الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم: الهندسة المدنية والري

مذكرة

ماستر مهني

تخصص: معالجة وتطهيروتسيير المياه

من اعداد الطلبة:

غشي نور الدين، لحسيني عبد الكريم

الموضوع :

إقتراح منشآت معالجة أولية لتحلية مياه في مدينة ورقلة

أمام اللجنة المكونة من:

رئيسا	مشري العيد	جامعة ورقلة
مناقشا	كاتب سمير	جامعة ورقلة
مؤطرا	غرايري يمينة	جامعة ورقلة

2024/2023

شكر وتقدير

أولا الشكر لله ثم من بعده نتقدم بالشكر والامتنان لأستاذتنا الموقرة المشرفة الاستاذة "غرايري يمينة" والتي كانت معنا بتوجيهاتها القيمة لإعداد هذه المذكرة وإلى كل الأساتذة الذين عرفناهم طيلة مسيرتنا الجامعية بالعمل والجد والاجتهاد الذين تعلمنا منهم الكثير كل باسمه

الإهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن ولى
أما بعد
الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية
وأحمد الله تعالى الذي بارك لي في إتمام بحثي هذا
أهدي بحثي هذا إلى
صاحب السيرة العطرة والفكر المستنير
أبي الغالي
إلى من ساندتني طوال حياتي
أمي الحبيبة
حفظهما الله وأدامهما نور لدربي
لكل العائلة الكريمة التي ساندتني ولا تزال من إخوة وأخوات
إلى كل أحبائي وأصدقائي
وإلى كل من ساعدني في إنجاز البحث

لحسيني عبد الكريم

الإهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن ولى
أما بعد
الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية
وأحمد الله تعالى الذي بارك لي في إتمام بحثي هذا
أهدي بحثي هذا إلى
صاحب السيرة العطرة والفكر المستنير
أبي الغالي
إلى من ساندتني طوال حياتي
أمي الحبيبة
حفظهما الله وأدامهما نور لدربي
لكل العائلة الكريمة التي ساندتني ولا تزال من إخوة وأخوات
إلى كل أحبائي وأصدقائي
وإلى كل من ساعدني في إنجاز البحث

غشي نور الدين

الفهرس

شكر وتقدير .....
الإهداء.....
الإهداء.....
الفهرس III
قائمة الأشكال VII
قائمة الجداول VIII
قائمة الصور IX
مقدمة عامة 2
الفصل الأول: عموميات حول المياه
I-1 مقدمة : 4
I-2 المصادر الطبيعية للمياه : 4
I-3 الدورة الهيدرولوجية للماء :.....4
صورة I.1 توضح الدورة الهيدرولوجية للماء.....4
I-4 مواصفات المياه من مصادرها الطبيعية : 5
I-5 العوامل المؤثرة على كمية المياه الجوفية :.....5
I-6 تصنيف المياه الجوفية :.....5
I-7 العوامل المؤثرة على نسبة تركيز الأملاح في مياه البحار :.....6
I-8 استخدامات الماء المختلفة والمواصفات اللازمة لها : **Error! Bookmark not defined.**.....
I-8-1 أنماط استهلاك الماء : ..... **Error! Bookmark not defined.**
I-8-2 الاستخدامات الآدمية..... **Error! Bookmark not defined.**
I-9-1-1 العناصر المرغوب فيها : 7
I-9-1-2 العناصر الغير المرغوب فيها : 7
I-9-2 الخصائص الفيزيائية : 8
I-10 خلاصة :..... 10
الفصل الثاني :تحلية المياه
II-1 مقدمة : 12
II-2 بداية التحلية وتاريخها ومراحل تطورها :..... 12
II-3 طرق تحلية المياه المالحة : 12
II-3-1 طريقة التحلية بالتبخير الومضي : 12
II-3-2 طريقة التحلية بواسطة التبريد : 12
II-3-3 طريقة التحلية بواسطة الأغشية : 13

II-3-4 طريقة التحلية بالتبخير متعدد التأثير :.....13
 شرح عملية التبخر متعدد التأثير :.....13
II-3-5 طريقة التحلية بضغط البخار :.....13
II-4 الجمع بين هذه الطرق الحرارية المختلفة..... 14
II-7 معالجة المياه : 14
II-7-1 معالجة مياه الصرف الصحي :.....14
II-7-2 معالجة مياه البحر : 15
II-7-3 معالجة المياه الجوفية : 15
II-7-4 معالجة المياه السطحية :.....15
II-7-5 معالجة مياه الشرب : 15
التعريف بمياه الشرب.....15
محتويات مياه الشرب 15

الفصل الثالث :التناضح العكسي

III-1 مقدمة 17
III-2 تقنيات نزع المعادن : 17
III-3 تاريخ التناضح العكسي: 17
III-4 ماهو التناضح العكسي :.....17
III-5-2 كيف يتم حساب الضغط الأسموزي : 19
III-6 المقارنة بين أغشية التناضح العكسي : 20
III-7 مراحل تقنية التناضح العكسي :[18] 20
III-7-1 مرحلة المعالجة ما قبل عملية التحلية :.....20
III-7-4 مرحلة التثبيت أو ما بعد المعالجة :.....20
III-8 استعملات مياه التحلية :..... 20
III-8-1 الصناعات : 21
III-8-2 الزراعة : 21
III-8-3 مياه الشرب : 21
III-9 كيف يتم تحديد نقاوة المياه المنتجة من العملية : 21
III-10 كيف نمنع انسداد الأغشية : 21
III-11 كيف يتم غسيل الأغشية : 21
III-12 ماهي احتياجات المحطة لأعمال الصيانة اليومية : 22
III-13 ماهو العمر الإفتراضي للأغشية بعد التشغيل.: 22
III-14 نمو البكتيريا في المياه المنتجة أثناء التخزين :..... 22
III-15 الاعتبارات الأساسية في تصميم منظومة تناضح عكسي صناعية :..... 22
III-16 المراحل الرئيسية في تأليف منظومة التاضح العكسي :..... 22

III-16-1 مرحلة ماقبل المعالجة أو المرحلة المبدئية :.....22
III-16-2 كميات الجسيمات في مياه التغذية : 23
III-16-3 مرحلة المعالجة أو التحلية: 23
III-16-4 مرحلة مابعد المعالجة أو النهائية :.....24
III-17 استخدامات برامج الكومبيوتر الخاصة بالتصميم :..... 24
III-18 أنواع أغشية التناضح العكسي ومميزاتها: 24
III-19 وحدات التناضح العكسي : 25
III-19-1 تعريف الوحدة النمطية : 25
III-19-2 أنواع الوحدات : 25
III-19-2-1 وحدات الألياف المجوفة :.....25
III-19-2-2 وحدات لولبية : 26
III-19-2-3 وحدات لوحة :.....26
III-19-2-4 وحدات في شكل أنبوبي : 26
III-20 مشاكل التحلية بواسطة التناضح العكسي :..... 27
III-20-1 التفسير العام لحدوث التآكل :.....27
III-20-1-1 طرق إزالة الغشاء الهيدروجيني الموجود على السطح :.....27
III-20-1-2 الحقائق العامة التي تحكم عملية التآكل ، خاصة في معدن الحديد : 28
III-20-1-3 طرق التحكم في التآكل أو منعه : 28
III-21سلبيات وايجابيات التناضح العكسي : 29
III-21-1 الإيجابيات :.....29
III-21-2 السلبيات : 29
III-22 الخلاصة : 29

الفصل الرابع:المعالجة الاولية في محطات التناضح العكسي

IV-1 مقدمة : 31
IV-2 أنواع المعالجة الأولية للمياه 31
IV-2-1 المعالجة الأولية التقليدية للمياه : 31
IV-2-2 المعالجة الأولية الحديثة للمياه.....31
IV-3 عوامل يجب الانتباه لديها: 32
IV-3-1 إزالة المواد الكبيرة: 32
IV-3-2 إضافة المواد الكيميائية:.....32
IV-3-3 الترشيح: 32
IV-4 المعالجة الأولية لمياه التغذية..... 33
IV-4-1 المعالجة الأولية لمياه التغذية لوحدات التحلية 33
IV-4-2 الوحدة الرابعة :معالجة المياه.....33

IV-5 أهمية المعالجة الأولية على أداء وحدات التناضح العكسي 34
IV-6 ماهي الكيماويات المضافة لعمليات التحلية ؟..... 35
IV-7 مكونات منظومة الدخول والمعالجة الأولية لمياه التغذية :..... 36
IV-8 أهمية العكارة Turbidiy وما هي طرق علاجها 36
IV-8-1 اختبار العكارة SDI 36
IV-9 أنواع المرشحات (الفلاتر (المستخدمة في وحدات التحلية 37
IV-9-1 المرشحات الرملية.....37
IV-9-2 مرشحات أخرى 37
IV-10 قوالب المعالجة المسبقة: 39
IV-10-1 المعالجة التقليدية. 39
IV-10-2 المعالجة الغشائية : 40
IV-11 المعالجة النهائية لمياه التحلية المنتجةProduct Water post Treatment 42
ما معنى المعالجة النهائية للمياه المنتجة من وحدة التحلية.....42
الفصل الخامس :محطة المعالجة المدروسة
V-1 مقدمة : 44
V-2 الأهداف الرئيسية للعمل البحثي : 44
V-3 محطة نزع المعادن إفري القارة ورقلة..... 44
V-3-1 التعريف بالمحطة : 44
V-3-2 المخطط العام لعمل المحطة 45
V-3-3 رحلة معالجة الماء في المحطة : 45
V-3-4 المكونات والوحدات الأساسية في المحطة : 46
V-3-4-1الأبار: 46
V-3-4-2 مضخات التغذية لمرشحات الرمل : 47
V-3-4-3مرشحات الرمل : 47
V-3-4-4 حوض تجميع الماء المفلتر (المرشح): 48
V-3-4-5 مرشح الخرطوش : 48
V-3-4-6 مضخات التغذية لمرشحات الخرطوش :.....49
V-3-4-7 مضخات تغذية أجهزة التناضح العكسي :.....49
V-3-4-8أجهزة التناضح العكسي 50
V-3-4-9 خزان تجميع الماء الناتج (المار عبر أغشية التناضح العكسي) : 50
V-3-4-10خزان الخلط وتجميع الماء المعالج : 50
V-3-4-11 المضخات المؤدية إلى أبراج و أحواض توزيع المياه : 50
V-3-4-12عملية غسل وتنظيف المحطة :.....51
V-3-4-13 النظام المضاد لعودة المياه : 51

V-3-4-14قنوات الرفض : 51
V-4 مخبر التحاليل : 51
V-5 الأدوات المستعملة في المخبر: 52
V-5-1 أجهزة القياس المحمولة : 52
العناصر والمتغيرات التي تم قياسها 52
V-5-2 وضع التشغيل : 52
V-5-3 جهاز قياس الكلور 53
V-6 نتائج تحاليل المياه الخام ومياه الترشيح ومياه التناضح والمعالجةمع الاختلاف في الخط المار عبره المياه في مرحلة التناضح 53
V-7 نتائج تحاليل مياه التناضح العكسي لكل خط من خطوط التحلية : 54
V-8 نتائج وتفسيرات الخصائص الفيزيائية والكيميائية : 56
V-8-1 الرقم الهيدروجيني (PH) : 56
V-8-2 الناقلية : 56
V-8-3 العكارة : 57
V-8- 4الملوحة :.....57
اقتراح بعض الحلول من أجل توسعة المحطة: 60
خلاصة : 60
قائمة المراجع..... 62
الملخص : 63
Ressemé..... **Error! Bookmark not defined.**

قائمة الأشكال

الشكل III. 1: تقنيات نزع المعادن.....17

الشكل III. 2 مبدا عمل التناظر 18

الشكل III. 3 التناظر العكسي 18

الشكل III. 4: وصف وحدة التناضح العكسي الملفوفة [19].....25

الشكل III. 5: مخطط وحدات الألياف المجوفة[19] 26

الشكل III. 6 : مخطط يوضح تركيب وحدة لوحة[19].....26

الشكل III. 7 : وحدة الغشاء الأنبوبي [17] 27

الشكل 1IVتصور عام لمحطة معالجة مياه كاملة

Error! Bookmark not defined.

الشكل 3IVرسم توضيحي لكيفية عمل المرشح وطريقة اعتراضه للعوالق ذات الحجم الأكبر من الثغور 33

الشكل 4IV: المعالجة الأولية والنهائية لمحطات التحلية 34

الشكل 5IV المروقات 38

الشكل 6IVمرشحات رملية متعددة المحتوى 38

الشكل 7IV اختبار العكارة.....38

الشكل 8IV طرد الهواء .....**Error! Bookmark not defined.**

الشكل 9IV تصور عام لمحطة معالجة مياه كاملة 39

الشكل V 1 المخطط العام للمحطة 45

قائمة الجداول

جدول I. 1.تقسيم مصادر المياه في الطبيعة [1] 6
جدول I. 2: أنماط الاستهلاك في بعض بلدان العالم 1] ..... **Error! Bookmark not defined.**
جدول I. 3: قابلية ذوبان بعض الغازات في الماء بدلالة درجة الحرارة 8
جدول I. 4 بعض تراكيز العناصر المسموح بها في عدة أنظمة.....10
جدول IV 1: الكيمياويات المضافة لوحدة التحلية 34
الجدول V 1يعطنا قيم ونسبة تدفق كل بئر على حدى . 46
الجدول V 2نوعية المياه الخام (المياه الداخلة للمحطة) المياه الناتجة عن هذه الآبار : 46
الجدول V 3بعض الخصائص ونسبة وجودها في المياه 47

قائمة الصور

صورة I.1 توضح الدورة الهيدرولوجية للماء.....4
صورة IV 1صدأ الحديد المتراكم والمتجمع في قاعدة خزان التهوئة والذي ينجم عنه أضرار صحية ومادية كبيرة ..... **Error! Bookmark not defined.**
صورة IV 2مياه ذات مستويات عكارة مختلفةصورة IV 3مياه عكرة 31
صورة IV 4كيفية التخلص من المواد المتخثرةصورة IV 5عملية التخثير ويلاحظ تجمع المواد المراد ترسيبها على سطح الماء..... **Error! Bookmark not defined.**
صورة V 1توضح مضخات التغذية لمرشحات الرمل 47
صورة V 2توضح المرشحات الرملية في المحطة 48
صورة V 3توضح مرشحات الخرطوش للمحطة.....49
صورة V 4 توضح مضخات التغذية لأجهزة التناضح العكسي.....49
صورة V 5لأجهزة التناضح العكسي في المحطة.....50
صورة V 6للمضخات المؤدية نحو أبراج التوزيع وأحواض التوزيع.....51
صورة V 7لجهاز قياس محمول HQD40D 52
صورة V 8لجهاز قياس الكلور مع الكاشف اللوني المستخدم 53

مقدمة عامة

تحلية المياه تعد عملية حيوية لتحويل المياه الغير صالحة للشرب أو الاستخدام الزراعي إلى مياه قابلة للاستخدام وتشمل هذه العملية عدة طرق ، من بينها استخدام الأغشية الشبه نافذة ، التي تسمح بمرور الماء ولكنها تمنع مرور المواد الصلبة والأملاح الزائدة .

ومع ذلك قبل أن يتم توجيه الماء إلى هذه الأغشية يتطلب الأمر معالجة أولية لحمايتها ، وهذه المعالجة تتضمن إزالة الجسيمات الكبيرة والرواسب من الماء ، وكذلك إزالة الكلور والمواد العضوية التي قد تؤثر سلبا على أداء الأغشية . بحيث تعتبر هذه الخطوة أساسية لضمان كفاءة وطول عمر الأغشية ، كما أنها تساهم في تحسين جودة المياه المحلات الناتجة .وتتعدد مصادر مياه الشرب (مياه جوفية وسطحية) ،ومع ذلك فإن أولئك الذين يستوفون أنظمة مياه الشرب هم أقلية(المياه الجوفية) ولأن تركيب هذه المياه مرتبط بالطبيعة الكيميائية للطبقات الجيولوجية التي يتم عبورها ،فإن المياه الجوفية تعتبر المورد الوحيد في منطقتنا .

كما تعد عملية إزالة المعادن من المياه أمر مهم في الوقت الحالي ،بحيث استفادة مدينة ورقلة من محطة تنقية المياه المسماة بسم محطة افري القارة ورقلة بحيث تزود هذه المحطة بالمياه الخام من أربعة آبار ، والهدف من إنشاء هذه المحطة هو تحسين جودة مياه الشرب التي يتم تسليمها للمواطن في مدينة ورقلة مع خفض ملوحتها .

إن تقيم نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية لعينات الماء الخام ومياه التناضح تعتبر أمر مهم في الدراسة وأظهرت فعالية محطة تنقية المياه بالتناضح العكسي على أهمية المعالجة الأولية في محطة التحلية ولما لها من تأثيرات على كفاءة عمل المحطة.

بحيث تم تقسيم هذا العمل البحثي إلى خمس فصول وهيا :

- الفصل الأول: عموميات حول المياه .
- الفصل الثاني: تحلية المياه .
- الفصل الثالث: التناضح العكسي .
- الفصل الرابع: المعالجة الاولية في محطات التناضح العكسي.
- الفصل الخامس :محطة المعالجة المدروسة.

ومنه وجب علينا البحث ومراقبة كفاءة المحطة خلال فترة التشغيل خلال مدة زمنية مختلفة .

الفصل الأول

عموميات حول المياه

I-1 مقدمة :

تحاول دول كثيرة في العالم توفير المياه العذبة وذلك من خلال تنمية مواردها الطبيعية وبترشيد الاستهلاك وخاصة الزراعي وإعادة الاستخدام للصرف الصناعي والزراعي والصحي بعد معالجته ، وأيضا بتحلية المياه المالحة من الآبار والبحار ، بحيث تعتبر تحلية المياه المالحة من الآبار والبحار أحد البدائل المطروحة للحصول على الماء العذب في العالم ، كما أنها بديل استراتيجي لكثير من الدول العربية والعالم الثالث .

I-2 المصادر الطبيعية للمياه :

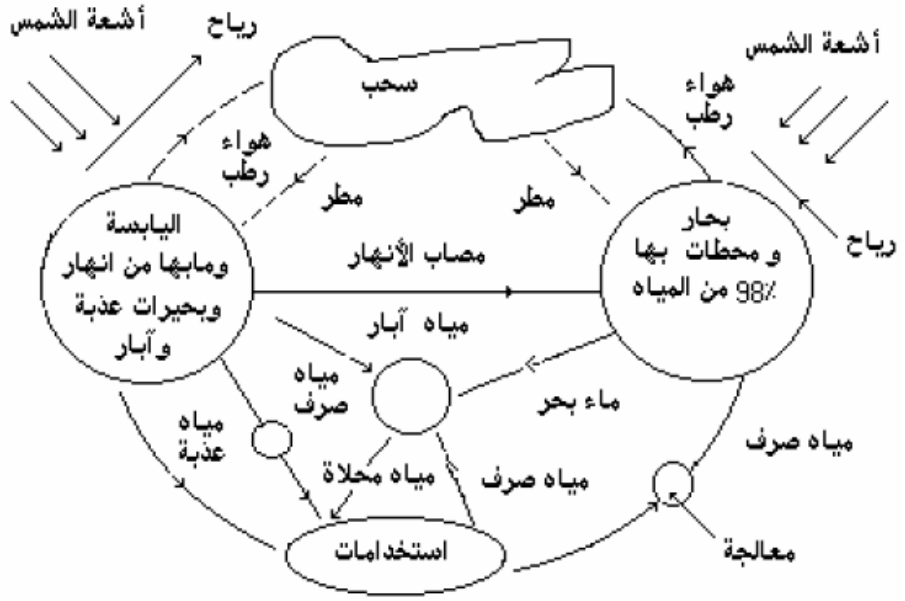
بالرغم من ان الماء يغطي 80% من سطح الأرض إلا أننا لايمكننا استخدام هذا الكم الهائل منه استخداما مباشرا ، إذ أن 97% من هذا الماء موجود في البحار والمحيطات ، وأن حوالي 2% منه مجمد في الطبقات الجليدية في القطبين الشمالي و الجنوبي .

وهناك ثلاث مصادر طبيعية للمياه :

مياه تسقط على سطح الأرض من السحب على هيئة مطر أو ثلج ، ومياه سطحية كمياه الأنهار وبحيرات ومياه البحار والمحيطات ، والمصدر الأخير هو المياه الجوفية المتكونة مما يترسب خلال طبقات الأرض المسامية من المياه السطحية[1] .

I-3 الدورة الهيدرولوجية للماء :

الماء في حالة حركة مستمرة ، والتي يعبر عنها بدورة الماء في الطبيعة ، تتساقط المياه المكثة على سطح الأرض على شكل امطار ، ثلوج وبرد ، عندما يسقط الماء على سطح التربة يشكل جزء منه جريانا سطحيا على شكل جداول وأودية وأنهار ، ويتسرب جزء آخر منه إلى باطن الأرض لتشكيل خزانات المياه الجوفية (ينابيع وآبار) ، يتبخر الماء من الغطاء النباتي والمسطحات المائية ، التي تجد طريقها إلى الغلاف الجوي لتتكثف مشكلة السحب ، ومع ذلك نظرا لعدم وجود نظام محدد في الفترة الزمنية التي تستغرقها هذه الدورة ، فقد يتعطل أي جزء منها ، وتعتمد كثافة المياه خلال هذه الدورة وفتراتها على العوامل الجغرافية والعوامل المناخية وتأثيراتها[2] .



صورة 1.I توضح الدورة الهيدرولوجيه للماء

I-4 مواصفات المياه من مصادرها الطبيعية :

تتوزع المياه على الكرة الأرضية بناء على مصادر وجودها في الطبيعة ، والتي يمكن أن تأخذ أشكال عديدة نذكر منها:

I-4-1 مياه الأمطار والأنهار :

تعتبر مياه الأمطار والثلوج المتساقطة من أنقى انواع المياه الموجودة ، فمصدرها بخار الماء النقي ولكن القدرة الفائقة للماء على الإذابة تمكن مياه المطر من إذابة ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو حتى قبل أن تصل هذه المياه إلى سطح الأرض ، كما أنها قد تذيب بعض الغازات الأخرى الموجودة في الجو، وما ان تصل المياه إلى سطح الأرض و تلامس مواد قابلة للذوبان حتى تبدأ في إذابتها وكلما طار مسار المياه على سطح الأرض كلما زاط هذا المحتوى .

I-4-2 مياه البحار :

إن ماء البحر وغيره من أصناف المياه المالحة التي منها يستخلص الإنسان مياهه العذبة ماهي في الحقيقة إلا محاليل مائية للأملاح ، ويختلف التركيز الكلي للأملاح من مياه البحر من مكان لآخر ،

فهو في البحر الأحمر ومياه الخليج العربي يعادل تقريبا ستة أضعاف قيمته في بحر البلطيق .

I-4-3 المياه الجوفية :

المياه الجوفية هي مورد قيم وموزع على نطاق واسع على سطح الأرض لأنها تعتبر أكبر مصدرا للمياه العذبة في العالم ، حيث يتم تخزين معظمها تحت الأرض على أعماق مختلفة ، بحيث يتم تجديدها سنويا عن طريق هطول المطار ، مثلها مثل أي مصدر معدني آخر[3] .

