي يتم تكثيفه ليصبح الماء المنتج [22].

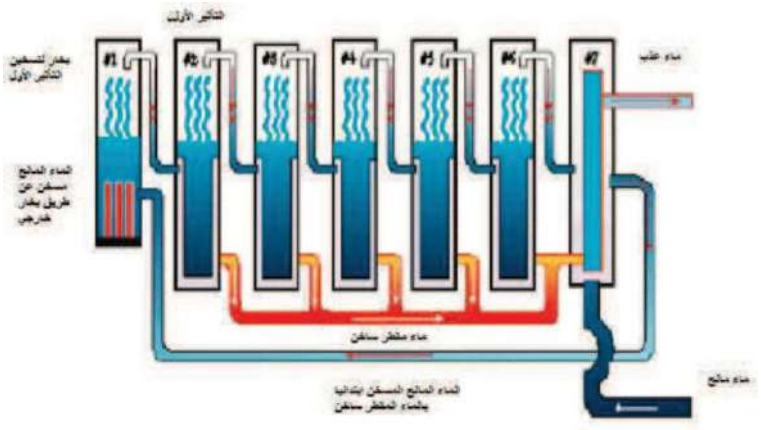


الشكل (II-5): صورة توضح تقنية التبخير الومضي متعدد المراحل[28].

2.1 .3. II . تقنية التبخير الومضي متعدد التأثير (MED):

تستخدم لإنتاج الماء بالتقطير (التبخير و التكثيف) مثل الطرق الحرارية الأخرى لكنها تستخدم عملية الغليان لتبخير الماء المالح، أي أن عملية تكوين البخار تتولد على أسطح التسخين كما هو مبين في الشكل، ولأن عملية الغليان تتسبب في تبخر الماء العذب فيتبعها ترك الرواسب الملحية على أسطح التسخين، لذا فإن أقصى درجة حرارة للماء المالح على أسطح التسخين للوحدة محددة بحوالي (70 °C)، وتمتاز هذه العملية بارتفاع معدل الأداء فكل كمية بخار يتم إنتاجها في أي مرحلة

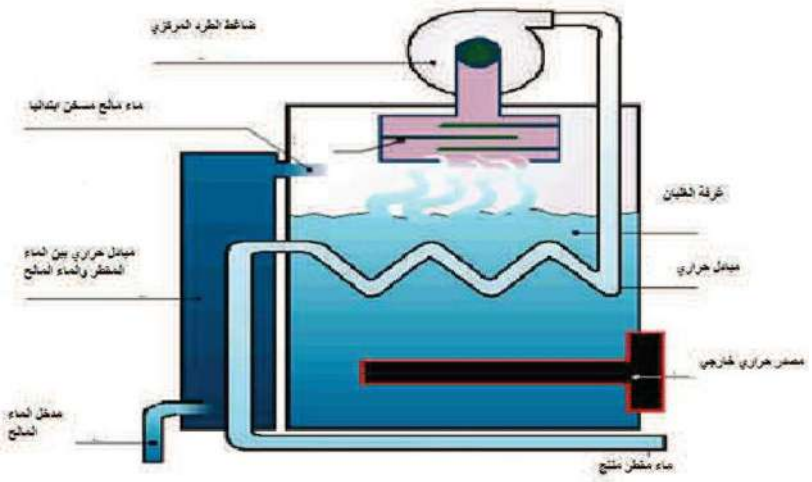
تأثير يمكنها أن تكون مصدرا للحرارة لإنتاج كمية أخرى من البخار لمرحلة أخرى تالية وهكذا، لذا كلما زاد عدد المراحل (التأثيرات) لهذه التكنولوجيا كلما زاد معدل أداء الوحدة، وكذلك زيادة انتاجيتها[28] .



الشكل (II-6) : صورة توضح تقنية التبخير متعدد التأثير[23].

II .3. 1.3 . تقنية التضاغط البخاري (VC):

تستخدم عملية التقطير بالتضاغط البخاري عادة في وحدات تحلية مياه البحر الصغيرة والمتوسطة السعة ، وتأتي الحرارة اللازمة التبخير الماء من ضغط البخار بدلا من التبادل البخاري المباشر البخار في الغلاية. في هذه التقنية يستخدم ضاغط ميكانيكي يدار بمحرك كهربائي أو تدفق بخار نفاث يعمل على حالة الضغط داخل غرفة المحطة فيحدث تبخر الماء عند درجة حرارة ماء التغذية. يتم ضغط البخار حتى ترتفع درجة الحرارته فيصبح مصدر الحرارة اللازم تبخير جزء آخر من ماء التغذية. ويمر البخار الساخن (بعد ضغطه) حول أنابيب الماء المالح، فيتم تكثيف البخار حول أنابيب ويستفاد من حرارة المتكثف لرفع درجة حرارة الماء المالح داخل الأنابيب، ولإنتاج كمية أخرى من البخار، والذي بدوره يتم ضغطه لتعاد الدورة مرة أخرى ويخرج الماء المكثف من الوحدة كما منتج[24].

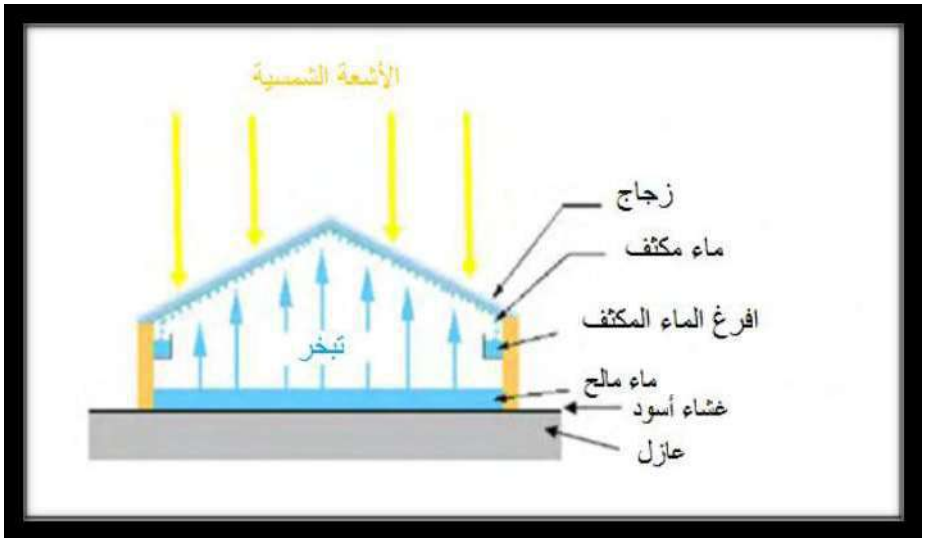


الشكل (II-7) :صورة توضح تقنية التضاغط البخاري [24] .

4.1.3.II . تقنية التقطير الشمسي:

تستخدم الطاقة الشمسية لتحلية المياه بطريقتين، الطريقة الأولى تعتمد على إستخدام الطاقة الكهربائية الناتجة من الطاقة الشمسية محل الطاقة التقليدية الإستعمالها مع التقنيات المألوفة للتحلية. أما الطريقة الثانية فتستخدم الإشعاع الشمسي لتبخير جزء من المحلول الملحي ثم تكثيفه بإستخدام المقطرات البسيطة[29].

أول استخدام الطاقة الشمس في التقطير سنة 1872 من طرف المهندس السويدي (Carlos Wilson) في شمال الشيلي في صحراء (Lassolinas) وذلك على شكل أحواض مغطاة بالزجاج، قاعدتها سوداء تستعمل كماص للأشعة ويوضع في هذا الحوض الساخن ماء على سمك رقيق، فيعمل السطح الأسود عمل المبخر.يتكاثف البخار المتصاعد مباشرة على السطح الداخلي للزجاج المائل بزاوية معينة و ذو درجة حرارة أقل من الصفيحة الماصة السوداء نسبيا، ويتجمع في قناة خاصة بالماء المقطر. وينتج هذا المقطر أكثر من 23 m^2 من الماء الصالح للشرب في اليوم[28].



الشكل (II-8) : رسم توضيحي لمقطر شمسي [26].

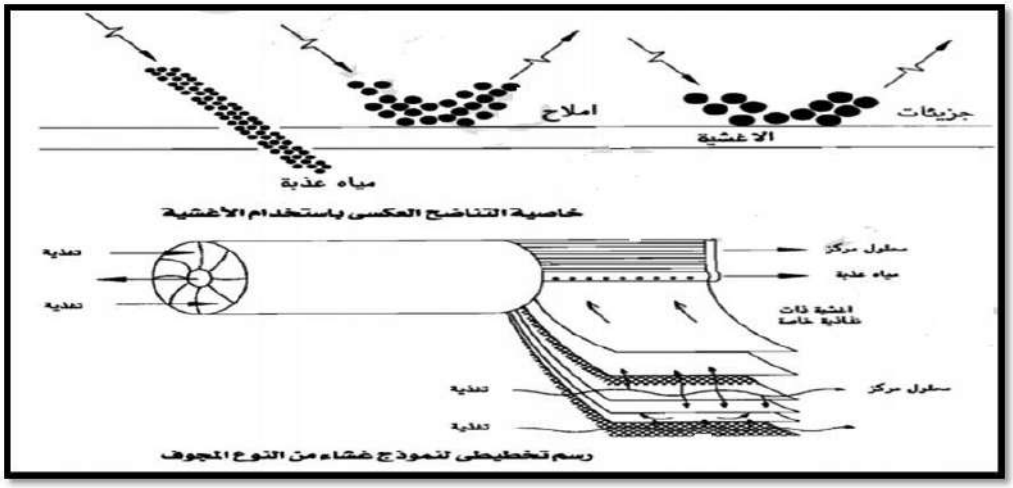
2.3.II.تقنيات الغشائية:

هي التقنيات التي تعتمد على أغشية لفصل الملح من الماء عن طريق وجود قوة دافعة للماء، أو الملح للانتقال عبر غشاء نفاذ يمسح بمرور أحد المكونات دون الآخر (الماء فقط أو الأملاح فقط).و تعد الطرق الأكثر جاذبية لأنه لا يمكن تشغيلها عن طريق درجة حرارة الغرفة و بدون تغير المرحلة [24].

