الجزائرية للمياه
ALGÉRIENNE DES EAUX

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar - El-Oued

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي
كلية الـــتكنـولـوجيـا

مذكرة مقدمة لنيل شهادة:
مـــاســـتـر أكـــاديـمـــي
ميدان :علوم وتكنولوجيا
شعبة : هندسة طرائق
التخصص: هندسة كيميائية

من تقديم:

نصرات حسين صدام

طويل عمار

قادري عبد الباسط

بعنوان

Contribution à l'étude des procédés de traitement des eaux polluées par des métaux lourds

تمت مناقشة المذكرة في: /2022/06

أمام اللجنة المكونة من الأساتذة:

رغيوة عبد الله	رئيسا	جامعة الوادي.
بودوح عصام	مناقشا	جامعة الوادي.
رواحنة نور الدين	مؤطرا	جامعة الوادي.

2022/2021

الحمد لله الذي وفقنا إلى إتمام هذا البحث، وأمدنا بالعون والتوفيق

لإنجازه فنحمده سبحانه وتعالى آولا وآخرا.

ونتقدم بوافر الشكر في حق من بذلو معنا جهدا، وأفادونا بخبرتهم وعلمهم الواسع الأستاذ المشرف " رواحنة نور الدين" والذي زادا إشرافا علينآ في رسالتنا جمالا وشرفا، ونسأل الله العظيم

أن يجزيه عنا كل الخير ويجعل عمله في ميزان حسناته.

ونتقدم بجميل الشكر والتقدير إلى جميع أساتذتنا الكرام الذين علمونا الأدب قبل العلم، نسأل الله أن يبارك فيهم وفي علمهم وأن يرعاهم ويحفظهم بحفظه.

ونتوجه بجزيل الشكر لكل زملائنا الطلبة الذين آزرونا وساندونا في إتمام هذا البحث وفي المسار الدراسي ككل ولكل من ساعدنا في إخراج هذا البحث سواء بالإرشاد والنصح أو بالمراجعة ، ونسأل الله للجميع الإخلاص والتوفيق والسداد والقبول.

وصلى الله على محمد وعلى آله وصحبه وسلم.

الإهـــــداء

الحمد لله عز وجل على منّه وعونه لإتمام هذا البحث
الى أمي الحبيبة
التي تنير ظلمة الحياة إلى التي كان دعائها يتبعني خطوة بخطوة، إلى
أغلى الحبايب بسمة الحياة حفظه الله
إلى والدي الحبيب
من كلله الله بالهيبة والوقار إلى من علمني العطاء دون انتظار إلى من
أحمل اسمه بكل افتخار أرجو من الله أن يمد في عمرك.. أبي ستبقى
كلماتك نجوم تنير طريقي
إلى أخواتي الأثنين سندي في الحياة إلى من أعطاني الدعم وقدم لي
الكثير من الصبر والمحبة والأمل ،و أدعو الله أن يحفظهم
والى كل الأهل والأصدقاءوأخص بالذكر الأخ والصديق نيد سليم .
عمار طويل

الإهـــــداء

الحمد لله عز وجل على منّه وعونه لإتمام هذا البحث

الى أمي الحبيبة

التي تنير ظلمة الحياة إلى التي كان دعائها يتبعني خطوة بخطوة، إلى أغلى الحبايب بسمة الحياة حفظه الله

إلى والدي الحبيب

من كلله الله بالهيبة والوقار إلى من علمني العطاء دون انتظار إلى من أحمل اسمه بكل افتخار أرجو من الله أن يمد في عمرك.. أبي ستبقى كلماتك نجوم تنير طريقي

إلى أخوتي سندي في الحياة إلى من أعطاني الدعم وقدم لي الكثير من الصبر والمحبة والأمل ،و أدعو الله أن يحفظهم جميعا.

والى كل الأهل والأصدقاءوكل من ساهم في هذا التخرج.

نصرات حسين صدام .

قادري عبد الباسط.

قائمة الجداول

الجدول I -1: يمثل تقسيم مصادر المياه في الطبيعة.....4

الجدول I - 2: العمليات المستعملة لأغراض مختلفة في تنقية 8

الجدول I – 3 : قابلية الذوبان في الماء بدلالة درجة الحرارة.....11

الجدول I- 4: أهم الأيونات الموجبة و السالبة المسببة لقساوة الماء.....12

الجدول I -5 : تراكيز العناصر المسموح بها في مياه الشرب.....15

قائمة الاشكال

الشكل I -1: يوضح نسب توزيع المياه على سطح الأرض 5
الشكل I – 2 : دورة المياه في الطبيعة 6
الشكل I – 3 : أمثلة عن طرق تنقية المياه الكيميائية والفيزيائية 7
الشكل Π -1: تقنيات نزع المعادن (Encyclopédie énergie)..... 18
الشكل Π -2: ظاهرة التناضح 19
الشكل Π -3: طريقة التناضح العكسي..... 20
الشكل Π -4: فصل الطور السائل عن طريق نفاذية الغشاء 21
الشكل Π -5: الضغط الاسموزي..... 21
الشكل Π -6 : مكونات وحدة التناضح العكسي..... 23
الشكل Π -7 : المعالجة التقليدية..... 24
الشكل Π -8 : هذا الشكل يمثل وظيفة الترشيح الأمامي 28
الشكل Π -9 : مبدأ عملية التصفية المماسية 29
الشكل Π -10 : أحجام المواد التي تمت إزالتها بواسطة عمليات الغشاء 30
الشكل Π -11 : وحدة الغشاء الأنبوبي 35
الشكل Π -12 : وحدات الألياف المجوفة 36
الشكل Π -13 : مثال على وحدة لوحة 37
الشكل Π -14 : وصف وحدة التناضح العكسي الملفوفة..... 38
الشكل Π -15: تحديد رسومي لمؤسسة التمويل الأصغر 41
الشكل III -1: صورة لمجسم محطة نزع المعادن بحي 19 مارس بالوادي..... 47
الشكل III .2: المخطط العام لتنقية المياه بالتناضح العكسي 49
الشكل III-3 : أبراج التبريد..... 50
الشكل III- 4 : صورة توضح مضخات التغذية لمرشحات الرمل..... 51
الشكل III-5 : صورة لمرشحات الرمل. 52
الشكل III-6 : صورة توضح خزان الماء المعالج. 52
الشكل III -7 : صورة توضح مسبار القراءة..... 53
الشكل III-8 : صورة توضح مضخات تغذية مرشحات الخرطوش 53

الشكل III- 9 : صورة توضح مرشحات الخرطوش 54
الشكل III- 10: صورة توضح مضخات التغذية لأجهزة التناضح العكسي 54
الشكل III- 11 : صورة توضح أجهزة التناضح العكسي 55
الشكل III- 12 : صورة توضح خزان الغسيل والشطف..... 56
الشكل III-13 : صورة توضح مضخات التوزيع الموجهة نحوى أبراج المياه 57
الشكل III-14 : صورة توضح مضخات الكلور 57
الشكل III-15 : صورة لمخبر التحاليل المجهز بمعدات القياس 58
الشكل III -16: صورة لجهاز قياس العكارة 59
الشكل III -17: صورة لجهاز قياس محمول HQD40D 61
الشكل III- 18 : صورة توضح جهاز قياس طيف الضوئي الفوقي 62
الشكل III- 19 : صورة لإختبارات LCK 63
الشكل III- 20 : صورة لإختبارات LCK 327 الخاصة بعسر الماء. 63
الشكل III-21: تحليل الرقم الهيدروجيني للمياه الخام والمعالجة..... 64
الشكل III. 22: توصيل المياه الخام والمياه المعالجة 65
الشكل III .23 : عكارة المياه الخام والمياه المعالجة. 66
الشكل III. 24: فرق الملوحة بين المياه الخام والمياه المعالجة..... 67
الشكل III. 25: فرق المواد الصلبة المنحلة بين المياه الخام والمياه المعالجة 67
الشكل III. 26 : تركيز النترات في المياه المعالجة 68
III. 27: تركيز النتريت في المياه المعالجة 69
الشكل III. 28 : المحول الخطي للصلابة من °dh إلى $CaCO_3$ mg/ l 70
الشكل III. 29 : صلابة المياه المعالجة مقارنة بالمعايير 70

الفهرس

الفهرس

الشكر وعرفان

الاهداء

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

الفهرس

الرموز

المقدمة العامة 1

الفصل I : المياه الجوفية وتنقيتها.

1.I.عموميات حول المياه 4

1.1.I. مقدمة 4

2.1.I. مصادر المياه في الطبيعة 4

3.1.I .دورة المياه في الطبيعة 5

2.I.المياه الجوفية 6

1.2.I.تصنيف المياه الجوفية 6

3.I.تنقية المياه **7**

1.3.I.الهدف من تنقية المياه 7

2.3.I. طرق تنقية المياه 7

3.3.I .3.مراحل تنقية المياه 7

4.3.I. عمليات تنقية المياه 8

5.3.I.معالجة المياه 9

4.I. مياه الشرب 10

1.4.I. مكونات مياه الشرب 10

2.4.I.استخدامات مياه الشرب 11

3.4.I. خصائص مياه الشرب 11

3.4.I. 1 .الخصائص الفيزيائية 11

2.3.4.I. الخصائص الكيميائية 12

I.4.4.تراكيز العناصر المسموح بها في مياه الشرب 15

الفصل II : التناضح العكسي.

II.1.مقدمة 18
II.2. تقنيات نزع المعادن 18
II.3. تاريخ التناضح العكسي 18
II.4.مبدأ التناضح العكسي 19
II.4.1.ما هو التناضح بالضبط 19
II.4. 2. ما هو التناضح العكسي وكيف يعمل 20
II.4.3. الضغط الإسموزي 21
II.5 . مكونات وحدة التناضح العكسي 22
II.5 .1. المعالجة المسبقة 23
II.5.1.1. قوالب المعالجة المسبقة 24
II.5.1.1.1. المعالجة التقليدية 24
II.5 .1.1.2. المعالجة الغشائية 26
II.5 .2.ضخ الضغط العالي 26
II.5 .3. استعادة الطاقة 26
II.4.5.مرحلة ما بعد الإنتاج 27
II 5.5. .محطة التنظيف الكيميائي 27
II 6. أوضاع تشغيل نظام الغشاء 28
II 1.6. الترشيح الأمامي 28
II 2.6.التصفية المماسية 28
II 7.عوامل تشغيل التناضح العكسي 30
II 8.آلية التحويل 32
II 9. أغشية التناضح العكسي 33
II 1.9.عرض الغشاء 33
II 2.9.أنواع أغشية التناضح العكسي 33
II 10.وحدات التناضح العكسي 34

II .1.10.تعريف الوحدة النمطية 34
II .2.10.أنواع الوحدات 34
II.11. استخدام وتكلفة التناضح العكسي للطاقة 38
II.12 قيود التناضح العكسي 38
II.12.1 تعريف الانسداد 38
II .12.2 أنواع الانسداد 39
II .12.2.1 الانسداد عن طريق التحجيم 39
II.12.2.2 الانسداد عن طريق الإيداع 39
II.12.2.3 .الانسداد بالامتزاز 39
II.12.2.4 الختم الحيوي 39
II .12.3 تقدير إمكانية الانسداد 40
II.12.3.1.مؤشر الكثافة الطمى (SDI) 40
II.12.3.2 مؤشر القاذورات المعدل 41
II.12.3.3.مؤشر القاذورات المعدل باستخدام غشاء الترشيح الفائق(MFI-UF) 42
II..13 الغسيل العكسي 43
II .13.1. التنظيف الكيميائي 43
II.13.2 . التنظيف الأنزيمي 43
II.14. مزايا وعيوب التناضح العكسي 44
II.15 الخلاصة 44

الفصل الثالثIII : الجزء التطبيقي

III .1.مقدمة 47
III.2. الأهداف 47
III.3. محطة نزع المعادن 19 مارس بالوادي 47
III.3.1.التعريف بمحطة نزع المعادن 19مارس بالوادي 48
III .3.2.رحلة معالجة الماء في المحطة 48
III .3.3.المكونات والوحدات الأساسية في المحطة 49
III.3.3.1.الأبار 49

III.2.3.3. أبراج التبريد 49
III .3.3.3.مضخات التغذية لمرشحات الرمل 50
III.4.3.3. مرشحات الرمل 51
III.5.3.3. حوض تجميع الماء المفلتر (المرشح) 52
III.6.3.3.مسبار القراءة..... 53
III.7.3.3.مضخات التغذية لمرشحات الخرطوش 53
III.8.3.3. مرشح الخرطوش 54
III.9.3.3.مضخات تغذية أجهزة التناضح العكسي..... 54
III .10.3.3.أجهزة التناضح العكسي..... 55
III.11.3.3 .محطة الغسيل والشطف 55
III .12.3.3. خزان تجميع الماء المعالج..... 56
III.13.3.3.المضخات المؤدية إلى أبراج توزيع المياه 56
III.14.3.3. مضخة جرعات الكلور 57
III.15.3.3. حوض الرفض..... 57
III.16.3.3. النظام المضاد لعودة المياه..... 58
III.4. مخبر التحاليل..... 58
III.5.أجهزة التحاليل 58
III.1.5.3. جهاز قياس العكارة 58
III .1.5.3. 1. وضع التشغيل..... 59
III .2.1.5 . أجهزة القياس المحمولة 60
III.2.5.3. وضع التشغيل 61
III.3.5.3. جهاز قياس طيف الضوئي الفوقي R3900D 61
III.4.5.3. اختبارات LCK..... 62
III.LCK.1.4.5 - دقة وتحكم استثنائيان..... 62
III.6. نتائج وتفسيرات الخصائص الفيزيائية والكيميائية 63
III.1.6.3.الرقم الهيدروجيني ($_{P}H$)..... 64
III .2.6.3.الناقلية..... 64

III.3.6.العكارة 65
III.4.6.الملوحة 66
III.5.6. TDS (نسبة المواد الصلبة المنحلة) 67
III.7.**نتائج وتفسيرات معايير التلوث** 68
III.7.1. النترات NO_3^- 68
III.7.2. النتريت NO_2^- 68
III.8. نتائج وتفسيرات خصائص التمعدن 69
III.8.1. الصلابة 69
الخاتمة 72
الملخص

قائمة الرموز

ONM : المكتب الوطني للأرصاد الجوية.

C° : درجة مئوية.

T° : درجة الحرارة .

Moy : متوسط.

E : التبخر.

H : الرطوبة.

CO_2 : ثاني أكسيد الكربون .

O :الأكسوجين.

H :الهيدروجين.

OMS : منظمة الصحة العالمية.

UE : الاتحاد الأوروبي.

Mg/l : مليغرام لكل لتر.

PPM : جزء في المليون.

ANRH : الوكالة الوطنية للموارد المائية.

CI : طبقة المياه الجوفية.

CT : مجمع طرفي.

OI : التناضح العكسي.

Q : التدفق.

V : الحجم.

MES : المواد العالقة.

SDI : مؤشر كثافة الطمي.

MFI : مؤشر تلوث معدل.

µ : **ميكرو.**

MF : الترشيح الدقيق.

UF : الترشيح الفائق.

LCK :اختبارات عسر المار.

TDS : نسبة المواد الصلبة المنحلة

المقدمة العامة

مقدمة عامة

إن الماء عنصر أساسي وضروري لكل شيء ينبض بالحياة، وعلى الرغم من أن المياه تغطي معظم سطح الكرة الأرضية، حيث تتنوع مصادر وأشكال تواجدها في الطبيعة، إلا أن ما يمكن إستهلاكه للإستعمال البشري يعد نسبة ضئيلة جدا من كمية المياه عموما، ولكن بسبب تزايد الطلب عليها في جميع المجالات كالزراعة والصناعة بات الحفاظ عليها ضروري جدا، وفي ظل الملوثات الكبيرة والمنتشرة في البيئة فإن تلوث يعد مشكلة خطيرة تهدد حياة الكائنات الحية. وبما أن المياه مهمة لحياة الفرد من هنا تأتي ضرورة الحفاظ عليها وتنقيتها.