I-5 العوامل المؤثرة على كمية المياه الجوفية :

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على كمية المياه في الخزان الجوفي ، بما في ذلك كمية الأمطار والنسبة المؤية التي تتسرب منها إلى التربة وتضاريس الموقع الجيولوجيا والجغرافيا[4] .

كما تعد المناطق الصحراوية القاحلة في العالم من أكثر المناطق إحتياجا للمياه الجوفية بسبب نقص موارد المياه السطحية ، وهي من أكثر القطاعات نشاطا في مجال الدراسة ، وقد بينت الإستكشافات وتم العثور على كميات كبيرة في الصحراء الكبرى في شمال إفريقيا إذ تقدر المياه الجوفية بنحو 150000 كلم مربع ، أو حوالي 1.8% من إجمالي المياه الحوفية على كوكب الأرض [5] .

I-6 تصنيف المياه الجوفية :

تعتبر المياه الجوفية من أهم مصادر المياه العذبة [6] ، والتي تعتمد في تصنيفها على مصدرها وكيفية وصولها إلى السطح ويمكن تقسيمها إلى ثلاث أقسام :

I-6-1 المياه الجوفية العذبة : مصدرها هطول الأمطار ، وذوبان الثلوج ومياه المجاري النهرية .

I-6-2 المياه الجوفية العذبة والقليلة الملوحة : المياه المخزنة في تكوينات رسوبية مسامية [7] .

I-6-3 المياه الجوفية المالحة : المياه التي اخترقت الكتل الأرضية من المسطحات البحرية والمحيطية .

جدول I. 1.تقسيم مصادر المياه في الطبيعة [1]

المياه المالحة	المياه العذبة		
	المياه السطحية	المياه الجوفية	الكتل الجليدية
- البحار - المحيطات	- البحيرات - مياه الأنهار - المستنقعات - مياه السدود - مياه - الأمطار	- المياه الموجودة في باطن الأرض (في الطبقات الصخرية)	- المناطق القطبية المتجمدة - القمم الجبلية العالية في المناطق الباردة

I-7 العوامل المؤثرة على نسبة تركيز الأملاح في مياه البحار :

هناك عدة عوامل ومؤثرات على تركيز الأملاح في مياه البحار منها:

I-7-1 كمية المياه العذبة التي تصب في البحر:

فمثلا كبحر البلطيق تأتيه مياه عذبة كثيرة من الأنهار التي تصب فيه ، ومن الأمطار التي تنهمر عليه ، والثلوج الذائبة التي تجد طريقها إليه، أما ماء البحر فنجد ان نسبة تركيزها اعلى من البحر الأول لأنه لاتصب فيه أنهار وحظه من المطر قليل.

I-7-2 العوامل المناخية:

مثل الأحوال الجوية السائدة في المناطق الحارة كمنطقة الخليج والبحر الأحمر التي تساعد على كثرة التبخر ، وبالتالي على زيادة تركيز الأملاح

وبالرغم من هذا الاختلاف الكبير في التركيز وذلك يعود إلى الأسباب السالف ذكرها إلا أن تحليل عينات كثيرة من مياه البحار في أنحاء مختلفة من العالم أثبتت أن التركيب الكيميائي لمكونات الأملاح لايختلف كثيرا من مكان لآخر.

I-7-3 العوالق والشوائب الموجودة في مياه البحر :

يوجد في مياه البحر عدد كبير من الكائنات الحية منها ماله قابلية واضحة للالتصاق والنمو على الأسطح ، وذيق المسارات التي يمر فيها الماء ، كما أن هناك بعض من الأحياء المائية لديها القدرة على حفر ثقوب في الخشب والبلاستيك ، بل وفي الخرسانة ، وتوجد طرق عديدة يمكن استخدامها للتغلب على هذه المتاعب ، ومنها استخدام إيون النحاس ، كما تستخدم الدهانات الواقية المحتوية على النحاس أو غيره من المواد السامة للكائنات الدقيقة ، هذا بالإضافة إلى أن المعالجة بالكلور تجد استخدامها واسعا في هذا المجال .

وبالإضافة إلى المواد العضوية التي توجد في مياه البحر على هيئة كائنات حية أو ميتة سواء كانت من أصل حيواني أو نباتي ، فإن مياه البحر تحتوي على تشكيلة كبيرة من المركبات العضوية الذائبة مثل الهيدروكربونات (التي تأتي من تلوث مياه البحر بالنفط الخام المتسرب من الناقلات) وغيرها من المركبات التي تشتمل عليها المخلفات والعوادم التي تجد طريقها إلى البحر وفي الحالات العادية فإن تركيز المواد العضوية يكون في حدود 2 جزء في المليون .

ومن المحتويات الأخرى لمياه البحر العوالق الصلبة ، وبالذات في المياه القريبة من الشواطئ التي قد تحتوي على مواد معدنية نقلتها مياه الأنهار أو نتجت عن نحر التيارات والأمواج للشواطئ ، بالإضافة إلى أن مياه البحر تحمل جسيمات غروية وهي جسيمات أحجامها بين المواد الذائبة والمواد العالقة .

I-8 خصائص مياه الشرب :

يتم تحديد جودة مياه الشرب من خلال عدد من العوامل الفيزيائية والكيميائية والتي بدورها تحدد العديد من الصفات المظهرية للمياه التي تظهر بسهولة للمستهلك ، كالرائحة والذوق ، العكارة وكمية الأكسجين الذائبين وثاني أكسيد الكربون ومؤشر الهيدروجين هي المعلمات ، على الشكل الأيوني (pH) وتركيز المعادن المنحلة [13] .

I-8-1 الخصائص الكيميائية :

هناك خصائص مرغوب بوجودها في المياه ومقبولة وهناك عناصر غير مقبولة حتى ولو كانت بنسب ضئيلة و يحبب أن تكون منعدمة تقريبا .

I-8-1-1 العناصر المرغوب فيها :

- **الكالسيوم :**

توجد أيونات الكالسيوم في المياه الطبيعية بنسب مختلفة اعتمادا على نوع الصخور والتربة التي مرت بها ، وفي مياه الأنهار فتختلف نسب الكالسيوم باختلاف الصخور المكونة لمجاريها ، ويعتبر الكالسيوم في بعض الأحيان أهم مكون في العظام ، وأقصا تركيز مسموح به في مياه الشرب هو 200 ملغ / لتر [13] .

- **المغنيزيوم :**

كما بالنسبة للكالسيوم ، والتركيز المسموح به للمغنيزيوم في مياه الشرب هو أن لايتجاوز 150 ملغ / لتر ، وفقا لمعايير وشروط منظمة الصحة العالمية (OMS) ، ويرجع وجود المغنيزيوم في الماء إلى انحلال الصخور الكربونية [13] .

- **البوتاسيوم :**

البوتاسيوم هو أحد أهم مكونات قشرة الأرض ، لذا يمكن العثور عليه في جميع أنواع المياه الطبيعية ، واقصى نسبة وتركيز مسموح به في مياه الشرب هي أن لايتجاوز 12 ملغ / لتر وهذا وفقا للنظام الأوربي

- **الصوديوم :**

إن أيونات الصوديوم تتميز بدرجة عالية من الذوبان في الماء ، لذلك هو موجود في جميع أنواع المياه، حيث يسبب الإسهال عند الإنسان ، ويجب على مرضى القلب والكلى تجنب استهلاك واستخدام المياه الغنية بالصوديوم

- **الكلور :**

يوجد في جميع أشكال المجاري المائية الطبيعية بتراكيز مختلفة ووفقا لمنظمة الصحة العالمية التراكيز المسموح بها هيا 200 ملغ / لتر.

I-8-1-2 العناصر الغير المرغوب فيها :

هي العناصر التي يحبذ أن تكون منعدمة في المياه ، ولو وجدت تكون بنسب وتراكيز منخفضة ووجودها في المياه دلالة على التلوث ، وأهم هذه العناصر هي :

- **الفلورايد :**

يوجد الفلوريد في الماء وخاصة المياه الجوفية ، وذلك نتيجة لانحلال الصخور الرسوبية ، وعلى الرغم من أنه عنصر أساسي في الماء ومهم لصحة الإنسان ، ولا يسمح بتجاوز الحد المسموح به في مياه الشرب لما له من تأثيرات سلبية على صحة الإنسان ، وإذا وصل تركيزه في الماء أو تجاوز 1.5
ملغ /لتر ، فإنه يسبب ظهور طبقة لونية وبقع ، وتشقق ميناء الأسنان ، وتسمم الهيكل العظمي والتشوهات الخلقية في العظام .

- **المنغيز :**

يوجد في المياه الطبيعية أملاح المنغنيز ، ووفقا للتطور البيئي يعتبر المنغنيز له خطر كبير على الأسماك بتركيز 1200 ملغ / لتر من مركب MnCl2 ، أو كبريتات المنعنيز 2400 ملغ /لتر ، وبالرغم من سموميتها الكبيرة ولحسن الحظ إلا أن البرمنجنات غير مستقرة في الوسط المائي .حيث يكفي 2.2 و4.1 ملغ / لتر لتقتل الأسماك .

- **الحديد :**

يؤدي انحلال مركبات الحديد التي تتكون منها التربة إلى وجود الحديد في الماء ، وللحديد تأثير على الأسماك ويختلف هذا التأثير باختلاف درجة الحموضة ، ينتج هيدروكسيد الحديد ويترسب على غلاصم الأسماك في حالة قلوية ، ويعتبر الحديد عنصر حاسم وهام في بناء جسم الإنسان ، ويجب على الإنسان استهلاك يوميا مابين 1 و 2 ملغ .

النترات :

يعد تحلل المواد العضوية ، وكذلك مياه الصرف الصحي والزراعي من أهم مصادرها ، وللنترات أعراض وخيمة على صحة الأطفال حديثي الولادة ، وهو مسبب للإختناق في حالة تحويل النترات إلى نتريت في الجهاز الهضمي .

النتريت :

في عملية الأكسدة والارجاع تمثل أيونات النتريت مرحلة إنتقالية بين أيونات النترات والأمينو (NH) ، في حين أن وجود ثاني أكسيد النيتروجين في المياه السطحية يشكل خطورة على الأسماك ، وعندما يكون يساوي 50 ملغ / لتر في مياه الشرب فإنه يكون قاتل للأسماك في غضون 15 يوم . وفي مياه الشرب فتواجده يؤثر على صحة الإنسان فيتسبب في انخفاض ضغط الدم لدى الكبار ونقص الأكسجين في الدم عند الأطفال .

I-8-2 الخصائص الفيزيائية :

تتحكم في تحديد القيم القصوى لصفات المياه الطبيعية ، كاللون والرائحة والطعم ودرجة الحرارة ونسبة المواد العالقة والكثافة ، ولها آثار بيئية على الفرد وتختلف آثارها وأضرارها باختلاف مصادرها ومكوناتها ، وعلى المدى الطويل قد يكون لها تأثير كبير ووخيم على صحة الإنسان والفرد .

- **اللون والرائحة والذوق :**

إن مياه الشرب هي مياه لس لها طعم أو رائحة أو لون ، لكنها تكتسبها بعدة عوالم منها بسبب ذوبان الغازات وانحلال بعض الأملاح المعدنية .

جدول I. 2: قابلية ذوبان بعض الغازات في الماء بدلالة درجة الحرارة

الغازات/درجة الحرارة	0	10	15	20	25
O2	13.9	10.8	9.7	8.8	8.1
N2	23.5	18.6	16.8	15.4	14.3
CO2	1.06	0.7	0.59	0.53	-

- **العكارة :**

تشير إلى وجود جزيئات عالقة تمنع الضوء من المرور عبر الماء ، وتحدد كمية المادة العالقة وطبيعتها ودقة حبيباتها غير المستقرة درجة التعكر ، ويمكن أن تكون هذه العناصر بكتيريا أو رملا ، وعند مقارنتها بالماء المقطر فتتغير درجة التعكر بمرور الوقت ، ويتم تحديد المواد العالقة بطريقة كهروضوئية .

- **القساوة :**

تحدث وتنتج القساوة بسبب الكاتيونات المعدنية متعددة التكافؤ وأكثر هذه العناصر هي الكالسيوم والمغنيزيوم في المياه الطبيعية ، ولكن وجودها لايسبب أي ضرر وخطر ، وهناك نوعان من قساوة الماء ، قساوة كربونية (قساوة مؤقتة) وقساوة غير كربونية (قساوة دائمة) . ومن أحد مسببات قساوة المياه هي الأيونات الموجبة والسالبة ، وعلى سبيل المثال على الشوارد الموجبة كالكالسيوم والحديد ، منغنيز ، مغنيزيوم ، والشوارد السالبة مثل : بيكربونات ونترات ، كبريتات ، كلوريد ، سيلكات .

وهناك بعض العناصر السامة الموجودة في المياه والتي تشكل خطورة على صحة الإنسان ، ويجب الحرص على أن لاتتواجد في المياه وإن وجدت تكون بتراكيز ضئيلة (شبه منعدمة) ومن بين هذه العناصر لدينا :

- **الكروم :**

من بين مسببات هذا العنصر السام المياه السطحية هي النفايات الصناعية ، وهناك شوارد بسيطة وشوارد معقدة تختلف باختلاف مصادر المياه

- **الرصاص :**

يعتبر الرصاص مادة تشكل خطر على صحة الإنسان لأن تناول مقدار 1 ملغ يوميا لمدة زمنية طويلة يسبب الموت للفرد ، والمصر الأساسي لهذا العنصر هو مياه الصرف الصناعي الناتجة عن صناعة المتفجرات وصناعة الأصبغة ، وقد حددت منظمة الصحة العالمية نسبة تواجده في المياه وهي 0.1 ملغ / لتر ، ويجب أن لاتتجاوزها لأخطاره على صحة الفرد .ولديا الجدول رقم 04 يمثل بعض تراكيز العناصر المسموح بها في عدة أنظمة :

جدول I. 3بعض تراكيز العناصر المسموح بها في عدة أنظمة

الخاصية أو العنصر	الوحدات المستعملة	النظام الجزائري	النظام الأوربي CEE	النظام العالمي OMS
الدليل الهيدروجيني	pH	6.5-8.5	6.5-8.5	7 -8.5
الناقلية		-	1250	-
القساوة	F °	35	10- 35	50
الكالسيوم	Mg/L	75 – 200	100	200
المنغنيز	Mg/L	50 – 150	50	150
الصوديوم	Mg/L	20 – 100	100	-
البوتاسيوم	Mg/L	10 – 12	12	-
الألمنيوم	Mg/L	0.05- 0.2	0.2	-
الكلور	Mg/L	200 – 600	200	200
النترات	Mg/L	40 – 45	50	44
النتريت	Mg/L	0.1	0.1	-
الكلور	Mg/L	0.5	0.5-0.2	0.5-0.2

I-9 خلاصة :

المصادر الطبيعية للمياه تشمل الأنهار والبحيرات والينابيع والمياه الجوفية ، بحيث تستخدم المياه لأغراض متنوعة مثل الشرب والري والصناعة والتنظيف والترفيه ، وان خصائص المياه تختلف خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية باختلاف مصادرها ، وهي تضم درجة الحموضة والقساوة والملوحة والأملاح المذابة ، بحيث تعتبر جودة المياه مؤشرا هاما على صحتها وصلاحيتها للاستخدامات المختلفة وتتطلب معالجة ومراقبة دقيقة لضمان سلامتها .

الفصل الثاني :
تحلية المياه

II-1 مقدمة :

تحلية المياه هي عملية إزالة الأملاح والمعادن من مياه البحر أو المياه المالحة لتصبح صالحة للاستهلاك البشري أو للاستخدامات الصناعية والزراعية ، كما تتعد تحلية المياه حلا حيويا لتلبية احتياجات المياه في المناطق التي تعاني من شح الموارد المائية الطبيعية ، وتتنوع طرق التحلية بين الأساليب التقليدية والحديثة ،

II-2 بداية التحلية وتاريخها ومراحل تطورها :

تجري عمليات معالجة المياه لإزالة الملوحة بواسطة طرق مختلفة ، بعضها معروف فكرته منذ قرون مضت ، وبعضها حديثة ، والطريقة 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 منذ العصور القديمة ، ففي القرن الرابع الميلادي أمكن العثور على أدلة تفيد استعمال الإنسان لطريقة التبخير للحصول على ماء للشرب .

وتم تحديد قواعد التقطير وتصنيفها من قبل جابر بن حيان في أواخر القرن السابع الميلادي ، كما أن العالم المسلم أبا منصور الموفق بن علي الحروي قال منذ ذلك الزمان ، إن التبخير هو الوسيلة للحصول على الماء العذب .

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

وأهم خطوة في تطوير تقنيات تحلية المياه المالحة كانت خلال الحرب العالمية الثانية عندما احتاجت عدة دول عسكرية من توفير المياه الصالحة للشرب لجنودها في أماكن قاحلة ، عندها عرف على نطاق واسع الإمكانيات التي قدمتها التحلية واستمر العمل بعد الحرب في هذا المجال في أقطار شتى [1] .

II-3 طرق تحلية المياه المالحة :

II-3-1 طريقة التحلية بالتبخير الومضي :

تعتمد طريقة التحلية بالتبخير الومضي (حسب اسمها) على عملية التبخير الومضي أي يلزم تسخين الماء المالح إلى درجة حرارة أعلى من درجة الغليان (عند ضغط معين)، ثم فجأة يضخ هذا الماء المالح الساخن إلى غرفة عند ضغط أقل من ضغط الغليان ، فيحدث البخير الفجائي (الومضي) ويتكون البخار والذي يتم تكثيفه ليصبح الماء المنتج .

- **شرح وحدة تحلية تعمل بالتبخير الومضي متعدد المراحل :**

تعتمد كفاءة أي محطة على كيفية الاستفادة القصوى من الطاقة المتاحة لها ، كما تعتمد اقتصادياتها على أقل مساحة لأسطح انتقال الحرارة (غالية الثمن) ، وكلما زادت الاستفادة من الطاقة لإنتاج كمية ماء أكبر أو لتسخين المحلول ثانية كلما انخفض سعر انتاج الماء ، بحيث تتكون وحدة التبخير الومضي من مجموعة ملتصقة من غرف التبخير [11]

II-3-2 طريقة التحلية بواسطة التبريد :

تم تسجيل واكتشاف هذه الطريقة من خلال براءة اختراع عام 1936 م لكل من العالمين وولف ومار اللذين اكتشفا إمكانية الحصول على الماء العذب من خلال التبريد .

ومن المعروف أن عملية التجميد بالتبريد مثلها مثل عملية التبخير لأن كلا العمليتين تقوم بفصل الماء العذب عن الماء المالح بتغيير الطور من سائل إلى صلب أو من سائل إلى بخار أو غاز وكلاهما ينتج عنهما الماء خاليا تماما من الأملاح [11] .

II-3-3 طريقة التحلية بواسطة الأغشية :

تعتمد تقنية تحلية المياه المالحة بالأغشية على وجود قوة دافعة للماء أو الملحللإنتقال عبر غشاء شبه نفاذ يسمح بمرور إحدى المكونات مع ترك العنصر الآخر (الماء فقط أو الأملاح) ، كما تنقسم تقنيات التحلية بالأغشية إلى عدة طرق أهمها طريقة التناضح العكسي والديلزة الكهربائية ، بحيث أن لهما نفس القدرة على الملح عن الماء بكفاءة ، وتستخدم الأغشية بطريقة مغايرة في كلتا الحالتين ففي حالة التناضح يستخدم الضغط كقوة دافعة لعملية فصل الماء عن الملح من خلال الغشاء بجيث يمر الماء العذب من خلال الغشاء ، تاركا خلفه الأملاح ،

وفي حالة الديلزة الكهربائية ، فيستخدم الجهد الكهربائي كقوة دافعة لتحريك وجذب الأملاح من خلال الغشاء إلى وجه الأقطاب الكهربائية ، بحيث يترك الماء العذب كماء منتج ، وقد تم تطوير كلتا الطريقتين منذ بداية القرن الحالي غير أنهما لم يستثمرا تجاريا إلا خلال الثلاثين سنة الفائة ، وهما يعتبران طريقتين حديثتين بالمقارنة مع الطرق الحرارية الأخرى بحيث تم تقديمها تجاريا في السبعينيات [1] .

II-3-4 طريقة التحلية بالتبخير متعدد التأثير :

تستخدم هذه الطريقة لإنتاج الماء بالتقطير (التبخير والتكثيف) ، مثلها في ذلك طريقة التبخير الومضي متعدد المراحل وكل الطرق الحرارية الأخرى ، لكنها تستخدم عملية الغليان لتبخير الماء المالح (بدلا من عملية التبخير الومضي) ، أي أن عملية تكوين البخار تتولد على أسطح تسخين ، ونظرا لأن عملية الغليان تسبب تبخر الماء العذب ، يتبعها ترك الرواسب الملحية على أسطح التسخين (مما يقلل من كفائتها) .

- ***شرح عملية التبخر متعدد التأثير :***

يتم إنتاج الماء (بالتبخر والتكثف) في غرف التبخر في مجموعة من المراحل (تأثيرات) مستخدمة مبدأ خفض الضغط في كل تأثير عن ضغط التأثير السابق له ، وهذا يسمح لماء البحر بالغليان والتبخر عدة مرات بدون إضافة طاقة حرارية خارجية بعد التأثير الأول [1].

- **استخدام تكنولوجيا التبخر متعدد التأثير في تطبيقات أخرى :**

تستخدم تكنولوجيا التبخر متعدد التأثير في تطبيقات أخرى فمعظم عمليات التركيز للمحاليل الغذائية المالحة أو السكرية وكذلك المحاليل الطبية والأدوية وغيرها تستخدم هذه التكنولوجيا لكنه في هذه الحالة يكون تركيز المحلول (وطرد بخار الماء) هو الهدف وليس تجميع البخار وتكثيفه واستخدامه كمنتج كما في حالة التحلية .

II-3-5 طريقة التحلية بضغط البخار :

تعتبر طريقة التحلية بضغط البخار إحدى الطرق المستخدمة للوحدات المتوسطة نسبيا لإنتاج الماء (حتى 5000 م 3 في اليوم) وقد استخدمت هذه التكنولوجيا في أوروبا منذ عام 1910 م ، واليابان منذ 1920 م وفيها يتم الاستفادة من حرارة البخار في المراحل الأخيرة بعد ضغطه كمصدر للحرارة بدلا من استخدام بخار خارجي (من الغلايات) [1] .

ويستخدم طريقتين لضغط البخار هما **ضغط البخار الميكانيكي وضغط البخار الحراري** ، بحيث **ضغط البخار الميكانيكي** يستخدم ضغط ميكانيكي يدار بمحرك كهربائي لضغط البخار ، ومن ثم تكون القدرة الكهربائية لمحرك الضاغط هي المصدر الوحيد للطاقة لإدارة الوحدة . وهذا النوع من الوحدات يمكن أن يستخدم الضاغط أيضا لإحداث التخلخل داخل غرفة التبخر ، وسحب الغازات من الوحدة وطردها .

وضغط البخار الحراري يستخدم تدفق بخار خارجي (عند ضغط مرتفع نسبيا) لإحداث التخلخل داخل الغرفة وسحب البخار المنتج من الغرفة من فتحة سحب البخار وثم خروجه مع البخار الخارجي .