1.2.3.II. تقنية التناضح العكسي:

تعتمد تقنية التناضح العكسي على الظاهرة الطبيعية المعروفة بالخاصية الاسموزية، وهي عملية إنتقال المياه العذبة من المحلول الملحي الأقل تركيز إلى المحلول الملحي الأعلى تركيز من خلال أغشية شبه نفاذية مما يسبب فرق ضغط في جانبي الغشاء

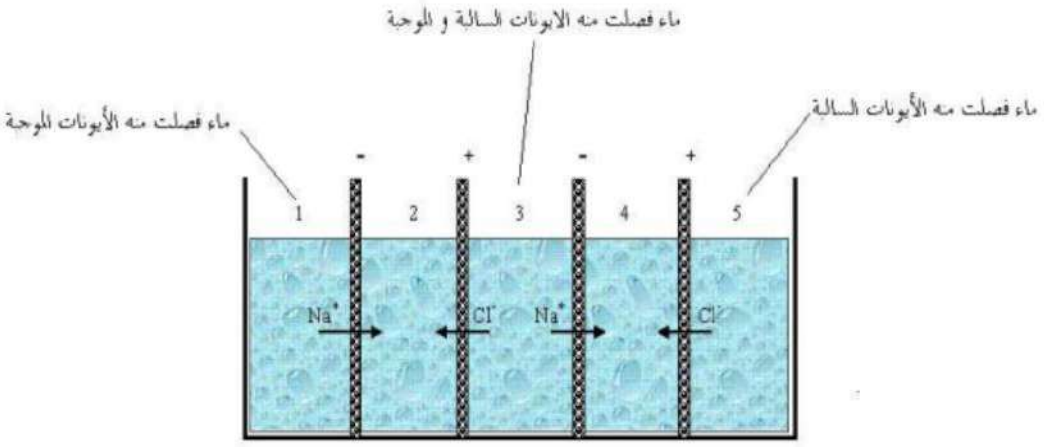
يسمى الضغط الأسموزي، فعند بدل ضغط على المحلول الملحي يفوق الضغط الأسموزي، تبدأ المياه العذبة بالتدفق من المحلول الملحي إلى الجهة المقابلة من الغشاء[24].



الشكل (II-9) :صورة توضح تقنية تناضح العكسي[31].

2.2.3.II .تقنية الديلزة الكهربائية :

ولقد كانت طريقة الديلزة الكهربائية (electro diaysis) أول طريقة غشائية تطورت تاريخيا ،ومازالت تعتبر طريقة مهمة للآن. وفي هذه الطريقة يتم جذب الأيونات المكونة للأملاح من المياه الملحة بقوى كهربائية، ويتم تركيزها في أماكن مستقلة وكلما زادت ملوحة المياه زادت القدرة الكهربائية اللازمة لعملية الفصل، وتستخدم هذه الطريقة أساسا لمعالجة الماء الأخضم (متوسط الملوحة) والذي يحتوي في العادة على عدة آلاف من الأجزاء من الأملاح الذائبة لكل مليون جزء، وهذه الملوحة بالطبع مرتفعة نسبيا عن المطلوب للاستخدام المنزلي والصناعي، ولكنها بالتأكيد مازالت نحو عشر الملوحة المتوسطة لماء البحر[22].



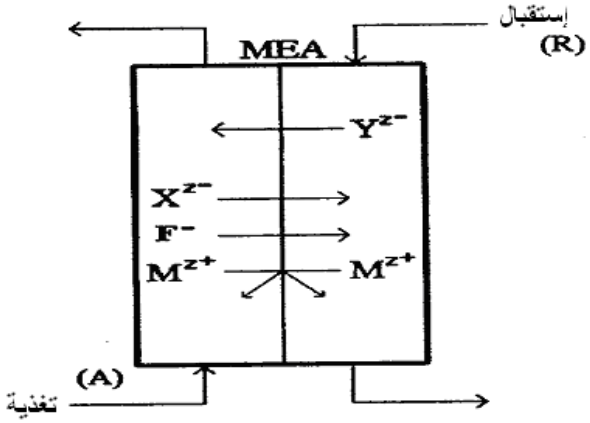
الشكل (II-10):رسم توضيحي لتقنية الديلزة الكهربائية[32].

II.2.2.3.1. الديلزة الكهربائية المعكوسة (EDR):

ظهرت في السبعينيات عملية الديلزة الكهربائية المعكوسة على أساس تجاري، وتقوم وحدة الديلزة الكهربائية المعكوسة عموما على نفس الأساس التي تقوم عليها وحدة الديلزة الكهربائية، غير أن كلا من قناتي الماء المنتج والماء المركز متطابقتان في التركيب الإنشائي، وعلى فترات متعددة من الساعة الواحدة (بين 20 و15 دقيقة) تنعكس قطبية الأقطاب الكهربائية، وعليه ينعكس الانسياب آنيا بحيث تصبح القناة المنتجة هي قناة المياه المركزة، وقناة المياه المركزة هي قناة المياه المنتجة، والنتيجة هي أن الأيونات تنجذب في الإتجاه المعاكس عبر مجمع الأغشية، و بمجرد انعكاس القطبية و الانسياب فإن كمية وافية من المياه المنتجة تطرد حتى يتم غسيل خطوط مجمع الأغشية و يتم الحصول على نوعية المياه المرغوبة، وتستغرق عملية الغسيل هاته بين (1-2 دقيقة) ثم تستأنف عملية إنتاج المياه، و يفيد انعكاس العملية في تحريك و غسيل القشور و المخلفات الأخرى في الخلية، قبل تراكمها و تسببها لبعض مشاكل التشغيل كانسداد الأغشية[33].

II.2.2.3.2. الديلزة الكهربائية لـ Donnan:

الديلزة الكهربائية ل Donnan لا تحث فقط على إزالة الكربونات والكبريتات من الماء وإنما أيضا يؤدي إلى زيادة تركيز كلوريد. هذه العملية المثلى التي تسمح بصيانة الملوحة. وفي المقابل بالنسبة لمعظم الكاتيونات (باستثناء الصوديوم)، ويتم تخزين المحتويات الأصلية. في هذه العملية محلول التغذية يتدفق عبر ممر وحيد، يسمح بمعالجة المياه الملوثة، للحد من استهلاك المحلول الإلكتروليتي، نمط المعالجة يتم بكميات محفزة لمحلول الاستقبال[33].



الشكل (II-11) :رسم توضيحي لديلزة الكهربائية ل Donnan [33].

II.3.2 .3. تقنية الترشيح متناهي الدقة (NF):

الترشيح المتناهي يعتبر مرحلة وسطي بين التناضح العكسي و الترشيح الدقيق، و يعد من بين أحد التقنيات التي تستعمل فيها الأغشية، و لها عدة تطبيقات من بين ها معالجة مياه الشرب و مياه الصرف الصحي، يستخدم الترشيح المتنا هي لفصل الجزيئات ذات وزن جزيئي صغير نوعا ما ، فهو أقل احتباس لأيونات أحادية التكافؤ مقارنة بالتناضح العكسي، و مقارنة

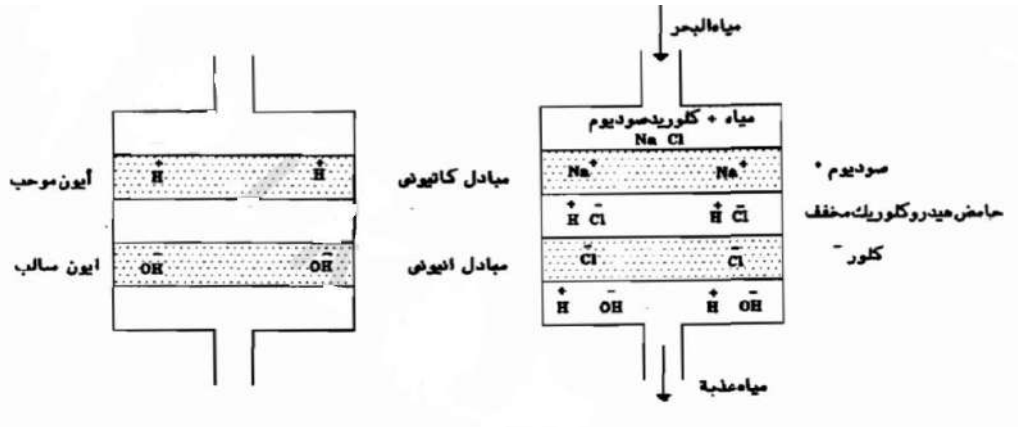
أيضا بالتناضح العكسي فالترشيح المتناهي يستخدم تحت ضغط أقل و يستهلك طاقة أقل حوالي خمس (5/1) الطاقة المطبقة على التناضح العكسي[33]. وهو عملية يتم فيها طرد الأيونات التي تحتوى على أكثر من شحنة سالبة واحدة فقط مثل الكبريتيدات والفوسفات بينما يسمح بمرور الأيونات أحادية الشحنة، وكذلك يتم طرد المواد الذائبة الخالية من الشحنات والأيونات موجبة الشحنة طبقا لحجم وشكل جزيئاتها. وهذا النظام يستعيد من 85% إلى 95 %من المياه تحت ضغط منخفض. ويمكن من خلال الترشيح المتناهي الدقة (NF) التخلص من كلوريد الصوديوم بنسب تتراوح بين 0 إلى 50% طبقا الكثافة التغذية[34].

الشكل (II-12) :صورة توضح وحدة تحلية الماء بالترشيح متناهي الدقة[35].