تتعدد مصادر مياه الشرب (مياه سطحية، جوفية...)، 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، ولكنها ذات نسبة ملوحة عالية، إذ تشكل هذه الملوحة صعوبة كبيرة في مواجهة الظروف المناخية القاسية، والزيادة السكانية السريعة، والتنمية الصناعية، والكميات المحدودة من المياه المعبأة والقابلة للتعبئة، مما يستلزم استخدام موارد مائية غير تقليدية مثل نزع المعادن من المياه المالحة.

تعد إزالة المعادن من المياه المالحة أمرمهم جدا في الوقت الحالي، وأصبح التفكير في تركيب وحدات التنقية ضروريًا أكثر فأكثر مع مرور الوقت، لأنها تتيح تلبية طلبات المستهلكين من مياه الشرب على المستويين الكمي والنوعي (نوعية ماء جيدة).

استفادت مدينة الوادى من مبادرة كبيرة لبناء محطة تنقية مياه الشرب، هذه المحطة التي يشملها المشروع تزود حاليا بالمياه الخام من ثلاث آبار. الهدف من هذا المشروع هو إنشاء محطة تنقية لتحسين جودة مياه الشرب التي يتم تسليمها الآن في الوادى مع خفض ملوحتها أيضًا.

إن تقييم نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه الخام والمياه التناضحية (الماء عند المخرج لفحص الأداء التشغيلي لأغشية التناضح العكسي) هي الأهداف الرئيسية لنشاط الدراسة.

أظهرت فعالية محطة تنقية المياه باستخدام عملية التناضح في الاتجاه المعاكس للفحص الفيزيائي والكيميائي للمياه المعالجة.

ونتيجة لذلك ينقسم عملنا إلى قسمين:

يتم تناول البحث الببليوغرافي في الجزء الأول (الجزء الأول) من هذا الكتاب، والذي ينقسم إلى أربعة فصول:

- الفصل الأول : فحص ببليوغرافي لخصائص المياه وأصولها ومصادرها ، فضلاً عن الجوانب الرئيسية للمياه التي يمكن معالجتها (المياه الجوفية).

- الفصل الثاني : دراسة نظرية لتقنية التناضح العكسي لنزع المعادن من المياه الجوفية.

تم تقديم البحث التجريبي حول تقنية التناضح العكسي لإزالة المعادن من المياه الجوفية في القسم الثاني (الجزء الثاني) ، والذي يحتوي على فصل واحد تم فيه تناول المواد والإجراءات والنتائج والمناقشات.

الفصل I :

المياه الجوفية وتنقيتها

I.1.عموميات حول المياه:

I.1.1.مقدمة:

يمكن أن نسمي كوكب الأرض بالكوكب الأزرق نظرًا لأن سطحه مغطى بنسبة ٪72 من المياه ،كان الماء موجودًا لآلاف السنين بنسب غير قابلة للتغيير ، فهناك حوالي1400 مليونkm^3من المياه على هذا الكوكب ، هذه الكمية كبيرة جدا،فسيكون من الصعب إستهلاكها حتى لو إرتفع الطلب بشكل كبير.
هذه الكمية الهائلة من الماء ليست آمنة تمامًا للشرب ، فالغالبية منهامن مياه البحرو تمثل ما بين 97.2 ٪إلى 97.5 ٪ ، بينما تمثل المياه العذبة من 2.5 ٪إلى 2.8٪**[1].**

I.1.2. مصادر المياه في الطبيعة:

تتوزع المياه على الكرة الأرضية بناءً على مصادر وجودها في الطبيعة، والتي يمكن أن تتخذ أشكالاً عديدة، منها المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والجداول والبرك وغيرها، كما هو مبين في الجدول**(I-1)**

الجدولI-1:يمثل تقسيم مصادر المياه فيالطبيعة**[2].**

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

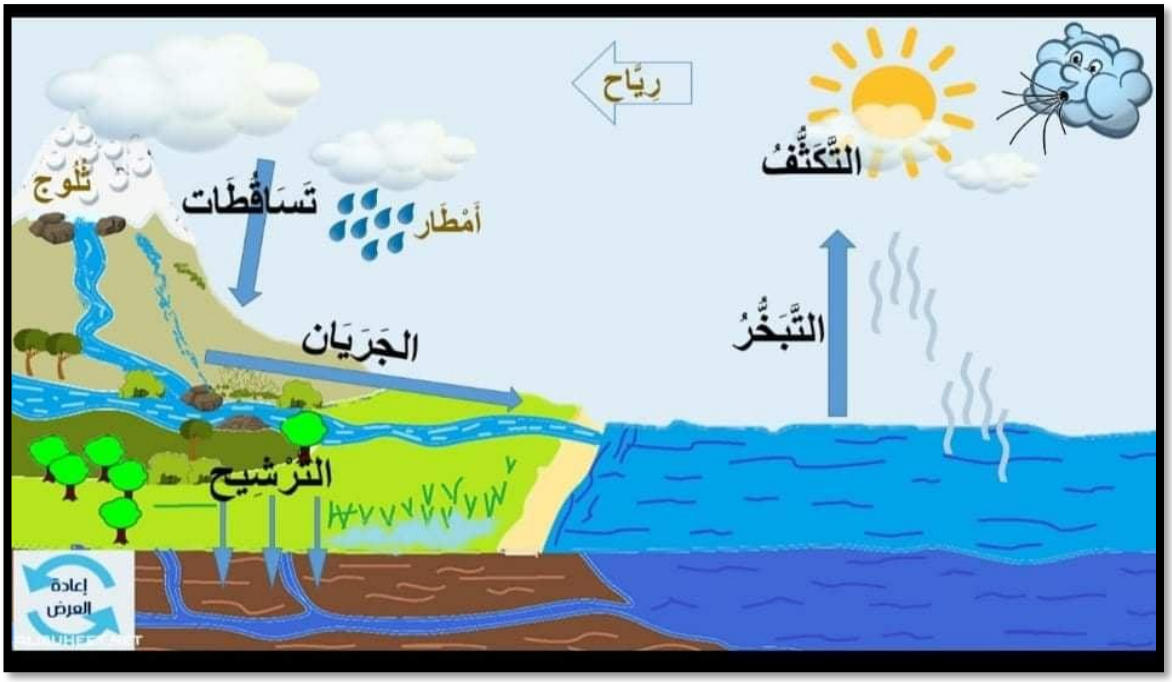
تتواجد المياه على سطح الأرض في المسطحات المائية،إذ أن معظم المياه الموجودة على سطح الكوكب هي على شكل مياه مالحة متمركزة في المحيطات والبحار، وخاصة في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، على الرغم من أن الماء يغطي 80٪من سطح الأرض، إلا أن هذه الكمية الكاملة من المياه الموجودة على الكوكب ككل لا يمكن استخدامها بشكل مباشر**[3]**.

الشكل I-1: يوضح نسب توزيع المياه على سطح الأرض.

تمثل مياه البحار والمحيطات حوالي 97 ٪ من مجموع مياه القشرة الأرضية **[1]**، وحوالي 3٪ فقط هي مياه عذبة، تقع غالبية هذه المياه العذبة في القمم الجليدية والجبال (69٪) والمياه الجوفية (30٪)، والباقي في البحيرات والأنهار والجداول(0.3٪)**[3]**.

3.1.I. دورة المياه في الطبيعة:

الماء في الطبيعة في حالة حركة مستمرة، والتي يعبر عنها بدورة المياه في الطبيعة. تتساقط المياه المكثفة على سطح الأرض على شكل أمطار،ثلوج وبرد. عندما يسقط الماء على سطح التربة، يشكل جزء منه جريانًا سطحيًا على شكل جداول وأودية وأنهار، ويتسرب جزء آخر منه إلى باطن الأرض لتشكيل خزانات المياه الجوفية (ينابيع وأبار). يتبخر الماء من الغطاء النباتي (النتح)والمسطحات المائية ، التي تجد طريقها إلى الغلاف الجوي لتتكثف مشكلة السحب **(الشكل I-2)**. ومع ذلك، نظرًا لعدم وجود نظام محدد في الفترة الزمنية التي تستغرقها هذه الدورة، فقد يتعطل أي جزء منها. تعتمد كثافة المياه خلال هذهالدورة وفتراتها على العوامل الجغرافية،والعوامل المناخية، وتأثيراتها**[4].**



الشكلI-2:دورة المياه في الطبيعة.

2.I.المياه الجوفية:

المياه الجوفية هي مورد قيم وموزع على نطاق واسع على سطح الأرض لأنها تعتبرأكبرمصدرللمياه العذبة في العالم،حيث يتم تخزين معظمها تحت الأرض على أعماق مختلفة ، ويتم تجديدها سنويًا عن طريق هطول الأمطار، مثلها مثل أي مصدرمعدني آخر**[5]** ، تتموضع في مسامات الأرض ، كذلك بين الصخورالرسوبية ، الرمل ، الحصى ومكونات التربة الأخرى ، لأن هذه المواقع تسمح بنفاذية المياه الصالحة للاستخدام من خلال الترشيح **[6].**

هناك العديد من العوامل التي تؤثرعلى كمية المياه في الخزان الجوفي ، بما في ذلك كمية الأمطاروالنسبة المئوية التي تتسرب منها إلى التربة ، تضاريس الموقع ، الجيولوجيا ، والجغرافيا **[7].**

تعد المناطق الصحراوية القاحلة في العالم من أكثرالمناطق إحتياجًا للمياه الجوفية بسبب نقص موارد المياه السطحية ، وهي من أكثرالقطاعات نشاطًا في مجال الدراسة ، وقد بينت الإستكشافات وتم العثورعلى كميات كبيرة في الصحراء الكبرى في شمال إفريقيا. إذ تقدرالمياه الجوفية بنحو 150000 km^3، أوحوالي 1.8 ٪ من إجمالي المياه الجوفية على كوكب الأرض **[8]**.

1.2.I . تصنيف المياه الجوفية:

تعتبر المياهالجوفية من أهم مصادر المياه العذبة، **[9]** .التي تعتمد في تصنيفها على مصدرها وكيفية وصولها إلى السطح ويمكن تقسيمها إلى ثلاث أقسام:

- **المياه الجوفية العذبة**: مصدرها هطول الأمطار، وذوبان الثلوج ومياه المجاري النهرية.
- **المياه الجوفية العذبة والقليلة الملوحة:** المياه المخزنة في تكوينات رسوبية مسامية **[8]**.
- **المياه الجوفية المالحة**: المياه التي اخترقت الكتل الأرضية من المسطحات البحرية والمحيطية.

I.3.تنقية المياه:

I.3.1.الهدف من تنقية المياه:

في الطبيعة، لا توجد مياه نقية كيميائيا، حتى مياه الأمطارهي أنظف أشكال المياه الطبيعية، تحتوي على ملوثات مثل الأكسجين والنيتروجين وثاني أكسيد الكربون وبعض الأملاح غير العضوية بسبب الغازات المذابة. نتيجة لذلك، يجب أن نضمن أن الماء خالي من المواد المعلقة وكذلك بعض المواد المذابة. أيضًا، لضمان إزالة أي نكهة أو رائحة في الماء قد تكون ناجمة عن دمجها مع المواد العضوية أو الأعشاب أو النفايات الصناعية.

وبالمثل يجب التخلص من أي عسر في الماء، وكذلك يجب التخلص من الحديد والمنغنيز والملوثات الأخرى بتركيزات أعلى من تلك المناسبة للاستخدام المقصود**[10]**.

I.3.2. طرق تنقية المياه:

تهدف تنقية المياه الجوفية إلى إنتاج مياه صالحة للشرب وآمنة كيميائياً وميكروبيولوجياً للاستهلاك البشري. يجب أن تكون خالية من اللون ،الرائحة والنكهة وقساوتها مسموح بها ،حتى تكون المياه صالحة للاستخدام المنزلي وبشكل عام (**الشكلI– 3**) **[11]**.

الشكل:I – 3أمثلة عن طرق تنقية المياه الكيميائية والفيزيائية.

I.3.3.مراحل تنقية المياه:

1. **المأخذ:**أثناء سحب الماء الخام مورد المياه يجب استخدام مضخات مزودة بمرشحات لمنع دخول الأجسام العائمة كبيرة الحجم (مثل أكياس النايلون وقطع الخشب...) **[12]**.
2. **التخثير**: نظرًا لأن بعض العناصر المعلقة دقيقة جدًا، يتم إضافة مواد التخثر من أنواع مختلفة إلى الماء في بشكل منتظم للتفاعل مع العناصر المعلقة وإنتاج تكتلات يسهل ترسيبها **[12].**

3. الترسيب: الهدف من هذه الأنشطة هو إيداع أكبر قدر ممكن من المواد المعلقة، وذلك بزيادة حجمها. يمكن أن تصل كمية الجسيمات المعلقة المترسبة في أحواض الترسيب إلىحوالي 90٪ أو أكثر ، اعتمادًا على نوعية المياه وكيفية استخدام وحدات الترسيبوالتخثير القائم على تميم الأحواض**[12]**.

4. الترشيح: يعتبر الترشيح من أهم العمليات الأساسية في محطات معالجة المياه، حيث يدخل الماء في المراحل النهائية لإزالة العوالق، بعد ذلك يتم إزالة المواد العالقة صغيرة الحجم، لأن دور المرشحات في إزالة الشوائب المتبقية أمر بالغ الأهمية لإنتاج مياه شرب عالية الجودة **[12] [13]**.

5 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 **[13]**.

I.4.3. عمليات تنقية المياه :

العمليات المستعملة للأغراض المختلفة في التنقية لكل صفة ملوثة في المياه (الجدول**I– 2**)

الجدولI-2:العمليات المستعملة لأغراض مختلفة في تنقية المياه**[10]**

الصفة	عمليات المعالجة المستعملة
العكارة	التخثير والترشيح (يمكن أن نحذف التخثير في بعض الأحيان إذا كانت عكارة الماء قليلة)
الطعم والرائحة	الإمتزاز بوساطة الكربون المنشط
	التخثير والترشيح
	الكلورة,أو المعالجة بالأوزون أو بثاني أكسيد الكلور
	التهوية
	ضبط تلوث المصدر المائي
النحاس والزنك	على حسب طبيعة الشوائب الأخرى الموجودة تختلف طرق إزالة النحاس والزنك
الكالسيوم والمغنزيوم (القساوة)	الترسيب كماءات المغنيزيوم وكربونات الكالسيوم وذالك بإضافة الكلس والصودا
	عمليات التبادل الأيوني
الحديد والمنغنيز	تختلف طرق إزالة الحديد والمنغنيز اعتمادًا على نوع الملوثات الأخرى في الماء ، ولكن بشكل عام ، يتم استخدام الأكسدة والترسيب لإزالة الحديد والمنغنيز. يمكن إزالة الحديد في بعض

	الحالات عن طريق ترسبه على شكل كربونات الحديد ثم إزالته عن طريق التبادل الأيوني.
الصوديوم والبوتاسيوم والكبريتات والكلوريدات والنترات	لا يمكن التخلص من هذه الشوارد الموجبة والسالبة من المياه بسعر معقول ، مما يستلزم تكلفة باهظة لتحلية المياه.
دليل الهيدروجين pH	يمكن تغيير قيمة (pH) بإضافة الأحماض أو القواعد ، ويتم استخدام إحدى المواد الكيميائية التالية لهذا الغرض: HCl، H_2SO_4، NaOH، Na_2CO_3، CaOH، CO_2 ،
المركبات الفينولية	ثاني أكسيد الكربون الأوزون الكربون المنشط
كبريت الهيدروجين	في البيئات الحمضية ، تكون التهوية ضرورية. الكلورة أو المعالجة بالأزون يتكون كبريتيد الحديد أثناء هطول الأمطار بأملاح الحديد.
ثاني أكسيد الكربون	التهوية تحويله إلى بيكربونات بإضافة مادة قلوية

I.5.3.معالجة المياه :

تختلف طريقة معالجة المياه حسب مصدرها ونوع مياه التلوث، وتتم المعالجة حسب المصدر بالشكل التالي:

- **معالجة المياه الجوفية:**

ان معالجة المياه الجوفية ضرورية ومطلوبة لإزالة الملوثات الخطرة وذلك قصد تحسين الجودة الاجمالية من خلال إزالة الغازات المذابة وذلك بالتهوية لزيادة نسبة الأكسجين، كما يعمل التبادل الأيوني على إزالة الملوثات المتأينة والمعالجة بالكلور،يتم تطهير المياه الجوفية مع توفير الحماية المتبقية أيضًا **[11]**.