II-4 الجمع بين هذه الطرق الحرارية المختلفة

هناك محطات تحلية متعددة التأثير تستخدم ضغط البخار كمصدر حرارة لتسخين الماء المالح ، كما أن هناك محطات صغيرة تجمع بين طريقة التبخر الومضي متعدد المراحل والتبخر متعدد التأثير لذا يمكن الجمع بين طريقتين أو أكثر من هذه الطرق

وهناك طرق حرارية أخرى بحيث تم استخدام عمليات أخرى لتحلية المياه المالحة غير أن هذه العمليات لم تصل إلى مستوى النجاح التجاري المنافس الذي وصل إليه التحلية الحرارية السابقة ولكن ربما قد تبرهن على فائدتها تحت ظروف خاصة أو مع التطور المستقبلي وأبرز هذه العمليات هي التجميد والتبخير الشمسي والتقطير بالأغشية .

II-5 ملاحظة :

لطرق التحلية عدة اختلافات ومعايير من ناحية عملها ولكنها لها نفس الأهداف وهي الحصول على مياه صالحة للشرب والاستعمال ويتم الحكم على أي طريقة هي الأحسن من بين هذه الطرق من ناحية كمية المياه المنتجة والنوعية والجانب الاقتصادي فالطريقة التي تنتج مياه موافقة للمعايير المنصوص عليها وكمية مياه مناسبة وأقل تكلفة فهي تعتبر احسن طريقة

II-6 مراحل تنقية المياه :

- **المأخذ :** أثناء سحب الماء الخام مورد المياه يجب استخدام مضخات مزودة بمرشحات لمنع دخول الأجسام العائمة كبيرة الحجم (مثل أكياس النايلون وقطع الخشب) [8] .
- **التخثير :** نظرا لأن بعض العناصر المعلقة الدقيقة جدا ، يتم إضافة مواد التخثر من أنواع مختلفة إلى الماء بشكل منتظم للتفاعل مع العناصر اللمعلقة وإنتاج تكتلات يسهل ترسيبها .
- **الترسيب :** الهدف من هذه الأنشطة هو إيداع أكبر عدد من المواد المعلقة ، وذلك بزيادة حجمها ويمكن أن تصل كمية الجسيمات المعلقة المترسبة في أحواض الترسيب لحوالي 90 % أو أكثر ،اعتمادا على نوعية المياه وكيفية استخدام وحدات الترسيب والتخثير .
- **الترشيح :** يعتبر الترشيح من أهم العمليات الأساسية في محطات معالجة المياه ، حيث يدخل الماء في المراحل النهائية لإزالة العوالق ، بعد يتم إزالة المواد العالقة صغيرة الحجم ، لأن دور المرشحات في إزالة الشوائب المتبقية أمر بالغ الأهمية لإنتاج مياه شرب عالية الجودة [8] .
- **تطهير المياه :** يتم استخدام بعض المطهرات في تنقية المياه ، خاصة عند الانتهاء من العملية ، لإزالة أي بكتيريا أو ملوثات متبقية ، بالإضافة إلى ذلك تقوم معظم أنظمة معالجة المياه بحقن كميات كبيرة من المعقمات في الماء حيث تغادر منشأة المعالجة لحمايتها من تسرب الملوثات خلال انتقالها عبر شبكة التوزيع [9] .

II-7 معالجة المياه :

إن معالجة المياه تختلف من ماء لأخر وذلك يرجع لعدة أسباب منها مصدر المياه ونوع مياه التلوث ، وتتم المعالجة حسب المصدر على النحو التالي :

II-7-1 معالجة مياه الصرف الصحي :

معالجة مياه الصرف هي عبارة عن مجموعة من الإجراءات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تزيل أو تقلل الكائنات الحية الدقيقة والصلبة والعضوية إلى مستوى مقبول ، إذ أن المعالجة المسبقة والمعالجة الأولية والمعالجة الثانوية والمعالجة المتقدمة هي بعض التقنيات التي يمكن استخدامها لإزالة عناصر محددة بتركيزات عالية مثل الفوسفور والنيتروجين من الماء ، وعند الإنتهاء من خطوات العلاج يتم استخدام إجراء التطهير للقضاء على الجراثيم [10] .

II-7-2 معالجة مياه البحر :

تستخدم طرق عدة لإزالة الملوحة من مياه البحر ، ومن بين هذه الطرق والتي استخدمت لفترات زمنية طويلة (آلاف السنين) ، هي غلي الماء ثم تكثيفه على الأسطح الباردة ، وأيضا طريقة التبخير للحصول على مياه الشرب [11] .

II-7-3 معالجة المياه الجوفية :

تعتبر معالجة المياه الجوفية أمرا ضروريا ومطلوبا للقضاء على الملوثات الخطرة ، بهدف تحسين الجودة العامة ، ويتم ذلك من خلال عدة طرق ، مثل التهوية لزيادة نسبة الأكسجين واستخدام عمليات التبادل الأيوني لإزالة الملوثات المذابة ، بالإضافة إلى المعالجة بالكلور للتطهير ، ويجب أيضا توفير الحماية الإضافية لضمان جودة المياه بعد المعالجة [12] .

II-7-4 معالجة المياه السطحية :

تتم التنقية عن طريق التخثير ، وتعتبر عملية الترشيح والترسيب من العمليات الرئيسية في معالجة المياه السطحية ، ويتحكم في نوع المواد الكيميائية المستخدمة للتخثير للتخلص من العكارة ، تكلفة هذه المواد وجودة هذه المياه ، وتعتبر البوليمرات الاصطناعية هي أكثر المواد الكيميائية استخداما لهذا الغرض ، ويتم إزالة المركبات المسببة للرائحة والطعم باستخدام الكربون المنشط حيث يستخدم الكلور الماء الخام طالما أنها لاتؤدي إلى تطوير منتجات جانبية للتعقيم [12] .

II-7-5 معالجة مياه الشرب :

هي المياه التي خضعت لعمليات المعالجة من حيث مصدر المياه بهدف حماية المستهلك من كل مايضر بصحته ويعرضها للخطر ، جمع المياه ، عمليات الترسيب ، التنقية الأولية ، عمليات الترشيح، عمليات التنقية النهائية وأيضا عمليات تقليل الملح كلها أمثلة عن هذه العمليات (تحلية المياه)

التعريف بمياه الشرب :

هي مياه لاتحتوي على أي مواد مشعة وخالية من كل المواد السامة المسببة للأمراض التي تشكل خطر على صحة الإنسان ، وهي مياه عديمة اللون والرائحة .

محتويات مياه الشرب :

إن مياه الشرب تحتوي على مجموعة من العناصر المتنوعة وهي على شكل أيونات للعناصر الطبيعية،

منها الأيونات السالبة (الأنيونات) ، والموجبة (الكاتيونات) ، وأيضت تحتوي على أيونات العناصر الثقيلة والنادرة ، وكل هذه العناصر يجب قياسها من أجل تحديد نسبها في الماء لمعرفة صلاحية الماء للشرب وماهي الطرق والتعليمات التي يجب اتباعها لمعالجتها .

الفصل الثالث

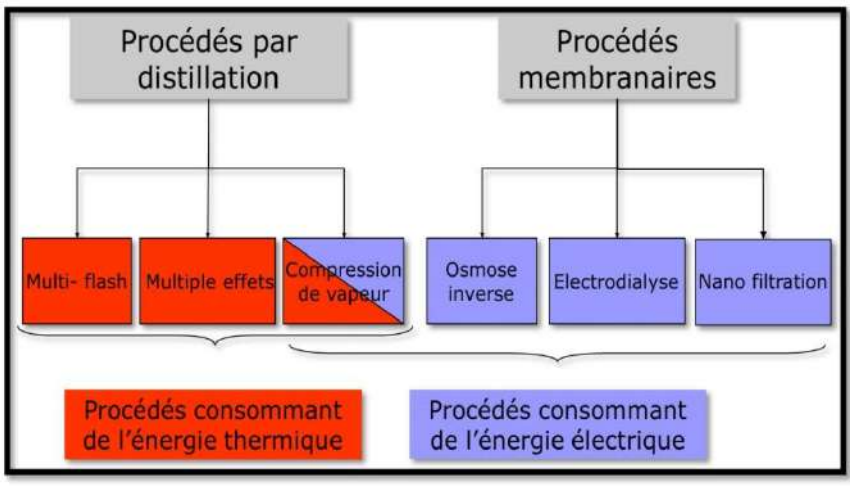
التناضح العكسي

III-1 مقدمة

إن ندرة وقلة مصادر المياه العذبة السطحية وتعرض المياه الباطنية للإستغلال المفرط ،وزيادة الطلب على المياه ، كلها مؤشرات وعوامل تدعو إلى التوعية في إستهلاك المياه، ونتيجة إلى ذلك يجب البحث عن إيجاد طرق وحلول جديدة لإدارة المياه، وذلك من خلال نزع المعادن من المياه المالحة (مياه البحار أو المياه الجوفية) أو المياه قليلة الملوحة (المياه السطحية أو الجوفية) أحد هذه الحلول

III-2 تقنيات نزع المعادن :

إن عملية نزع المعادن تتم بطريقتين، عن طريق الأغشية وعن طريق التقطير (أوالتبخير) وهما مجموعتان أساسيتان من عمليات تقنية نزع المعادن.



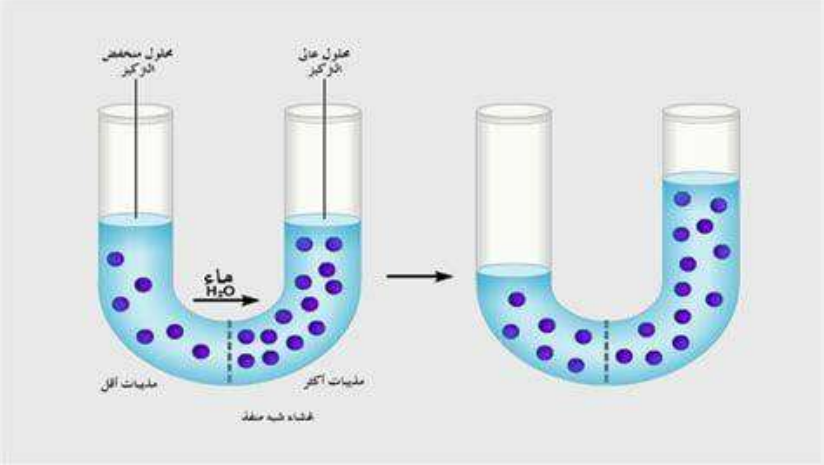
الشكل III. 1: تقنيات نزع المعادن

III-3 تاريخ التناضح العكسي:

على الرغم أن العملية الأسموزية كانت معروفة للكثير منذ أكثر من قرن، فإن تقنية استخدام الأغشية لمعالجة المياه تعتبر حديثة، وكان أول إعلان للاستخدام التناضح العكسي هو براءة اختراع بنفس الاسم لإزالة عسرة الماء()Softeningباستخدام أغشية فيروسيانيد على مثبتات مسامية من البورسلين، وفي سنة 1952م أنتج في جامعة فلوريدا أغشية من أسيتات السيليلوز لتحلية المياه بالتناضح العكسي، وكان من عيوب الغشاء المستخدم ضعف معدل الإنتاج للماء العذب لسمك الغشاء، وفي الخمسينيات تم تطوير الأغشية لزيادة معدل مرور الماء مع ارتفاع معدل طرد الملح. وتم في الستينيات إنتاج أغشية مثل الملفوفة حلزونيا (WoundedSpiral) أو على صورة أنابيب وغيرها وفي السبعينيات ظهرت أغشية الشعيرات الدقيقة المجوفة من البوليميد مع استقرار إنتاج أغشية اسيتات السيليلوز، وقد كان تطوير الأغشية لاستخدامها لإزالة ملوحة المياه قليلة الملوحة، ومنذ نهاية السبعينيات تم تطوير الأغشية لتحلية المياه شديدة الملوحة [19] .

III-4 ماهو التناضح العكسي :

تم تأسيس التناضح على فكرة التوازن، فعند تلامس سائلين بتراكيز مختلفة من الجسيمات الذائبة، فإن التركيزات سوف تختلط، وإذا تم فصل هذين السائلين بواسطة غشاء شبه نافذ، فإن السائل الذي يجتوي على أقل تركيز من المواد الصلبة الذائبة سيمر عبر الغشاء إلى السائل الذي يحتوي على أعلى تركيز من المواد الصلبة الذائبة. سيكون مستوى الماء على جانب واحد من الغشاء أعلى بعد فترة زمنية معينة، والضغط الاسموزي هو الفرق في الارتفاع [14]

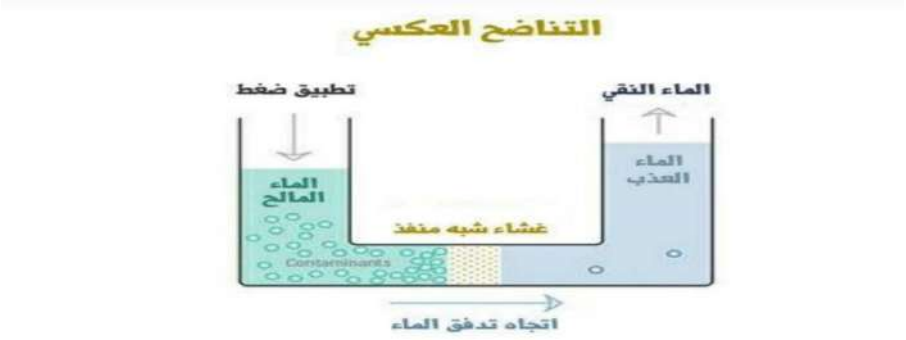


الشكل III. 2 مبدا عمل التناظر

III-5 مبدأ عمل التناضح العكسي :

كعملية تقنية، لديها عدد من المزايا في معالجة المياه، وعادة ماتكون أغشية التناضح مصنوعة من مادة أميد(PA) المركبة ذات الأغشية الرقيقة (TFC) أو أسيتات السليلوز (CA). بحيث تستخدم الأغشية الرقيقة بشكل أكثر نظرا لمعدلات رفضها المرتفعة ومقاومة كيميائية أفضل ومتانة محسنة مقارنة بأغشية CA [15].

وهو عملية تمرير الماء عبر أغشية شبه نافذة تحت تأثير الضغط التفاضلي للمحلول الشبه المركز ..، بهذه الطريقة يتم إزالة الأملاح من المياه قليلة الملوحة بنسبة تزيد عن92 % ، في حين تتعدى نسبة98% عند إستعمال مياه البحر يكون التدفق مماسيا للغشاء [16]



الشكل III. 3 التناضح العكسي

ويكون التدفق موازيا للغشاء إلى زمن (فترة) غير معلومة ، على مستوى الغشاء ، يتم فصل جزء من المحلول المراد معالجته بمعدل تدفق Qo إلى قسمين بتراكيز مختلفة :

_جزء من معدل التدفق Qp الذي يمر عبر الغشاء .

_جزء من معدل التدفق Qc لايمر عبر الغشاء ويحتوي على الجزيئات أو الجسيمات التي يحملها الغشاء وفصل الطور السائل بنفاذية الغشاء [17] .

وأيضا 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 نافذية 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 .

III-6 **الضغط الأسموزي** :

III-6-1 شرح نظرية الضط الأسموزي :

عندما يفصل بين محلول ملحي ومياه نقية (عذبة) بغشاء شبه نافذ ، فإن المياه النقية تنفذ من خلال الغشاء وتعمل على تخفيف المحلول ، حتى يصل تركيز المحلول لدرجة معينة تسمى بالتعادل الأسموزي ، ويعرف الضط الذي يؤدي الى نفاذ المياه النقية خلال الغشاء شبه النفاذ لتخفيف المحلول الملحي وحتى الوصول الى التعادل الأسموزي بأنه الضغط الأسموزي.

ولما يرفع ضغط المحلول الملحي الى درجة كبيرة من الضغط الأسموزي فإنه يمكن عكس سريان المياه

خلال الغشاء شبه النافذ ، أي ان المياه النقية المحتواة بالمحلول الملحي ستنفذ خلال الغشاء إلى ناحية الماء العذب في اتجاه معاكس لإتجاه الضغط الأسموزي .

وتكون الأغشية شبه المنفذة على شكل غشاء رقيق أو ألياف دقيقة مفرغة القلب وهي ذات نفاذية عالية للمياه العذبة وتتحمل ضغوط عمليات التناضح والتي قد تصل لماء البحر حوالي 60 ضغط جوي أو أكثر وذلك للتغلب على الضغط الأسموزي لمياه البحر وهو مايعادل 27 ضغط جوي لمياه تحتوي على أملاح في حدود 32000 -36000 جزء في المليون (البحر الابيض المتوسط) ، ومايعادل 36 ضغط جوي للمياه محتوى الأملاح بها يزيد عن 44000 جزء في المليون (مياه البحر الأحمر) [18].

III-6-2 كيف يتم حساب الضغط الأسموزي :

يتم حساب الضغط الأسموزي الذي يمارسه المذاب باستخدام قانون Van't Hof ، والذي ينص على ان الضغط التناضحي الذي يمارسه هذا الجسم في الحالة الغازية المثالية في نفس الحجم (v) وبنفس درجة الحرارة (T) ، فيكون الضغط الاسموزي أكبر بكثير إذا تم فصل المادة المذابة إلى أيونات [19].

وفي حالة وجود محلول ملحي ،يتم حساب الضغط الأسموزي عند 0,7bar لكل g/l من الملوحة كأول تقدير تقريبي :

$$\boldsymbol{\pi = 0.7C}$$

حيث

π: الضغط الأسموزي [17](bar)

C: التركيز *(g/l)*

ويحدد تركيز المواد المذابة في المحلول ضغطه التناضحي *:*

$$\mathbf{T\pi = i.C.R.}$$

C :التركيز المولي

R : ثابت الغاز المثالي (0.082L.bar/mol.k)

T :درجة الحرارة المطلقة (k)

π : الضغط الأسموزي (bar)

i : عدد الأيونات المنفصلة في حالة إلكتروليت .

III-7 المقارنة بين أغشية التناضح العكسي :

تعتبر الأغشية قلب نظام أغشية التناضح العكسي وهي تتكون من مواد رقيقة ومثبتة بمواد مسامية وهي تختلف في قدرتها على مرور الماء العذب وطرد الأملاح ، والأغشية لها القدرة على منع مرور من 90-99% من المواد غير العضوية وحوالي 100% من المواد العضوية(كالبكتيريا والفيروسات) وغيرها (كالسيلكا) ، ويمر الماء العذب من خلال الفراغاتبين الهيكل الجزئي لمادة الغشاء عن طريق الانتشار(Diffusion) وتستخدم مواد مثل أسيتات السليلوز ومركباتها والبرولميد كأساس للأغشية التجارية .

III-8 مراحل تقنية التناضح العكسي :[18]

تعتمد تقنية التناضح العكسي على أربعة مراحل اساسية من المعالجة هي :

III-8-1 مرحلة المعالجة ما قبل عملية التحلية :

يتم معالجة تدفق مياه التغذية لتصبح منسجمة مع شروط عمل الأغشية ولتكون خالية من العوالق الصلبة ، ويتم ذلك بإمرارها عبر مرحلة الفلترة الرملية ، والتي تعمل على إزالة العوالق ذات الحجم أكثر من 40-70 ميكرون ، ثم من خلال وحدات خراطيش ميكرونية cartridgefilter والتي تعمل على إزالة العوالق حتى حجم 5 ميكرون تقريبا ، أما لضبط الرقم الهيدروجيني PH Adgustment ، فيتم إضافة مواد كيميائية بواسطة استخدام مواد مختلفة مثل كالسيوم سولفيات.

III-8-2 الضغط :

يتم في هذه المرحلة رفع ضغط المياه المراد تحليتها (المعالج) أوليا إلى مستوى ضغط مرتفع يناسب الأغشية وحسب نسبة الأملاح في المياه الخام ، مع مراعات أن يكون هذا الضغط مرتفع كافيا للتغلب على الضغط الأسموزي الطبيعي للمياه المراد تحليتها .

III-8-3 الفصل بواسطة الأغشية:

في هذه المرحلة تسمح الأغشية القابلة للنفاذ للمياه العذبة فقط من العبور أما الأملاح الذائبة فلا تتمكن من ذلك ويتم تحويلها إلى خط الصرف ذات التركيز الملحي العالي ، علما أن نسبة مئوية قليلة تبقى في اتجاه تدفق المياه العذبة وهذا يعود لعدم كمال الأغشية التي تسمح بعبور هذه النسب القليلة .

وللأغشية عدة أنواع ومن أهمها الأغشية الحلزونية sprialwound وأغشية الأنسجة ذات التجويفات الدقيقة . Hollow Fine Fiber .

إن أنواع هذه الأغشية الواردة اسميهما يستعملان في المياه ذات الملوحة المنخفضة Brackish أو الملوحية العالية seawater كميار البحار مع الأخذ باعتبارات نسب الملوحة والضغوط اللازمة ، وهذا متوفر بالتفصيل لدى المصنعين العالميين .

III-8-4 مرحلة التثبيت أو ما بعد المعالجة :

المياه العذبة والمنتجة من الأغشية يلزمها ضبط للرقم الهيروجيني للمياه PH Adgustment

ويتم هذا عبر رفعها من حوالي 5 إلى 7.5 . كما يتم تزويده أيضا بنسبة معينة من الكلور لتحصينها اثناء التخزين والضخ إلى الشبكة من أية بكتيريات قد تدخل إليها .

III-9 استعملات مياه التحلية :

للمياه عدة استعمالات وغايات معيشية نوجزها بالتالي :

III-9-1 الصناعات :

حيث تتطلب بعض الصناعات مياه صافية ونقية مثل صناعة المكونات الإلكترونية ، الأطعمة والمواد الغذائية ، الأدوية والمستحضرات الطبية وغيرها

III-9-2 الزراعة :

في إطار التطور في المجال الزراعي يتم الاعتماد على أنظمة التناضح العكسي لتوفير مياه خالية من الملوثات والتي تسهم في التحكم بالأوبة الزراعية

III-9-3 مياه الشرب :

حيث يتم الإعتماد شبه الكلي عليها في البلاد التي تفتقر إلى مصادر طبيعية أو التي تعاني من نسب تلوث عالية في مياه مصادرها الطبيعية ، كما تعتمد عليها كذلك منظومات المجمعات السياحية والفنادق وعدد كبير من شركات تعبئة مياه الشرب [18]

III-10 كيف يتم تحديد نقاوة المياه المنتجة من العملية :

نقاء المياه المنتجة يحدده أمران أساسيان وهما:

الأول : وهو نسبة النبذ في الغشاء المستعمل Regect Ratio والذي يتراوح بين 30 و60 % بالمائة .

الثاني :نسبة الأملاح في مياه التغذية .

III-11 كيف نمنع انسداد الأغشية :

يتم ذلك من خلال اتخاذ عدة اجراءات منها

- تنظيم عملية التنناضح العكسي بشكل صحيح لتجنب تراكم المواد الكيميائية الضارة
- استخدام مرشحات وأنظمة تنظيف لإزالة الشوائب والرواسب من المياه قبل دخولها إلى الأغشية .
- إضافة مادة كيميائية مضادة للتكلس antiscalant وترسب الأملاح في خط تغذية مضخة الضغط العالي قبل وحدة التناضح .
- إجراء صيانة دورية وتنظيف لأغشية التناضح العكسي لإزالة أي تراكمات قد تحدث .
- إزالة عسرة المياه في المعالجة الأولية .