II 3.3.تقنيات كيميائية:

II .3.3 1.3 . تقنية التبادل الأيوني:

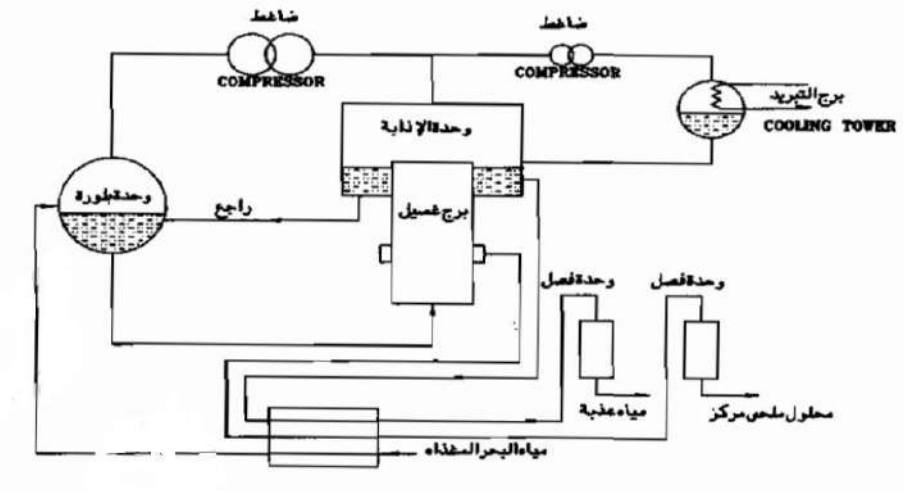
عندما تذوب الاملاح في الماء، تنفصل مكوناتها المركبة إلى ايونات سالبة وأيونات موجبة. والمبادل الأيوني عن مجمع يحتوي على مواد راتنجي مسامية خاصة تسمى (Resin)، لها القدرة على تبادل بعض الأيونات بها مع أيونات المحلولة المتواجدة فيه هذه المواد، ولذا تسمى المبادلات الأيونية. وتبادل هذه المواد الراتنجية (الرزين Resin) جزء من أيوناتها الموجبة مع الأيونات الموجبة للأملاح وتسمي بذلك بالمبادل الموجب (Cations). أو تبادل هذه المواد جزء من أيوناهما السالبة مع الأيونات السالبة للأملاح، وتسمى المبادل السالب (Anoins). وعندما يمر المحلول الملحي على المبادل السالب فإن المحلول يبادل أيوناته السالبة مع الأيونات السالبة بالمبادل. وبالمثل عندما يمر المحلول على المبادل الموجب فإن المحلول يبادل أيوناته الموجبة مع الأيونات الموجبة بالمبادل. المبادل الأيوني يحتوي على مجموعات متوالية من هذه المواد لإمتصاص أيونات غير مرغوب فيها وتبادلها مع أيونات أخرى مرغوب فيها [33].



الشكل (II-13): رسم توضيحي تقنية التبادل الأيوني [31].

II.3.4. تقنية التجميدية:

تعتمد عملية إزالة ملوحة المياه بالتجميد على الحقيقة الثابتة أن بلورات الثلج المتكونة بتبريد ماء ملح تكون خالية من الملح. مما يجعل هناك تشابها بين هذه العملية وعملية التقطير التي تنتج بخارا خاليا من الأملاح من محلول الماء الملح. هذا التشابه يظهر فقط من الناحية خلو النتائج في كلتا العمليتين من الأملاح وكلتهما بالطبع تختلفان من الناحية العملية حيث تتم عملية التقطير عند درجة حرارة أعلى من الدرجة المحيطة بينما تتم عملية التجميد عند درجة حرارة أقل من الدرجة المحيطة، هذا الإختلاف في درجة حرارة التشغيل في كلتا العمليتين يؤثر في تصميم الأجهزة والمعدات الخاصة بكل عملية. إذ يراعي في تصميم عملية التقطير تقليل كمية الحرارة المفقودة من وحدة التقطير إلى الجو المحيط. بينما يراعي في تصميم عملية إزالة الملوحة بالتجميد التقليل من كمية الحرارة المكتسبة بوحدة التجميد من الجو المحيط. وأهم عيوب إزالة ملوحة المياه بالتجميد هي المشاكل الناجمة عن النقل وتنقية الثلج. وأهم مميزاتها التقليل من الترسب والتأكل إذا يتم التشغيل عند درجات حرارة منخفضة. تعتمد عملية إزالة ملوحة المياه بالتجميد وتصمم معداتها على القواعد الأساسية المعروفة والأجهزة الخاصة بتقنية التبريد ولكن بعد تعديلها لتناسب إزالة ملوحة المياه بالتجميد، وتنقسم عملية إزالة ملوحة المياه بالتجميد إلى طريقتين رئيسيتين: التجميد المباشرو التجميد الغير مباشر[22].



الشكل (II-14) :رسم تخطيطي لتقنية التجميدية [31].

II.5.3.تقنيات في طور التطوير:

لم يتوقف سعي القائمين على صناعة تحلية المياه البحر في العالم من تقنيين وفنيين في البحث عن تقنيات جديدة لتحلية مياه البحر قادرة على تحقيق مردودية أكبر ومنافع أكثر خاصة مع تزايد الضغوط التي أفرزتها التقنيات التجارية المعروفة فيما يتعلق بالبيئة. فاتجهت أنظار الباحثين والتقنيين نحو الطاقة المتجددة بأنواعها والدمج بين بعض التقنيات التجارية. وهذا ما مهد لبداية عصر جديد من تكنولوجيات التحلية، سيكون المستقبل كفيل بإبراز دورها كخيار مطروح للغالبية العظمى من الدول التي تبنت تحلية مياه البحر[24]. ونستعرض بعض التقنيات الجديدة التي بدأ تطبيقها على مستوى العالم فيما يلي:

II.1.5.3.تقنية التناضح الأمامي:

في هذه التقنية يتم استخدام محلول إصطناعي ذي تركيز أعلى من تركيز ماء البحر. أكثر مايميز هذه التقنية، الإنخفاظ الشديد في الطاقة المستهلكة بسبب توافقها مع حركة الظاهرة الطبيعية، والذي يجعلها لا تحتاج إلى قوة ضغط كما هو الحال في التناضح العكسي بالإضافة إلى إنخفاظ عملية المعالجة الأولية والمواد الكيميائية نتيجة انخفاض معدل الاتساخ، بساطة تصميمها نتيجة الضغط المنخفض الذي لا يستلزم دعامة قوية للأغشية. أم الجانب الذي يعيق استخدامها فهو أن المياه النقية التي تمر عبر الأغشية ليست جاهزة للاستخدام فهي تحتاج إلى معالجة وتقنيات تفصلها عن المحلول الاصطناعي. ولذلك فاختيار المحلول الاصطناعي المناسب الذي يعطي ضغط أسموزي، ويسهل عملية فصله هو مفتاح هذه التقنية[24].

II.3. 2.5 . تقنية التقطير الغشائي:

هذه التقنية من التقنيات الواعدة في تحلية مياه البحر خاصة عند توفر الطاقة الرخيصة مثل: الطاقة الشمسية أو الطاقة المهدرة. وتقوم فكرتها باستخدام غشاء مسامي يسمح بعبور البخار ولا يسمح بعبور السائل. هناك أربعة طرق معروفة حاليا تستخدم في تقنية التقطير الغشائي، ويعتمد اختيار الطريقة المناسبة على التطبيق الذي تستخدم فيه التنقية، فعلى سبيل المثال تعتبر طريقة الاتصال المباشر مناسبة لاستخدامات التحلية بسب أن الماء هو المنتج الرئيسي، وطريقة الجرف والتفريغ تعتبر مناسبة في التطبيقات التي تستلزم إزالة غازات متطايرة من سائل وطريقة الفجوة الهوائية تعتبر مناسبة في جميع التطبيقات[24].

II.3.5.3 . تقنية التحلية بالطاقة الشمسية:

تعتبر من أكثر التقنيات الواعدة بسبب الميزات التي تتمتع بها. ويمكن التقاط الطاقة الشمسية بطرق مختلفة، وتعتبر البرك الشمسية والمجمعات الشمسية ومجمعات الحوض المكافئ أهمها على الإطلاق. ويحتاج تشغيل وحدات التحلية الحرارية بالطاقة الشمسية الطريقة تضمن ثبات حرارة البخار أو السائل المتجه لوحدة التبخير لضمان استمرارية تشغيلها بكفاءة عالية وتجدر الإشارة إلى أن استخدام الطاقة المتجددة (الشمسية، النووية، الرياح)، بدأ يأخذ موقعه على خريطة التحلية للعديد من الدول على غرار المملكة العربية السعودية، الإمارات العربية المتحدة، أستراليا...الخ[24].

4.II.المكونات الأساسية لمحطات تحلية المياه:

تتكون محطة التحلية من ثلاث وحدات أساسية، الأولى للمعالجة الإبتدائية و الثانية للمعالجة البيولوجية و الثالثة للمعالجة النهائية، كما هو موضح في الشكل التالي:

- **المعالجة الأولية:** تهدف لإزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب.
- **المعالجة الثانوية البيولوجية:** تهدف لإزالة الملوثات العضوية القابلة للتفكك الحيوي بواسطة الكائنات العضوية المجهرية وأهمها البكتيريا.
- **المعالجة النهائية:** والتي بدورها تسعى إلى تحسين المياه المعالجة الناتجة عن المرحلة الثانوية عبر إزالة النيتروجين والفسفور والعوامل الممرضة حسب ما هو مطلوب[36]. كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل (II-15) :رسم تخطيطي للمكونات الأساسية لمحطة التحلية [23].

5.II.مراحل تطور تحلية المياه في الجزائر:

يمكن تلخيص أهم المراحل التي مرت بها تحلية مياه البحر في الجزائر في النقاط الآتية:

❖ **سنة 1964م:** شهدت هذه السنة إنشاء ثلاث محطات (وحدات صغيرة) لتحلية مياه البحر، كانت قد أقيمت بالغاز المركب المميع لمحطة أرزيو–وهران– بطاقة إنتاج 8 م^3 /الساعة أي ما يعادل 576 م^3 /اليوم، و كان الغرض الأساسي من إنشائها هو تلبية احتياجات المنطقة الصناعية، ودخلت حيز الخدمة سنة 1965 باعتماد تقنية التبخير متعدد التأثير(MED) [37].