- **معالجة المياه السطحية :**

تتم التنقية الكيميائية عن طريق التخثير،وتعتبر الترسيب والترشيح من العمليات الرئيسية في معالجة المياه السطحية. ويتحكم في نوع المواد الكيميائية المستخدمة للتخثير للتخلص من العكارة، جودة المياه وتكلفة هذه المواد، تعتبر البوليمرات الاصطناعية هي اكثرالمواد الكيميائية استخداما لهذا الغرض، كما يتم

إزالة المركبات المسببة للطعم والرائحة باستخدام الكربون المنشط، حيث يستخدم الكلور الماء الخام طالما أنها لا تؤدي إلى تطوير منتجات جانبية للتعقيم **[11].**

- **معالجة مياه الشرب:**

هي المياه التي خضعت لعمليات المعالجة من حيث مصدر المياه ، بهدف حماية المستهلك من كل ما يضر بصحته، جمع المياه ، التنقية الأولية ، إجراءات الترسيب ، عمليات الترشيح ، عمليات التنقية النهائية ، وعمليات تقليل الملح كلها أمثلة على هذه العمليات (تحلية المياه) **[14].**

- **معالجة مياه الصرف الصحي:**

معالجة مياه الصرف الصحي 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، المعالجة الأولية، المعالجة الثانوية والمعالجة المتقدمة هي بعض التقنيات التي يمكن استخدامها لإزالة عناصر محددة بتركيزات عالية مثل الفوسفور والنيتروجين من الماء، عند الانتهاء من خطوات العلاج، يتم استخدام إجراء التطهير للقضاء على الجراثيم **[15]**.

- **معالجة مياه البحر:**

تستخدم طرق عدة لإزالة الملوحة من مياه البحر، الطريقة الأكثر شيوعًا لإزالة الملح من مياه البحر ، والتي تم استخدامها لآلاف السنين هي غلي الماء ثم تكثيفه على الأسطح الباردة، كما استخدم الفرد طريقة التبخير للحصول على مياه الشرب **[16]**.

4.I. مياه الشرب :

هي مياه عديمة اللون والرائحة،كما أنها لا تحتوي على مواد مشعة وخالية من أي مواد مسببة للامراض**[17]**.

1.4.I. مكونات مياه الشرب :

تحتوي مياه الشرب على مجموعة متنوعة من العناصر على شكل ايونات للعناصر الطبيعية،منها أيونات موجبة (الكاتيونات) ،أيونات سالبة (الأنيونات) ، كما تحتوي على ايونات العناصر النادرة والثقيلة ، وكلها يجب قياسها من أجل تحديد نسبها في الماء لمعرفة صلاحية الماء للشرب، وما هي الطرق الكفيلة التي يجب اتباعها لمعالجتها **[17]**.

2.4.I.استخدامات مياه الشرب :

- يعد غسل الفواكه والخضروات وتنظيف الأواني وإعداد الطعام والمشروبات وتنظيف الملابس والواجبات المنزلية الأخرى أمثلة على الاستخدام المنزلي، بالإضافة إلى المشروبات الغازية التي تحتوي على مياه الشرب.
- تستخدم في مجموعة متنوعة من المجالات الصناعية والمتعلقة بالطاقة**[18]**.

I.3.4. 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، الذوق، الرائحة، العكارة،الصلابة وكمية الأكسجين الذائبين وثاني أكسيد الكربون ومؤشر الهيدروجين هي المعلمات، على الشكل الأيوني (pH) وتركيز المعادن المنحلة .**[19]**

I.3.4.1 .الخصائص الفيزيائية :

تحديد القيم القصوى المقبولة لصفات الماء الطبيعية، مثل اللون والطعم والرائحة ودرجة الحرارة ونسبة المادة العالقة والتوصيل الكهربائي والكثافة. ولهذه الخواص أثار بيئية على الفرد وتختلف أضرارها باختلاف مصادرها ومكوناتها، على المدى الطويل، قد يكون لها تأثير كبير على صحة الفرد **[20]**.

اللون والرائحة والذوق:

باعتبار مياه الشرب ليس لها طعم أو رائحة أو لون، ولكن تكتسب طعم بسبب ذوبان الغازات (الجدول**I-3**) وانحلال بعض الأملاح المعدنية **(Na^+، Cl^-، SO_4^{2-})[21].**

الجدول I-3: قابلية الذوبان في الماء بدلالة درجة الحرارة.

T(c)° / **الغازات**	0	10	15	20	25	30
O_2	13.9	10.8	9.7	8.8	8.1	7.4
N_2	23.5	18.6	16.8	15.4	14.3	13.4
CO_2	1.06	0.70	0.59	0.53	-	-

- **عكارة المياه:**

يشير إلى وجود جزيئات عالقة تمنع الضوء من المرور عبر الماء. تحدد كمية المادة العالقة وطبيعتها ودقة حبيباتها غير المستقرة درجة التعكر (NTU) ، وقد تكون هذه العناصر بكتيريا أو رملًا أو غيرهما **[22]**. عند مقارنتها بالماء المقطر (الشفاف)، تتغير درجة التعكر بمرور الوقت ويتم تحديد كمية المواد العالقة بطريقة كهروضوئية**[19].**

- **قساوة المياه :**

تحدث الصلابة بسبب الكاتيونات المعدنية متعددة التكافؤ، وأكثر هذه العناصر تواجدا هي الكالسيوم (Ca^{2+}) والمغنيزيوم (Mg^{2+}) في المياه الطبيعية. بالرغم من أن وجودها في المياه المعدة للاستهلاك الآدمي لا يسبب أي ضرر، إلا أنها ترسب الصابون وتحد من تأثيره في التنظيف ، كما أنها تسبب بظهور قشور من $CaCO_3$, $Mg(OH)$ في خزانات توزيع المياه الرئيسية وسخانات الماء**[10]**،القساوة المؤقتة (قساوة كربونية) والقساوة الدائمة (قساوة غير كربونية)نوعان من قساوة الماء،حيث تحتوي القساوة الدائمة كل من كبريتات وكلوريد كل من المغنيزيوم والكالسيوم،وتتكون القساوة المؤقتة على بيكربونات الكالسيوم وكربونات وبيكربونات المغنيزيوم **[12]**.

الجدول I- 4:أهم الأيونات الموجبة والسالبة المسببة لقساوة الماء

الشوارد الموجبة	الشوارد السالبة
كالسيوم Ca^{2+}	بيكربونات HCO_3^-
حديد Fe^{2+}	نترات $N0_3^-$
مغنيزيوم Mg^{2+}	كبريتات SO_4^{2-}
منغنيز Mn^{2+}	كلوريد Cl^-
استرونسيومSr^{2+}	سيلكات $SI0_3^-$

I.2.3.4. الخصائص الكيميائية :

1 .العناصر الأساسية :

- **الصوديوم (Na^+):**

تشكل أيونات الصوديوم 2.83٪ من تركيز قشرة الأرض، وتتميز بدرجة عالية من الذوبان في الماء، لذلك فهي موجودة بشكل طبيعي في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية ، بالإضافة إلى تواجدها الأكبر في مياه الشرب ، حيث يسبب الإسهال عند الإنسان ، ويجب على مرضى القلب والكلى عدم استخدام استهلاك المياه الغنية بالصوديوم ،و يعتبر الماء الذي يحتوي على نسبة ملح أقل من 115mg/l آمنًا للاستهلاك **[21]**.

- **الكالسيوم (Ca^{2+}):**

توجد أيونات الكالسيوم في المياه الطبيعية بنسب مختلفة اعتمادًا على نوع الصخور والتربة التي مرت بها ، مثل صخور الجبس ($CaSO_4$) , أما في مياه الأنهار فتختلف نسب الكالسيوم باختلاف الصخور المكونة لمجراها وعموما تتراوح بين 2mg/l و8mg/l علما أنها تصل أحياناmg/l 120 في

مناطق الحجر الجيري و يعتبر الكالسيوم في بعض الأحيان أهم مكون في العظام ، وأقصى تركيز مسموح به في مياه الشرب هو 200 mg/l, وفقًا للأبحاث ، فإن أمراض القلب والأوعية الدموية أكثر شيوعًا في المناطق التي يتم فيها استهلاك الماء الخفيف ، ويؤخذ في الاعتبار المياه التي تراكيزها اقل من mg/l 5واعلى من 70 mg/l ضارة بالنباتات ونمو الحيواناتالمائية وتكاثرها **[19].**

- **المغنيزيوم (Mg^{2+}):**

كما بالنسبة للكالسيوم، ولكن تركيزه عادة أقل من تركيز الكالسيوم ، وقد تم تحديد التركيز المسموح به في مياه الشرب 150mg/l كحد أقصى وفقًا لمعايير منظمة الصحة العالمية[OMS] . و يرجع وجود المغنيزيوم في الماء إلى انحلال الصخور الكربونية **[19].**

- **البوتاسيوم (K^{+}):**

لأن البوتاسيوم هو أحد أهم مكونات قشرة الأرض فهو يمثل نسبة حوالي 2.59% ، فيمكن العثور عليه في جميع أنواع المياه الطبيعية. للتذكير فإن نسبته في المياه السطحية أقل من نسبة الصوديوم ، وفقا للنظام الأوربي 12mg/l أقصى تركيز مسموح به في مياه الشرب **[21]**.

- **الكلور (Cl^{-}) :**

يوجد الكلور بتراكيز مختلفة في جميع أشكال المجاري المائية الطبيعية. وفقًا لـ (OMS) ، فإن التركيز المسموح به في مياه الشرب هو 200 mg/l **[20]**.

- **2. العناصر غير المرغوب فيها :**

يجب أن تكون هذه العناصر إن وجدت ، بتركيزات منخفضة للغاية ، ووجودها في مياه الشرب علامة على التلوث وأهمها ما يلي:

- **الفلورايد (F):**

يوجد الفلوريد ، الذي يُعرف غالبًا باسم الفلور ، في الماء ، وخاصة المياه الجوفية ، نتيجة لانحلال الصخور الرسوبية، على الرغم من أن الفلور عنصر أساسي ومهم لصحة الإنسان ، إلا أن الارتفاع الملحوظ في الفلور في الماء فوق الحد المسموح به له تأثير سلبي شديد على صحة الإنسان والحيوان. إذ وصل التركيز في الماء إلى1.5mg/l ، فإنه يتسبب في ظهور طبقة لونية، وبقع، وتشقق ميناءالأسنان ، وترسبات في العظام ، فضلاً عن تسمم الهيكل العظمي والتشوهات الخلقية في العظام **[23]**.

- **الحديد (Fe^{2+}) :**

يؤدي انحلال مركبات الحديد التي تتكون منها التربة إلى وجود الحديد في الماء, ويكون الحديد على شكل Fe^{2+} في الظروف العادية للمياه السطحية ، ولكن نظرًا لخاصية الأكسدة السريعة ، يمكن تحويله

إلىFe^{3+}وترسبه على شكل هيدروكسيد الحديد:$Fe(OH)_3$ ، حيث أن تأثير الحديد على الأسماك يختلف باختلاف درجة الحموضة. ينتج هيدروكسيد الحديد ويترسب على غلاصم الأسماك في حالة قلوية ، بينما تسبب أيونات الحديد السمومية في الوسط الحامضي. فإنالحديد عنصر حاسم في بناء جسم الإنسان ، وعليه يجب استهلاك ما بين (1 و 2)mgكل يوم **[21].**

- **المنغنيز (Mn^{2+}) :**

نتيجة لانحلال الصخور ، تحتوي المياه الطبيعية على أملاح المنغنيز, وفقًا للتطور البيئي يعتبر المنغنيز له خطركبير على الأسماك بتركيز 1200mg/lمن مركب $MnCl_2$, أو كبريتات المنغنيز (2400mg/l)، على الرغم من سموميتها الكبيرة ، ولحسن الحظ إلا أن البرمنجنات غير مستقرة في الوسط المائي ، حيث يكفي mg/l(2.2 و 4.1) لقتل الأسماك **[21].**

- **الفوسفات ($P0_4^{3-}$):**

الفوسفات هو غذاء للنباتات ، ولكن التركيز العالي الذي يزيد عن 60mg/l يسبب تغيرات هيكلية في بعض النباتات ، كما أن التركيز العالي في مياه الشرب يسبب القيء والإسهال لدى البشر. تحلل المواد الحية ، إذابة أملاح الفوسفات ، الأسمدة ، المنظفات ، والصناعات الكيماوية كلها مصادر طبيعية للفوسفات. تحتوي المياه الطبيعية على فوسفات أحادي وثنائي الهيدروجين ($[HP0^{3-}H_2PO_4]$) ، والفوسفات موجود في الماء بأشكال مختلفة اعتمادًا على درجة PH**[19]**.

- **النترات (NO_3^-):**

يعد تحلل المواد العضوية ، وكذلك مياه الصرف الصحي والزراعي ، من أهم مصادرها. وللنترات أعراض وخيمة على صحة الأطفال حديثي الولادة ، كما يتضح من تناول الماء بتركيز نترات يزيد عن46mg/l . ويؤدي تحويل النترات إلى نيتريت في الجهاز الهضمي إلى الاختناق **[21]**.

- **النتريت (NO_2^-) :**

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 ، عندما يكون 50mg/l كافية لقتل الأسماك في مياه الشرب في غضون 15 يومًا، وفي مياه الشرب فتواجدهيتسبب في انخفاض ضغط الدم لدى الكبار ونقص الأكسجين في الدم عند الأطفال **[19].**

- **3. العناصر السامة :**

لأن وجودها في الماء يشكل خطورة على صحة الفرد ، يجب الحرص على ألا تتجاوز نسبتها القيم المدرجة في الجدول (**I-5**) ، وإن أمكن انعدامها، هذه بعض العناصر:

- ***الرصاص (Pb^{2+}):***

الرصاص مادة خطرة علىالإنسان ، حيث أن تناول 1mg في اليوم لفترة طويلة يسبب الموت ، وقد حددت منظمة الصحة العالمية (OMS) نسبته وتقدرا0.1mg/ ، إذ تعتبر التربة مصدرًا طبيعيًا للرصاص في المجاري المائية السطحية ، إلا أن مياه الصرف الصناعي هي المصدر الرئيسي للرصاص (صناعة المتفجرات ، صناعة الأصبغة) **[21]**.