III-12 كيف يتم غسيل الأغشية :

مبدأ العملية سهلة جدا رغم أنها تتطلب بعض اللوازم مثل مضخة وخزان وخراطيم مياه إضافة إلى مواد كيميائية معينة أو استبدالها بالاسيد لغسيل الرقم الهيدروجيني المنخفض حوالي 4 أو إضافة كوستيك صودا لغسيل الرقم الهيدروجيني العالي 12. ولها عدة طرق أخرى منها ، الغسيل بالماء حيث يتم تمرير الماء عبر الأغشية لإزالة الرواسب والشوائب ، كما يمكن استخدام المواد الكيميائية المصممة خصيصا لتنظيف الأغشية وإزالة الرواسب العضوية والمعدنية . بالإضافة إلى ذلك ، يمكن استخدام محاليل حمضية أو قلوية لإزالة الرواسب العضوية أو الكلسية ، ونقوم بعملية تدوير للسوائل المطلوبة إلى داخل أنبوب الأغشية ومنها إلى الخزان ولمدة لاتقل عن ساعة . ويتم بعدها غسيل الأغشية بمياه نظيفة وإعادة التوصيلات وتشغيل المحطة [18].

وقبل ذلك يجب اتباع إرشادات وتوجيهات الشركة المصنعة لأنواع الأغشية المستخدمة والظروف الخاصة بالتشغيل لضمان الحفاظ على كفاءة الأغشية وطول عمرها .

III-13 ماهي احتياجات المحطة لأعمال الصيانة اليومية :

هذا الموضوع مرتبط مبدئيا بحجم المحطة وطاقتها ولكن المحطة تتطلب عدة صيانات يومية لضمان تشغيلها بكفاءة وفعالية ، بحيث تتطلب هذه الصيانة فحص مستوى وضغط المياه للتأكد من استقرارهما، وفحص مستوى مواد الكيماويات المضافة مثل المطهرات ومواد تثبيت الكلور، كما يجب تنظيف الفلاتر والأغشية بانتظام لإزالة الرواسب والشوائب التي قد تؤثر على أداء التنقية .

بالإضافة إلى ذلك يجب مراقبة جودة المياه المنتجة عن طريق أخذ عينات واختبارها ، وفحص وتشغيل المعدات للتأكد من عملية التشغيل السليمة .

تلك الجهود اليومية تساهم في منع حدوث مشاكل غير متوقعة وضمان استمرارية العملية بكفاءة عالية

III-14 ماهو العمر الإفتراضي للأغشية بعد التشغيل:

إن العمر الإفتراضي لأغشية التاضح العكسي يعتمد على عدة عوامل مثل جودة المياه المعالجة ، وظروف التشغيل ، ونوعية الأغشية المستخدمة ومدى صيانتها والعناية بها ، ومن النادر أن تخفق جميعها في نفس الوقت ، ويمكن أن تستمر الأغشية لفترة تتراوح بين عدة سنوات إلى عقدين من الزمن، والدليل على هذا أنه توجد أغشية قيد الاستعمال منذ أكثر من عشرين سنة ، ولكن قد تحتاج إلى استبدالها بعد مرور فترة زمنية تتراوح بين 3 إلى 7 سنوات في العادة ،

وفي العموم أن الصيانة الدورية واتباع ارشادات الإستعمال يساهم في تمديد عمر الأغشية والحفاظ على كفاءتها .

III-15 نمو البكتيريا في المياه المنتجة أثناء التخزين :

نعم يمكن للبكتيريا أن تنمو في المياه المخزنة ، ومن أجل منع ذلك يجب علينا التأكد من أن الحاويات والأنابيب وأي معدات أخرى تستخدم لتخزين المياه المعالجة يجب ان تكون معقمة ونظيفة ، كما ينبغي تخزين المياه في حاويات مغلقة لمنع التلوث الخارجي .

وهنا تبدو أهمية ضخ مادة الكلور أو البروم للمساعدة في منع نمو البكتيريا أثناء التخزين ،عند الحاجة إلى استخدام المياه يجب فحصها مرة أخرى للتاكد من عدم وجود أي تلوث قبل الإستخدام .

كما ينصح بطلاء جدران الخزانات بألوان كامدة مثل الأسود وغيره وذلك لمنع ظهور الطحالب عليها .

III-16 الاعتبارات الأساسية في تصميم منظومة تناضح عكسي صناعية :

عند تصميم منظومة تناضح عكسي يتعين أخذ العديد من الإعتبارات في فعتبار ، بحيث ينبغي اختيار المواد المناسبة وتصميم الهيكل الهيدروليكي للنظام بطريقة تضمن توزيعا متوازنا للضغط والتدفق ، بالإضافة إلى ذلك يجب تضمين نظام فعال للتحكم والمراقبة ، وتصميم نظام فعال للتحكم والمراقبة ، وتصميم النظام بطريقة تسهل عمليات الصيانة والتشغيل .

كما ينبغي أيضا دراسة وتصميم نظام معالجة كيميائية للمياه المعالجة ، بالإضافة إلى النظر في جوانب الاستدامة مثل استخدام الطاقة المتجددة وإعادة استخدام المياه المعالجة ، والاعتبار الأساسي والأهم في تصميم منظومة تناضح عكسي صناعية يتمثل في تحديد كمية ونوعية المياه المطلوبة مما يضمن تصميما ناجحا يتطابق مع متطلبات المستخدم الأخير .

III-17 المراحل الرئيسية في تأليف منظومة التاضح العكسي :

III-17-1 مرحلة ماقبل المعالجة أو المرحلة المبدئية:

يتم اختيار مكونات هذه المرحلة بعناية فائقة وهي تلعب دورا هاما في وقاية المرحلة اللاحقة من أضرار جسيمة تكلف الكثير من الجهد والمال ، وتهدف هذه المرحلة إلى تقليل إمكانية فساد وتكلس وانحلال أغشية التناضح خلال فترات التشغيل ، ويقوم غالبا مصنعو الاغشية ومن خلال نشرات علمية أو برامج حاسوبية مخصصة لذلك ، بترشيد المصمم إلى

مستلزمات المعالجة الأولية وتحديد أنواع المواد الكيميائية المطلوب استعمالها وكل ذلك بناء على تحاليل كيميائية تفصيلية لعينات من المياه الخام .

وتجدر الإشارة هنا بأن المياه الجوفية تتميز عادة بثبات في المكونات وعدم تغيرها وحرارتها ، وهذا يساعد في عملية المعالجة الأولية مما يفيد فينا أن تكون هذه المرحلة اقل تكلفة وتعقيد ، من التي سوف تستعمل مع المياه السطحية ، والتي تشهد تغيرات واضحة مع تبدل الفصول المناخية والعوامل الطبيعية ونسبة الملوثات تكون أكثر .

III-17-2 كميات الجسيمات في مياه التغذية:

تحديد كميات الجسيمات في مياه التغذية يتطلب استخدام أساليب مختلفة مثل التصفية ، والتحليل الكيميائي ، كما يمكن استخدام معدات مختلفة مثل الفلترات وأجهزة القياس ومؤشر الطمي لتحديد وتقييم الجسيمات الموجودة في المياه.

ولآن وحدة المعالجة اللاحقة سينتج عنها دفق يحتوي على تركيز ملحي عالي يتم فصله بواسطة الأغشية فإن المواد المذيبة للأملاح مثل : كالسيوم كاربونيت CaCO3 ، وكالسيوم سولفيات CaSo4، وأيضا باريوم سولفيات BaSo4 ، والسيليكا SiO2 ، يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار حيث يقوم المصمم بالاعتماد على الإجراءات التالية :

إزالة الكالسيوم بواسطة وحدة التليين بالتبادل الأيوني softeninglon exchange

ضخ أو زرق مادة الحمض أو مادة مانعة للتكلس antiscalant ، أو مادتي الحمض ومانع التكلس معا ، وتخفيض معدل الاسترداد .

وننوه ونقوم بالتركيز والتأكيد على أن المصمم سوف يقوم باختيار إمكانيات المعالجة المبدئية بناء على المعطيات الخاصة بكل مشروع ، ومن خلال ذلك يقوم بمعرفة نوع المواد المضافة مثل مادة الحمض ومانع التكلس لكل واحدة لديها دور فعال في إزالة بعض العناصر والغازات ، كما ان لهذه المضافات أدوار مهمة لدينا بعض السلبيات كتشكل عناصر غير مرغوبة مثل تشكل ديوكساید الكربون الذي يستوجب تركيب نظام إضافي جديد للتخلص منه ، وهذا يكون بعد مرحلة المعالجة أو التحلية .

III-17-3 مرحلة المعالجة أو التحلية:

وفي هذه المرحلة تأثير مهم وأساسي لمصنعي الأغشية وذلك من خلال تحديد نوع الأغشية المستعملة في المنظومة وعددها ، ومعدل الجريان المثالي يقدر بنسبة 2 لتر كل متر مربع لكل ضغط جوي في الساعة ، وهي اختصارا GFD وذلك للمياه السطحية .

- **ملاحظة :**

وهذه النسب قد تتغير إلى مقادير أخرى إذا كانت مياه التغذية تختلف في المصدر كالمياه الجوفية ، أو مياه بحر أو مياه مبتذلة .

وبعد حساب عدد الاغشية يتم تحديد عدد أنابيب الضغط الحاملة الطلوبة ، وان معظم المنظومات الصناعية تستخدم أنابيب ضغطية تحتوي على 6 أغشية ، ولكن هذا العدد ليس ثابت بحيث يمكن استعمال أنابيب ضغطية تحتوي مابين 3 إلى 7 أغشية .

ولم يبقى إلا أن نقول ونشير إلى أن المساحة المخصصة لمنظومة التحلية ، وكمية الملح الذائب في مياه التغذية للمحطة تلعب دور في تحديد عدد الأنابيب الضغطية .

والمهمة التالية تتمحور حول الترتيب الأنسب لهذه الأنابيب وما بداخلها من اغشية ، وحيث يغلب ترتيب الشجرة في أكثر الأوقات والأحيان ، وهذا يدل على ان المرحلة الأولى تحتوي على العدد الأكبر ثم تليها المرحلة الثانية وبعدها المرحلة الثالثة إن وجدت

والهدف الحقيقي والرئيسي من هذا الترتيب هو التخفيف من إمكانية فشل الاغشية بعد فترات زمنية طويلة من الاستخدام والتشغيل .

وفي المنظومات الصناعية التي تستخدم الانابيب الحاملة لي 6 أغشية يتم الأخذ بعدة اعتبارات فيما يتعلق بالاسترداد ومن هذه الاعتبارات نذكر :

المرحلة الأولى : من 29 إلى 50 بالمائة من الاسترداد

المرحلة الثانية : من 65 إلى 80 بالمائة من الاسترداد

المرحلة الثالثة : من 80 إلى 90 بالمائة من الاسترداد

وفي التصميم النموذجي نتوقف في المرحلتين فقط وباسترداد 70 %

III-17-4 مرحلة مابعد المعالجة أو النهائية:

يكون في هذه المرحلة فحص ومراقبة المياه الناتجة من الأغشية وضبط رقمها الهيدروجيني الذي يكون قد انخفض عادة نتيجة الضغط الاسموزي ، ونقوم برفعه ووضعه في حياديته (معاييره) مجددا وذلك من خلال اضافة مواد كيميائية كالصودا الكاوية أو غيرها ، كما يتم اضافة مادة الكلور بنسب مدروسة ومعايرة للشروط إلى المياه المتجهة إلى التخزين أو التوزيع عبر الشبكات وذلك حماية وتحصينا للمياه البكتيريا عند تعرضها للعوامل الطبيعية وحماية للمستخدمين .

III-18 استخدامات برامج الكومبيوتر الخاصة بالتصميم :

البرامج الحاسوبية التي يقوم مصنعو الاغشية بتوزيعها على شركات معالجة المياه والمستخدمين ، تهدف إلى تقديم الخدمة المتطورة والدعم الفني اللازم وتحديد وتخمين الأداء المتوقع للأغشية،

كما تقوم بتقديم تحذيرات للمصممين عندا تخطيهم نصائح وارشادات المصنعين وتوجيهاتهم ،

ولهذه البرامج استعمالات اخرى بحيث تساعد في تجربة الخيارات المتاحة للمصممين بسرعة واتخاذ القرارات بشكل فعال واقتصادي في نفس الوقت .

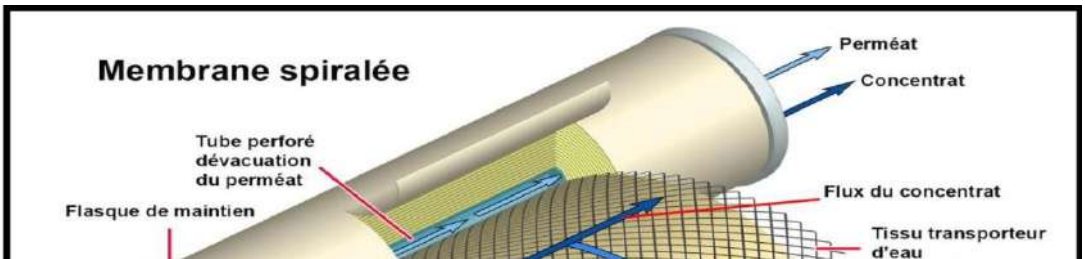
III-19 أنواع أغشية التناضح العكسي ومميزاتها:

يتوفر بشكل عام ثلاثة أنواع من أغشية التناضح العكسي والمستعملة في التحلية في زمننا هذا ، وتتم مراقبة الكلور لحماية الأغشية ، وكما تعرفنا في السابق إلى تقنيات التناضح العكسي فإن استمرار أداء عملية التحلية بشكل سليم يعتمد أساسا على شروط تشغيل الأغشية، ووجود الكلور قد يحط من بعض مواد الأغشية ولذلك يتم اللجوء إلى إزالة الكلور في المياه قبل دخولها إلى الأغشية .

وهذه الأنواع الثلاثة من الأغشية هي:

أغشية متعددة الطبقات ، أغشية مسطحة ، أغشية ملفوفة ، بحيث الأغشية متعددة الطبقات تتميز بفعاليتها العالية في إزالة الملوثات والأملاح ، وتحقيق كفاءة في استخدام الطاقة ، مما يجعلها اختيارا اقتصاديا في العمليات الصناعية وتحلية المياه. بالإضافة إلى ذلك ، الأغشية المسطحة تبرز بسهولة تصنيعها وتشغيلها وصيانتها ، إلى جانب كفاءتها العالية في الترشيح . أما الأغشية الملفوفة فتوفر دقة عالية في الترشيح وتتميز بقدرتها على إزالة المواد الكيميائية والأملاح الكبيرة من المياه ، مما يجعلها مثالية لتطبيقات التنقية المتطلبة لدقة ومتانة ،

تختلف مميزات كل نوع من أغشية التاضح العكسي بحسب تطبيقاتها المحددة والظروف البيئية والصناعية المحيطة بها . [20]



الشكل III. 4: وصف وحدة التناضح العكسي الملفوفة [19].

III-20 وحدات التناضح العكسي :

III-20-1 تعريف الوحدة النمطية :

يشار إلى أجهزة الفصل القائمة على الغشاء بأجهزة فصل الوحدات أي "الخراطيش" أو "الوحدات النمطية " وهما مصطلحان لهما نفس المعنى فقط ، يختلف تصميمها بناء على شكل وحجم الغشاء . يجب في نفس الوقت أن يوفر دورانا كافيا على سطح هذا الغشاء ، يتم إنشاؤها أيضا مع وضع التطبيق المستقبلي في الاعتبار ويجب أن تفي بمتطلبات ومرافق التجميع والتفكيك والتنظيف [21].

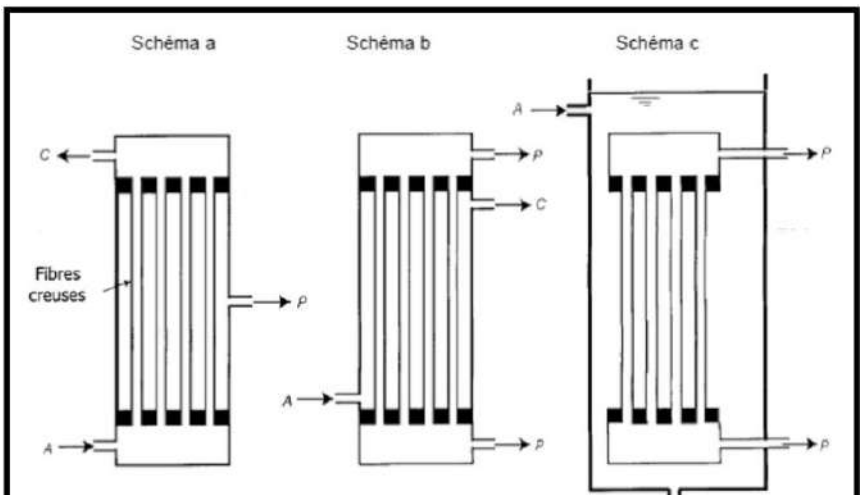
III-20-2 أنواع الوحدات :

يوحد أربع أنواع مختلفة من الوحدات التي تقوم بدعم الأغشية منها :

III-20-2-1 وحدات الألياف المجوفة :

يتم تجميع مجموعة من هذه الألياف التي يتراوح طولها من سنتيمترات إلى نتر وسمكها من 100 nm إلى 200 على شكل حزمة قطرها أقل من ثلاثة ملليمتر ، ويتم تجميع هذه الألياف بالتوازي وفقا لتشكيلتين محتملتين :

- يدور المحلول المراد معالجته داخل الألياف ويتم استعادة النفاذية خارج الألياف ، هناك تدفق مماسي .
  تستخدم هذه التقنية عادة عندما يكون المرء مهتما بالتركيز
- يدور المحلول خارج الألياف ويتم استعادة المخلفات داخل الألياف في الوضع الأمامي. تستخدم هذه التقنية عادة عندما يهتم المرء بالمخلفات [22]



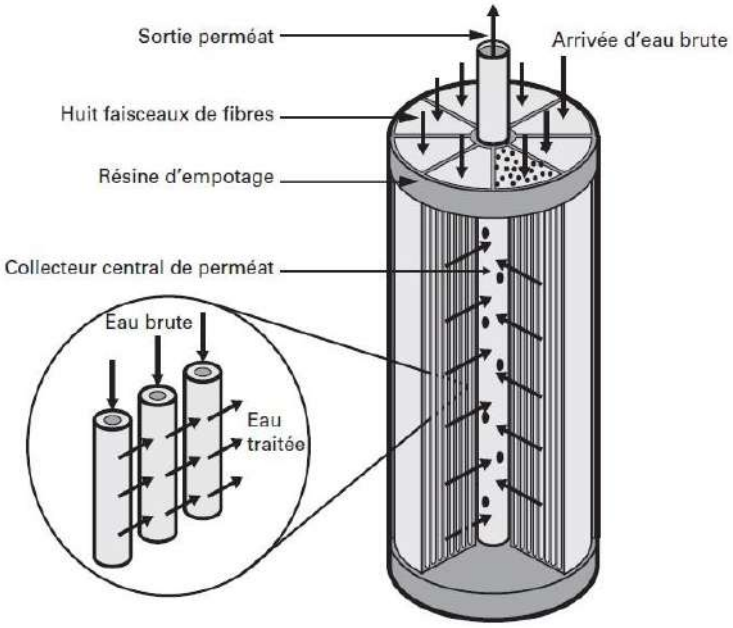
الشكل III. 5: مخطط وحدات الألياف المجوفة[19] .

III-20-2-2 وحدات لولبية :

يتم جمع المخلفات في وحدة التناضح العكسي بتقنية الأغشية المسطحة اللولبية عن طريق لف الأغشية المسطحة حول أنبوب مجوف ومثقوب، ويتم وضع شبكة بلاستيكية بين الأغشية لإحداث اضطراب في دوران الماء. تنتقل المواد المتخللة على طول الأنبوب المسامي بنمط حلزوني، بينما تتحرك التغذية محوريا في القنوات، مكونة أسطوانة متعددة الطبقات. هذا التصميم يعزز كفاءة إزالة المخلفات ويحسن أداء وحدة التناضح العكسي بشكل عام

III-20-2-3 وحدات لوحة :

في أنظمة الترشيح تحت الضغط باستخدام وحدات اللوحات، يعتمد المنهج على استخدام أغشية على شكل صفائح لعملية الترشيح، وعلى الرغم من هذا الاعتماد على التقنية المتطورة، إلا أن سطح الترشيح يظل ضعيفا نسبيا مقارنة بحجم المرشح نفسه[23]

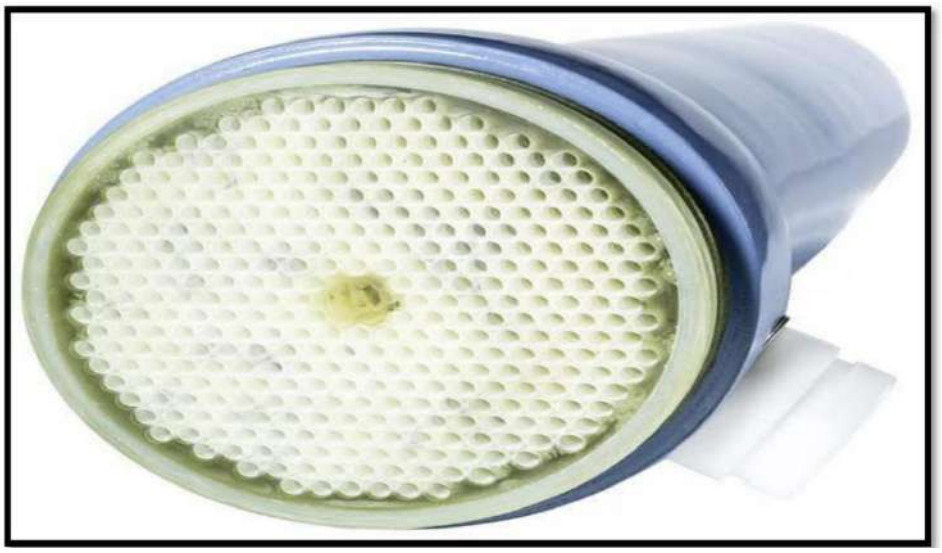


الشكل III. 6 : مخطط يوضح تركيب وحدة لوحة[19]

III-20-2-4 وحدات في شكل أنبوبي :

تتم وضع الأغشية أو إنتاجها داخل أنبوب مسامي أو به فتحات تصريف محفورة فيه، وتتراوح أقطارها بين 10مم إلى 40مم بعد هذه الخطوة يتم تثبيت الأنابيب المكونة من شكل واحد من خلال توصيل وحداتها بشكل متواز أو متسلسل داخل علبة أسطوانية .

الديناميكية المائية للتدفق محددة بدقة، وكدلك سرعات الدوران ، في حالة الحاجة إلى نظام اضطراب كمي، سرعات تصل إلى 6 m/s قابلة للتحقيق، هاته الوحدات سهلة التنظيف ولاتتطلب ترشيحا مسبقا دقيقا للسائل المراد معالجته، عيبها الرئيسي هو انخفاض ضغطها ، فضلا عن التكلفة الباهظة لكل متر مربع مثبت .[24].