❖ **سنة 1969م:** شهدت هذه إنشاء ثاني وحدة لتحلية مياه البحر، واحتضنتها أيضا مدينة أرزيو —وهران بطاقة إنتاج يومية تعادل 4560 م^3 /اليوم، تعمل بتقنية التقطير الوميضي متعدد المراحل . حيث في ذلك الوقت أقيمت العديد من المحطات للتحلية في مكان موازٍ مع المركبات الصناعية الجديدة ،لإنتاج الكهرباء (شرق الجزائر) و الصناعة للتمييع (أرزيو و سكيكدة)، وفي المقابل أقيمت بعض المحطات في الجنوب للتزويد بالماء الصالح للشرب في القواعد البترولية[37].

❖ **سنة 1994م:** تم إنشاء وحدة للتحلية تعمل بتقنية التناضح العكسي في ولاية مستغانم، بطاقة إنتاج تعادل52000 م^3 /اليوم، و كان الغرض من إنشائها هو تلبية متطلبات صناعة الورق من المياه[37].

❖ **سنة 1996م:** تم إنشاء وحدة للتحلية بمدينة عنابة تعمل بتقنية التناضح العكسي بطاقة إنتاج تعادل 5184 م^3 /اليوم، و تم الاعتماد عليها لتوفير احتياجات أسميدال من المياه[37].

❖ **سنة 2002**م: في إطار المخطط الاستعجالي و بإشراف الحكومة تم إنشاء 21 محطة تستخدم تقنية التناضح العكسي لتحلية مياه البحر، موزعة تقريبا على طول الشريط الساحلي، و قدرت الطاقة الإنتاجية لهذه المحطات مجتمعة ب . 57500 م^3 /اليوم[37].

❖ **سنة 2005** م: شهدت تدشين أول محطة كبرى لتحلية مياه البحر من قبل الرئيس الجزائري عبد العزيز بوتفليقة و هي محطة كهرامة بمدينة أرزيو –وهران– بطاقة إنتاج تعادل 90000 م^3 /اليوم أي ما يعادل 32.85م^3 /السنة.ومثل التدشين آنذاك المرحلة الأولى لبرنامج طموح لإنجاز 13 محطة كبرى لتحلية مياه البحر بسعة إنتاج إجمالي 2.3 مليون م^3 /اليوم أي ما يعادل 839.5 مليون م^3 /السنة [37].

❖ **سنة 2008** م: في حين أن محطة الحامة التي دخلت حيز الخدمة في هذه السنة، بطاقة إنتاجية تقدر ب . 200000 م^3/اليوم أي ما يعادل 73 مليون م^3/اليوم، أي ما يعادل 30 % من الاستهلاك الحالي لماء الشرب بالتجمعات السكانية العاصمية[38].

❖ **سنة 2009** م: شهدت هذه السنة انشاء محطتين للتحلية (وحدات كبرى)، الأولى بسكيكدة بطاقة إنتاجية تقدر بـ 100000 م^3/اليوم، و الثانية محطة بني صاف–عين تموشنت– بطاقة إنتاجية تقدر بـ200000 م^3/اليوم[38].

❖ **سنة 2011** م: شهدت إنشاء ثلاث محطات كبرى للتحلية، الأولى محطة سوق الثلاثاء–تلمسان– بطاقة إنتاجية تقدر ب 200000 م^3/اليوم، والثانية محطة بفوكة–تيبازة– بطاقة إنتاجية تقدر بـ 120000 م^3/اليوم، ومحطة مستغانم بطاقة إنتاجية تقدر بـ 200000 م^3/اليوم[38].

❖ **سنة 2012** م: تم إنشاء محطتين كبيرتين، محطة حنين–تلمسان– ومحطة كاب جنات–بومرداس– بطاقتي انتاج 200000 م^3/اليوم و 100000 م^3/اليوم على التوالي[38].

❖ **سنة 2015** م: شهدت هذه السنة إنشاء محطتين كبيرتين، محطة مقطع–وهران– و محطة تنس–الشلف– بطاقتي انتاج 500000 م^3/اليوم و 200000 م^3/اليوم على التوالي.

ولا زالت لحد الآن محطات لتحلية مياه البحر في طور الإنجاز[38].

II.6. إيجابيات و سلبيات تحلية المياه:

II.6.1. الإيجابيات:

تقدم عملية تحلية مياه البحر العديد من الايجابيات على المدى القريب والبعيد، ومن أهمّ هذه الايجابيات ما يأتي:

- **التوسع في مصادر مياه الشرب**

من المهم توسعة مصادر مياه الشرب نظرًا لتراجع وفرة المصادر العذبة، وخاصّة بأنّ المحيطات والبحار تشكّل ما يقارب 95% من سطح الأرض وبالتالي يعتر التركيز على أنظمة تحلية مياه البحر بديلًا مناسبًا وعمليًا[1].

- **توفير مصدر مياه في مواسم الجفاف**

تواجه الكثير من مناطق العالم مشكلة الجفاف مؤخرًا نظرًا للتغيّر الكبير في أنماط المناخ للعديد من الأسباب، وبالتالي عن طريق عمليات تحلية مياه البحار فذلك يوفّر مصدر مضمون إلى حدٍّ ما لإمداد السكان بالمياه الصالحة للشرب[2] .

- **استخدام حركة المياه خلال التحلية في توليد الطاقة**

ينشأ عن عملية ضخ المياه إلى محطات التحلية حركة ضخمة في المياه المدفوعة وبالتالي يمكن استخدامها في تحريك توربينات توليد الطاقة الكهرومائية، وعلى الأقل يمكن أن تُستخدم هذه الطاقة في تشغيل محطات التحلية وبالتالي تتحقق الاستفادة من المياه العذبة ويتم تقليل تكلفة العملية بشكل كبير[2].

- **المساهمة في تحسين الاقتصاد على جميع المستويات**

يُعتبر توفر الماء من أهمّ أسباب الاستقرار، وعن طريق تحلية مياه البحر وإمداد خزانات إضافية بالمياه النقية وحتى خزانات احتياطي مستقبلي، سيساهم هذا بشكل كبير في تحقيق ورفع مستوى الاقتصاد في جميع أنحاء العالم[2].

- **استفادة العديد من الصناعات من مرافق التحلية**

يُعدّ الملح الناتج من التحلية عالي التركيز وخطير جدًا إذا تمّ تركه في البيئة بشكل عشوائي، يمكن للعديد من الصناعات الاستفادة منه بطرق مختلفة وبنفس الوقت يتمّ التخلص منه بطريقة سليمة، فمثلا يمكن استخدام منتجات الصوديم كعوامل لإزالة الجليد[2].

- **الحفاظ على الحياة المائية**

يمكن استعادة الموائل الطبيعية النهرية والعذبة وشبه العذبة وإعادة التنوع الحيوي فيها عند تقليل الضغط عليها باعتبارها مصادر لمياه الشرب وزيادة الاعتماد على تحلية مياه البحار[2].

II.2.6. السلبيات:

إن عملية تحلية المياه ليست عملية آمنة للغاية وقد تحمل معها العديد من التداعيات البيئية، ولها بعض المخاطر التي قد تؤثر على صحتنا تعرف عليها فيما يلي:

- **خسائر في الكائنات الحية**

يعتقد أن اختفاء بعض الكائنات الحية من مناطق التصريف قد يكون مرتبطًا بتدفق المياه المالحة. يحذر علماء الأحياء البحرية من أن تحلية المياه على نطاق واسع يمكن أن يحدث خسائر فادحة في التنوع البيولوجي للمحيطات. السبب وراء ذلك يعود لأن أنابيب السحب الخاصة بهذه المنشآت تعمل بشكل أساسي على تفريغ الملايين من العوالق وبيض السمك واليرقات السمكية والكائنات الحية المجهرية الأخرى التي تشكل الطبقة الأساسية لسلسلة الأغذية البحرية وتقتلها عن غير قصد. بالتالي فإن محطات تحلية المياه لديها القدرة على التأثير سلبًا على عدد الحيوانات في المحيط[47].

- **تؤثر على الجهاز الهضمي**

تحلية المياه ليست تقنية مثالية، ويمكن أن تكون المياه المحلاة ضارة بصحة الإنسان أيضًا. يمكن للمنتجات الثانوية للمواد الكيميائية المستخدمة في تحلية المياه الدخول إلى المياه "النقية" وتعريض الأشخاص الذين يشربونها للخطر، وقد تكون المياه المحلاة حمضية مما قد يؤثر على الجهاز الهضمي[47].

- **تزيد من خطر أمراض القلب**

تشير دراسة إلى أن المياه المحلاة تزيد من خطر الإصابة بأمراض القلب ، وأن أولئك الذين كانوا يشربون المياه المحلاة أظهروا زيادة خطر الإصابة بأمراض القلب مقارنة بأولئك الذين يستهلكون المياه الطبيعية ، يعز ذلك لنقص المغنيسيوم في المياه المحلاة الذي يلعب دورا حيويا في جسم الإنسان، وهو ضروري ومهم لصحة القلب[47].

- **تلوث البيئة**

تتطلب عملية تحلية المياه مواد كيميائية قبل المعالجة والتنظيف، والتي تضاف إلى الماء قبل تحلية المياه لجعل العلاج أكثر كفاءة ونجاحًا. تشمل هذه المواد الكيميائية الكلور وحمض الهيدروكلوريك وبيروكسيد الهيدروجين، ويمكن استخدامها لفترة محدودة فقط من الوقت، بمجرد فقدها لقدرتها على تنظيف المياه، يتم إلقاء هذه المواد الكيميائية، الأمر الذي يصبح مصدر قلق بيئي كبير ، غالبًا ما تجد هذه المواد الكيميائية طريقها إلى المحيط، مما قد يؤدي الى تسمم النباتات والحيوانات التي تعيش هناك[47].

- **زيادة خطر التعرض للسرطان**

في حالة تحلية المياه تكون بعض المعادن بتركيزات منخفضة جدًا منها الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم. يمكن أن يؤدي تناول مثل هذه المياه إلى حدوث خلل في الإلكتروليت يتميز بنقص صوديوم الدم، نقص بوتاسيوم الدم، نقص مغنيزيوم الدم ونقص كلس الدم الذي يعد من أكثر السمات شيوعًا لدى مرضى السرطان[47].