- **الكروم (Cr^{2+}) :**

النفايات الصناعية هي المسؤولة عن انتشار الكروم في المياه السطحية،هناك الشوارد البسيطة (Cr^{3+},Cr^{6+}) والشوارد المعقدة ($Cr_2O_7^{2-}$ $CrO_3^3CrO_2^-$, CrO_4^{2-})، وتختلف باختلاف مصادرها في المياه، وتم تحديد تركيزها 0.5mg/l نظرًا لسموميته **[19].**

- **الكادميوم (cd^{2+}):**

نفايات المصانع هي المسؤولة عن إنتشار الكادميوم في المياه السطحية (التعدين ، الأصبغة ...). الكادميوم له تأثير على الكائنات المائية وكذلك البشر، حيث جرعة 0.4g تكفي لقتل الإنسان **[19] [21].**

I.4.4.تراكيز العناصر المسموح بها في مياه الشرب:

لكي يمكن إعتبار المياه صالحة للشرب يجب أن تكون مكوناتها بتراكيز معينة ومضبوطة لان الزيادة لبعض العناصر تؤدي للخطر على حياة الفرد,الجدول التالي يوضح التراكيز المسموح بها في مياه الشرب (الجدول**I-5**):

الجدول **I-5 :** تراكيز العناصر المسموح بها في مياه الشرب**[19][21]**.

الخاصة او العنصر	الوحدات المستعملة	النظام العالمي OMS	النظام الاوروبي CEE	النظام الجزائري
الدليل الهدروجيني	pH	7-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5
الناقلية	µS/cm	-	1250	-
القساوة	F°	50	10-35	35
الكالسيوم Ca^{2+}		200	100	75-200
المنغنيز Mg^{2+}		150	50	50-150
الصوديومNa^+		-	100	20-100
البوتسيومK^+		-	12	10-12
الالمنيومAl^{3+}		-	0.2	0.2-0.05
الكلور -Cl		200	200	200-600

النترات NO_3^-	mg/l	44	50	40-45
النتريت NO_2^-		-	0.1	0.1
الامنيوم NH_4^+		-	0.5	0.5-0.05
الفضة Ag^{2+}		-	0.01	-
البروم Ba^{2+}		-	0.1	-

الفصلII :

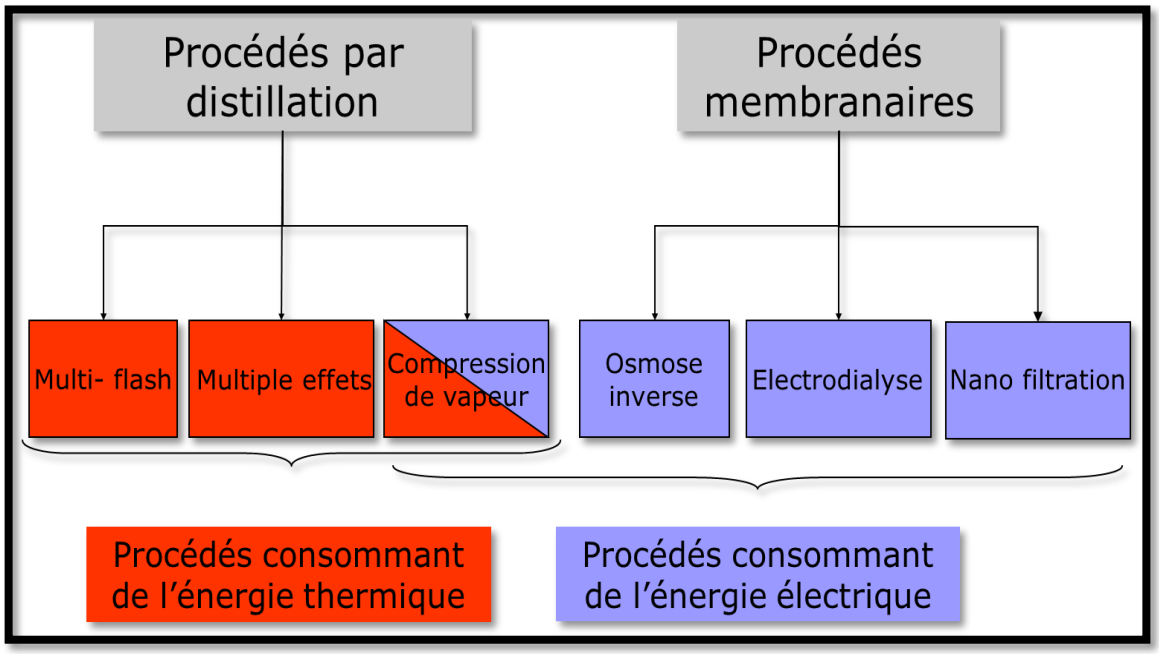
التناضح العكسي

1.II.مقدمة:

إن ندرة موارد المياه العذبة السطحية وتعرض المياه الجوفية للإستغلال المفرط، وضغط النمو السكاني، كلها عوامل تتمثل في ترشيد استغلال موارد المياه، ونتيجة لذلك يجب التفكير في طرق جديدة لإدارة المياه، وذلك من خلال نزع المعادن من المياه المالحة (مياه البحر أو المياه الجوفية) أو المياه قليلة الملوحة (المياه السطحية أو الجوفية) أحد هذه الخيارات.

2.II. تقنيات نزع المعادن:

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



الشكل : II-1 : تقنيات نزع المعادن (Encyclopédie énergie).

3.II. تاريخ التناضح العكسي:

في أوائل القرن العشرين، إستوحى الباحثون من الطبيعة التناضحية لجدران الخلايا فكرة استخدام غشاء لفصل الملح عن الماء في البحر، وفي الستينيات كان الباحثون الأمريكيون واليابانيون قد طوروا أغشية شبه نافذة لأغراض صناعية، وسرعان ما أدركوا أن هذه الأغشية يمكن استخدامها في تحلية مياه البحر. فالتناضح هو ظاهرة طبيعية تحافظ على التوازنات البيولوجية تحت السيطرة، ومع ذلك تُعرف التقنية الصناعية باسم "التناضح العكسي" لأن المياه المالحة تضطر إلى المرور من المقصورة التي تحتوي

على أعلى تركيز من الملح إلى حجرة المياه العذبة باستخدام ضغط عالي أكبر من الضغط الاسموزي بترتيب 80 bar. يتم تقسيم الجزأين بواسطة غشاء شبه نافذ **[1]**.

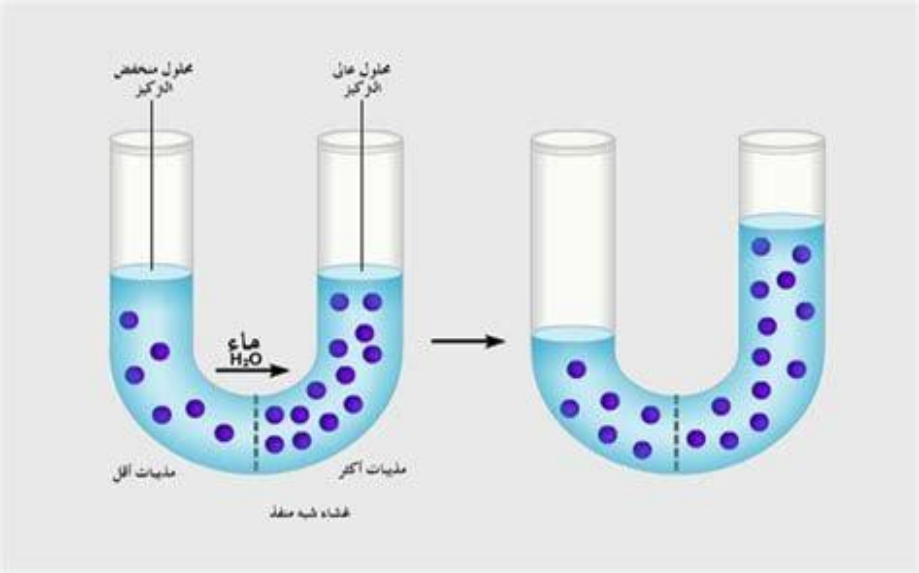
يستخدم التناضح العكسي أغشية كثيفة تسمح بمرور الماء مع منع أي أملاح، هذه التقنية تستخدم من أجل:

- تحلية مياه البحر.
- تحلية المياه قليلة الملوحة؛
- إنتاج الماء النقي للغاية **[24]**..

II.4. مبدأ التناضح العكسي:

II.4.1.ما هو التناضح بالضبط :

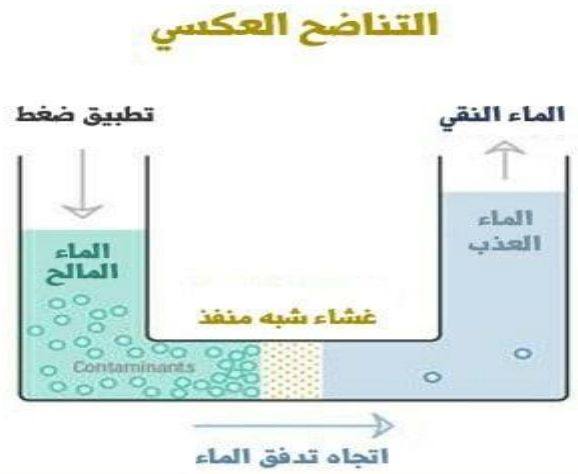
تم تأسيس التناضح على فكرة التوازن، حيث عند تلامس سائلين بتركيزات مختلفة من الجسيمات الذائبة، فإن التركيزات سوف تختلط حتى تصبح موحدة. وإذا تم فصل هذين السائلين بواسطة غشاء شبه منفذ (والذي يسمح للسوائل بالمرور ولكن يحتفظ بالمواد الصلبة الذائبة حجرتها) في، فإن السائل الذي يحتوي على أقل تركيز من المواد الصلبة 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، الضغط الاسموزي هو الفرق في الارتفاع **[25]**.



الشكل II - 2 : ظاهرة التناضح .

II.4. 2. ما هو التناضح العكسي وكيف يعمل؟:

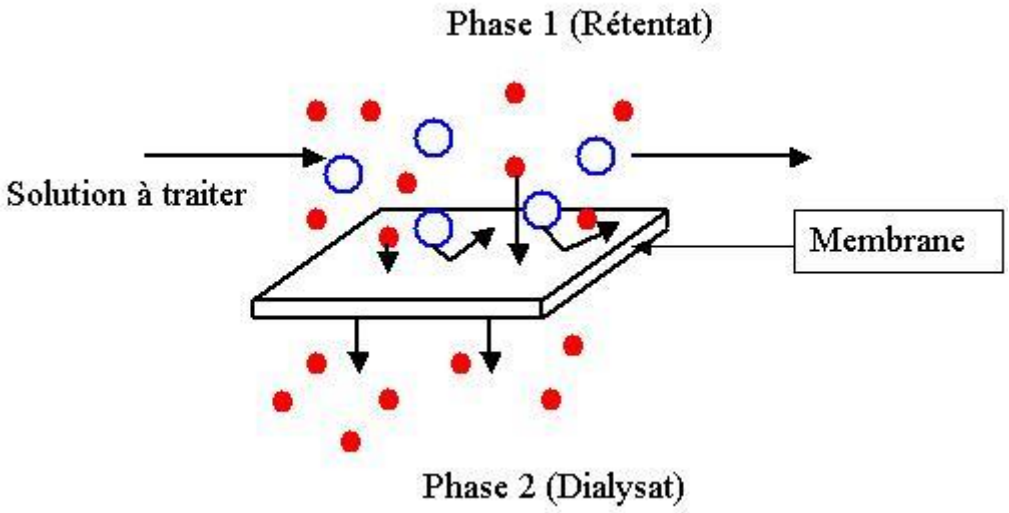
التناضح العكسي هو عملية تمرير الماء عبر أغشية شبه نافذة تحت تأثير الضغط التفاضلي للمحلول الشبه المركز.. ، بهذه الطريقة يتم إزالة الأملاح من المياه قليلة الملوحة بنسبة تزيد عن 92% ،في حين تتعدى نسبة 98% عند إستعمال مياه البحر يكون التدفق مماسيا للغشاء **[26].**



الشكلΠ -3: طريقة التناضح العكسي .

يكون التدفق موازيا للغشاء ويستمر إلى أجل غير مسمى. على مستوى الغشاء، يتم فصل جزء من المحلول المراد معالجته بمعدل التدفق Q_0 إلى قسمين بتركيزات مختلفة :

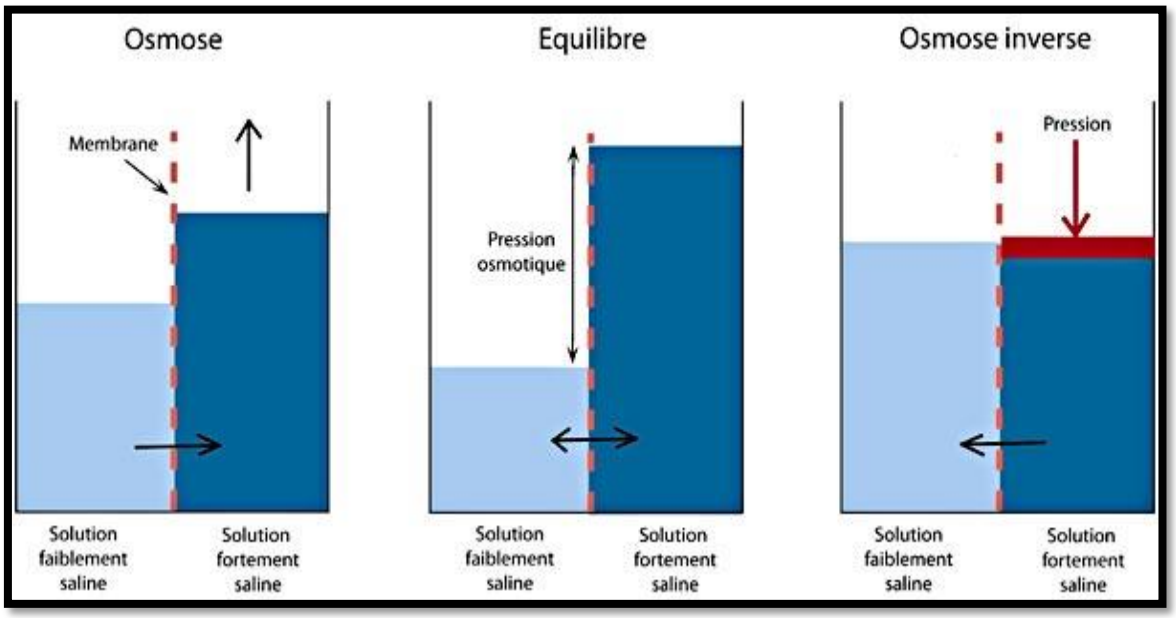
- جزء من معدل التدفق Q_p الذي يمر عبر الغشاء .
- جزء من معدل التدفق Q_c لا يمر عبر الغشاء ويحتوي على الجزيئات أو الجسيمات التي يحملها الغشاء وفصل الطور السائل بنفاذية الغشاء **[27].**



الشكلII. 4 : فصل الطور السائل عن طريق نفاذية الغشاء**[1].**

II.3.4. الضغط الإسموزي:

يمكن حساب الضغط الإسموزي الذي يمارسه المذاب باستخدام قانون Van't Hof، والذي ينص على أن 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 **[1]**.



الشكل II.5: الضغط الاسموزي**[27]**.

يحدد تركيز المواد المذابة في المحلول ضغطه التناضحي:

$$\Pi = i.\ C.R\ .T$$

i: عدد الأيونات المنفصلة في حالة إلكتروليت .

Π: الضغط الاسموزي (bar) .

C: التركيز المولي(mol/L).

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

T: درجة الحرارة المطلقة(K) **[27]** .