الشكل III. 7 : وحدة الغشاء الأنبوبي [17]

III-21 مشاكل التحلية بواسطة التناضح العكسي :

من أكبر المشاكل التي تحدث في محطات التحلية هو تآكل المواسير الأستانلس ، ويعرف التآكل على أنه هو هدم البناء البلوري للمعدن كنتيجة مباشرة للتفاعل الكيميائي أو الكهروكيميائي بين المعدن و البيئة المحيطة به .

III-21-1 التفسير العام لحدوث التآكل :

معدن الحديد مثل كل المعادن ، عندما يوضع في الماء أو أي محلول آخر فإنه يتأين الى أيونات الحديدوز (fe++) ، ولكن يحدث أن المحلول يميل دائما إلى ان يبقى متعادلا من الناحية الكهربائية ، فإن ايونات الحديدوز الموجبة تستطيع أن تدخل الى المحلول فقط عندما يخرج من هذا المحلول ايونات موجبة مساوية في العدد لأيونات الحديدوز الذائبة في الماء ، وفي الحالات العادية حيث يغمر معدن الحديد في الماء فإن ايونات الحديد تدخل إلى المحلول تزيح من المحلول ايونات الهيدروجين (H+) التي تغطي سطح المعدن بغشاء رقيق غير مرئي من ذرات الهيدروجين ويطلق على هذه الظاهرة بظاهرة استقطاب المعدن

(Metal surface polarization)

Fe +2h+ ‘’fe^++ +2h

ولكي تتم عملية التآكل فإنه يلزم ازالة الغشاء الهيدروجيني الموجود على السطح بأي طريقة

III-21-1-1 طرق إزالة الغشاء الهيدروجيني الموجود على السطح :

يوجد لدينا طريقتين :

- **الطريقة الأولى :**

يتحدد الهيدروجين الذائب في الماء مكونا جزيئات من الماء H2O =H+O2

- **الطريقة الثانية :**

تتحد ذرات الهيدروجين بعضها مع بعض مكونا جزيئات من غاز الهيدروجين الذي ينطلق من المحلول على هيئة فقاعات غازية ، H+H''H2 # gas

ويحدث خروج الهيدروجين وانطلاقه من المحلول على هيئة غاز المحاليل الحمضية وهذا يفسر أن التآكل يكون سريعا كلما كان المحلول أكثر حمضية .

وبصفة عامة فإن الحديد الذي يذوب في المحلول يترسب فورا على هيئة هيدروكسيد الحديد Fe(oh)3 في وجود الأكسجين وهذا يؤثر على معدلات التآكل .

ترسيب الحديد على هيئة هيدروكسيد الحديديك من المحلول يساعد على ذوبان كمية اخرى من ايونات معدن الحديد التي تترك سطح المعدن وتذوب في المحلول أي أنه يحدث تنشيطا لعملية التآكل .

عندما تكون كمية الأكسجين مع ايونات الحديدوز ++Fe والهيدروجين +H الموجود في الماء حيث يختفي الأكسجين تماما وبالتالي تقل فرصة حدوث مزيد من عملية التآكل .

III-21-1-2 الحقائق العامة التي تحكم عملية التآكل ، خاصة في معدن الحديد :

عند درجات الحرارة العادية لايتآكل إلا في وجود الرطوبة ، ولا بد من وجود غاز الأكسجين في المياه حتى يحدث التآكل في درجات الخرارة العادية ، ويكون التآكل في الوسط الحمضي أكبر بكثير من التآكل في الوسط القاعدي ، ويتكون لدينا نتيجة التآكل هيدروكسيد الحديدوز الأسود أو الأخضر على سطح المعدن مباشرة ثم يتكون فوق هيدروكسيد الحديديك الأحمر على سطح المعدن وهذا مايطلق عليه الصدأ .

وفي معظم الأحوال التي يحدث فيها التآكل يكون معدل حدوث التآكل سريعا في البداية عنه بعد فترة من الزمن وذلك بسبب تكون طبقة من الصدأوتكون مصحوبة ببعض الأملاح ،

يزداد معدل التآكل عند درجات الحرارة العادية بزيادة التركيز وبإرتفاع درجات الحرارة ، وقد تؤدي بعض أنواع البكتيريا إلى الزيادة في معدل التآكل الكهروكيميائي وذلك في عدم وجود غاز الأكسجين مثل بكتيريا اختزال الكبريتات وبكترا ترسيب الحديد .

وهناك اختلاف في معدلات التآكل بين المعادن النقية والسبائك بحيث تكون النسبة في المعادن النقية أقل لأن معظم السبائك تتركب من أكثر من معدن يختلف الجهد الكهروكيميائي فيها وأيضا تختلف قدرة كل منها على توصيل الكهرباء.

III-21-1-3 طرق التحكم في التآكل أو منعه :

لدينا ثلاث طرق للتحكم في التآكل :

1 * **التخلص من الغازات الذائبة :**

يعتبر غاز الأكسجين الذائي في مياه البحر وغاز ثاني أكسيد الكربون الحر من العوامل المؤثرة على زيادة معدلات التآكل ويستخدم نازع الغازات الذي يعمل بطرق التفريغ للتخلص من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون الذائبان في المياه المالحة .

2 ***اختيار المعادن والسبائك المناسبة :**

3 ***الحماية بتغطية سطح المعدن :**

وتعتبر هذه الطريقة من الطرق الشائعة لحماية معادن المنشئات المختلفة من أخطار التآكل ومن المواد العازلة والمعروفة والمستخدمة لحماية أسطح المعادن المعرضة للماء الطلاء بأكسيد الرصاص الأحمر وأكسيد الحديد الأحمر والزنك والكروم أما في احواض المياه فعادة ماتبطن بالرصاص أو تدهن بالبيتومين أو الأسفلت الطبيعي .

III-22سلبيات وايجابيات التناضح العكسي :

III-22-1 الإيجابيات :

تشمل الفوائد : معدل تحويل مرتفع (أعلى من 55%) ، مع إستهلاك مرتفعللطاقة النوعية (من 3 إلى 5kw/m^3) ، المرونة في الإستجابة للتغيرات في الطلب على المياه ، تكلفة استثمارية منخفضة نسبيا وفترة تنفيذ أقصر [19].

بعد التناضح العكسي يتم الحصول على مياه نقية للغاية مع تدابير صحية بيولوجية إلكترونية خالية من العيوب ، والتي تتطابق تقريبا مع تلك الموجودة في المياه الأكثر طبيعية .

يعتبر الرقم الهيدروجيني 6.6 حمضي قليلا (مثالي للهضم ، إستيعاب الطعام ، إعادة توازن درجة الحموضة في الدم وهي شديدة السمية بشكل عام) . مقاومة عالية من 20000 إلى 30000 أوم ، مما يسمح بالتخلص من السموم تماما [19].

تعمل عند درجات حرارة منخفضة ، وهذا يقلل من التآكل والترسبات ، وملوحة الماء المنتج من تحلية مياه البحر من 300-500 وهي تناسب مياه الشرب .

مرونة سعة الوحدات من عدة لترات إلى عشرات الآلاف من م مكعب/ اليوم ، وتحتاج إلى طاقة كهربائية فقط [1] .

III-22-2 السلبيات :

على الرغم من الفوائد ، إلا أن هناك عيوب وسلبيات مثل : الحسلسية للتغيرات في جودة المياه الخام ، وخاصة التلوث ، الحاجة إلى موظفين مؤهلين ، من الصعب نسبيا إجراء العملية، لاسيما على مستوى ما قبل المعالجة ; تكاليف صيانة عالية بسبب تكاليف تجديد الأغشية مع عمر أقل من 7 سنوات الآن[25] .

يجب تنظيف الغشاء بانتظام، مما يؤدي إلى فقدان 5L من الماء مقابل لتر واحد من ماء التناضح العكسي .

الماء عدواني ومسبب للتآكل للآنابيب منذ أن تم نزع المعادن منه ، يفقد الماء جميع معادنه ، بما في ذلك المعادن الأساسية مثل الكالسيوم والمغنزيوم . لذلك يفضل إعادة تمعدن الماء قبل اتناوله [26].

III-23 الخلاصة :

تعتبر تقنية التناضح العكسي للمياه الجوفية تقنية حيوية لإنتاج مياه الشرب في الدول التي تواجه نقصا في المياه العدبة ، وتهدف هذه التقنية الأساسية إلى إزالة الأملاح والجسيمات العضوية والميكروبات من المياه المالحة ، ورغم الفوائد الكبيرة التي تقدمها فإنها تواجه تحديات مثل الضغط العالي المطلوب للتشغيل والحساسية لجودة المعالجة الأولية بالإضافة إلى التحدي الذي تواجهه مع مشكلة المركزات التي يتم رفضها دون معالجة ، والتي تؤثر على توازن العملية والتنوع البيولوجي.

الفصل الرابع:
المعالجة الأولية في محطات التناضح العكسي

1-IV مقدمة :

تسمى معالجة مياه التغذية الداخلية لوحدة التحلية (سواء مياه البحار أو الآبار أو غيرها) بالمعالجة الأولية أو الإبتدائية ، ويتم معالجة هذه المياه أساسا لحماية وحدة التحلية والأجهزة من التآكل ومن ترسب الأملاح

2-IV أنواع المعالجة الأولية للمياه

1-2-IV المعالجة الأولية التقليدية للمياه :

وهي العملية التي يتم فيها معالجة المياه عن طريق الخواص الفيزيائية من دون اللجوء إلى المعالجات الكيميائية (مع الملاحظة أنه يتم إضافة بعض المواد لتسريع العملية).. والغرض منها هو إزالة جزء كبير من المواد العالقة بالمياه كذرّات التراب والبكتيريا.

هذه العملية هي أول مرحلة من مراحل تحلية المياه أو الزملحة وتعتمد بشكل أساسي على قوانين الميكانيكا في الموائع (وبشكل خاص في الماء) وخصائص الجاذبية والكثافة.. فيتم تخثر (أو تكتل) المواد الغير مرغوبة ومن ثم تترسب بفعل الجاذبية.

من خصائص هذه العملية أنها غير مكلفة ولا تحتاج إلى مهارة عالية للقيام بها.. ولكن في الوقت ذاته تتطلب مساحات شاسعة من الأرض وتنتج مياه ذات جودة متذبذبة (وذلك يعتمد بشكل كبير على درجة الحرارة والنشاط البكتيري أو وجود بعض المواد السامة للبكتيريا المعالجة في المياه...

وتتلخص هذه العملية في خمسة مراحل:

_إزالة المواد الكبيرة وذلك بتمرير المياه من خلال شبكة تحجز المواد ذات الحجم الكبير نسبيا

_إضافة الكلور وتتبع هذه العملية بضخ الهواء في المياه وذلك لقتل البكتيريا وإزالة أيونات الحديد والمنغنيز

_تعديل حموضة المياه: وذلك بجعل المياه تميل إلى الوسط القاعدي (وفي بعض المركبات تكون المياه ذات وسط حمضي ضعيف بين الأسين الهيدروجينيين 5-6.5) وذلك لتهيئتها للتخثير والترسيب

_تخثير المواد العالقة ومن ثم ترسيبها

_ترشيح (فلترة) المياه عن طريق الفلاتر (المرشحات) الرملية السريعة أو البطيئة [14]

صورة IV1.مياه ذات مستويات عكارة مختلفة

صورة IV2.**مياه عكرة**

2-2-IV المعالجة الأولية الحديثة للمياه : وهي العملية التي يتم فيها معالجة المياه عن طريق استخدام تنقيات حديثة (وتعتمد على الأغشية بشكل أساسي) من دون اللجوء إلى المعالجات الكيميائية (مع الملاحظة أنه يتم إضافة بعض المواد لتسريع العملية).. والغرض منها هو إزالة جزء كبير من المواد العالقة بالمياه كذرات التراب والبكتيريا.

هذه العملية هي أول مرحلة من مراحل تحلية المياه أو الزملحة (انظر تحلية المياه)وتعتمد بشكل أساسي على الفلترة أو على مبدأ الاعتراض المباشر هذه العملية مكلفة في البداية بسبب تقنية الأغشية والمرشحات المستخدمة وتحتاج إلى مهارة في الإدارة والتعامل مع المشاكل التي قد تظهر، بالإضافة إلى أنها تستهلك طاقة كبيرة إذا ما قورنت بالمعالجة الأولية التقليدية للمياه..ومن مميزاتها أنها لا تتطلب مساحات شاسعة من الأرض وتنتج مياه ذات جودة ثابتة وعالية بغض النظر عن مصدر المياه المأخوذ فتقلل تكلفة استبدال غشاء التناضح العكسي.

وتتلخص هذه العملية في ثلاثة مراحل:

_إزالة المواد الكبيرة وذلك بتمرير المياه من خلال شبكة تحجز المواد ذات الحجم الكبير نسبيا

_إضافة بعض المواد الكيميائية (بحسب المرشح المستخدم) لتحسين عملية الترشيح والمعروفة باسم المخثر

_ترشيح المياه باستخدام المرشحات [18]

IV-3 عوامل يجب الانتباه لديها:

بالإضافة إلى العوامل التي يجب الانتباه إليها ، هذه العملية تعتمد بشكل أساسي على سلامة المرشح والذي يحتم علينا استخدام بعض المواد الكيميائية أو يمنعها وذلك يعتمد على نوع المرشح المستخدم والمادة المصنوعة منه وحجم الثغور فيه

IV-3-1 إزالة المواد الكبيرة:

IV-3-2 إضافة المواد الكيميائية:

وذلك يتم قبل تعريض المياه للمرشح، وهذه المواد تعرف بالمخثر .ويتم إضافة المخثر بكميات محددة ويتم غالبا استهداف الجزيئات الأصغر حتى تتخثر وتتجمع وبالتالي تصبح ذات حجم أكبر من الفتحات الموجودة في المرشح فيتم التخلص منها وهي تكون عادة أكسيد الحديد الثلاثي. هناك مواد مختلفة يتم إضافتها إلى المياه وذلك بحسب حجم الثغور في المرشح، فكلما صغرت الثغور كلما قلت المواد الكيميائية المستخدمة أو فُضِّل عدم استخدامها.

IV-3-3 الترشيح:

هناك عدة مرشحات مستخدمة وتختلف باختلاف حجم الثغور ونوعية المرشح المستخدم. ويعتمد مبدأ الترشيح على فارق الضغط المتواجد بين المياه ذات العوالق والمياه المصفاة. وتاريخها يرجع إلى 1960 عندما تم قبولها في عالم الصناعة. وحاليا يتم تقسيم المرشحات والتفريق بينهم مقارنة بين حجم الثغور المتواجدة في المرشح، وتنقسم إلى التالي:

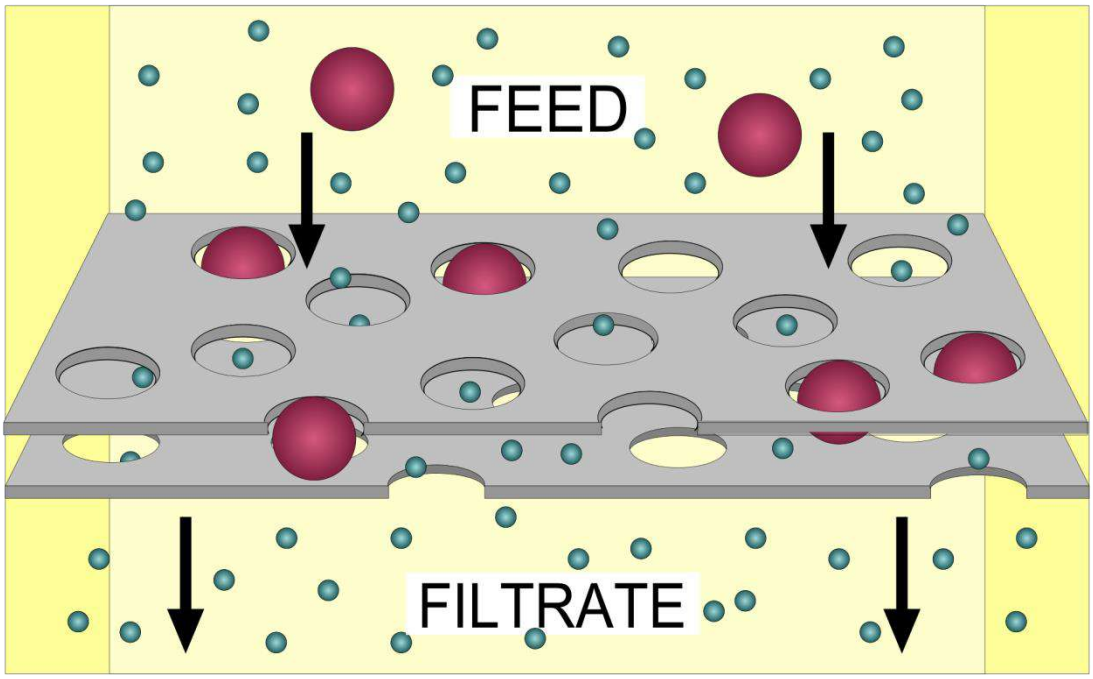
_مرشح الميكرون(Microfiltration)

_مرشح الألترا(Ultrafiltration)

_مرشح النانو(Nanofiltration)

_مرشح التناضح العكسي(Reverse Osmosis)

وبالعادة يتم استخدام أول نوعين من المرشحات كعملية أولية لتنقية ومعالجة المياه، وحاليا يتم دراسة استخدام النوع الثالث وتصنيفه بشكل أفضلمرشحات الميكرون والألترا تتكون عادة من مواد تعرف بالمكثور العضوي كمتعدد الإيثيلين و متعدد الايثر الكبريتي (polyether sulfone) وغيرها. وأيضا قد يتم تصنيعها من مواد غير عضوية كالسيراميك والزجاج والمعادن (وهذا النوع تحت البحث والتطوير انظر مجالات البحث والتطوير)وينقسم المكثور العضوي إلى مجموعتين وهما المكثور العضوي الماص للمياه والمكثور العضوي الطارد للمياه [28] .



الشكل IV1رسم توضيحي لكيفية عمل المرشح وطريقة اعتراضه للعوالق ذات الحجم الأكبر من الثغور

IV-4 المعالجة الأولية لمياه التغذية

IV-4-1 المعالجة الأولية لمياه التغذية لوحدات التحلية

IV-4-2 الوحدة الرابعة :معالجة المياه

معالجة مياه التغذية الداخلية لوحدة التحلية feed treatment (سواء مياه البحار أو الآبار أو غيرها) تسمى بالمعالجة الأولية أو الابتدائية Pre-treatment . ويتم معالجة هذه المياه أساساً لحماية وحدة التحلية والأجهزة بها من التآكل corrosion ومن ترسب الأملاح scale deposites و من عمليات ترسب العوالق والمواد العضوية وتختلف عملية المعالجة الأولية حسب نوع ماء التغذية (بحر ، بئر أو غيره) وحسب تكنولوجيا التحلية المستخدمة) حرارية ، أغشية ..... إلخ (فقد يلزم العمليات التحلية بالأغشية معالجة المواد العالقة والبحرية أكثر من الطرق الحرارية وذلك لمنع انسداد شعيرات ومسامات الأغشية الدقيقة جداً . في حين أن الطرق الحرارية يلزمها معالجة الاملاح الذائبة أكثر من طرق الأغشية خوفاً من ترسب الأملاح على أسطح انتقال الحرارة مع زيادة درجة الحرارة.

أ / شبكات تصفية عوالق البحر screening system

ب إضافة الكلور (أو مواد لقتل الأجسام الحية الدقيقة Biocides).

ج إضافة المواد الكيمائية ضد الترسبات Anti Scalants وضد التأكل وضد الرغاوي Anti Foam

د علميات إزالة الغازات الذائبة في ماء التغذية Deaeration باستخدام طارد الغازات ، وقدتستخدمموادكيمائية (مثل سلفات الصوديوم (لامتصاص ما تبقى من الاكسجين ومنه إلىمبخرات وحدة. Evaporators التحلية

أما في محطات التحلية الأغشية تشمل المعالجة على :

ا شبكات تصفية عوالق البحر Screening system

ب / إضافة الكلور الماء التغذية لقتل الأحياء الدقيقة.

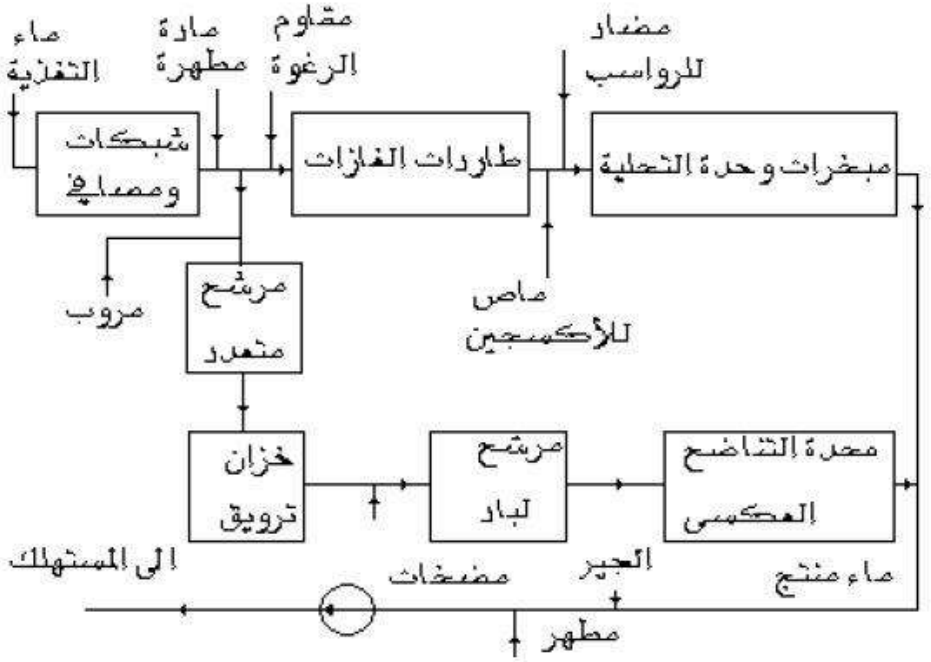
ج إضافة المواد الكيمائية (لتجميع العوالق الدقيقة Coagulants

د عملية الترسب sedimentation ..

هـ / عمليات إزالة العوالق الدقيقة (الترشيح - الفلترة)

و عمليات إزالة العوالق الدقيقة جداً (الفلترة الدقيقة جداً أو الميكرونية) .

ز / إزالة الكلور الزائد قبل دخول الماء للأغشية ، حتى لا تتلف الأغشية (ومنه إلى مجمعالأغشية [28] .