الفــصل االثالث

تحليل دراسات سابقة لتحلية مياه البحر

1.III. مدخل:

لم يخلق الله الإنسان ليكون رهن مياه الأبحار ومحدوديتها ولكنه فضله على جميع خلقه بالعقل الراجع المبتكر، فعندما إحتاج مزيد من المياه العذبة ليشرب هو و باقي المخلوقات أمكنه إستحداث انظمة متنوعة التي انتشرت بشكل واسع في معظم البلاد للحصول على مياه نقية خالية من الشوائب والمعادن الثقيلة والميكروبات، وقد تطورت هذه الأجهزة إلى آلات ضخمة يمكنها تغطية احتياجات الإنسان المختلفة ولكنها لم تشبع رغباته كاملة، لأن تكنولوجيا تحلية المياه تعتبر من التقنيات الهامة في مجال معالجة المياه التي برزت كحاجة ضرورية لتوسيع مصادر المياه وعدم الإقتصار على المصادر التقليدية، وسنقدم في هذا الفصل مناقشة لمختلف الدراسات السابقة والمقالات العلمية حول تحلية المياه.

2.III. التقيم النظري لتحلية المياه:

للقيام بهذه الدراسة التحليلية اخترنا بعض العينات من الدراسات المدروسة سابقا المدونة في الجداول أدناه للتعرف أكثر على الدراسات النظرية المطبقة لتحلية المياه.

الجدول (III-8): تحليل مقال تحلية مياه البحر [39].

العنـــوان	تحلية مياه البحر
المؤلف	محمد عبد الرحمان الوكيل
اسم المجلة	Wageminem world
السنة	2019
الإشكالية	هل تطور التكنولوجيا كافي لتخلص من طرق تبخير المياه المالحة من أجل إنتاج مياه صالحة للشرب؟
الهدف من التجربة	أجريت هذه الدراسة للحصول على مياه نقية خالية من الشوائب والمعادن والميكروبات بإستحداث هذا النظام لجعل المياه صالحة لشرب.
المياه المدروسة	مياه البحر
تقنية تحلية المياه	تقنية غشائية وهي تقنية التناضح العكسي (RO)
المنطقة المدروسة	مياه البحر بصفة عامة .
النموذج التجريبي والطريقة العلمية المطبقة	يتم أخذ مياه البحر . يتم تجميع المياه لغرض الحصول على مياه نقية خالية من الشوائب والمعادن الثقيلة والميكروبات يتم إجراء هذه التحلية بواسطة أجهزة التي تطورت إلى آلات ضخمة التي تعتبر الحل لمياه العذبة المتاحة ليكون في متناولها مياه نقية خالية من الكيماويات ومطابقة للمواصفات القياسية لمياه الشرب.
الخلاصة	من خلال هاته الدراسة توصلنا إلى إنتاج تكنولوجيا فلاتر تتحمل الضغوط المرتفعة من بخار الماء مرتفعة التكلفة وتفقد كبير من الطاقة، وهذا التطور يحتاج إلى المزيد من الوقت والبحث حتى تنتج ألواح من الفلاتر أقل تكلفة وإقتصادية في التشغيل وقد تحتاج هذه الأبحاث إلى عدة سنوات للوصول إلى هذا الهدف.

الجدول (III-9):تحليل مقال تحلية مياه البحر بديل إستراتيجي لسد فجوة المائية في منطقة العربية[38].

العنـــوان	تحلية مياه البحر بديل إستراتيجي لسد فجوة المائية في منطقة العربية.
المؤلف	حنان عمروسي
اسم المجلة	مجلة الباحث الإقتصادي (العلوم الإقتصادية والإدارية)
السنة	2020
الإشكالية	كيف يمن أن تساهم تكنولوجيا تحلية مياه البحر في سد الفجوة المائية في الدول العربية والجزائر خاصة؟
الهدف من التجربة	استعراض أهم الموارد المائية المتاحة في الوطن العربي ومقارنتها بالإحتياجات المائية المختلفة. إبراز مدى مساهكة تحلية مياه البحر في سد الفجوة المائية في الدول العربية والجزائر خاصة. عرض مختلف السياسات والبرامج المرتبطة بتحلية مياه البحر والمطبقة من طرف الجزائر. إبراز دور تقنية تحلية مياه البحر في القضاء على نقص الماء خاصة بالمناطق الساحلية الغربية للوطن.
المياه المدروسة	مياه البحر
تقنية تحلية المياه	تقنية غشائية وهي التناضح العكسي تقنية حرارية وهي التبخير الوميضي متعدد المراحل
المنطقة المدروسة	الجزائر
النموذج التجريبي والطريقة العملية المطبقة	تجميع مياه البحر اعادة توزيع الموارد المائية باتجاه محطات التحلية مهمة استعمال تقنية التناضح العكسي التي تعتبر عملية انتقال المياه العذبة من المحلول الملحي اقل تركيز الى محلول ملحي لأعلى تركيز وتقنية التبخير الومضي متعدد المراحل التي يجب فيها تسخين الماء المالح إلى درجة حرارة أعلى من درجة الغليان .
الخلاصة	من خلال هاته الدراسة توصلنا إلى نتائج تنطوي في تحلية المياه الجوفية المائلة للملوحة ومياه البحر على إمكانيات هائلة لسد فجوة المائية بين جانبي العرض وطلب في المنطقة. إن الموارد المائية التقليدية بالوطن العربي ليست قليلة ولكن توزيعها يختلف من بلد إلى آخر، غير ان معظمها في أشد الحاجة إلى اللجوء إلى التحلية، وبذلك تكون هذه الأخيرة عنصرا هاما في الإدارة المتكاملة لموارد المياه. إن حجم المحطات الموجودة في دول الخليج العربي والتجربة الطويلة لأساليب التحلية من شأنها أن تجعل هذه الدول مركزا عالميا لتكنولوجيا تحلية مياه البحر، خاصة وأن هذه الصناعة سوف تحتل مركزا هاما في النسيج الصناعي إلى جانب الصناعات النفطية. تعتبر محطات التحلية خيار استراتيجي لكسب الامن المائي والنماء الاقتصادي في الجزائر، لاعتبارات قربها من مناطق الصناعية. سيسمح تطوير تحلية مياه البحر بتامين تزويد المدن الكبرى بمياه الشرب وإعادة توجيه الموارد التي تتوفر عليها السدود الواقعة شمال البلاد إلى المناطق التي تعرف عجزا في التزود بماء الشرب (المدن الداخلية).

الجدول (III-10) : تحليل مقال تحلية مياه البحر في الجزائر بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال فترة (2015.2005) [27].

العنـــوان	تحلية مياه البحر في الجزائر بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال فترة(2015.2005).
المؤلف	كمال بوعظم وأمال ينون
اسم المجلة	مجلة الباحث
السنة	2016
الإشكالية	هل حققت تحلية مياه البحر المواءمة بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال الفترة الممتدة بين 2005-2015؟
الهدف من التجربة	تهدف هذه الدرسة إلى إظهار المنافع التي حققتها تحلية مياه البحر بالنسبة للجزائر خاصة ما ارتبط بضمان مياه الشرب صحية إلى جانب تحديد التأثيرات البيئية لمحطات التحلية على مختلف النظم البيئية خلال هاته الفترة.
المياه المدروسة	مياه البحر
تقنية تحلية المياه	تقنية غشائية وهي تقنية التناضح العكسي (RO). تقنية حرارية وهي تقنية التبخير الومضي متعدد المراحل (MSF).
المنطقة المدروسة	الجزائر
النموذج التجريبي والطريقة العلمية المطبقة	يتم أخد مياه البحر يتم وضع ميزان المائي للدول العربية يتم وضع المياه في محطات صغرى وكبرى مناسبة لكل حالة لكسب الامن الغذائي يتم مقارنة النتائج المتحصل عليها لمعرفة جودتها
الخلاصة	من خلال هاته الدراسة توصلنا إلى أن جميع الدراسات التي أجريت حول تحلية مياه البحر في العالم أن لها تأثيرات سلبية خطيرة على النظم البيئية، وحددت الأسباب الكامنة وراء ذلك: ارتفاع كمية الطاقة المستهلكة على مستوى محطات التحلية، والتي يتم توليدها اعتمادا على المصادر الأحفورية ارتفاع الكيميائيات المستخدمة أثناء المعالجة الأولية والثانوية، وهي أكبر بالنسبة للمحطات الغشائية RO والتي ينتج عنها غازات متنوعة. ارتفاع درجة حرارة وملوحة المحلول الملحي الناتج عن محطات التحلية، والذي يعاد للبحر كما أنه يحتوي على مكونات عديدة ناتجة بدرجة أساس عن المعالجة الأولية مما يجعل تأثيره أكبر على نظم البيئية البحرية.

الجدول(III-11) :تحليل دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتيرية لمياه شاطئ البحر برجيش في مدينة المهدية– تونس[40].