في حالة وجود محلول ملحي، يمكن حساب الضغط الاسموزي عند 0.7bar لكل g/L من الملوحة كأول تقدير تقريبي:

$$\Pi = 0.7\ C$$

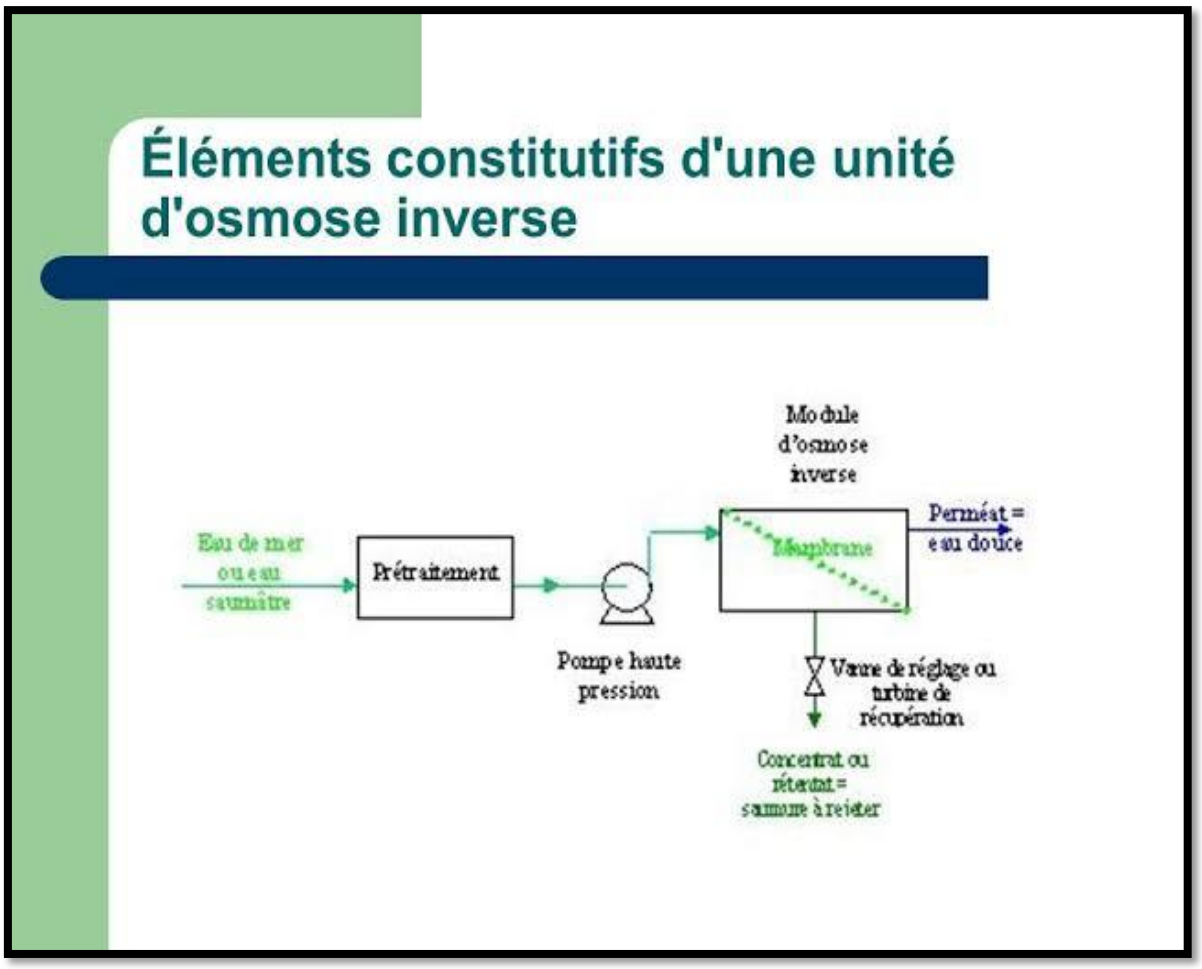
حيث **:**

C: التركيز (g/L) ؛

Π: الضغط الاسموزي (bar) **[26]**.

5.II . مكونات وحدة التناضح العكسي:

يتم عرض مكونات وحدة التناضح العكسي بشكل تخطيطي في الشكل6.



الشكلII.6: مكونات وحدة التناضح العكسي **[24]**.

II.5 .1. المعالجة المسبقة:

تم 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 وفقًا 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.

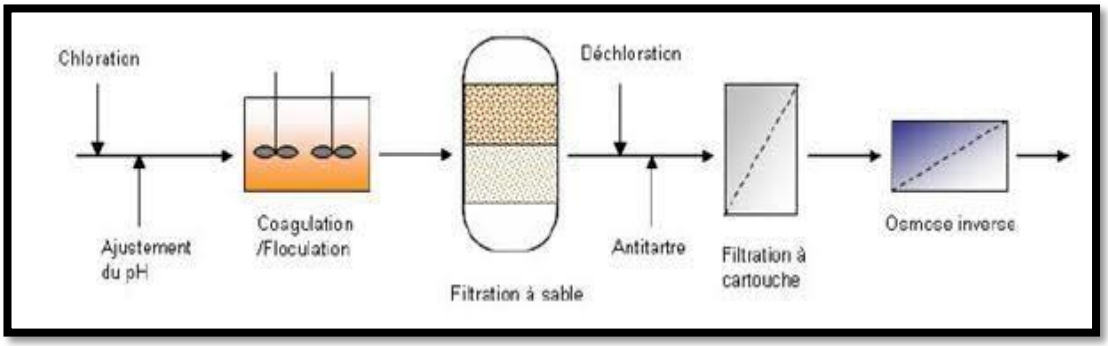
- مؤشر الانسداد SDI (Silt density index) :يجب أن يكون متوسط القيمة المستهدفة لمؤشر الانسداد لا يتجاوز 3 درجات يتم التخلص من الطحالب والعوالق والكائنات الحية الدقيقة والمواد العضوية وذلك عندما ينخفض مؤشر الانسداد **[28]**.

II.5.1.1. قوالب المعالجة المسبقة :

تنقسم قوالب المعالجة المسبقة إلى فئتين التقليدية والغشائية:

II.5.1.1.1. المعالجة التقليدية:

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



الشكلII.7: المعالجة التقليدية **[27]**.

- **الترشيح الأول الخشن:** يمر الماء أولاً من خلال خطوة ترشيح خشنة لإزالة العناصر الكبيرة التي يمكن أن تضر بالمعدات وتقلل من الكفاءة الكلية لعملية المعالجة.
- **المعالجة بالكلور:** هي عملية إزالة الكلور من الماء، والهدف من المعالجة بالكلور هو قتل الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا في الغالب)، ولكن أيضًا الطحالب الدقيقة والفطريات، والتي بصرف النظر عن كونها مسببة للأمراض في بعض الحالات، تسبب الجفاف الحيوي **[25]**.
- **تعديل الرقم الهيدروجيني:** لتجنب تحجيم كربونات الكالسيوم $CaCO_3$، يجب إضافة حمض مثل حامض الكبريتيك H_2SO_4 **[25].**
- **التخثر والتلبد:**
- **التخثر:** الغرض من التخثر هو نزع الشحنات الأولية التي تجعل من الممكن إلغاء قوى التنافر التي تظهر في المياه الرواسبة ، هذا يحدث التعادل عبر مركبين من المعادن الثقيلة Al^{3+} و Fe^{3+}

[26].

- **التلبد:** الغرض من التلبد هو زيادة احتمالية التلامس بين الجسيمات ، والتي تحدث بسبب اختلاف السرعة بين هذه الجسيمات **[27]**.
- **الاستقرار:** بعد خطوة التخثر ، إذا كانت كثافة هذه الكتل أكبر من الماء ، يتم استخدام القليل من الصب في المعالجة المسبقة قبل التناضح العكسي **[26].**
- **ترشيح الرمل بطبقة أو طبقتين:** يلزم ترشيح الرمل، للقضاء على التكتلات المتكونة أثناء التخثر.
- يتكون المرشح الأحادي الطبقة من طبقة رملية بسماكة 1m بأحجام جسيمات تتراوح من 4.0 إلى 1 mm.
- يحتوي الفلتر المكون من طبقتين على طبقة رملية طولها 0.7m فوق طبقة الفحم الصلب ويبلغ ارتفاعها 0.3m **[27].**
- **مكافحة التكلور وإزالة الكلور:** نظرًا للحساسية العالية لأغشية التناضح العكسي من مادة البولي أميد، والتي تعد الآن الأغشية الأكثر استخدامًا، فمن المهم ضمان إزالة الكلور من مياه البحر أو المياه المالحة قبل دخول الوحدات. تتم عملية إزالة الكلور على النحو التالي:
- **بإضافة الكواشف الكيميائية:** ثنائي كبريتيت الصوديوم هو الحل الأكثر استخدامًا لأنه فعال وميسور التكلفة.

بالمرور عبر الكربون المنشط يجب توخي الحذر لتجنب الإنسدادات الكربونية التي تعيق وحدات التناضح العكسي **[29]**.

يعتبر حقن مثبطات التحجيم في وحدات التناضح العكسي الطريقة الأكثر شيوعًا لتجنب الرواسب ($CaCO_3$, $CaSO_4$. H_2O_2...) على وحدات التناضح العكسي. تم استخدام العناصر التالية:

- **بولي فوسفات:** هذه المنتجات فعالة وبأ سعار معقولة، ولكن بسبب عمليات التحلل المائي، يمكنها في النهاية تكوين رواسب أورثو فوسفاتية.
- **البوليمرات الكربوكسيلية:** هذه المركبات فعالة في معظم الرواسب ولا تسبب مشاكل على الإطلاق غير أنها مكلفة.
- **تحمض الماء الخام**: والذي يتسبب في تكسير البيكربونات، وهو أيضًا وسيلة فعالة لمنع تكوينات كربونات الكالسيوم **[25]**.
- **الترشيح باستخدام الخراطيش :** لحماية أغشية التناضح العكسي ، فإن المرحلة الأخيرة من المعالجة المسبقة التقليدية هي ترشيح خرطوشة بحجم شبكة من 5 إلى 10 أمتار، لضمان أفضل جودة ممكنة للمياه قبل أغشية التناضح العكسي، يجب تكييف اختيار المعالجة المسبقة التقليدية وفقًا لنوعية المياه **[1].**

II.5 .2.1.1. المعالجة الغشائية:

نظرًا لحدود المعالجة التقليدية الموضحة أعلاه، فإن إضافة المعالجة بالأغشية ذات الضغط المنخفض مثل الترشيح الدقيق MF، والترشيح الفائق UF، والترشيح النانوي NF ، تزيد من فعالية الأغشية المعالجة بالتناضح العكسي ،ويمكن أن تشمل الفوائد التالية:

- تدفق أعلى بشكل ملحوظ للتناضح العكسي.
- انخفاض استهلاك المواد الكيميائية .
- زيادة عمر غشاء التناضح العكسي.
- القدرة على العمل بجودة مياه إدخال متنوعة.
- تقليل الحاجة إلى التطهير والتنظيف بالتناضح العكسي **[24]**.

II.5 .2.ضخ الضغط العالي:

تأتي المياه المعالجة مسبقًا في نظام الضخ عند ضغط عالٍ يتراوح من 55 إلى 85 bar قبل دخول أغشية التناضح العكسي، اعتمادًا على درجة الحرارة والملوحة **[27]**.

II.5 .3. استعادة الطاقة:

إن استعادة الطاقة الموجودة في تدفق التفريغ مطلوبة لأسباب اقتصادية للطاقة، خاصة في محطات مياه البحر حيث يتم العمل تحت ضغوط تتراوح بين 60 و90 Kg/cm^2 وذلك باستخدام توربينات فرانسيس لأول مرة، حيث بلغ العائد 65 في المائة؛ وفي وقت لاحق، تم استخدام توربينات بيلتون بكفاءة تجاوزت 80 في المائة.

وفي الآونة الأخيرة، أصبحت هذه الطريقة قديمًة نتيجة لإدخال أنظمة جديدة لتبادل الطاقة في السوق، بالإضافة إلى العوائد التي تتجاوز 90 ٪، والتي تحتاج لمضخة ضغط عالي أصغر بنسبة 50 ٪ تقريبًا من تلك الموجودة في المحطة التقليدية، مما يؤدي إلى توفير كبير في الطاقة المستهلكة **[26].**

II.5.4.مرحلة ما بعد الإنتاج:

الغرض الرئيسي من المعالجات اللاحقة هو إعادة تمعدن الماء عن طريق تخفيفه بمصدر آخر لمياه الشرب وضبط الملوحة إلى مستويات آمنة للاستهلاك. كما يتم تحسين القلوية والصلابة، ويمكن أيضا إزالة البورون(B) والكلور(CL) كمعالجة اضافية **[28].**

تنقسم مرحلة ما بعد المعالجة إلى قسمين :

- **ضبط PH:** مياه التناضح العكسي عدوانية ، مع درجة حموضة أقل من درجة حموضة التشبع، و يتم استخدام محلول قلوي لتعديل **PH≈7** ، والذي يتم تلقائيًا اعتمادًا على الرقم الهيدروجيني. (هيدروكسيد الصوديوم)، الهدف من هذا التحييد هو منع المشكلات المتعلقة بثاني أكسيد الكربون المذاب في الماء من أجل إنتاج مياه ليست عدوانية أو قاسية لتعدد عيوبها **[30]**.
- **بعد المعالجة بالكلور:** على الرغم من أن أغشية التناضح العكسي تحتفظ بجميع الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا والفيروسات) ، و لمنع التلوث والنمو البيولوجي يجب اجراء التطهير المتبقي **[28]**.

II .5.5 .محطة التنظيف الكيميائي:

يجب تنظيف الأغشية بشكل منتظم لإزالة أي رواسب تقلل من أداء النظام النوعي والكمي. ويتم تحقيق ذلك عن طريق إعادة تدوير المحاليل الكيميائية الحمضية (لترسبات كربونات الكالسيوم، وهيدروكسيدات المعادن) والأساسية لإزالة الترسبات البيولوجية والبكتيريا **[26]**.

ملاحظة:

يجب أخذ العوامل التالية في الاعتبار عند تصميم أنظمة التناضح العكسي وخصائصها:

- توفير ملوحة المياه وجودتها .
- معدل الإسترجاع .
- درجة حرارة الماء.
- الضغط الذي يتم تسليمه فيه .
- معايير جودة المياه.

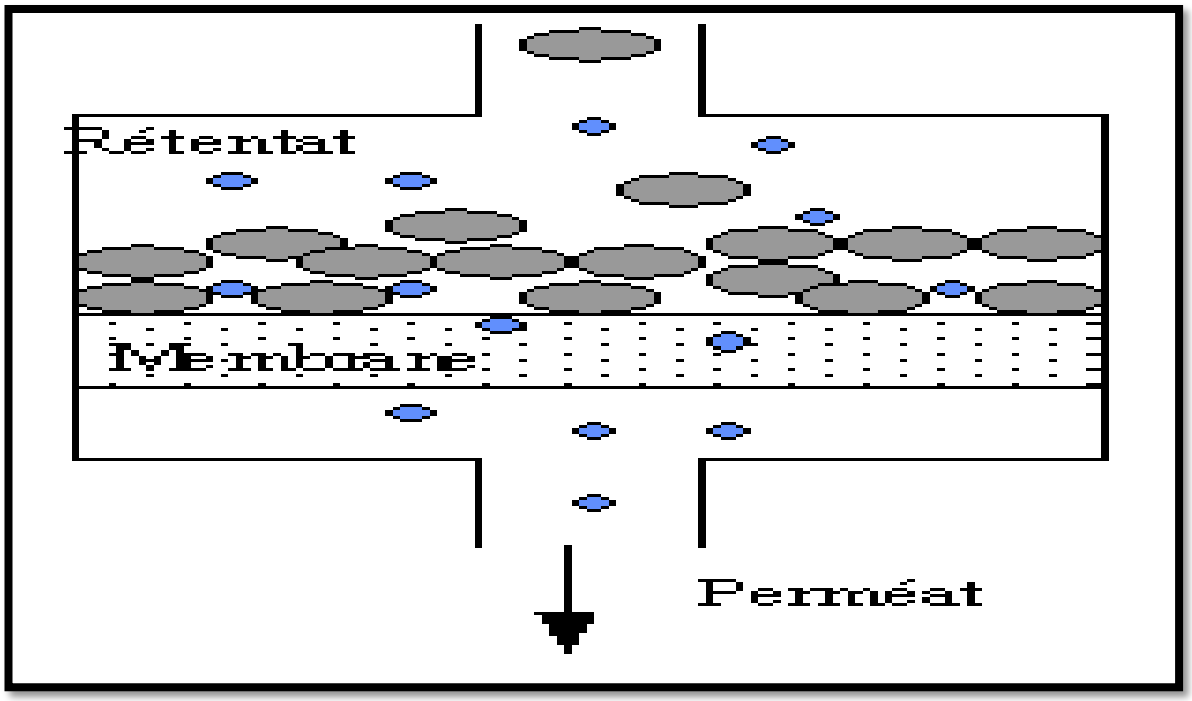
كل هذه العوامل تساهم في تحديد جودة المعالجة المسبقة وعمر الخدمة لأنظمة التناضح العكسي المستخدمة في العملية الكلية **[29]**.