الشكل IV2: المعالجة الأولية والنهائية لمحطات التحلية

IV-5 أهمية المعالجة الأولية على أداء وحدات التناضح العكسي

تعتبر جودة المعالجة الأولية من أهم العوامل المؤثرة على نجاح عملية تشغيل وحدات التناضحالعكسي ، حيث إن ترسب أي عوالق على الأغشية وانخفاض معدات إنتاج الماء ، وقد يتبع انخفاضمعدل الإنتاج إلى زيادة ضغط المحلول مما يتلف الأغشية ويقلل من عمرها الافتراضي للعمل . وتشمل المعالجة الأولية العمليات الأساسية مثل الترشيح باستخدام المرشحات الرملية ثم يتبع ذلكمرشحات اللباد في حدود خمسة ميكرون، ثم إضافة الحامض لضبط الرقم الهيدروجيني ولمنع الترسباتوالتي تترتب ترسبات وتقليل معد أكسدة الحديد ، وإضافة الكلور لقتل المواد العضوية الحية (ثم يزال الكلور تماما خاصة في اغشية البولويد (حتى لا تؤثر على أداء الأغشية . وتعتبر مكونات ونظم المعالجة الأولية لوحدات التحلية بالتناضح العكسي من الأجزاء المهمة جدا والمكلفة (فقد تصل إلى ٦٠ % منالتكاليف الشرائية) للوحدة [28] .

جدول IV1.: الكيمياويات المضافة لوحدة التحلية

الكيماويات المضافة	السبب للإضافة
المعالجة الاولية:	-
- هيبوكلوريد الصوديوم (الهيبو)	لتطهير ماء التغذية (أو الماء المنتج)
- أو كبيرتات النحاس	لتطهير ماء التغذية (أو الماء المنتج)
- باي سلفات الصوديوم	لإزالة الكلور من ماء التغذية
- هيكسا ميتا فوسفات الصوديوم	لمقاومة الترسبات
- حامض الكبريتيك	لضبط الرقم الهيدروجيني ومقامة الترسبات
المعالجة النهائية:	
- هيبوكلوريد الكالسيوم / الصوديوم	لتطهير الماء المنتج
- الجير	لضبط الرقم الهيدروجين
التنظيف :	لضبط الرقم الهيدروجيني لمحلول التنظيف
- هيدروكسيد الامونيوم/ الصوديوم	لضبط الرقم الهيدروجيني لمحلول التنظيف
- حامض الهيدروكلويك	لإزالة الترسبات الكربونية والاكسيد
- حامض الستريك/ الفسفوريك/ الاكسليك	لإزلة المواد العضوية والترسبات الميكروبيولوجية
- فوسفات الصوديوم الثلاثي	للتطهير والمحافظة على الأغشية
- الفورمالدهايد .	

IV-6 ماهي الكيماويات المضافة لعمليات التحلية ؟

تتعدد الكيماويات المضافة لعمليات التحلية حسب الهدف منه ومنها ولمعالجة المياه في محطاتالتحلية ، تضاف نسب محددة من بعض المواد الكيمياوية مثل.

أ) هيبوكلوريد الصوديوم ، أو سلفات النحاس ، لتطهير الماء المالح.

ب) باي سلفات الصوديوم لطرد الأكسجين من ماء التعويض، وإزالة الكلور الزائد .

(ج) حامض الكبريتيك لضبط الرقم الهيدروجيني في الماء المالح.

د) مادة البلجارد (اسم تجاري لمركب كيمائي (لمنع الترسبات على أسطح انتقال الحرارة (في المحطاتالحرارية).

هـ) كما يضاف هبوكلوريد الصوديوم وهيبو كلوريد الكالسيوم لتطهير الماء المنتج ، كما يضاف الجير لضبط الرقم الهيدروجيني لماء المنتج ، والجدول 1 يوضح ملخص لبعض المواد الكيميائية التي تضاف لمات التحلية الحرارية أثناء المعالجة الأولية والنهائية ، سبب إضافتها والشكل ٢ يبين مواقع إضافةوحقن هذه المواد [28]

IV-7 مكونات منظومة الدخول والمعالجة الأولية لمياه التغذية :

تتكون منظومة دخول مياه التغذية لوحدة التحلية من مجموعة من الأنابيب أو المجاري لدخول الماءالمطلوب معالجته ثم يتجه ماء التغذية من خلال شبكات - مصافي - لحجز العوالق الكبيرة مصلالأعشاب، ومنه إلى مضخات ومنها إلى المروقات شكل ٣ وهي عادة ما تكون خزانات كبيرة تسمحبترسيب المواد العالقة الكبيرة الحجم نسبيا كالرمال والطمي ، وقد يستخدم مواد مساعدة ملكبريتات الألومنيوم - الشبه - للمساعدة في تجميع العوالق الصغيرة ؛ حيث تتميز كبريتات الألمونيومبالقدرة على جذب العوالق الصغيرة وتجميعها حولها لتكون عوالق كبيرة) لتسهل ترسبها . ثم يتم حقنالماء بالكلور لقتل الأحياء الدقيقة ثم يزال الكلور الزائد قبل دخول الماء للأغشية وكذلك إضافة بعضالمواد الكيمائية ضد الترسيب وضد التآكل ينتقل الماء بعد ذلك إلى مجموعة المرشحات الرملية متعددالمحتوى من الرمال والحصى الدقيق لترشيح الماء من العوالق شكل ٤ ثم مرشحات اللباد لترسيب الموادالعالقة الدقيقة كالفطريات الدقيقة) وفي وحدات التحلية بالأغشية قد تحتاج إلى المرشحات الدقيقة جداوفي وحدات التحلية الحرارية نحتاج إلى إزالة الغازات عن طريق طارد الغازات شكل ٥ وعليه يكون ماءالتغذية في وضع يسمح له بالدخول إلى وحدة التحلية.

والشكل ٦ يوضح نموذج آخر المسار عملية المعالجة المياه تغذية من نهر عذب سواء لاستخدمهاكماء شرب ، أو في حالة دخولها وحدة أغشية أو في حالة دخولها لوحدة تبادل أيوني ، والجدير بالذكرأن منظومة المعالجة الأولية لميه التغذية تحتاج أيضا إلى المكونات الأساسية لأية منظومة هندسية مثلالمضخات والمرشحات والمبادلات الحرارية وأجهزة القياس والتحكم وغيرها من المكونات [28] .

IV-8 طرق علاج العكارة :

تنتج العكارة من وجود مواد عالقة بالماء مما يمنع صفائها ، ويمنع مرور الضوء أو انكساره . وهذه المواد قد تكون طمي أو رمل أو بكتيريا أو غيرها . وتقاس العكارة بكمية تشتت الضوء الساقط عمودي على كمية من الماء، وتقاس بوحدة (NTU) وهي نسبة التشتت للضوء بالنسبة لعينة قياسية. والعكارة بما تحتويه من مواد عالقة تسبب ترسبات وانسداد على الأنابيب المار بها الماء وكذلك تأكل المكونات بها ، وعلاج العكارة (أو المواد العالقة (هي الترسب والترشيح الرملي أو الميكروني [28]

IV-8-1 اختبار العكارة SDI

يعتبر اختبار العكارة (للمواد العالقة بماء التغذية (من أحد المعايير الهامة للمحافظة على كفاءة وحدة التحلية خاصة بالأغشية واختبار العكارة المسمى Slit Density Index هو اختبار لتحديد نسبة المواد العالقة في الماء على أساسه تحدد حجم عمليات المعالجة الأولية المطلوبة لمياه التغذية والخاصة بإزالة المواد العالقة . ويتكون جهاز هذا الاختبار، شكل 7 من مرشح (٠,٤٥ ميكرون) ومقياس ضغط وصمام . ويتم الاختبار عند ضغط ٢,١ بار والاختبار عبارة عن ترشيح كمية من ماء التغذية تعادل ٥٠٠ مللي لتر من خلال مرشح جديد ويقاس الزمن اللازم للترشيح T1 وترك بعد ذلك ماء التغذية ليمر خلال المرشح لمدة ١٥ دقيقة (يسب انسداد جزئي للمسام ، ومن ثم يقل معد مرور الماء) ثم يعاد قياس الزمناللازم المرور ٥٠٠ مللي لتر الماء خلال المرشح (٢) ويحسب قيمة الـ SDI كما يلي :) = SDI١ ٢/١) (١٥/١٠٠)وعندما يكون الزمن أكبر من أربع مرات من الزمن T1 يكون مقياس SDI = 5 أما قيمة آل SDI التي تسبب انسداد المرشح هي ٦,٧ ولمنع انسداد أغشية وحدة التحلية (في حالة أغشية الناضح العكسي والملفوفة حلزونياً (يلزم أن يكون قيمة مقياس

العكارة خمسة أول أقل وتكون أقل من ثلاثة في الشعيرات المجوفة ، ويلزم إجراء عملية ذا القياس الاختبار لماء التغذية أكثر من مرة ويفضل ثلاث مراتفي اليوم الواحد [28]

IV-9 أنواع المرشحات (الفلاتر) المستخدمة في وحدات التحلية

تعتبر عملية الترشيح الفعالة جزءا هاماً وضرورياً في وحدات تحلية وتنقية الماء. وتنقسم المرشحاتإلى مجموعتين أساسيتين: الآلي : المرشحات الرملية والثانية المرشحات الخرطوشية (ذات خراطيش) وتوجد أنواع وأشكال وأحجام متعددة لكلا المجموعتين ، ويمكن عرضها بصورة مبسطة كما يلي :

IV-9-1 المرشحات الرملية

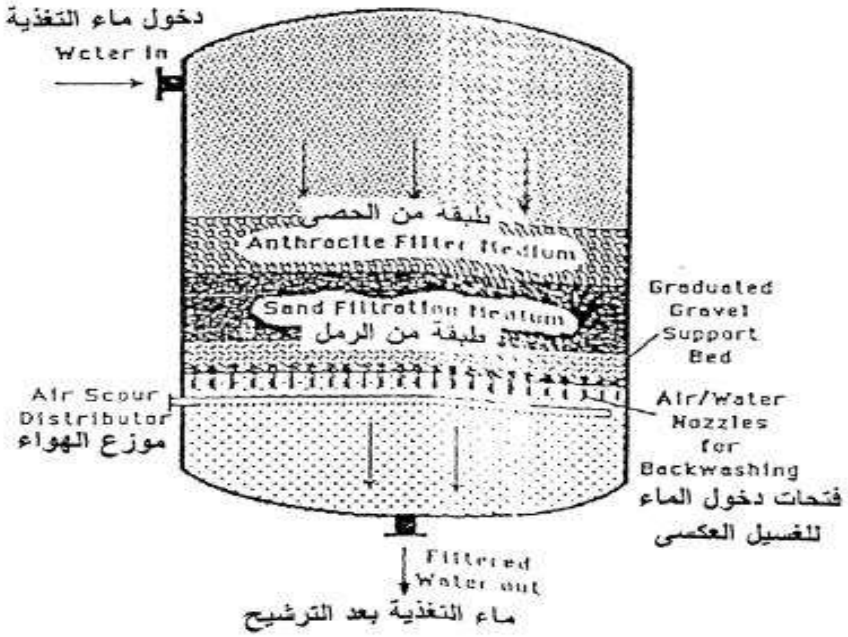
وتعتبر المرشحات الرملية الأساسية والفعالة لكثير من وحدات تحلية المياه. وتتشابه جميعها في طريقة وفكرة العمل باستثناء المادة الوسيطة المستخدمة داخل المرشح، ويصنع جسم المرشح من الصلب أو من الخيوط البلاستكية المقواة بالزجاج Fiber Glass ولجسم المرشح فتحات لدخول الماء الخام وأخرى الخروج الماء المرشح، شكل ٤ كما يحتوي كل مرشح على مجموعة من المواسير والصمامات التي تمكن من تحقيق عملية الغسيل العكسي للمرح عند الحاجة . كما يوجد داخل المرشح شبكة لتوزيع المنتظم السريان الماء والمادة الوسيطة للمرشح هي مجموعة طبقات من الحصى gravel والرمل sand بدرجاتمسامية مختلفة حسب درجة نقاوة الماء المطلوبة.

المرشحات الخرطوشية Cartridge filer

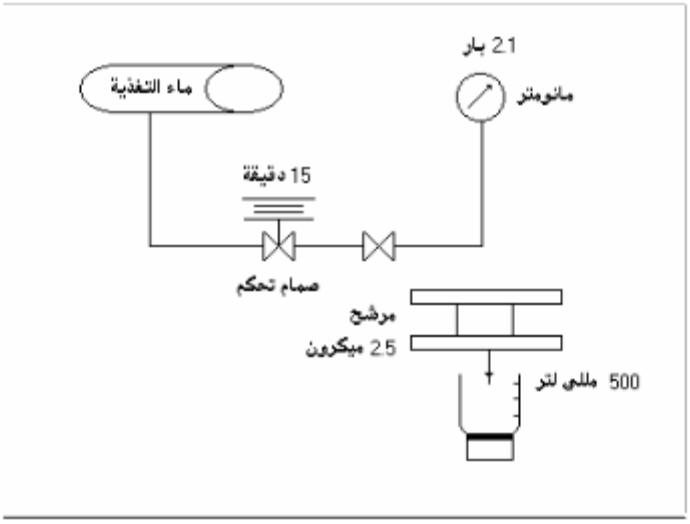
تتكون هذه المرشحات من جزئين هما خراطيش الترشيح والوعاء الحاوي لها. ويصنع الوعاء الحاوي إماء من مادة الصلب الذي لا يصدأ أو من لدائن (بلاستيك) من البولي بروبلين والبولي القادر على تحمل ظروف الاستعمال القاسية والتغييرات المتكررة للحرارة والضغط. تورد الخراطيش حسب المواصفات المطلوبة لنقاوة الماء وتتراوح دقة الخراطيش بين ٥ إلى ٣ ميكرون) والميكرون جزء من مليون من المتر (ويمكن استبدال الخراطيش بسهولة انسدادها بالمواد الدقيقة وعالقة بالماء (يتم معرفةذلك بارتفاع رق الضغط للماء بين الدخول والخروج) [18].

IV-9-2 مرشحات أخرى

تستخدم بعض المرشحات الأخرى مثل مرشح الكربون المنشط والذي يعمل على التخلص من الكلورالزائد والروائح الغريبة بواسطة الامتصاص الكيميائي . كما يستخدم مرشح إزالة الحديد للتخلص منالحديد بواسطة الأكسدة والترشيح وتبطن الأجزاء الداخلية المعرضة للماء بالأبوكسي لمنع التآكل مأمكن ذلك وأما السطوح التي يتعذر تبطينها بالأبوكسي (كالصواميل والمسامير ، وغيرها) فتصنع منمواد مقاومة للتآكل [18] .



الشكل IV3مرشحات رملية متعددة المحتوى



الشكل IV4 اختبار العكارة

الشكل IV5 تصور عام لمحطة معالجة مياه خام

ومنه الأخيرنستنتج أن المعالجة المسبقةتم تصميمها لمساعدة أغشية التناضح على العمل بشكل أفضل وتدوم لفترة أطول، من ناحية أخرى، تعد المعالجة المسبقة مرحلة مهمة في الحفاظ على مرافق العلاج.

تحتوي مياه البحر على مجموعة من المكونات المواد والحيوانات والطحالب) بسبب العوامل الجغرافية والموسمية درجة الحرارة الأشعة وحتى عوامل التلوث المحلية (على سبيل المثال : الهيدروكربونات. كما أن جودة المياه قليلة الملوحة تتغير بكميات أقل للحد من سرعة اتساخ أغشية التناضح وانسدادها، وعليه يجب أن تكون سلسلة المعالجة المسبقة مصممة وفقا لخصائص المياه الخام من أجل تقليل الخصائص التالية:

العكارة والمواد الصلبة العالقة MES : يجب أن تكون درجة التعكر أقل من 0.1 لكي تكون فعالة.

مؤشر الانسداد SDI (Silt density index) يجب أن يكون متوسط القيمة المستهدفة المؤشر

الانسداد لا يتجاوز 3 درجات يتم التخلص من الطحالب والعوائق والكائنات الحية الدقيقة والموادالعضوية وذلك عندما ينخفض مؤشر الانسداد [28] .

IV-10 قوالب المعالجة المسبقة:

تنقسم قوالب المعالجة المسبقة إلى فئتين التقليدية والغشائية:

IV-10-1 المعالجة التقليدية.

في منشأة تنقية المياه، تتضمن عملية المعالجة المسبقة التقليدية عادة الخطوات التالية:

الترشيح الأول الخشن : يمر الماء أولاً من خلال خطوة ترشيح خشنة لإزالة العناصر الكبيرة التي يمكن أن تضر بالمعدات وتقلل من الكفاءة الكلية العملية المعالجة.

المعالجة بالكلور: هي عملية إزالة الكلور من الماء، والهدف من المعالجة بالكلور هو قتل الكائنات الحية الدقيقة البكتيريا في الغالب، ولكن أيضا الطحالب الدقيقة والفطريات، والتي يصرف النظرعن كونها مسببة للأمراض في بعض الحالات تسبب الجفاف الحيوي [14] .

تعديل الرقم الهيدروجيني: لتجنب تحجيم كربونات الكالسيوم $CaCO_3$، يجب إضافة حمض مثل حامض الكبريتيك H_2SO_4.[14]|

التخثر والتليد

التخثر: العرض من التخثر هو نزع الشحنات الأولية التي تجعل من الممكن إلغاء قوى التنافر التي تظهر في المياه الرواسية، هذا يحدث التعادل عبر مركبين من المعادن الثقيلة Al^{3+} و Fe^{3+} [16].

التليد: الغرض من التليد هو زيادة احتمالية التلامس بين الجسيمات، والتي تحدث بسبب اختلاف السرعة بين هذه الجسيمات [17].

الاستقرار: بعد خطوة التخثر، إذا كانت كثافة هذه الكتل أكبر من الماءالصب في المعالجة المسبقة قبل التناضح العكسي [16].

ترشيح الرمل بطبقة أو طبقتين : يلزم ترشيح الرمل للقضاء على التكتلات المتكونة أثناء التخثر.

تكون المرشح الأحادي الطبقة من طبقة رملية بسماكة 1 متر بأحجام حسيمات تتراوح من 4.0 إلى1 مم.

يحتوي الفلتر المكون من طبقتين على طبقة رملية طولها 0.7 متر فوق طبقة الفحم الصلب ويبلغ ارتفاعها 0.3 متر [17]

مكافحة التكلور وإزالة الكلور: نظرا للحساسية العالية الأغشية التناضح العكسي من مادة البوليأميد، والتي تعد الآن الأغشية الأكثر استخدامًا، فمن المهم ضمان إزالة الكلور من مياه البحر أوالمياه المالحة قبل دخول الوحدات تتم عملية إزالة الكلور على النحو التالي:

بإضافة الكواشف الكيميائية ثنائي كبريتيت الصوديوم هو الحل الأكثر استخداما لأنه فعال وميسور التكلفة.بالمرور عبر الكربون المنشط يجب توخي الحذر لتجنب الإنسدادات الكربونية التي تعيق وحدات التناضح العكسي [17]

يعتبر حقن مثبطات التحجيم في وحدات التناضح العكسي الطريقة الأكثر شيوعا لتجنب الرواسب على وحدات التناضح العكسي تم استخدام العناصر التالية ($CaCO_3, CaSO_4, H2O_2$)

يولي فوسفات: هذه المنتجات فعالة وباسعار معقولة، ولكن بسبب عمليات التحلل الماني، يمكنها في النهاية تكوين رواسب أورثو فوسفاتية.

البوليمرات الكربوكسيلية: هذه المركبات فعالة في معظم الرواسب ولا تسبب مشاكل على الإطلاقغير أنها مكلفة.تحمض الماء الخام والذي يتسبب في تكسير البيكربونات، وهو أيضا وسيلة فعالة لمنع تكوينات كربونات الكالسيوم [14] .

الترشيح باستخدام الخراطيش: لحماية أغشية التناضح العكسي ، فإن المرحلة الأخيرة من المعالجةالمسبقة التقليدية هي ترشيح خرطوشة بحجم شبكة من 5 إلى 10 أمتار، لضمان أفضل جودة ممكنةللمياه قبل أغشية التناضح العكسي، يجب تكييف اختيار المعالجة المسبقة التقليدية وفقا لنوعية المياه [19]

IV-10-2 المعالجة الغشائية :

نطرا لحدود المعالجة التقليدية الموضحة من قبل فإن إضافة المعالجة بالأغشية ذات الضغط المنخفض مثل الترشيح الدقيق ، والترشيح الفائق تزيد من فعالية الأغشية المعالجة بالتناضح العكسي ، ويمكن أن تشمل عدة فوائد منها :

- انخفاض استهلاك المواد الكيميائية

- زيادة عمر غشاء التناضح العكسي
- تقليل الحاجة إلى التطهير والتنظيف بالتناضح العكسي [27]

11-IV المعالجة النهائية لمياه التحلية المنتجةProduct Water post Treatment

ما معنى المعالجة النهائية للمياه المنتجة من وحدة التحلية

كثيراً ما تنتج محطات التحلية ماء غير صالح للاستخدام، ومن بعض الخواص اللازمة لضبط الماء المنتجهي:

أ) الطعم والرائحة

ب) درجة حرارته.

(ج) العوالق الدقيقة والميكروبات .

د) نسب الأملاح الذاتية .

هـ) القلوية والحامضية والرقم الهيدروجيني pH

و) قدرته على التآكل للمعادن.

فعلى سبيل المثال فإن الماء المقطر والمنتج من المحطات الحرارية يكون شره للتفاعل ويسبب تأكلالمعادن التي يمر بها (مثل أنابيب نقل وتوزيع الماء، والمضخات والخزانات وغيرها) ويمكن قليل شراهةالماء المقطر بإضافة نسبة أملاح قليلة للماء (لتصل إلى حوالي جزء في المليون)، ويتم ذلك بخلط جزء صغيرمن ماء البحر أو البئر ثانية بالماء المنتج. وأثناء مرور الماء المنتج في طريقه إلى الخزانات يتم حقن وخلط الماءالمنتج بنسب محددة سب معدلات سريان الماء المنتج من الجير (بيكربونات الكالسيوم وغاز ثانيأكسيد الكربون، وماء البحر ومحلول هيبوكلوريد الصوديوم. وتوجد عادة أجهزة مراقبة وقياس النسبالأملاح والكلور الزائد والرقم الهيدروجيني وغيرها لضبط كميات الحقن للوصول للمواصفات المطلوبة.وفي ماء التقطير المنتج للشرب يضاف جزء من الجير (بيكربونات الكالسيوم (مع الماء المنتج لضبطنسبة الأملاح به، ولتأثيره الجيد في طعم الماء وفي زيادة نسبة الكالسيوم، وكذلك الرقم الهيدروجيني.أما بالنسبة للاعتبارات الصحية لمياه الشرب، فإن المواصفات المطلوبة تحدد أقصى نسب للمواد والموادالعضوية والبكتريا والأملاح والطعم وغيرها.[28]

الفصل الخامس :
محطة المعالجة المدروسة

V-1 مقدمة :

تغير وتدرج الضغط يؤدي إلى التناضح العكسي، وهوعملية فصل كثيفة للغشاء، بحيث في التناضح العكسي ينتقل الماء من المحلول الأعلى تركيزا نحو الأدنى عبر غشاء شبه نافذ باستخدام الضغط. وهي طريقة متبعة لتنقية المياه بمرورها بعدد من المراحل يفصل بعدها الماء عن الأملاح والمعادن الأخرى.

بحيث تم تجهيز محطة إزالة المعادن لهذه الدراسة التجريبية بنظام يسمح بمعالجة المياه باستخدام التناضح العكسي،

V-2 الأهداف الرئيسية للعمل البحثي :

تتمثل الأهداف الرئيسية لهذا العمل البحثي في :

- معرفة مدى فعالية تقنية تنقية المياه بالتناضح العكسي عن طريق الفحص الفيزيائي والكيميائي للمياه المعالجة .
- فحص ومراقبة نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية لعينات من الماء الخام ، وماء التناضح، ومياه الشرب ، من أجل معرفة وفحص عمل أغشية التناضح العكسي .