العنوان	دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتيرية لمياه شاطئ البحر برجيش في مدينة المهدية – تونس
المؤلف	سناء عليبي، سميحة محمدي، و آخرون.
اسم المجلة	المجلة العربية للبحث العلمي
السنة	2020
الإشكالية	ما هي الطرق و الأساليب المستعملة لدراسة الخصائص الميكروبيولوجية و الفيزيوكيميائية للمياه لهذه المنطقة؟.
الهدف من الدراسة	اهتمّت هذه الدراسة بدراسة الخصائص المكروبيولوجية و الفيزيوكيميائية للمياه بهذه المنطقة وعزل بكتيريا «المكورات المعوية البرازية » وتحديد المضادات الحيوية المقاومة لها.
المياه المدروسة	مياه البحر
تقنية تحلية المياه	تقنية المعالجة الثلاثية.
منطقة الدراسة	مدينة رجيش ولاية المهدية (الشمال الشرقي لتونس 0" 28' 35° شمالا، 19" 2' 11° شرقا).
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	تتكون منطقة البحث أربع محطّات على طول المنطقة، تبعد نحو 10 كم على محطة التطهير، وحددت إحداثيات هذه النقاط بواسطة جهاز(GPS) جُمعت من كل نقطة 5 عيّنات للمياه السطحية و 5 عينات للرواسب على هيئة علامة X، تبعد كل نقطة عن الأخر بمسافة 5 أمتار، وامتدت مدّة الدّراسة 4 أشهر (ابريل) 2019 . تلقح أنابيب المجموعة الأولى بـ10 مل من عينة الماء المراد فحصها لكل أنبوبة، بعد رجّ العينة جيّدا، ثم ينقل 1مل من عينة الماء إلى أنابيب المجموعة الثانية و 0.1 مل من عينة الماء إلى أنابيب المجموعة الثالثة. تُفحص الأنابيب بعد التحضين وتستبعد أيّ أنابيب سلبية لم يحدث بهانمو، وتنقل الإيجابية منها إلى الفحص التّأكيدي .تُحسب الأنابيب الموجبة لكل مجموعة، وبموجب جدول خاص يُقدَّر العدد الأكثر احتمالا للبكتريا في100 مل من نموذج الماء الأصلي. للحصول على مزارع نقية للبكتريا تُعزل أولا بتنميتها على أوساط زراعية مغذية صلبة، وتنقل العينات الموجبة للأوساط المغذيّة المناسبة، وتحضن لمدة 48 - 24 ساعة في درجات الحرارة الملائمة. بعد عزل البكتيريا وتنقيتها، تستكمل عملية التشخيص وتجرى الفحوصات التالية للتعرّف على جنس ونوع البكتيريا التّي وقع عزلها، والتأكد من النتائج المتحصل عليها بدراسة: •**الخصائص المظهرية**: التي تشمل دراسة خصائص المستعمرات وصفاتها المظهرية، بما فيها الشكل والحجم والارتفاع والقوام واللون والقابلية لإنتاج الصبغات والرائحة، وغيرها. •**الخصائص المجهرية**: وتتضمن دراسة شكل البكتيريا تحت المجهر، وقابليتها لإنتاج السبورات، وكيفية تجمع الخلايا، فضلً عن استجابة البكتيريا لصبغة كرام . •**الخصائص الكيموحيوية**: وتشمل عددًا من الاختبارات التشخيصية مثل اختبار إنزيم الكاتليز والاوكسيديز والاندول واليوريز، واختبار تحلل السكريات.

الخلاصة	من خلال هاته الدراسة توصلنا إلى أن مياه البحر المأخوذة من نقاط مختلفة في المنطقة، يمكن أن تشكّل خطرًا، بسبب وجود بكتيريا مرضية يمكن أن تسبب حالات تسمم وإسهال شديدين، بالإضافة إلى مقاومتها للمضادات الحيويّة. كما أن النتائج تشير إلى أن وضعية بحر برجيش تستدعي انتباهًا ورقابة صارمة لما يمكن أن تشكّله من خطر، بالإضافة إلى عصرنة عملية معالجة مياه المصارف، واعتماد تقنية المعالجة الثّلاثيّة قبل تصريفها في البحر، للمحافظة على الصحّة العامّة والحدّ من الثلوّث المائي وانتشار الأمراض.

الجدول(III-12) :تحليل مقال نوعية وجودة المياه المنتجة من محطات تحلية مياه البحر في مناطق زوارة والزاوية وزليتن[41].

العنوان	نوعية وجودة المياه المنتجة من محطات تحلية مياه البحر في مناطق زوارة والزاوية وزليتن
المؤلف	عبد الناصر مختار قريمه، وخيري محمد العماري، و آخرون.
اسم المجلة	Journal of Soil & Water Sciences; Suez Canal University
السنة	2015
الإشكالية	ما هي العوامل الفيزيوكيميائية تساعد في تحديد نوعية الماء الجيد للاستعمال البشري ؟. و أي من المحطات الاحسن في منطقة الدراسة لانتاج مردود ذو نوعية جيدة؟.
الهدف من الدراسة	تقييم جودة المياه المنتجة من محطات تحلية مياه البحر معرفة مدى صلاحية هذه المياه للشرب و استخدامها في الصناعة والزراعة.
المياه المدروسة	المياه الداخلة لمحطة التحلية
تقنية تحلية المياه	تقنية التبخير الومضي متعدد المراحل.
منطقة الدراسة	مدينة زوارة و الزاوية و زليتن بليبيا .
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	يتم أخذ أربع عينات من المياه المنتجة لكل محطة من مصدر المياه يتم تجميع عينات المياه لغرض إجراء الاختبارات الفيزيائية وغير العضوية في عبوات بلاستيكية من البولي ايثيلين. العينات التي تم تجميعها لغرض إجراء التحاليل المكروبيولوجية تم تجميعها في عبوات معقمة من البولي بروبلين ، وتم حفظها في حافظة تبريد (درجة حرارتها 2-8 درجة مئوية) تم إجراء كل التحاليل والاختبارات اللازمة للتحقق من جودة المياه والعينات التي تم اختيارها و تحليلها كانت كافية لتقييم جودة المياه في الموقع (المحطات الثلاثة)، وكانت مؤشراً عن كشف أي تلوث ناتج من المواد الكيماوية والبيولوجية. يبدأ دخول مياه البحر إلى مآخذ مياه البحر من خلال مصافي وذلك لمنع الشوائب من الدخول إلى مضخات مياه البحر التي تقوم بدورها بضخ مياه البحر إلى المبخرات .هذا ويتم حقن مياه البحر بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 2 ملجم / لتر عند مآخذ مياه البحر أي قبل دخولها للمبخرات وذلك لمعالجتها من المواد البيولوجية العالقة بها.

	ويتم تجيز هذا المحلول في خزانات ومن ثم يتم حقنها خلال مضخات بمعدلات حسب الطلب. يوجد بمآخذ مياه البحر لوحات توزيع القوى الكهربائية التي تغذي المضخات وغيرها بالكهرباء، كما يوجد أيضا أجهزة القياس والتحكم اللازمة لهذه المعدات. هذا ويتم انتقال مياه البحر بعد ذلك إلى المبخرات والتي تتكون من عدة مراجل يتم خلالها تبخير مياه البحر ومن ثم تكثيفها و تجميعها. وبالنظر إلى ما يحدث في العمليات المتتابعة للمياه لحظة دخولها المبخرات وحتى الحصول على المياه العذبة يتم إضافة البولي فوسفات إلى مياه البحر قبل دخولها المبخرات وذلك لمنع الترسبات (القشور) داخل أنابيب المكثفات والمبادلات الحرارية كما نجد أن مياه البحر هذه تمرر على أجزة تسمى بنوازع الهواء وذلك للتخلص من الغازات المذابة بمياه البحر كما يتم تسخين مياه البحر بواسطة مبادلات حرارية تعمل بالبخار وتسمى مسخنات المياه المالحة.هذا ويلزم للمبخرات أنواع متعددة من المضخات منها ما يلزم لتدوير الماء الملحي داخل المبخرات و منها ما يلزم لتصريف الرجيع الملحي إلى قناة الصرف و منها ما يلزم لضخ الماء المنتج إلى محطة المعالجة الكيميائية. هذا وبعد ضخ الماء المنتج إلى المحطة الكيميائية والتي يتم فيها معالجة المياه المنتجة بالمواد المختلفة مثل الكلور وثاني أكسيد الكربون والجير حتى يصبح مطابقاً للمواصفات المطلوبة عالمياً وبعده يتم نقله من محطة المعالجة الكيميائية إلى الخزانات الكبيرة التي تمد الشبكة بالماء الصالح للاستهلاك البشري.
الخلاصة	من خلال نتائج التحليل الكيميائي لمياه محطة الزاوية وزوارة وزليتن لتحلية مياه البحر أن مستويات تركيز جميع الأملاح تقترب من الحد الأدنى للقيم الدلالية المحلية والدولية بمعدلات متفاوتة. تبين من التحاليل المعملية المتحصل عليها أن المياه خالية من أي تلوث بكتيري وأن نتائج التحاليل الكيميائية تعتبر مقاربة للحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب والمعتمدة من اللجنة العليا للمركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية بقرار رقم 69 لسنة 1992، وحسب التركيزات المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية .

الجدول(III-13): تحليل مقال إمكانات استخدام البرك الشمسية في تحلية مياه البحر بمحافظة البحر الأحمر(دراسة جغرافية)[42].

العنوان	إمكانات استخدام البرك الشمسية في تحلية مياه البحر بمحافظة البحر الأحمر(دراسة جغرافية)
المؤلف	د/ محمد أحمد علي سليمان
اسم المجلة	المجلة العلمية لكلية الآداب–جامعة أسيوط
السنة	2014
الإشكالية	كيف يمكننا إستغلال البرك الشمسية كمصدر متجدد و رخيص للطاقة من أجل المساهمة في توفير الحرارة المطلوبة لإتمام عمليات تحلية مياه البحر في منطقة الدراسة؟.
الهدف من الدراسة	التعرف على الموارد الحالية لمياه الشرب بمحافظة البحر الأحمر، و تحليل الوضع الراهن لمحطات تحلية مياه البحر، باعتبارها موردا من موارد مياه الشرب بهذه المحافظة الصحراوية. توضيح طريقة عمل البرك الشمسية، و الوقوف على العوامل المؤثرة في توطنها. بيان إمكانية استخدام البرك الشمسية كمصدر للطاقة في تحلية مياه البحر. تحديد المواقع الصالحة لتوطين محطات تحلية مياه البحر باستخدام البرك الشمسية بالمحافظة. تحديد مدى الجدوى الاقتصادية لاستخدام البرك الشمسية في تحلية مياه البحر.
المياه المدروسة	مياه البحر
تقنية تحلية المياه	الطاقة الشمسية
منطقة الدراسة	محافظة البحر الأحمر
النموذج التجريبي و الطريقة العملية المطبقة	تتكون البركة الشمسية من مسطح من الماء و الملح كبير نسبيا يمكن تقسيمه إلى الطبقات الآتية: **الطبقة السطحية:** و هي طبقة قليلة الملوحة تتعرض للرياح و تيارات الهواء، و تتأثر نتيجة لذلك بالحمل الحراري. **الطبقة الوسطى:** و تتدرج الملوحة في هذه الطبقة من ملوحة منخفضة عند سطحها العلوي الملاصق لطبقة الحمل السطحية إلى ملوحة عالية عند نهايتها، و نتيجة تدرج الملوحة في هذه الطبقة بهذه الصورة، فإنها تميل إلى واد تيارات الحمل الناتجة من تدرج درجة الحرارة نحو الزيادة في الاتجاه للأسفل، و تسمى هذه الطبقة بطبقة اللاحمل أو طبقة تدرج الملوحة. **الطبقة السفلية:** و تبدأ عند نهاية طبقة اللاحمل التي تنتهي بتدرج الملوحة، و تتعرض هذه الطبقة للحمل، و يتم فيها تخزين الطاقة الشمسية المجمعة، ويطلق عليها اسم طبقة الحمل السفلية، مما يؤدي إلى تسخينها بينما الطبقين العلويتين تكونان غير منفذتين للإشعاع الحراري، الأمر الذي يجعلهما تعملان مثل الغطاء الزجاجي للمجمع الشمسي. في حين تظل الطبقة الوسطى المتدرجة الملوحة في حالة ثبات و غير موصلة للحرارة بالرغم من ارتفاع درجة حرارة قاع البركة (الطبقة السفلية) وذلك لأن تدرج زيادة الملوحة لأسفل يصاحبه زيادة متدرجة في كثافة المياه المالحة بما يمنع صعود المياه المرتفعة الحرارة للأعلى.
الخلاصة	أسفرت البرك الشمسية في استحدامها في تحلية مياه البحر بأنها: أحد الحلول المثلى لتجميع و تخزين طويل المدى للطاقة الشمسية