II .6 . أوضاع تشغيل نظام الغشاء :

أنظمة الأغشية لها طريقتان للتشغيل: الترشيح الأمامي (طريق مسدود) والترشيح العرضي (التدفق العرضي) **[1].**

II .1.6. الترشيح الأمامي :

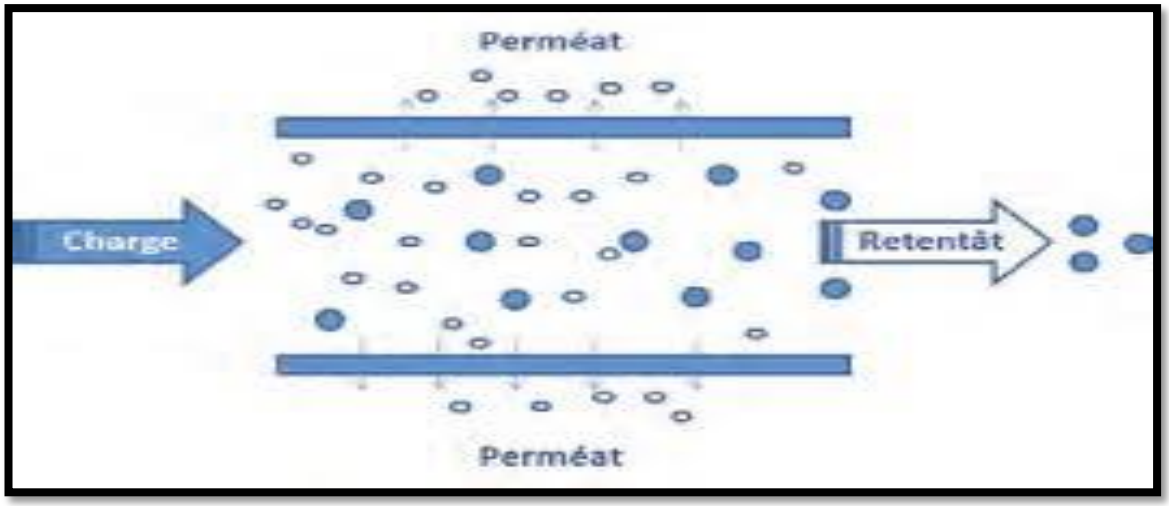
يأتي تدفق الطاقة في الوضع الأمامي (الشكلII.8) في مسار عمودي على مستوى الغشاء. يتم الاحتفاظ بالجسيمات الصلبة والمواد المذابة على السطح ، ويؤدي ترسبها إلى تراكب طبقة تؤدي في النهاية إلى انسداد الأنبوب عن طريق تكوين قالب. وهذا يحتاج إلى تنظيف منتظم **[1].**



الشكلII.8: هذا الشكل يمثل وظيفة الترشيح الأمامي **[1]**.

II .2.6.التصفية المماسية :

يحدث الترشيح المماسي عندما يدخل السائل المراد معالجته للوحدة في تدفق مماسي ويتلامس مع الغشاء. وفي هذا الوضع من التنفيذ، يجب أن يكون هناك مدخل يتوافق مع التغذية ومخرجين، المخرج الذي يتوافق مع مرور جزء من التدفق الأولي عبر الغشاء ، والمركز الذي يمثل التدفق الذي لم يمر عبر الغشاء ، كما هو موضح في الشكلII.9 **[25]**.



الشكلII.9: مبدأ عملية التصفية المماسية **[25].**

تتمثل الفائدة الرئيسية للتدفق العرضي مقارنة بالتدفق الأمامي في أنه أكثر كفاءة، حقيقة أن الحركة العرضية للتغذية تكتسح سطح الغشاء، وبالتالي تتراكم الجزيئات وتتباطأ عملية الانسداد **[25]**. يتم الترشيح بعدة طرق اعتمادًا على حجم مسام المرشح:

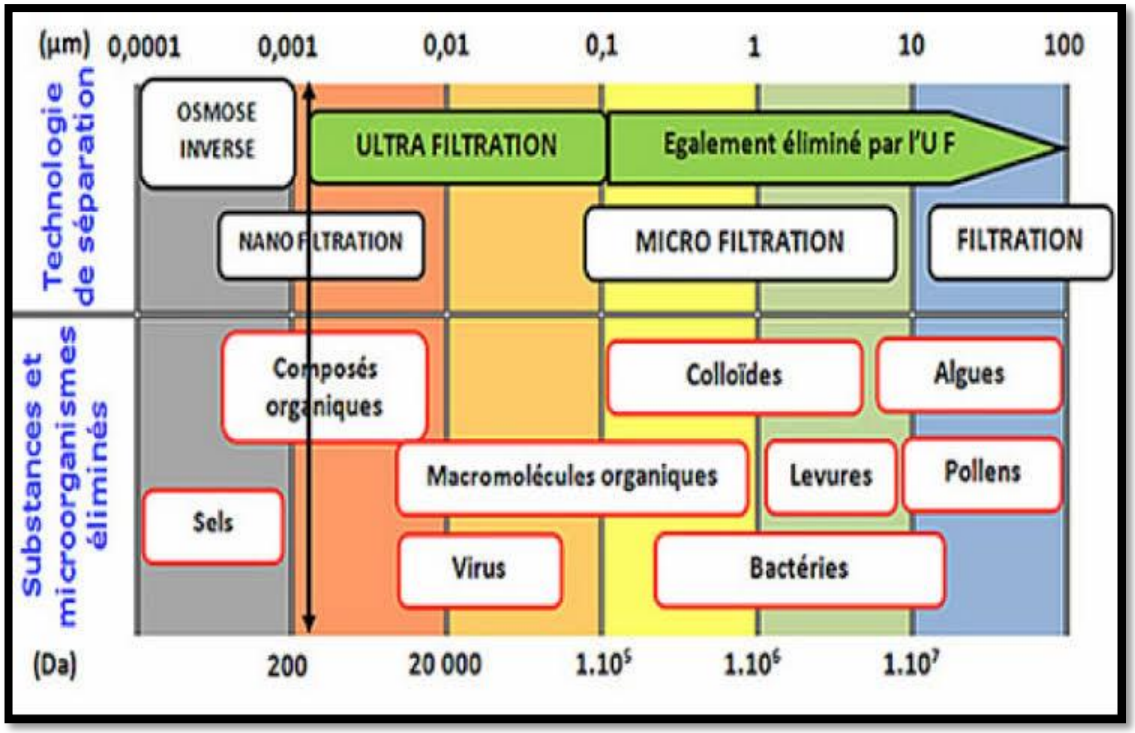
- **الترشيح الدقيق (MF) :**

هو مصطلح يستخدم لوصف عملية تصفية كميات صغيرة من الماء (MF) يتراوح حجم المسام من 0.1 إلى 10 ميكرومتر. نتيجة لذلك، فإنه يسمح بالاحتفاظ ببعد الجسيمات العالقة، الكائنات الدقيقة والغرويات وبعض الأيونات ،ثم تثبيتها على الجسيمات الأكبر المكتسبة عن طريق، التلبد أو الترسيب

[31].

- **الترشيح الفائق (UF):**

هو مصطلح يشير إلى عملية التصفية التي تستخدم الأغشية ذات المسام الدقيقة وذات الأحجام المسامية من 1 إلى 100 نانومتر في الترشيح الفائق. يمكن أن تتدفق الجزيئات الصغيرة (الماء والأملاح) عبر هذه الحواجز، بينما لا تستطيع الجزيئات ذات الكتل المولية الكبيرة (البوليمرات والبروتينات والغرويات)، وتُستخدم أيضا هذه العملية لإزالة المواد المذابة الكلية من النفايات السائلة أ، المياه المستخدمة للأغراض المنزلية أ، الصناعية أو الطبية **[31].**



الشكلII.10: أحجام المواد التي تمت إزالتها بواسطة عمليات الغشاء **[1].**

- **الترشيح بالمقياس النانوي (NF):**

هو طريقة فصل تعتمد على الضغط كما لو كانت قوة دافعة، حيث أن قدرتها على الفصل بين الترشيح الفائق (من 1 إلى 10 نانومتر) و التناضح العكسي (0.1 إلى 1 نانومتر). للأغشية المستخدمة تتراوح من (1 إلى 5 نانومتر)،يختلف معيار القطع للأغشية المستخدمة عن الأيونات أحادية التكافؤ والجزيئات ذات القطر المكافئ **[25].**

II .7.عوامل تشغيل التناضح العكسي:

- **الضغط القيادي P:**

يساوي ضغط تفريغ المضخة بالإضافة إلى انخفاض الضغط بسبب تدفق المياه عند مخرج وحدة التناضح (جانب الإنتاج).

- **نسبة التحولY :**

يحدد التحويل Y ، وهو نسبة معدل تدفق المنتج إلى معدل تدفق التغذية.

$$Y = 100\ QP / QA$$

يمكن بدلاً من ذلك تحديد هذا المؤشر كعامل تحويل FC:

$$FC = 100/ (100- Y)$$

إذا كانت Y =66 % و FC = 3 ، فسوف تتركز الأملاح ثلاث مرات ، بشرط أن يحتفظ بها الغشاء تمامًا.

- **مرور الأملاح PS :**

النسبة بين توليد التركيز الجانبي والتركيز على جانب التغذية تميز مرور الملح PS:

$$PS = 100 \times CP / CA$$

يُعرف أيضًا بمكملته: رفض الملح ، والذي يتم تعريفه على أنه النسبة بين تركيز جانب التفريغ وتركيز وجانب العرض **[27]**:

$$RS = 100 \times CR/CA = 100-PS$$

- **الإنتقائية R:**

PS يحدد معدل الرفض R انتقائية الغشاء R. (أو معدل الاحتفاظ).

فيما يلي الأنواع التي من المفترض أن يحتفظ بها الغشاء:

$$R = C_0-C_P/C_0 = 1-C_P/C_0$$

حيث

C_0: تركيز الأنواع في المحلول المطلوب حفظه.

C_p: التركيز المتخلل لنفس النوع **[1]**.

- **معدلات التدفق المحددة أو كثافة التدفق الحجمي :**

من أجل إنتقائية معينة يجب أن تكون كثافة التدفق الحجمي (معدل التدفق لكل وحدة مساحة) عالية قدر الإمكان، وهي طريقة لتقليل مساحة سطح الغشاء ، بنفس الوتيرة **[26]**.

II .8. آلية التحويل:

يستخدم الذوبان في التناضح العكسي لنقل المذيب والمذاب، تذوب جميع الأنواع الجزيئية (المذيب والمحلول). الانتشار: تذوب جميع الأنواع الجزيئية (المذيب والمحلول) ، وتحت تأثير التدرج ، ينتشر داخله كما لو كان سائلًا، نتيجة لذلك لم يعد حجم الجسيمات عاملاً في الإرسال ، ومع ذلك ، فإن قابليتها للذوبان في وسط الغشاء . نتيجة لذلك، فإن الفواصل مادة كيميائية وترتبط بقوة المذيبات للغشاء.

حجم تدفق المذيب ($kg.\ m^{-2}.s^{-1}$) وتدفق كتلة المذيب ($m^3.s^{-1}$).

تصف العلاقات التالية كيفية اجتياز الغشاء:

$$\mathbf{Q_P = A\ S/\rho} \qquad \mathbf{(\Delta P - \Delta \Pi)} \quad \text{و} \quad \mathbf{J\ solvant = A\ (\Delta P - \Delta \Pi)}$$

حيث

A: هي نفاذية الغشاء للمذيب ($m^{-1}.s$).

S: منطقة الغشاء (m^2).

ρ : كثافة المذيب ($kg.\ m^{-3}$) .

ΔP: فرق الضغط على جانبي الغشاء .

ΔΠ: فرق الضغط الاسموزي على جانبي الغشاء.

يتم الحصول على التدفق الكتلي للمذاب الذي يجتاز الغشاء ، **Jsoluté ($kg.\ m^{-2}.s^{-1}$)**، بواسطة المعادلة:

$$\mathbf{J\ soluté = B\ (C0 - CP)}$$

حيث:

B: هو متوسط نفاذية الغشاء للمذاب ($m.\ s^{-1}$) .

C_0 و C_P: هي تركيزات التغذية والنفاذ المذاب على جانبي الغشاء ، على التوالي ($kg.\ m^{-3}$).

نتيجة لذلك، يتضح أن تدفق المذيب يتناسب مع الضغط الفعال (ΔP - ΔΠ)، لكن تدفق المذاب مستقل عنه. نوضح كذلك أنه عندما يرتفع الضغط الفعال، يرتفع معدل رفض الغشاء **[26].**

II .9.أغشية التناضح العكسي :

II .1.9. عرض الغشاء:

عند تعرضه لقوة دافعة، يكون الغشاء عبارة عن طبقة رقيقة من مادة تسمح بفصل الصلب عن السائل بشكل خاص على حسب دقة المجهر، يمكن إنشاء هذه القوة على جانب واحد من الغشاء عن طريق الضغط أو التركيز أو التدرج الكهربائي المحتمل **[1]**.

II .2.9.أنواع أغشية التناضح العكسي:

فيما يلي بعض أغشية التناضح العكسي التي تم استخدامها:

- **أغشية مصنوعة من مواد عضوية:**

تم استخدام مشتقات السليلوز وعديد الأميدات العطرية لإنشاء الأغشية العضوية الأولى. نظرًا لأن هذه المواد حساسة جدًا للكائنات الحية الدقيقة، وبالتالي تفضل المواد التالية: Poly-sulfone و Aramid و Poly-acrylonitrile و poly-propylene كلها أمثلة على أسيتات السليلوز. يتم استخدام مزيج من البوليمر والمذيب في عملية الإنتاج. ويسمح تبخر هذا المزيج بفصل المناطق الغنية بالبوليمر التي تشكل الغشاء عن المناطق المجوفة التي تشكل المسام. الأس الهيدروجيني الحمضي ودرجات الحرارة المرتفعة يسببان ضرر على الكائنات الغشائية **[25]**.

- **أغشية مصنوعة من مواد معدنية أو غير عضوية** :

تتكون هذه الأغشية بالكامل من مواد معدنية، خاصة السيراميك والمعدن الملبد والزجاج. يمكنها العمل تحت ظروف شديدة الحرارة والهجوم الكيميائي **[1]**.

- **أغشية من مواد مركبة**

هذه اللأغشية لديها بنية غير متناظرة مع جلد أنعم إلى حد كبير من الأغشية غير المركبة النموذجية، فضلاً عن القدرة على تراكب العديد من الطبقات التي تتميز إما بأصلها الكيميائي أو بحالتها الفيزيائية **[26]**. هذه الأغشية قد تكون ذات طبيعة عضوية أو عضوية معدنية أو معدنية.