V-3 محطة نزع المعادن إفري القارة ورقلة

V-3-1 التعريف بالمحطة :

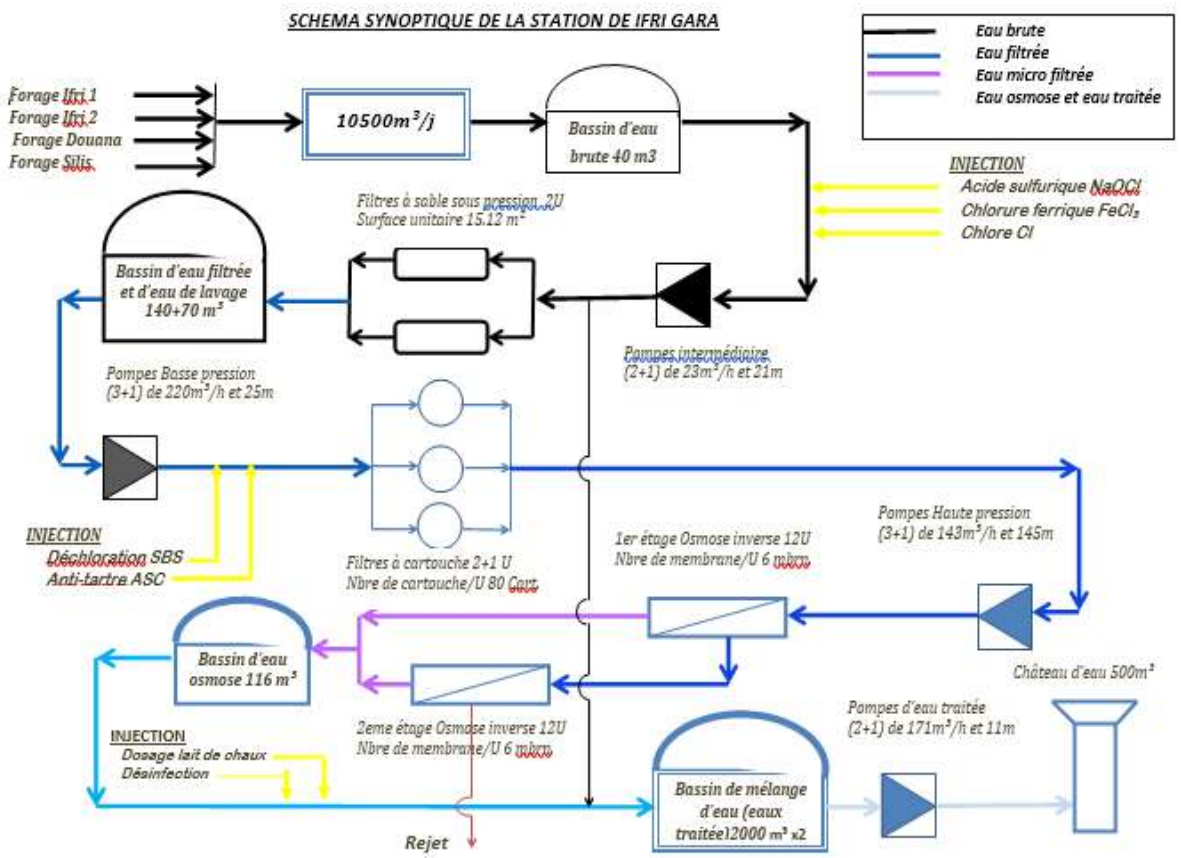
لقد بدء تشغيل محطة إفري القارة لتنقية المياه في 2021/01/01 م، بطاقة استعاب تقدر بي 10500 متر مكعب في اليوم ، مما يضمن توفير مياه الشرب إلى سكان حي إفري القارة ، ولاسيليس ، حتى إلى ماوراء مستشفى بوضياف ، بواسطة حزانات التوزيع، ويتم تزويد هذه الأحياء بالمياه في فترات زمنية محددة ، بحيث في الفترة الصباحية من الساعة الخامسة والنصف(05:30) إلى الساعة الواحدة زوالا (13:00) ، والفترة المسائية من الساعة الثالثة والنصف (15:30) إلى الساعة التاسعة ليلا (21:00) ، وتم إنشاء المحطة من قبل الشركة التونسية **أكاوا** ،والشركة السويسرية **ovivo .**

وتم تجهيز المحطة بمخبر لتحليل المياه ، وإدارة ، غرفة تحكم ،وجميع الأجهزة التي توفر معالجة المياه بجميع مراحلها.

وتم تزويد المحطة بالماء الخام بواسطة أربعة أبار للمياه وهي : افري 01 ، افري 02 ، لاسيليس ، الديوان .

وتقدر انتاجية بئر افري 01 بي 1920 متر مكعب ، وافري 02 بي 4128 متر مكعب ، ولاسيليس 2280 ، والديوان بي 2172 متر مكعب .

V-3-2 المخطط العام لعمل المحطة



الشكل V1 المخطط العام للمحطة

V-3-3 رحلة معالجة الماء في المحطة :

تحتوي محطة افري القارة بورقلة لإزالة المعادن على 3(خطوط) لمحطة التناضح العكسي بطاقة إنتاجية 10500 متر مكعب في اليوم ، وهي تقوم باستعمال خط واحد وفي كل مرة يتم تشغيل خط ويتم تزويدها بالمياه من خلال 04 أبار رسوبية (مياه خام) ، وقبل دخول الماء للمحطة يتم قياس عدة عناصر وهيا : قياس PH ، والعكارة ، الكلور(CL)، ونسبة الأكسجين في الماء(ORB) ، وذلك في كل بئر بواسطة أجهزة مخصصة لهذا .

وبعد ذلك يتم تجميعها في خزان سعته40 متر مكعب .

وبعد ذلك يتم ايصال المياه وتمريرها بواسطة مضخات المحطة ،وبواسطة هذه المضخات يتم تمرير المياه عبر المرشحات الرملية و يتم تمريرها أخيرا عبر مرشحات خرطوشة بعتبة قطع 5 m.

وبعد الانتهاء من هذه العملية تمر المياه خلال المرحلة الأولى من وحدة التناضح تحت ضغط عالي بواسطة أربع مضخات كبيرة عالية الضغط ، وبعدها يتم جمع المياه المتخللة (مياه التناضح) في خزان ذو سعة تقدر بي 116 متر مكعب ، ويتم حقن التصريفات من المرحلة الأولى في المرحلة الثانية من وحدة التناضح تحت ضغط bar10

وبعد مرور الماء بهذه العملية ينتج لدينا 75% ماء محلى و 25 % ماء غير صالح (نسبة ملوحة عالية جدا) .

V-3-4 المكونات والوحدات الأساسية في المحطة :

V-3-4-1الأبار:

تتكون من أربعة أبار ، بسعة تدفق حجمي تقدر بي 437.5 متر مكعب في الساعة ،

الجدول V1يعطنا قيم ونسبة تدفق كل بئر على حدى .

البئر	m^3/h	m^3/j
لاسيليس	95	2280
الديوان	90.5	2173
افري 01	80	1920
افري 02	172	4128
المجموع	**437.5**	**105000**

الجدول V2نوعية المياه الخام (المياه الداخلة للمحطة) المياه الناتجة عن هذه الآبار :

S5-IFRI	Unité	FORAGE				Mélange des eaux brutes
		Sillis	Douane	Ifri 1	ifri 2	
Débit	m3/h	95	91	80	172	438
PH	---	7,45	7,45	7,45	7, 5	7,47
Température	°C	23	23	23	23	23
Conductivité	mS/m	324	397	298	463	389,002
Résidu sec	mg/l	2330	2920	2180	3300	2806,10
Chlorures	mg/l	610	800	520	980	778,33
Sulfates	mg/l	770	890	750	960	865,89
Carbonate TA (CO32)	mg/l	0	0	0	0	0,000
Bicarbonate (HCO3-)	mg/l	129	138	132	132	132,60
Sodium	mg/l	334	520	296	620	478,01
Potassium	mg/l	18	24,8	16	28,8	23,29
Calcium	mg/l	235	255	230	256	246,49
Magnésium	mg/l	92,3	94,8	87,4	112	99,66
Nitrates	mg NO3-/l	37	38	37	37	37,21
Nitrites	mg NO2-/l	0,016	0,016	0,015	0,016	0,016
Sulfures	mgS2-/1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,010
Fer	mg/l	0,0046	0,0046	0,0046	0,014	0,008
Manganèse	mg/l	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
Silicium	mg Si/l	8,06	3,88	8,3	5,16	6,10
CL	Mg/l	0	0	0	0	0

- **الشروط والمعايير المعمول بها في نوعية المياه الناتجة من المحطة** :

وهي المعايير التي يجب توفرها في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه بعد مرورها بجميع مراحل التحلية في المحطة ، ولدينا الجدول الموالي يوضح لنا بعض الخصائص ونسبة وجودها في المياه .

الجدول V3بعض الخصائص ونسبة وجودها في المياه

الخصائص	الوحدة	مجال القبول
PH	-	6.50 – 8.5
LSI	-	0<
Alcalinité	Ppm	30<
TDS	Ppm	150<MTD<500
Durté Totale	Ppm	> 150
Turbidité	NTU	<0.4
Couleur Pt-Co	Mg/l	15
CL	Mg/L	0.7

V-3-4-2 مضخات التغذية لمرشحات الرمل :

نستخدم ثلاث مضخات مياه عالية الضغط ، بحيث تعمل بالتناوب اثنان في الخدمة و واحدة في وضع الإستعداد ، وذلك لضمان استمرارية عمل المضخة في حال وقوع عطب في إحدى المضخات .

صورة V1توضح مضخات التغذية لمرشحات الرمل

V-3-4-3مرشحات الرمل :

المرشحات الرملية هي أنظمة تستخدم في تنقية المياه ، حيث يتم تمرير المياه عبر طبقات لإزالة الشوائب والجسيمات . تعتبر هذه المرشحات جزءا أساسيا من عمليات معالجة المياه في محطات التنقية . ويحتوي المرشح على جزيئات يتم تحديد طبيعتها وحجم جسيماتها وفقا لهدف الترشيح .

تتكون مرحلة الغسيل العكسي من تمييع طبقة الرمل عن طريق حقن الماء المصفى وتيار مضاد للهواء بحيث يتسبب التمييع في تمدد وسائط المرشح وبالتالي فصل الجزيئات وزيادة مسامية الوسط ، وجزيئات صغيرة يتم الإحتفاظ بها في وسط المرشح أثناء مرحلة الترشيح بمعدل ترسيب (أو السرعة النهائية للسقوط الحر) أقل من حبيبات الرمل التي يتم حملها بعيدا. يتم استعادة مياه الغسيل المشحونة بهذه الجسيمات المعلقة بواسطة تيار مائي يقع فوق السرير الرملي وعدد المرشحات الرملية في المحطة هو 03 (ثلاث مرشحات)

ومن خلال القياسات والمراقبات يتم إضافة بعض المواد كالحمض السلفريك ومضادات حيوية ضد البكتيريا ومضاد للكلور(SMDS) يعمل على نزع الكلور

صورة V2توضح المرشحات الرملية في المحطة:

V-3-4-4 حوض تجميع الماء المفلتر (المرشح):

هو حوض يستقبل المياه من المرشحات الرملية بدون الجزيئات الغير مرغوب فيها، وعلى مستوى هذا الحوض ومن خلال القياسات والمراقبات يتم إضافة بعض المواد كالحمض السلفريك ومضادات حيوية ضد البكتيريا ومضاد للكلور(SMDS) يعمل على نزع الكلور من أجل حماية الأغشية من الأملاح وجميع هذه العناصر الغير مرغوب فيها ، وهو خزان ذو سعة استعاب تقدر بي 140+70 m3 .

ومن ثم يتم اتجاه المياه إلى مرشحات الخرطوش وذلك بواسطة مضخات .

V-3-4-5 مرشح الخرطوش :

هي مرشحات تقوم بإيقاف الجزيئات الدقيقة التي تمكنت من المرور عبر المرشحات الرملية ، وذلك من أجل حماية ومنع انسداد الأغشية، وهي مزودة بمؤشرات انسداد ، بحيث تقوم بقراءة فرق الضغط الداخل والخارج للمرشح، ويجب على هذه القيمة أن لاتتجاوز 1 بار ، وهذه الخراطيش قابلة للتغير، ولا يمكن غسلها إذا كانت قيمة فرق الضغط الداخل والخارج أكبر من 01 .

صورة V3توضح مرشحات الخرطوش للمحطة

V-3-4-6 مضخات التغذية لمرشحات الخرطوش :

يوجد لدينا مضختين تستعمل في تغذية المرشحات وهي ذات ضغط منخفض

V-3-4-7 مضخات تغذية أجهزة التناضح العكسي :

أربع مضخات عالية الضغط (9 إلى 13 بار) تعمل بالتناوب ، اثنان في الخدمة واثنان في وضع الاستعداد لضمان استمرارية الخدمة

صورة V4 توضح مضخات التغذية لأجهزة التناضح العكسي

V-3-4-8أجهزة التناضح العكسي

هناك ثلاث من خطوط التاضح العكسي ، بحيث يكون الغشاء من النوع العضوي ، في كل خط يمر الماء بمرحلتين من المعالجة ، وبعد انتهاء الماء الغير معالج يفرغ إلى أماكن مخصصة لذلك (الخنادق) .

صورة V5لأجهزة التناضح العكسي في المحطة

V-3-4-9 خزان تجميع الماء الناتج (المار عبر أغشية التناضح العكسي) :

وهو خزان يتم فيه تخزين مياه التناضح العكسي (منزوعة جميع المعادن) ويتم مراقبة المياه بواسطة القيام بالتحاليل لكل غشاء على حدا وذلك قبل وصولها إلى هذا الخزان ، من أجل معرفة إن كانت الأغشية تعمل كلها أو هناك عطل في غشاء معيين .

ويقدر حجم هذا الخزان بي 116 m3 .

V-3-4-10خزان الخلط وتجميع الماء المعالج :

وهو خزان (حوض) كبير يوفر مساحة تقدر بي 2*2000 m3 ، وهو مصنوع من الخرسانة المسلحة ، ودوره الأساسي جمع المياه المحلات والقيام بعملية مزجها بالمياه الخام من أجل أن تكون مطابقة للمعايير المنصوص عليها، و يتم القيام بعملية تنظيفه كلما تتطلب(لزم) الأمر .

V-3-4-11 المضخات المؤدية إلى أبراج و أحواض توزيع المياه :

وهي مضخات تقوم بتزويد ونقل المياه المعالجة من المحطة إلى هذه الأبراج والأحواض و تعتبر هذه المضخات أحد العناصر الضرورية والأساسيةفي المحطة لدورها في نقل المياه واستمرارية عملها .

صورة V6:للمضخات المؤدية نحو أبراج التوزيع وأحواض التوزيع

V-3-4-12عملية غسل وتنظيف المحطة :

وتتم هذه العملية بواسطة المياه المعالجة(النقية) ، ويتمثل دورها الأساسي في التنظيف اليوم والآلي لجميع عناصر المحطة وكذلك لتنظيف وحدات التناضح بشكل دوري وتتم هذه العملية بواسطة كيماويات يتم تحديدها من قبل المخبري .

V-3-4-13 النظام المضاد لعودة المياه :

وهو نظام مهم وأساسيا جدا لدوره الفعال في حماية المحطة والمنشئات من عودة المياه المعالجة من الأبراج إلى أحواض التخزين أو المحطة .

V-3-4-14قنوات الرفض :

وهي قنوات تقوم بنقل المياه الخارجة من المحطة الغير مرغوب فيها(الغير صالحة)، ويتم صرفها باتجاه المياه الغير صالحة.

V-4 مخبر التحاليل :

هو مخبر يتم فيه القيام بجميع التحاليل الفزيائية والكيميائية على المياه الخام والمياه المفلترة ومياه التناضح والمياه المعالجة وذلك بواسطة أشخاص ذو كفاءة ، ويحتوي هذا المخبر على أجهزة قياس الناقلية ونسبة الأملاح الذائبة في الماء (TDS) وكواشف لكلور ، ومقياس العكارة لمعرفة وقياس المتغيرات الفيزيائية والكيميائية .

V-5 الأدوات المستعملة في المخبر:

V-5-1 أجهزة القياس المحمولة :

نظام استشعار بسيط وحديث بفضل المستشعرات القابلة للتبديل ومثالي بسبب التركيبات وطريقة الاستعمال ، وبحيث يمكننا من القيام بالعديد من الاختبارات المختلفة .

تشمل جميع أجهزة قياس HQD من واجهة مستخدم متقدمة ولكنها بديهية وسهلة الاستعمال دون الحاجة إلى تدريب يدوي أو مسبق ، بحيث يتصل HQD بأجهزة الإستشعار الذكية lntellical ويتعرف عليها بشكل تلقائي بمتغيرات الإختبار ويسجل المعايرة ومتطلبات الطريقة ، لتقليل الأخطاء ووقت الإعداد .

وتم تصميم هذا الجهاز لتحمل الاستخدام والاستعمال لسنوات عديدة من الاستخدام الميداني

يتم تقديم 4 أنواع ، بما في ذلك إصدار الإدخال المزدوج HQ40D والإدخال الواحد HQ30D هذه المعدات متعددة المعطيات أكثر من غيرها بالدرجة العالية الحالية من التنوع .

العناصر والمتغيرات التي تم قياسها

- درجة الحرارة
- الرقم الهيدروجيني
- التوصيلا لملوحة
- إجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS)

صورة V7لجهاز قياس محمول HQD40D

V-5-2 وضع التشغيل :

- يتم تحديد واختيار المتغير أو العنصر المراد قياسه على الجهاز
- ملأ خلية العينة بالماء
- وضع المصبار في الخزان
- قراءة النتيجة على الجهاز

V-5-3 جهاز قياس الكلور

جهاز قياس الكلور هو جهاز يستخدم لقياس مستوى الكلورفي الماء أو السوائل الأخرى ويستخدم عادة في مجال معالجة المياه وله استخدامات أخرى كالصناعات الكيميائية ..الخ

طريقة عمله تتضمن عادة استخدام تفاعل كيميائي محدد في الجهاز ، مما يؤدي إلى تغيير في لون العينة ويتم قياس هذا التغيير في اللون باستخدام مستشعر أو جهاز قراءة ، ويتم تحويله إلى قيمة رقمية تعكس تركيز الكلور في العينة .

صورة V8لجهاز قياس الكلور مع الكاشف اللوني المستخدم

V-6 نتائج تحاليل المياه الخام ومياه الترشيح ومياه التناضح والمعالجةمع الاختلاف في الخط المار عبره المياه في مرحلة التناضح

الخط الأول

	PH	T°	COND(us/cm)	TDS(mg/l)	SALINITE(g/l)	TURP(NTU)	Cl(mg/l)
BRUTE	7.8	23.3	3500	1874	1.91	0.722	0
FILTREé	7.93	23.3	3460	1857	1.81	0.705	0
OSMOSSE	7.35	24.9	840	414	0.41	0.093	0
TRAITE	7.99	24.3	2145	1101	1.11	0.503	0.3

الخط الثاني

	PH	T°	COND(us/cm)	TDS(mg/l)	SALINITE(g/l)	TURP(NTU)	Cl(mg/l)
BRUTE	7.60	25.7	3570	1816	1.85	0.464	0
FILTREé	7.58	25.8	3570	1818	1.85	0.205	0
OSMOSSE	6.99	25.3	1053	514	0.51	0.175	0
TRAITE	7.64	25.7	2250	1121	1.13	0.219	0.6

الخط الثالث :

	PH	T°	COND(us/cm)	TDS(mg/l	SALINITE(g/l)	TURP(NTU)	CL(mg/l)
BRUTE	7.62	25.5	3560	1818	1.85	0.830	0
FILTREé	7.57	25.3	3570	1831	1.86	0.181	0
OSMOSSE	7.01	25.9	878	423	0.42	0.171	0

TRAITE	7.97	25.7	2220	1106	1.12	1.27	0.8

من خلال الجداول نلاحظ أن خطوط التناضح الثلاثة تعمل تقريبا بنفس الارتياب ولكن نلاحظ أن الخط الأول تقريبا أحسن خط مقارنة بباقي الخطوط

V-7 نتائج تحاليل مياه التناضح العكسي لكل خط من خطوط التحلية :

الخط الأول :

المستوى الأول

	COND(us/cm)	TDS(mg/l)
1	553	272
2	657	323
3	526	257
4	390	188.6
5	471	229
6	394	190.6
7	438	211.5
8	483	234
9	357	172.4
10	368	177.2
11	468	226
12	358	172.7

المستوى الثاني :

	COND(us/cm)	TDS(mg/l)
1	2330	1203
2	2410	1237
3	2400	1224
4	2193	1121
5	2300	1174
6	2490	1274

$\Delta Q=145.62 m^3/h$ p1=1.67

$\Delta p2=1.39$

الخط الثاني :

المستوى الأول :

	COND(us/cm)	TDS(mg/l)
1	434	209.1
2	496	239
3	363	174.9
4	377	180.8
5	485	232
6	373	178.4
7	567	273

8	675	328
9	532	257
10	406	192.1
11	487	233
12	406	193.4

المستوى الثاني :

	COND(us/cm)	TDS(mg/l)
1	2370	1194
2	2450	1233
3	2430	1220
4	2250	1125
5	2330	1169
6	2520	1269

$\Delta p1=1.70$ bar

$\Delta p2=1.38$ bar

$Q=143.52 m^3/h$

الخط الثالث :

المستوى الأول :

	COND(us/cm)	TDS(mg/l)
1	393	186.7
2	228	106.7
3	292	137
4	350	165
5	200	93.4
6	273	128.2
7	353	166.4
8	197.9	92
9	166.6	77.4
10	349	164.1
11	198.7	92.5
12	253	118.1

المستوى الثاني :

	COND(us/cm)	TDS(mg/l)
1	2072	1032
2	2280	1133
3	2220	1088
4	2019	995
5	2310	1142

1105	2240	6

$\Delta p1=1.16bar$

$\Delta p2=1.66bar$

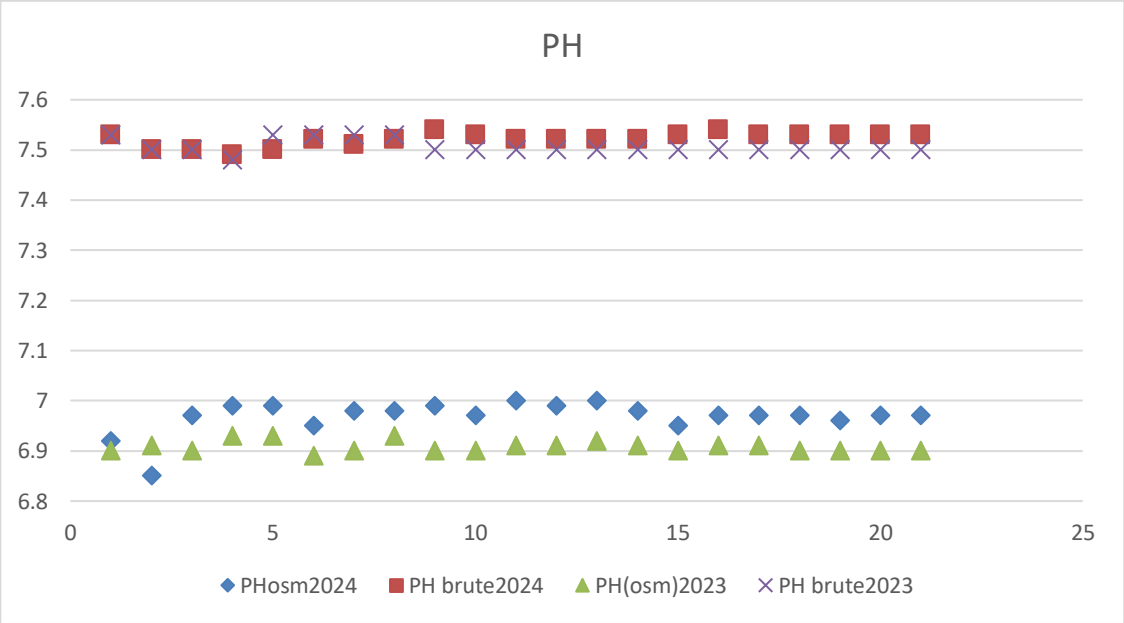
$Q=145m^3/h$

V-8 نتائج وتفسيرات الخصائص الفيزيائية والكيميائية :

لتحليل النتائج التي تم العثور عليها في المخبر ، ولمعرفة المزيد عن جودة المياه خلال مراحل العلاج المختلفة وكذلك على كفاءة عملية التناضح العكسي قمنا برسم المنحنيات عند النقاط التي تحدد الخصائص المختلفة لهذه المعالجة .