	ارتفاع الجدوى الاقتصادية من استخدام البرك الشمسية كمصدر للطاقة في تحلية مياه البحر كبديل عن محطات التحلية التقليدية ذات التكلفة الانشائية و الإنتاجية المرتفعة.

III.3. تحليل المقالات السابقة:

III 1.3. المقال (1):

تضمنت الدراسات أن التكنولوجيا ستكون هي الحل للأجيال القادمة والتي لن تعاني من محدودية المياه العذبة المتاحة ليكون في متناولها مياه نقية خالية من الكيماويات و مطابقة للمواصفات القياسية لمياه الشرب.

III 2.3. المقال (2):

أن حجم المحطات الموجودة في دول الخليج العربي والتجربة الطويلة لأساليب التحلية من شأنها أن تجعل هذه الدول مركزا عالميا لتكنولوجيا تحلية مياه البحر ، كما أن تعتبر محطات التحلية خيار استراتيجي لكسب الأمن المائي والنماء الاقتصادي في الجزائر .

III 3.3. المقال (3):

لا تزال الدراسات بشأن الآثار التي تخلفها محطات تحلية مياه البحر على النظم البيئية في الجزائر محدودة، ولا يزال العمل على تدقيق المخاطر الناتجة عن طرح المحلول المحلي دون معالجة في مياه البحر غير مضبوط حيث أن إنتاج مياه محلاة لتزويد السكان بمياه الشرب دون النظر ولو بشكل دقيق لما يمكن أن يترتب على هذه التكنولوجيات من مخاطر مزمنة

III 4.3. المقال (4):

تمت دراسة الخصائص الميكروبيولوجية و الفيزيوكيميائية للمياه بهذه المنطقة و اعتمدنا في هذه الدراسة على عزل بكتيريا "المكورات المعوية البرازية" و تحديد المضادات الحيوية المقاومة.

أما عن النموذج التجريبي فقد اعتمدنا على اربع محطات على طول المنطقة تبعد 10 كم على محطة التطهير و جمعت من كل محطة 5 عينات للمياه السطحية و 5 عينات للرواسب، ثم قمنا بتحليلها و في الأخير توصلنا بأن هذه الدراسة تبين لنا أن مياه البحر بمدينة رجيش تحتوي على بكتيريا مرضية تدل على وجود غائطي بشري أو حيواني ناتج عن سوء معالجة مياه الصرف الصحي.

III 5.3. في المقال (5):

في هذا المقال تمت دراسة بعض المتغيرات الفيزيائية و الكيميائية لثلاث محطات تحلية مياه.

أما عن النموذج التجريبي المعتمد في هاته الدراسة يتم تجميع عينات المياه لغرض اجراء الاختبارات الفيزيائية و الغير عضوية في عبوات بلاستيكية من البولي إثلين و تم حفظها في حافظة تبريد (درجة حرارتها 2-8 درجة مئوية)، حيث لاحظنا الانخفاظ قليلا عن الحد الأدنى للقيمة على المدى القصير لا يعني بالضرورة أن الماء غير آمن للاستهلاك البشري حيث يتوقف ذلكعن العنصر الكيميائي، فالنقص في تركيز بعض الاملاح مثل الصوديوم لا يثير مخاوف كبيرة.

III 6.3. في المقال (6):

اعتمدنا في دراستنا هذه من اجل توفير المياه العذبة على البرك الشمسية كمصدر متجدد و رخيص للطاقة يمكن ان تساهم في توفير الحرارة المطلوبة.

أما عن النموذج الذي اعتمدناه في هذه الدراسة عن البرك الشمسية و التي تتكون من مسطح من الماء و الملح كبير نسبيا يمكن تقسيمه إلى الطبقات الاتية: الطبقة السطحية، الطبقة الوسطى، الطبقة السفلي.

ومن خلال هذه الدراسة تبين لنا أن محافظة البحر الأحمر في سد احتياجاتها الحالية من محطات تحلية مياه البحر، أين استعملنا البرك الشمسية أهم بدائل الطاقة المتاحة للاستغلال و تعتبر البرك الشمسية احد الحلول المثلى للتجميع و التخزين طويل المدى للطاقة الشمسية.

III.4.النتائج:

للقيام بهذه الدراسة التحليلية اخترنا بعض العينات من الدراسات السابقة، للتعرف أكثر على الدراسة النظرية لتحلية مياه البحر توصلنا الى النتائج التالية:

- من أهم التقنيات التحلية المستعملة بكثرة هي تقنية التناضح العكسي و تقنية التبخير الومضي .
- إن الهدف من أية محطة تصفية للمياه هو إنتاج مياه أمينة وصالحة للشرب وذات مذاق مستساغ.
- معظم المعايير الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب المدروسة كانت ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات العالمية.
- تنطوي تحلية مياه البحر على إمكانية هائلة لسد الفجوة المائية بين جانبي العرض والطلب في المنطقة.
- تعتبر محطات التحلية خيار إستراتيجي لكسب الأمن المائي والنماء الاقتصادي في الجزائر.
- المنافع التي حققتها تحلية مياه البحر بالنسبة للجزائر خاصة ما ارتبط بضمان مياه شرب صحية إلى جانب تحديد التأثيرات البيئية لمحطات التحلية على مختلف النظم البيئية.
- تحلية مياه البحر تعد خيارا حتميا للعجز المائي للتحسين من نوعيته و نزع الشوائب إلى أن تنعدم وكذلك تركيز الملوحة المرتفعة.

III.5.الاقتراحات:

ومن خلال تحليل هذه الدراسات توصلنا الى أهم الإقتراحات التي يمكن الخروج بها من هذه الدراسة:

- ✓ إدخال تحسينات تقنية لرفع كفاءة التحلية، تخفيض تكاليف الطاقة لعملية التحلية، تقليل الأضرار البيئية الناجمة عن عملية التحلية.

- ✓ تكثيف الدراسات البيئية المتخصصة في تحلية مياه البحر، خاصة ما تعلق منها بكيفية معالجة آثار المحلول الملحي، وذلك بإنشاء معاهد متخصصة على المستوى الوطني.
- ✓ تعزيز البحوث الميدانية في مجال تطوير الطاقات المتجددة ودراسات الجدوى البيئية والفنية، بشأن تطبيقها صناعية تحلية مياه البحر خاصة مع التطور الذي شهدته هذه الدراسات في الدول التي وطنت صناعة التحلية على أرضيها.
- ✓ سد احتياج محطات التحلية للطاقة عبر المصادر المتجددة كطاقة الرياح والشمس والأمواج.
- ✓ توعية المواطنين بهذه التقنيات المهمة لتحلية هذه المياه من أجل تطويرها تكنولوجيا مستقبلا.
- ✓ النتائج المتحصل عليها يلزم على مستعملي مياه بحر برجيش الانتباه و رقابة صارمة لما يمكن أن يشكله من خطر، بالإضافة إلى عصرنة عملية معالجة مياه المصارف، واعتماد تقنية المعالجة الثّلاثيّة قبل تصريفها في البحر، للمحافظة على الصحّة العامّة والحدّ من الثلوّث المائي وانتشار الأمراض.
- ✓ النتائج المتحصل عليها ينصح بتشجيع المستثمرين على الدخول في مجال إقامة محطات لتحلية مياه البحر من البرك الشمسية، و إنشاء مركز لبحوث الطاقة الشمسية بمحافظة البحر الأحمر، و إمكانية المزج بين طاقة الرياح والبرك الشمسية في نظام مزدوج.

الخلاصة العامة:

من خلال تحليل المقالات لدراسات السابقة يتبين لنا أن المخزونات المائية الجوفية منها السطحية عملية إستنزاف وإستهلاك لاعقلاني في الاستعمالات الزراعية والصناعية والاستعمالات المنزلية مما نجم عنه تدهور في الكمية والنوعية معا لهذا مع انخفاض الكمية المستهلكة يزاد الطلب على المياه ليجأ الإنسان إلى تحلية المياه البحر ضرورية لحياته .

تستخدم تقنيات تحلية مياه البحر بشكل رئيسي في البلدان المتقدمة التي تملك موارد اقتصادية وتقنية عالية، ومن الممكن أن تصبح متاحة في البلدان الأخرى مستقبلا بسبب البحث المستمر عن تقنيات جديدة وحلول أفضل للمشكلات الموجودة حاليا كمشاكل الجفاف والاكتظاظ السكاني، وما تترتب عليها من منافسة على مصادر المياه، وعلى الرغم من التخوف العلمي من فكرة الاستخدام المفرط لمياه البحر والإعتماد الكلي إلا انها تبقى خيارا جيدا لتوفير مياه الشرب للكثير من السكان.