- **أغشية مشحونة كهربائيًا**

ويمكن أن تكون كثيفة أو مسامية، يتم شحن الأيونات الموجبة أو السالبة على جدران المسام. تسمح الأغشية المشحونة إيجابياً للكاتيونات بالتدفق من خلالها، بينما تسمح الأغشية سالبة الشحنة بمرور الأنيونات. نتيجة لذلك ، يعتمد الفصل مع الأغشية المشحونة على تنافر الأيونات من نفس الشحنة ، على الرغم من أن حجم المسام يلعب دورًا أيضا في تحديد شحنة وتركيز الأيونات المراد فصلها **[30]**.

II .3.9.متوسط العمر المتوقع للغشاء :

من المستحيل تحديد مدة بقاء أغشية التناضح العكسي، إذ في الواقع لا يتم تحديد طول عمر الغشاء من خلال تكوينه فحسب ، بل أيضًا من خلال موقعه وكذا شروط وأحكام الاستخدام ، بما في ذلك:

- ضغط العملية.
- درجة حرارة الماء.
- مستوى الرقم الهيدروجيني للماء.
- معيار المعالجة المسبقة.

في الواقع، مفهوم طول عمر الغشاء غير محدد بدقة، حيث يتغير أداء غشاء التناضح العكسي ببطء مع مرور الوقت وفي بيئات مختلفة. وعندما تتجاوز جودة الغشاء مستوى معينًا، عندها يتم استبدال الأغشية. لكن يمكن للمشغل إطالة عمر خدمة الأغشية لعدة أسباب من بينها تشغيل التثبيت على مستوى عالي **[27].**

II . 10 .وحدات التناضح العكسي:

II .1.10.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 بناءً على شكل وحجم الغشاء. يجب في نفس الوقت أن يوفر دورانًا كافيًا على سطح هذا الغشاء. يتم إنشاؤها أيضًا مع وضع التطبيق المستقبلي في الاعتبار ويجب أن تفي بمتطلبات ومرافق التجميع والتفكيك والتنظيف **[26].**

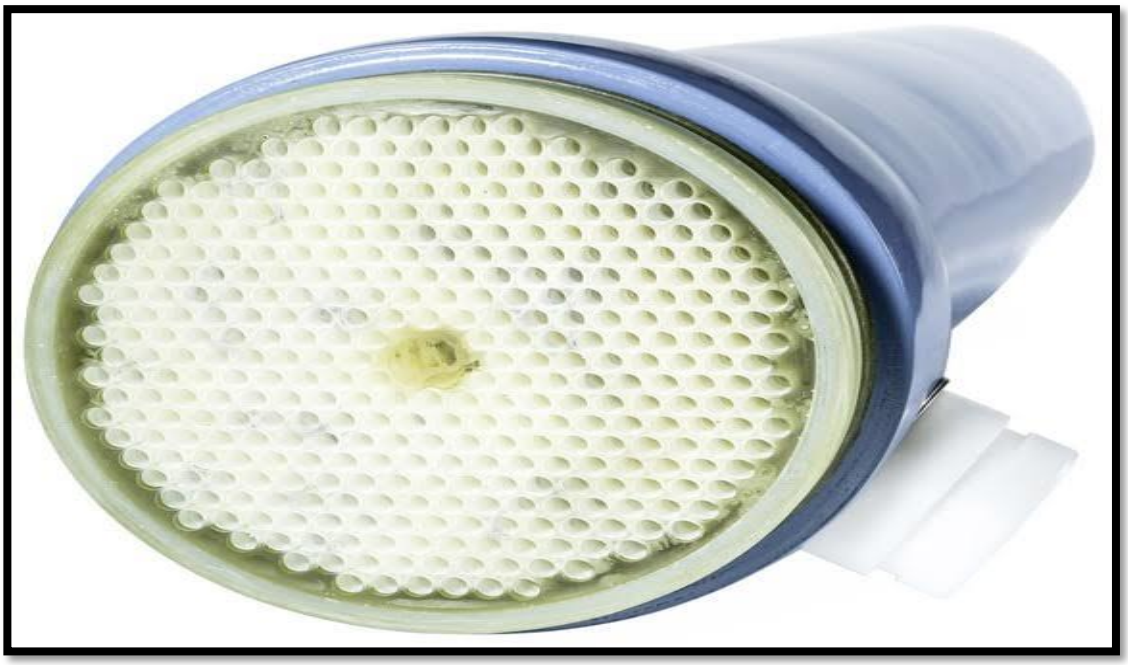
II .2.10.أنواع الوحدات:

يتم دعم الأغشية بواسطة وحدات، حيث يوجد أربعة أنواع مختلفة منها:

- **وحدات في شكل أنبوبي:**

يتم وضع الأغشية أو إنتاجها داخل أنبوب دعم مسامي أو به فتحات تصريف محفورة بداخله ويبلغ قطره من 10 إلى 40nm. بعد ذلك، يتم وضع الأنابيب التي تتكون من شكل واحد من خلال توصيل وحدات متوازية أو متسلسلة في علبة أسطوانية.

الديناميكا المائية للتدفق محددة بدقة، وكذلك سرعات الدوران، في حالة الحاجة إلى نظام اضطراب كمي، سرعات تصل إلى $6\ m.s^{-1}$ قابلة للتحقيق، هاته الوحدات سهلة التنظيف ولا تتطلب ترشيحًا مسبقًا دقيقًا للسائل المراد معالجته، عيبها الرئيسي هو انخفاض ضغطها ، فضلاً عن التكلفة الباهظة لكل متر مربع مثبت **[32]**.



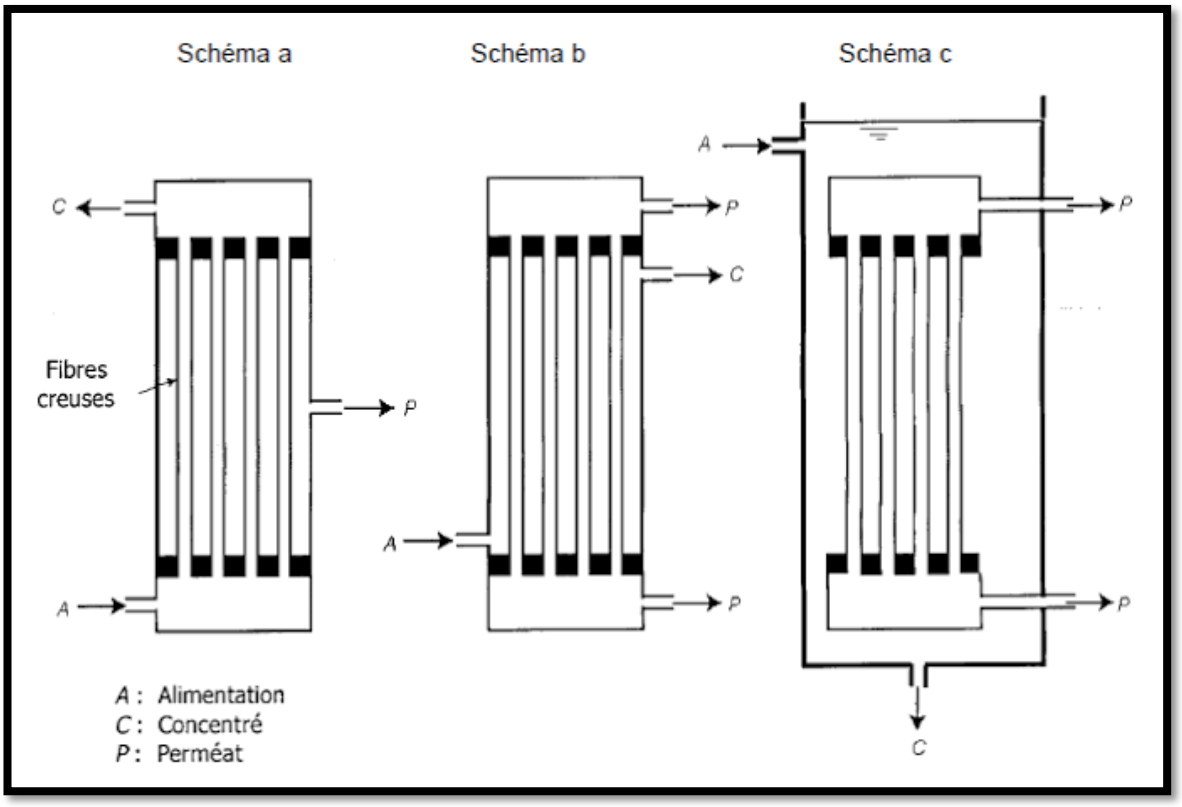
و

الشكل II-11: وحدة الغشاء الأنبوبي **[27]**.

- **وحدات الألياف المجوفة :**

يقومون بتجميع مجموعة من الألياف المجوفة التي يتراوح طولها من بضعة سنتيمترات إلى متر وسمكها من100 nm إلى 200 في حزمة يبلغ قطرها أقل من ثلاثة ملليمترات، ويتم تجميعها بالتوازي وفقًا لتشكيلتين محتملتين:

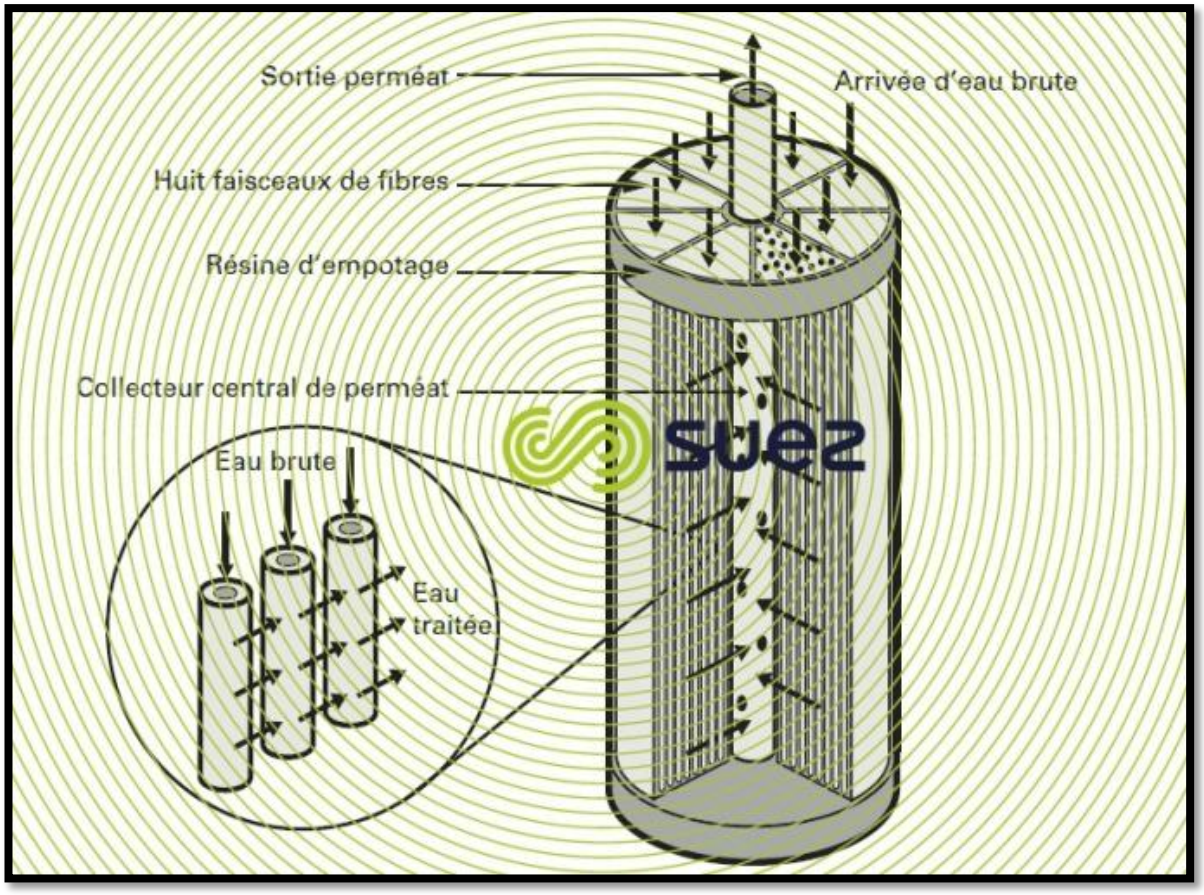
- يدور المحلول المراد معالجته داخل الألياف ويتم استعادة النفاذية خارج الألياف. هناك تدفق مماسي. تُستخدم هذه التقنية عادةً عندما يكون المرء مهتمًا بالتركيز (الشكلΠ.12، الرسم التخطيطيa).
- يدور المحلول خارج الألياف ويتم استعادة المخلفات داخل الألياف في الوضع الأمامي. تُستخدم هذه التقنية عادةً عندما يهتم المرء بالمخلفات (الشكل Π.12، المخططات b، c) **[31].**



الشكل Π.12: مخطط وحدات الألياف المجوفة **[27]**.

- **وحدات لوحة :**

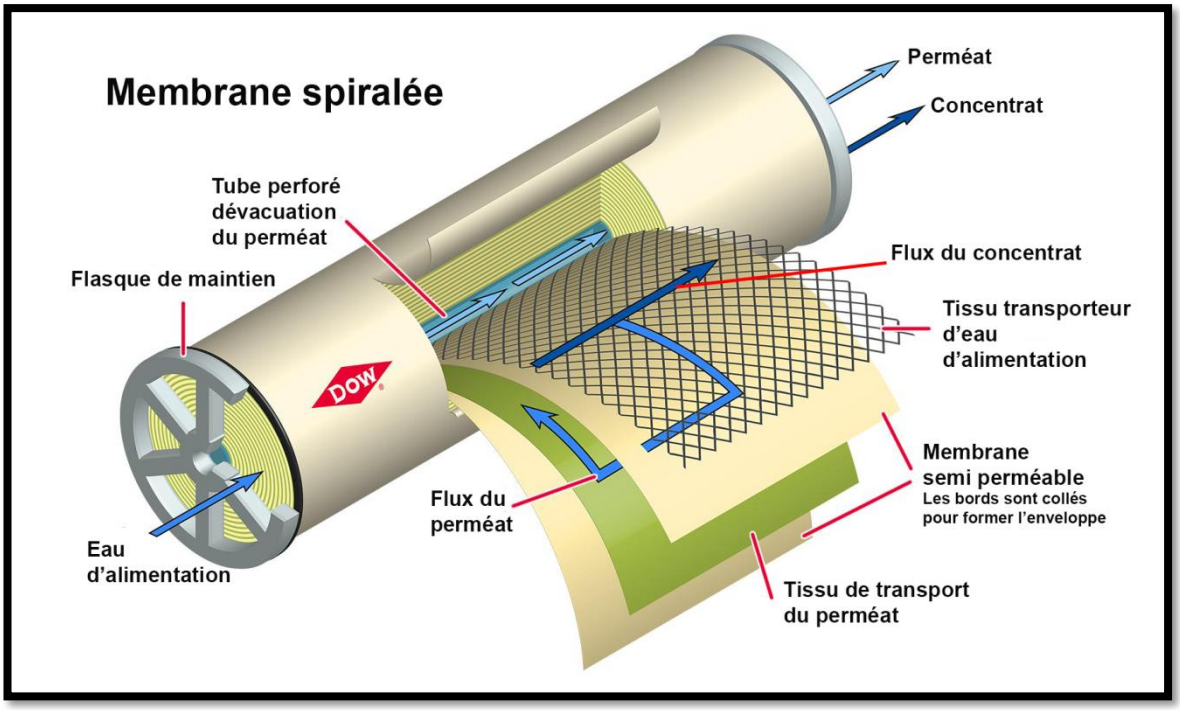
يتم استخدام أغشية على شكل صفائح في النظام. يتعلق الأمر بنوع الترشيح تحت الضغط (مكبس الترشيح). ومع ذلك، يظل سطح الترشيح ضعيفا مقارنة بحجم المرشح **[27].**



الشكل II.13: مخطط يوضح تركيب وحدة لوحة **[1].**

وحدات لولبية :

يتم جمع المخلفات عن طريق لف الأغشية المسطحة في شكل حلزوني حول أنبوب مجوف ومثقوب. ويتم وضع شبكة بلاستيكية بسمكmm 0.8 إلى 1.2 بين الأغشية لإحداث اضطراب في دوران الماء. تنتقل المادة المتخللة على طول الأنبوب المسامي بنمط حلزوني ، بينما تدور التغذية محوريًا في القنوات ، مما ينتج عنه أسطوانة متعددة الطبقات.