V-8-1 الرقم الهيدروجيني (PH) :

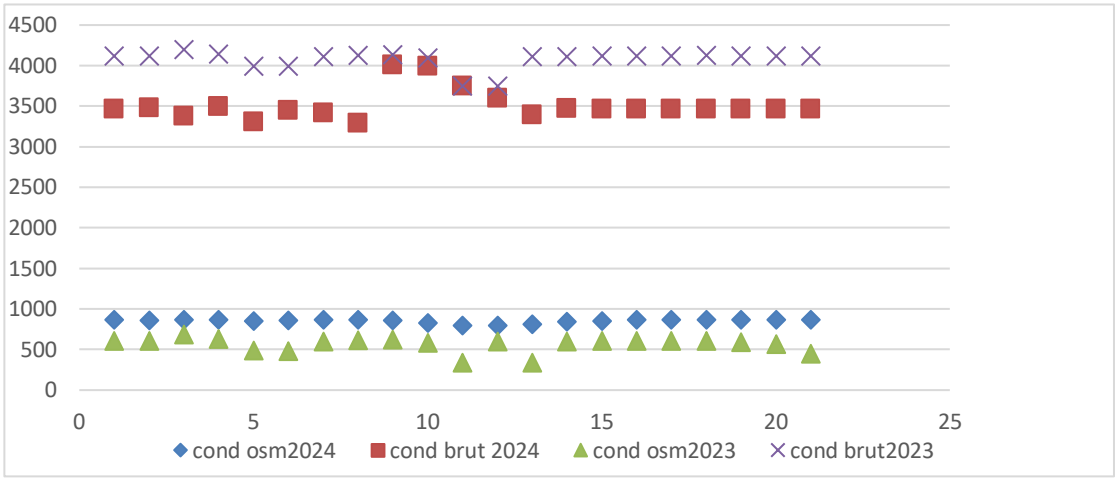
قياسات الأس الهيدروجيني للمياه المختلفة التي تم تحليلها موضحة في الشكل التالي :



الشكل 2V : تحليل الرقم الهيدروجيني للمياه الخام ومياه التناضح بين سنتي 2023و 2024

V-8-2 الناقلية :

توصيل المياه الخام والمياه التناضح موضحة في الشكل التالي :

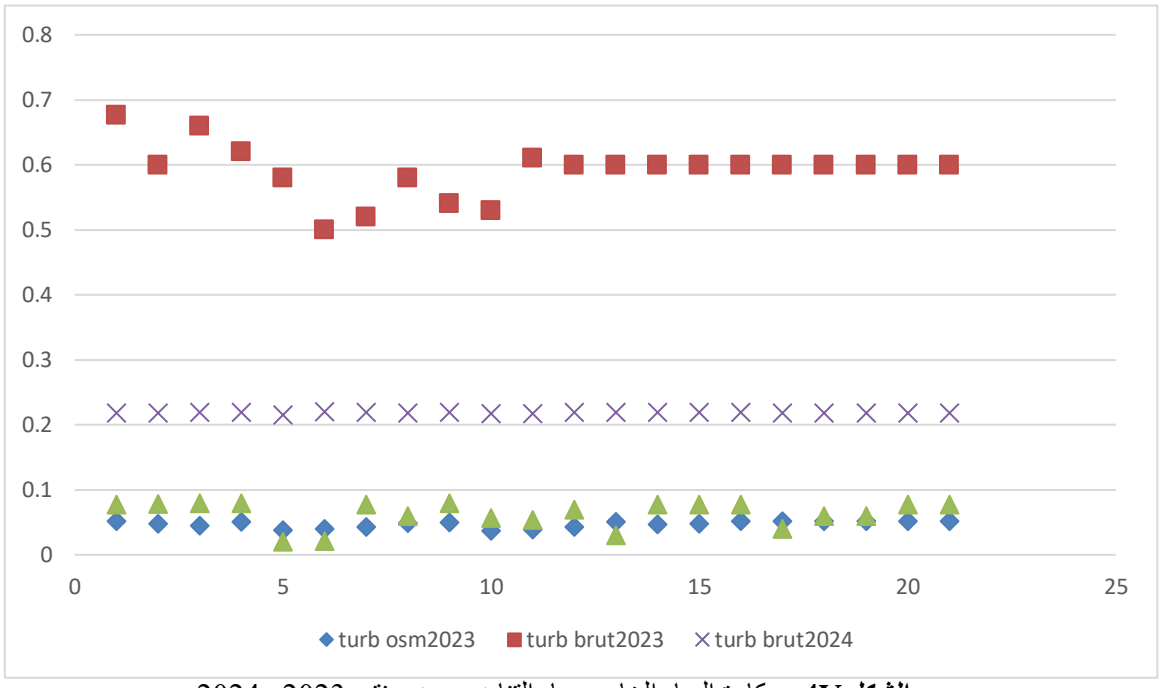


الشكل 3V : توصيل المياه الخام ومياه التناضح بين سنتي 2023 و2024

من الرسم البياني يمكن ملاحظة أن محطة التنقية قد أزالت تقريبا كل الأيونات الموجودة في مياه التغذية ، وهذه النتائج تؤكد بشكل فعال الدور المهم لأغشية التناضح العكسي وكفاءتها في فصل الجزيئات عن الماء .

V-8-3 العكارة :

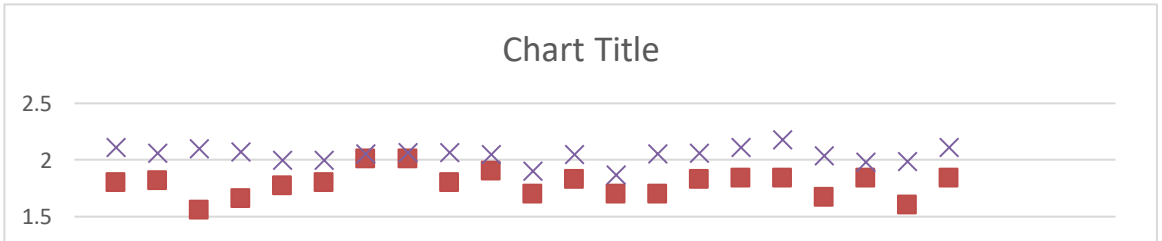
يتم تقليل عكارة المياه بواسطة مختلف التقنيات المستخدمة في المحطة ومن الشكل تبين لا أنه تم التقليل منها إلى المعايير المقبولة . ونستطيع أيضا إزالة بعض المواد الصلبة عن طريق الترشيح كمرشحات الرمل والخراطيش التي بدورهم يمثلون المعالجة الأولية للمياه .



الشكل 4V :عكارة المياه الخام و مياه التناضح بين سنتي 2023 و2024

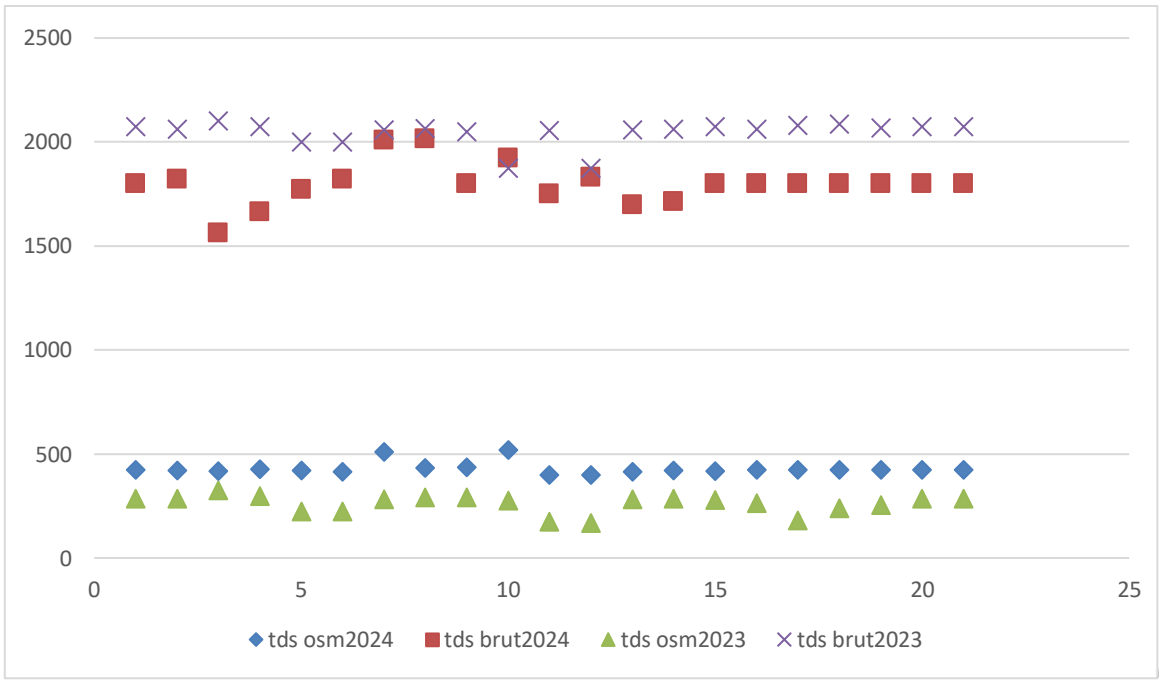
V-8- 4الملوحة :

يمثل الرسم البياني التالي الفرق في ملوحة مياه المحطة :



الشكل 5V: فرق الملوحة بين مياه الخام ومياه التناضح بين سنتي 2023 و 2024

V-8-5 نسبة المواد الصلبة المنحلة في الماء (TDS) :



الشكل 6V: فرق المواد الصلبة بين المياه الخام ومياه التناضح في سنتي 2023 و 2024

يزيل العلاج بالتناضح العكسي جميع المواد المنحلة في المياه تقريبا والعديد من المواد الغير مرغوب فيها (غير صحية) وهذا ماأظهرته النتائج السابقة من خلال النتائج خلال سنة 2023 و2024 في شهر أفريل

ويلاحظ أن كفاءة المحطة تتغير بتغير الزمن وهذا يرجع للأجهزة المستعملة وتأثرها بمرور الوقت.

مقارنة عمل وكفاءة المحطة :

يتم مقارنة كفاءة المحطة من خلال النتائج الفيزيائية والكيميائية للمياه لسنتين مختلفتين بحيث نلاحظ :

-أن نسبة الأملاح المذابة في المياه بعد التناضح في زيادة مقارنة بالسنة الماضية

-وكذلك بالنسبة للملوحة وتقريبا جميع المتغيرات وهذا راجع إلى تأثر أجهزة المحطة من عمليات التحلية

-وتأثر أجهزة الأغشية من خلال هذه المعادن ولأنها تعتبر القلب النابض في المحطة وجب علينا حمايتها وهذا ما أظهرته النتائج السابقة يعني أنها تتأثر بمرور الوقت

$$\eta = 100 * \frac{TDSe - TDSs}{TDSe}$$

	η سنة 2023	η سنة 2024
ماء خام (TDS)	%24	%21
ماء مرشح(TDS)	%81	%73
ماء تناضح(TDS)	%86	%76

جدول 4V : يمثل الفرق في مردودية المحطة بين سنتي 2023 و 2024 من خلال نسبة الأملاح المذابة

نلاحظ من خلال الجد :ول السابق أن هناك فرق في مردودية المعالجة η بين سنة 2023 و 2024 وهذا يرجع إلى عمليات انسداد الأغشية والمرشحات الرملية وعمليات المعالجة اليومية بالرغم من القيام بعمليات الصيانة الدوري كلما تطلب الأمر

خلاصة :

إن محطة إفري القارة تقوم بعمل جيد في عملية تحلية المياه مثلها مثل باقي المحطات في ورقلة ولكن هناك بعض النقائص مثل عدم تشغيل المحطة بكامل طاقتها الاستعابية ولا يوجد بعض الحلول في حالة التغير في نوعية المياه (وجود الوحل مثلا بحيث يؤثر على مكونات المعالجة الأولية) و بالتالي تؤثر بصفة عامة على عمل المحطة ، بحيث تمثل منشأة المعالجة الأولية خطوة حاسمة في عملية المعالجة، ومن خلال الاختيار الدقيق للموقع واعتماد تكنولوجا التناضح العكسي المتقدمية ، والتكامل مع مصادر الطاقة المتجددة، ويتضمن التصميم الشامل أنظمة معالجة مسبقة قوية لحماية عملية تحلية المياه الأساسية، ومعالجة لاحقة فعالة لضمان جودة المياه الصالخة للشرب، بحيث تتميز المنشأة بأنها قابلة للتطوير لتلبية المتطلبات المستقبلية

وفي الختام فإن إنشاء وتحسين منشآة المعالجة الأولية هو حل ذو تفكير تقدمي لندرة المياه وزيادة نسبة الملوثات فيها ويعد بفوائد اجتماعية واقتصادية، وهو استثمار محوري في مستقبل المنطقة، حيث يعزز القدرة على الصمود في مواجهة تقلبات المناخ وتأمين مصادر مياه أخرى يمكن الاعتماد عليها للأجيال الأخرى، ويتم تشجيع أصحاب المصلحة على دعم هذه المبادرة والمشاركة فيها، لضمان تنفيذها وتشغيلها بنجاح.

اقتراح بعض النصائح من أجل الحفاض على مردودية المحطة :

نارا بأن المحطة لاتعمل بسعتها الإجمالية ويرجع ذلك لعددة عوامل منها نقص في مصادر المياه الخام الممولة للمحطة بالمياه ونقص في مردوديتها

ومن هذا نستنتج أنه وجب علينا البحث عن مصادر مياه أخرى من أجل توفير المياه اللازمة ،لأن توفير المياه بكمية لازمة يسهل على المحطة عملية المعالجة والحفاض على مردوديتها .

واقتراح منشآت معالجة أولية اخرى للتحسين وتسهيل عملية معالجة المياه من بين هذه المنشآت كإضافة خزانات ذات حجم كبير يتم فيها تجميع المياه وتركه لمدة زمنية معينة من أجل السماح لبعض العوامل الموجودة في المياه من الترسيب والركود في هذه المرحلة وعدم مرورها للمرشحات الرملية للتسهيل في عملية المعالجة والحفاظ على أجهزة المحطة من أجل الحفاض على مردودية معالجة المياه والقيام بالصيانة الدورية .

قائمة المراجع

[1]المملكة العربية السعودية، "تحلية المياه مصادر الطبيعة المياه"، مؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب- المهني، ص 04 - 11 ، العدد 1

[2]. Qualité physico-chimique et chimique des eaux des surface : cadre général
Fiche 2 Institut Bruxellois pour la Gestion de l' Environnement /Observatoire des Données de l'Environnement

[3] H.M. Raghunath . ground water. new age international . 2007. P :1

[4]عصام محمد أحمد, عباس عبد الله إبراهيم, البيدركلكجيا, دار جامعة السكداف,الخرطك ط, 1 .17, ص. 200

[5]محمد خميس الزوكة, جغرافية المياه, دار المعرفة الجامعية, إسكندرية , ,1998 ص. 272 – 2

[6]محمد جاسم محمد، "تقييم أداء مشروع الوحدة المعالجة المياه"، فرع الهندسة الصحية و البيئية،جامعة التكنولوجية، العراق، ص 5 - 12 ، 2010

[7]محمد خميس الزوكة, جغرافية المياه, دار المعرفة الجامعية, إسكندرية , ,1998 ص. 272 – 2

[8] محمد جاسم محمد، "تقييم أداء مشروع الوحدة المعالجة المياه"، فرع الهندسة الصحية و البيئية،جامعة التكنولوجية، العراق، ص 5 - 12 ، 2010 .

[9]ع. العظيم يوسف دقو وزملائه، "مقترح لتصميم محطة تنقية مياه الشرب في منظمة وحدة شمال بحري"، جامعة العلوم و التكنولوجيا، السودان، ص 10 - 22 ، 2014

[10]د. عبد الرحمن احمد عبد الله، "معالجة مياه الصرف. جامعة العلوم و التكنولوجيا،السودان، ص 5 ،أكتوبر 2016

[11]المملكة العربية السعودية، "تحلية المياه طرق تحلية المياه المالحة"، المؤسسة العامة للتعليم الفنيوالتدريب المهني، ص 17 ، العدد 2

[12] مارك ج. هامر ، جونيور)ترجمة: يوسف رضوان(، "الماء و تنقية مياه الصرف"، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية، سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية و المتقدمة، 2011 / 3 .

[13]حفصي مصطفى الحبيب، ترعة ايوب، مذكرة تخرج " الدراسة الفيز وكيميائية لمياه مدينة قمار"،المركز الجامعي بالوادي، ص 27 - 42 ، 2010 .

[14]. Qualité physico-chimique et chimique des eaux des surface : cadre général
Fiche 2 Institut Bruxellois pour la Gestion de l' Environnement /Observatoire des Données de l'Environnement

[15] رعاية المياه CARE WATER TECH SOLUTIONS

[16] ZEMALI Sofiane (2004) : « Comparaison entre l'osmose inverse l'ultafiltration pour le dessalement de l'eau de fortes conentrations en sel »

[17]TAKABAIT Fath 2012 ; « Traitement de l'Eau de Forage par Osmose Inverse au Niveau Complexe Agroalimentaire Cenital ». Mémoire de projet de fin d'ètudes Pour l'obtention du Diplôme de master en chimie , Université A.MIRA-Béjaia

[18] مصر المحروسة ، تحلية مياه البحر، تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي.

[19] BENAISSA Fatima ZOHA 2013 : « Etude sur le procédé d'osmos inverse pour le dessalement des eaux faiblement saumàtres ». Mémoire de projet de fin dètudes Pour l'obtention du Diplôme de master en Hydraulique, université Abou Bakr Belkaid Tlemcen

[20] مدونة التناضح العكسي , Reverse OsmosisBlog ro-blog.com بتصرف

[21] ZEMALI Sofiane (2004) : « Comparaison entre l'osmose inverse l'ultafiltration pour le dessalement de l'eau de fortes conentrations en sel »

[22] Groupe scientifique sur l'eau (2003) : « Turbidité ». Dans Fiches synthéses sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec.

[23]TAKABAIT Fath 2012 ; « Traitement de l'Eau de Forage par Osmose Inverse au Niveau Complexe Agroalimentaire Cenital ». Mémoire de projet de fin d'ètudes Pour l'obtention du Diplôme de master en chimie , Université A.MIRA-Béjaia بتصرف

[24] https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et technologies/separation-par membranes/les-modules-disponibles-leur-geometrie/modules-tubulaires/consulté le 26/02/2019

[25] RICH Anouar (2011) : «Dessalement de l'eau de mer par congélation sur paroi froide : aspect thermodynamique et influence des conditions opératoires ». Thèse de DOCTORAT préparée en cotutelle avec l'université CLAUDE BERNARD LYON 1- France. Université MOHAMMED V – AGDAL faculté des sciences Rabat, Maroc.

[26] BOUTRIAA Abdelouahab (2009) : « Effet des paramètres de fonctionnement sur les performances d'un distillateur solaire ». Mémoire présente pour obtenir le diplôme de Magister en Physique, université MENTOURI de CONSTANTINE.

[27] NEZLI Amel 2017 ; « Étude de stations de déminéralisation de la ville de Ouargla: cas des stations Gharbouz , Ziaina et Bamandil ». Mémoire de projet de fin d'Études Pour l'obtention du Diplôme de master en Hydraulique, université Kasdi Merbah Ouargla

[28]المملكة العربية السعودية، "تحلية المياهمعالجة المياه مؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب- المهني،الصفحة 88

الملخص :

ترتبط جودة مياه الشرب الموزعة على المستهلك بنوعية المياه السطحية أو الجوفية التي تأخذ منها والمعالجة التي تطرأ عليها .

في منطقة ورقلة تنتج مياه الشرب من المياه الجوفية ونوعيتها مالحة عموما وذات حرارة منخفضة نسبيا، ولها تأثير سلبي على المستهلكين .

هذا الوضع المقلق وفي ظل تزايد الطلب عن مياه الشرب ، كان من الضروري إنشاء محطة التحلية في هذه المنطقة ، والتي تعتمد على التناضح العكسي للحصول على مياه ذات ملوحة منخفضة ودرجة حموضة معتدلة ، وبالتالي فهي مياه بمعايير صحية للمستهلك .

الكلمات المفتاحية : ورقلة ، الملوحة ، التناضح العكسي ، الماء الخام

Ressemé

La qualité de l'eau potable distribuée au consommateur est liée à la qualité de l'eau de surface ou souterraine qui est prélevée et au traitement qui y est effectué.

Dans la région de Ouargla ,l'eau potable est produite à partir des eaux souterraines , qui sont généralement salée et relativement froides , cela a un impact négatif sur les consommateurs .

Cette situation préoccupante et l'augmentation de la demande en eau potable ont rendu nécessaire la construction d'une station de dessalement dans cette région , utilisant la technologie de l'osmose inverse pour obtenir une eau à faible salinité et ph modéré,répondant ainsi aux normes sanitaires pour les consommateurs.

Mots clés : Ouargla , salinité , osmose inverse , l'eau brute

The quality of the drinking water distributed to the consumer is linked to the quality of the surface or underground water that is taken from it and to the treatment that is carried out there

In the region of Ouargla , drinking water is sourced from groundwater , which is generally salty and relatively low in temperature , this has a negative impact on consumers .

This worrying situation and given the growing demand for drinking water , it was necessary to set up a desalination plant in this region , which depends on revers osmosis to obtain water with low salinity and a moderate pH , and therefore a water to heathy standards for the consumer .

Keywords : Ouargla , salinity , reverse osmosis , raw water