وفي الأخير يجب علينا السعي الجاد المستمر لرفع نسبة المحتوى المحلي من المواد المحلية والصناعات الوطنية تدريجيا في إنتاج محطات تحلية مياه البحر حتى يتحقق ما يسعى لأجله لهذه التحلية.

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

[1] اندريا سيبولينا، تحلية مياه البحر سيرورات الطاقة التقليدية و المتجددة،2011.

[2] سمير محمود والي، تحلية مياه البحر،2008.

[3] مصطفى محمود سليمان، ازمة وحروب تحلية مياه البحر،2009.

[4] على محمد عبد الله ،الماء وفيه تنطوي نعمة الحياة، وكالة الصحافة العربية. الناشرون، الجيزة مصر2006، ص13،14.

[5] أحمد طرطار وصباح الدراجي، المياه وإشكالية الاستدامة، مداخلة مقدمة الى المتقى الوطني حول اقتصاديات المياه، بسكرة، جامعة محمد خيضر بسكرة، ص2،3.

[6] الدكتور ناصر الحايك، مدخل إلى كيمياء المياه (تلوث- معالجة- تحليل)،للمعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، سوريا،ص30،42،123، [108-115].

[7] حكيمة عبابسة، الخصائص الكهربائية للماء:الحساب النظري لسماحية الكهربائية، مذكرة لنيل شهادة الماجيستير تخصص: فيزياء، ورقلة، 2006، ص13،14.

[8] خرموش إسمهان ، الحماية القانونية لمياه والأوساط المائية من التلوث – دراسة في إطار التشريع الجزائري-، مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في الحقوق تخصص قانون البيئة، جامعة سطيف محمد لمين دباغين –سطيف02-، سطيف، 2015، ص10.

[9] علا حسين على العبيدي، دراسة وتقويم أسباب تملح مياه نهر الفرات في وسط جنوب العراق، رسالة مقدمة إلى مجلس كلية الزراعة –جامعة المثنى- وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية لإنتاج النباتي (علوم التربة والموارد المائية)، جامعة المثنى، المثنى (العراق)، 2017، ص 8،21،23.

[10] محمد عثمان علي محمد وبشير محمد الحسن، جودة مياه الشرب، دار جامعة خرطوم لطباعة والنشر، الخرطوم، 2017 ،ص6.

[11] بوغدة نور الهدى، دور الكفاءة الاستخدامية للموارد المائية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي-حالة الجزائر-، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتوراء في علوم التسير، جامعة فرحات عباس –سطيف1- سطيف، 2015، ص51،52،53.

[12] معلم صلاح الدين الموارد المائية واستعمالاتها بدائرة الطولقة (ولاية بسكرة)، بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في تهيئة الاوساط الفيزيائية (المياه والتهيئة)، قسنطينة، جامعة منتوري-قسنطينة-، 2011، ص109،112،113.

[13] سعاد عبد المهدي عبد النور واخرون، دراسة وتقيم بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب لمحطة الزركة، المؤتمر الثاني لكلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة كربلاء،2013، ص30-31-32.

[14] منظمة الصحة العالمية، لدلائل جودة المياه الجزء الثالث1985، ص6.

[15] الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، تقنية البيئة-كيمياء الحيوية-، المؤسسة العامة لتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، ص2.

[16] مارك .ج .هامر . جوتيو، ترجمة يوسف رضوان، الماء وتقنية مياه الصرف، سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة – المنظمة العربية للترجمة-، الرياض السعودية، هـ1432، ص80.

[17] نجلاء عجيل محمد، تقيم مياه الخام والشرب لمحافظة ديالا لسنة 2017، مجلة كلية التربية لنبات-جامعة بغداد-، 24/9/2019، الحجم 30، العدد4، ص 74،79،80.

[18] عبد العزيز يونس الصفاوي واخرون، تقيم نوعية مياه الشرب في جامعة الموصل بإستخدام دليل نوعية المياه WQI، مجلة جامعة كركوك- الدراسات العلمية، الحجم13، العدد 2، جوان 2018، ص192.

[19] المنظمة العالمية لصحة ، دلائل جودة المياه الجزء1، 2009، ص 129،130.

[20] عبد الدائم كحيل، دور الماء بين العلم والإيمان مكتبة الشاملة، ص84.

[21] المملكة العربية السعودية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، تخصص إنتاج كيميائي لتحلية المياه 258 هكم، طبعة 1429هـ، ،ص 18، 19.

[22] ازمة المياه في المنطقة العربية ، د. سامر مخيمر وخالد حجازي، عالم المعرفة، الكويت، مايو1996، ص230.

[23] مركز إنماء المملكة للتدريب وتطوير، تشغيل وصيانة محطات تنقية المياه، وزارة المياه والكهرباء، ص25،26، 129,165

[24] امال ينون، تحليل تكلفة تحلية مياه البحر دراسة مقارنة بين الجزائر والمملكة العربية السعودية، أطروحة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، سطيف، جامعة سطيف 1-2016، ص 46,42,41,33 .

[25] الجريدة الرسمية الجزائرية، العدد 27، 26 أبريل 2006م، ص [12-14].

[26] دراسة تشكيل فلتر سيراميكي من الطينات المصرية لتنقية مياه الشرب، المقالة 15، المجلد 2016، العدد 43، الصيف 2016، الصفحة 355- 356 .

[27] كمال بوعظم وامال ينون، تحلية مياه البحر في الجزائر : بين توفير مياه الشرب وحماية البيئة خلال الفترة (2005_2015)، مجلة الباحث، 2016، العدد16، ص 323-333

[28] سعيدي سعاد ، بن شريف مارية، دراسة تجريبية لتحسين مردود المقطر الشمسي في منطقة ورقلة،2020،ص7،11.

[29] محمد مصطفى محمد الخياط، الطاقة (مصادرها – أنواعها – استخداماتها)، تبسيط العلوم، القاهرة،2006، ص 45.

[30] ميده ،صغيري، معالجة التأثير الموسمي على التقطير الشمسي في ولاية الوادي،2020،ص 19.

[31] ا.د. عصام الدين خليل حسن، إعداب المياه، الطبعة الأولى، المكتبة الأكاديمية، القاهرة،2000، ص 73,74.

[32] بن سليمان نور الهدى ، شلغام منيرة ، دراسة تجريبية لتحسين أداء المقطر الشمسي البسيط باستعمال المضخة الحرارية، جامعة قاصدي مرباح – ورقلة –، ص12.

[33] سراوي مبروك، تخفيض الفلوريد في مياه منطقة تقرت دراسة مقارنة والعوامل المؤثرة، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجيستير تخصص: كيمياء تحليلية ومراقبة المحيط، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح ورقلة،2008، ص 51،52،62،61،60.

[34] الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي، دليل المتدرب البرنامج التدريبي مهندس تشغيل مياه – الدرجة الثانية التكنولوجيات الحديثة في معالجة مياه الشرب، قطاع تنمية الموارد البشرية – الإدارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي، 2015، ص 26.

[35] تحلية المياه بتقنية النانو، أ.و.د. أسعد رحمان سعيد الحلفي، قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة، ص2.

[36] د.م عبد الر ا زق محمد سعيد التركماني, 2009 , المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي في محطات المعالجة, المدينة الصناعية بحيساء ص 19 .

[37] عمروسي حنان،دور تكنولوجيا تحلية مياه البحر في سد الفجوة المائية في الدول العربية، جامعة باجي مختار – كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير عنابة – الجزائر ، ص 118.

[38] حنان عمروسي، تحلية مياه البحر بديل استراتيجي لسد الفجوة المائية في المنطقة العربية – دراسة حالة الجزائر–، جامعة باجي مختار–عنابة– الجزائر، مجلة الباحث االاقتصادي ص 287–300.

[39] محمد عبد الرحمن الوكيل، تحلية مياه البحر، أستاذ متفرغ– جامعة المنصورة، فبراير2019.

[40] سناء عليبي، سميحة محمدي، و آخرون، دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتيرية لمياه شاطئ البحر برجيش في مدينة المهدية – تونس، المجلة العربية للبحث العلمي2020.

[41] عبد الناصر مختار قريمه، وخيري محمد العماري، و آخرون، نوعية وجودة المياه المنتجة من محطات تحلية مياه البحر في مناطق زوارة والزاوية وزليتن، ،2015.

[42] د/ محمد أحمد علي سليمان، إمكانات استخدام البرك اشمسية في تحلية مياه البحر بمحافظة البحر الأحمر(دراسة جغرافية)، المجلة العلمية لكلية الآداب–جامعة أسيوط،2014.

[43] ا.فتحي دردار، البيئة في مواجهة التلوث، الددينة الجديدة تيزم كزك، الدؤلف كدار الامل، 2003 ، ص31

[44] أحمد السركرم، مقدمة في كيمياء التلوث البيئي، دار حامد لنشر كالتوزيع، الاردف عماف، 2014 ، ص4

[45] خميس رداد، الدوارد الدائية، كرشة عمل الاحصاءات البيئية ،دارة الاحصائات العامة، عماف الاردف، 2004 ، ص 8،7.

[46] غوردن ك.باكنكوبف، ترجمة الدكتور صابر السيد منصور المسماري و آخرون، مقدمة في كيمياء المياه الطبيعية، الطبعة الاولى، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء ليبيا، ص23,33,38,39,59 .

[47] منى خير،تحلية المياه،بين الحاجة و المخاطر،2021.

[48] غريب. (2019). استراتيجية إدارة الأزمة المائية في الجزائر.

[49] الجريدة الرسمية الجزائرية، العدد34، 19يونيو2011 م، ص5،6.

المراجع باللغة الأجنبية:

[1] Nick Nicholas (29-08-2019), "Pros And Cons Of Seawater Desalination Using RO For Drinking Water", wateronline, Retrieved 02-02-2022 Edited.

[2] ^ أ ب ت ث ج Keith Miller, "21 Advantages and Disadvantages of Desalination", futureofworking, Retrieved 02-02-2022 Edited.