الشكل II.14: وصف وحدة التناضح العكسي الملفوفة **[1]**.

II.11. استخدام وتكلفة التناضح العكسي للطاقة :

نظرًا لأن تقنية التناضح العكسي لا تتطلب تحولًا في الطور، وتستهلك طاقة أقل من الطاقة التي تستخدم في طرق الفصل التقليدية مثل التقطير، يكون استهلاك الطاقة أعلى باستمرار من الحد الأدنى النظري. يجب تقليل الطاقة التي يتم استهلاكها والتكاليف الاقتصادية اللازمة لهذه للعملية، كما هو الحال مع أي تقنية، وتستهلك مضخة الضغط من 7 إلى10 kw في الساعة ، وهو أكثر استعمالا في معالجة مياه البحر منه في معالجة المياه قليلة الملوحة المركزة. ترتفع تكلفة الطاقة مع الارتفاع في تركيز الأملاح. يمكن استخدام التناضح العكسي مع مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح أو الطاقة الحرارية الأرضية **[28]**.

II.12 قيود التناضح العكسي:

II.12.1 الانسداد:

باستثناء الضغط والتركيب الكيميائي للماء، يمكن وصف الانسداد بأنه جميع الأحداث المتضمنة في تغيير قدرات الترشيح للغشاء. هذه هي العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تحدث عند واجهة محلول الغشاء أو داخل حجم المسام، مما يؤدي إلى انسداد المسام وتغيرات في النفاذية والانتقائية.

2.12. Π أنواع الانسداد :

يمكن تصنيف ظاهرة الانسداد إلى أربعة أنواع في حالة التناضح العكسي:

1.2.12. Π الانسداد عن طريق التحجيم:

ينتج التحجيم على الغشاء في الغالب عن طريق مكونات غير عضوية تتجاوز حد قابليتها للذوبان، مما يؤدي إلى فرط التشبع وارتفاع سريع في معدل الترسيب. سوف تترسب الأملاح المفرطة التشبع على سطح الغشاء، وتشكل طبقة رقيقة تمنع المواد من المرور، كربونات الكالسيوم، وكبريتات الكالسيوم، وهيدروكسيد المغنيسيوم، ورواسب السيليكا هي أكثر الرواسب القشور شيوعًا التي شوهدت أثناء إزالة المعادن **[27]**.

2.2.12.Π الانسداد عن طريق الإيداع:

يمكن أن يحدث انسداد الغشاء بسبب انسداد المسام داخل الغشاء (انسداد المسام) أو بسبب الترسب الحراري للمواد على سطح الغشاء. انسداد المسام: يحدث هذا عندما تخترق الجزيئات التي يمكن امتصاصها فتحات الغشاء وتسدها ، إما جزئيًا أو كليًا **[27]**.

الانسداد بسبب ترسب المواد بالحمل الحراري: يمكن أن يؤدي وجود الجزيئات في السوائل إلى ترسب بسيط لهذه الجسيمات على سطح الغشاء ، طالما أن حجمها أكبر من أو يساوي حجم مسام الغشاء **[1]**.

3.2.12.Π .الانسداد بالامتزاز:

بسبب التفاعلات الفيزيائية والكيميائية بين المذاب والغشاء ، فإن الامتزاز عملية لا رجوع فيها. تنشأ طبقة جزيئية واحدة أو أكثر على سطح الغشاء و / أو داخل المسام نتيجة لهذه العملية. هذا نوع من الانسداد لا رجوع فيه ، وإزالته تتطلب استخدام المواد الكيميائية المناسبة **[1]**.

4.2.12.Π الختم الحيوي:

يمكن العثور على البكتيريا والطحالب والفيروسات والميكروبات الأخرى في أي مياه البحر. المركبات البوليمرية خارج الخلية التي تفرزها هذه الميكروبات تتشبث بسطح الغشاء ، وتشكل غشاء حيوي. الانسداد بواسطة الأغشية الحيوية هو أمر شائع في التناضح العكسي **[25].**

3.12. تقدير إمكانية الانسداد:

تم تطوير طرق مختلفة لقياس إمكانية انسداد االأغشية لتدفق المياه .لتقدير هذه الظاهرة يعتبر مؤشر كثافة الطمي (SDI) ومؤشر الحشف المعدل (MFI) الأكثر استخدامًا على نطاق واسع **[31].**

1.3.12.مؤشر الكثافة الطمى (SDI) :

في عملية التناضح العكسي ، تعد SDI معلمة نموذجية لتقدير إنسداد الأغشية للتغذية بالمياه المالحة. يتم تحديده من خلال عدد الجسيمات وكذلك المكونات الغروانية الأخرى. يتم ترشيح عينة من الماء من خلال غشاء0.45µm (ترشيح دقيق) مع مساحة ترشيح تبلغ$1.73 \times 10^{-4}m^2$ عند ضغط غشاء ثابت يبلغ 2.07 bar في اختبار SDI. يتم حساب SDI من خلال مقارنة أوقات الترشيح ، t_1 و t_2 ، المطلوبة للحصول على حجم ترشيح ثابت في الوقت 0 والوقت t ، على التوالي.

$$SDI_t = \frac{\left(1 - \frac{t_1}{t_2}\right) * 100}{t}$$

حيث :

SDI: مؤشر الكثافة الطمي (٪ min^{-1}).

t_1: الوقت الأولي لتصفية عينة 500 mL (S)

t: الوقت بعد بدء القياس (min).

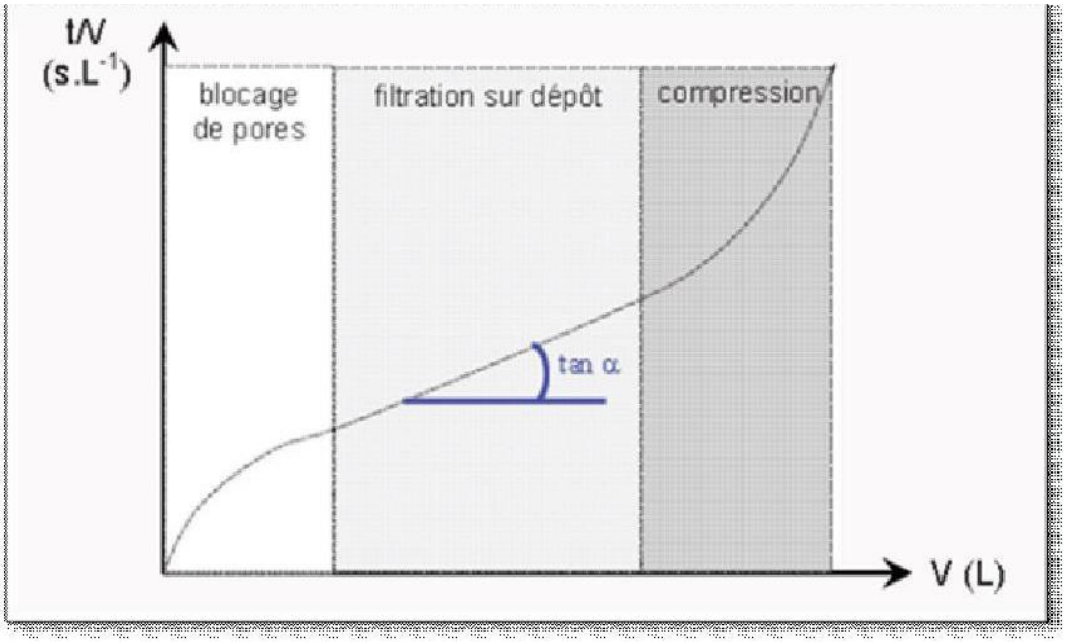
t_2: الوقت اللازم لتصفية عينة500 mL بعد الوقت (t).

يتم تعريف SDI15 (t = 15) دقيقة على أنه الوقت اللازم لاختبارات دقيقة وموحدة **[33].**

بالنسبة لـ OI، يجب أن يكون SDI أقل من 5 في مجال التنقية، يتم استخدام SDI على نطاق واسع. ومع ذلك، فإن هذا المؤشر به عيوب عديدة: فهو يستخدم غشاء الترشيح الدقيق بدلاً من غشاء التناضح، والضغط المستخدم في هذا الاختبار أقل بكثير من الضغوط المستخدمة في التناضح العكسي، ويتم إجراء الاختبارات في الوضع الأمامي بدلاً من الوضع العرضي **[28].**

2.3.12.Π مؤشر القاذورات المعدل:

يتعلق الأمر بتقسيم عملية الترشيح إلى ثلاث مراحل: إنسداد المسامات، تشكيل قالب غير قابل للإنضغاط وتشكيل قالب مضغوط . يؤدي تشكل القالب غير قابل للإنضغاط أثناء الترشيح الأمامي عند ضغط ثابت إلى علاقة خطية بين t / V و V.



الشكل Π.15: تحديد رسومي لمؤسسة التمويل الأصغر **[30]**.

ثم يتم حساب MFI بيانياً عن طريق حساب ميل الجزء الخطي من الشكل ((t / V = f (V)). يشير إلى الانسداد الناجم عن تكوين طبقة على سطح الغشاء. يُطلق على المؤشر اسم [MFI0.45] لأنه يستخدم غشاء 0.45µ m ولتمييزه عن مؤشر آخر تم إنشاؤه لاحقًا **[30].**

في الواقع، فإن حساب MFI يمكن مقارنته بحساب SDI. نتيجة لذلك ، بدلاً من التركيز فقط على انسداد غشاء التناضح العكسي ، يساعد هذا المؤشرعلى تحديد طبيعة الجسيم في الماء. تتم مراقبة الحجم المرشح كل30 S لمدة أقصاهاmin 20 عند ضغط الغشاء 210 k Pa (2.07 bar).

يمكن حساب MFI باستخدام الصيغة التالية:

$$MFI = \frac{\mu_{20}}{\mu_T}\frac{\Delta P}{\Delta P_0}\tan\alpha$$

حيث :

μ_{20}: لزوجة الماء عند درجة حرارة 20 °c(Pa) .

μ_T: لزوجة الماء عند درجة حرارة المحلول (Pa.s) .

ΔP: ضغط الغشاء المطبق (kPa) .

ΔP_0: ضغط عبر الغشاء عند 210 k Pa(مرجع) .

tan α: ميل الجزء الخطي من منحنى (t / V = f (V.

يجب أن يكون MFI بين s / L^2 2و0 لكي يعمل OI بشكل صحيح. لا يمكن ربط MFI بالانسداد بسبب الغرويات في مرافق التناضح العكسي في الممارسة العملية، وإن وجود جزيئات غروانية أصغر من 0.45 µ m مرتبط بلا شك بهذا الأخير. نتيجة لذلك ، لدى MFI نفس قيد تقدير القدرة المحدود مثل SDI **[25]**.

II.3.3.12.مؤشر القاذورات المعدل باستخدام غشاء الترشيح الفائق (MFI-UF):

على عكس المؤشرات السابقة (SDI و MFI0.45)، يعتمد هذا المؤشر على اختبار باستخدام غشاء UF، الذي يحتوي على مسام أدق. وتحاول هذه الدراسة أن تفهم بشكل أفضل قوة انسداد السوائل التي تحتوي على غرويات صغيرة بما يكفي لتمريرها عبر غشاء مسامي 0.45µm. صحيح أن القالب الذي تم إنشاؤه على غشاء بطول 0.45µm يحافظ على جزيئات معينة أصغر من فتحات الغشاء. ومع ذلك ، يجب الحفاظ على جميع الغرويات إذا كانت تستخدم غشاء SC UF منخفض. نتيجة لذلك ، يجب أن يفسر MFI-UF الانسداد الذي لوحظ في NF أو OI عندما تحتوي الأغشية على ثقوب دقيقة للغاية أفضل من SDI و MFI0.45 **[24]**.

MFI-UF هو اندماج MFI و UF.

$$MFI-UF=\frac{\mu_{20}}{\mu_T}\frac{\Delta P}{\Delta P_0}\left(\frac{S}{S_0}\right)^2\tan\alpha$$

حيث :

S: مساحة الغشاء (m^2) .

S0: مساحة غشاء اختبار(m^2 MFI (17.34-10^{-4}).

تتراوح قيم MFI-UF من $S\ L^{-2}$ 2000 إلى$S\ L^{-2}$ 13300..**[25]**

13.Π الغسيل العكسي:

يستلزم الغسل العكسي عكس اتجاه التدفق عبر الغشاء بالإضافة إلى تدرج الضغط للسماح للنفاذ بالمرور عبر الغشاء، مما يسمح بإخلاء الترسبات والجسيمات المتضمنة في انسداد المسام. من أجل الحفاظ على الإنتاج العالي، ويعتمد نجاح عملية المرشح على الغسيل العكسي الجيد. نتيجة لذلك، إذا تم استخدام المخلفات عادة للغسيل العكسي، فمن المقترح أيضًا استخدام الهواء بالإضافة إلى النفاذية، أو الهواء فقط.

الغسل العكسي، بغض النظرعن كيفية القيام به، قد لا يؤدي دائمًا إلى استعادة كاملة لنفاذية الغشاء بمرور الوقت **[26].**

1.13.Π. التنظيف الكيميائي:

إذا كان من المقرر أن يتم التثبيت بسعته المقدرة ، فإن التنظيف الكيميائي مطلوب دائمًا تقريبًا. يمكن أن يقترن التنظيف الكيميائي لوحدة التناضح العكسي بما يلي: قيمة انخفاض الضغط التي يتم فرضها على أنها الحد الأقصى الذي لا يجب تجاوزه ؛ أو قيمة التدفق المنفصل عندما يصل الاختزال إلى 20 إلى 25٪ من التدفق الاسمي ؛ بدلاً من ذلك ، يمكنك اتباع جدول تنظيف محدد مسبقًا. عندما يكون لديك تثبيت كبير مع عدد كبير من الوحدات، فهذه هي طريقة الاستخدام. نتيجة لذلك، يمكن استخدام نصف الوحدات النمطية للتنظيف بينما يتم استخدام الباقي في التصنيع **[28]**.

2.13.Π . التنظيف الأنزيمي:

المعالجات الكيميائية غير مطلوبة لهذا النوع من التنظيف. كما يمكن استخدامه على الأغشية الحساسة للكواشف الكيميائية ،درجة الحموضة ،درجات الحرارة المرتفعة وكذلك الأغشية المسدودة. بالرغم من أن الإنزيمات موفرة للطاقة وقابلة للتحلل، إلا أنها تتطلب أوقات معالجة أطول وهي أغلى من العلاجات الكيميائية، ونادرا ما يتم تبنيها نتيجة لهذه العوامل.

بالطبع، لهذه التنظيفات عدد من العيوب المهمة، بما في ذلك الحاجة إلى وقف الإنتاج لإتمام التنظيف، إستهلاك كميات كبيرة من المياه لشطف التركيب ، إستخدام المواد الكيميائية الضارة بيئيًا، الحاجة إلى معالجة مياه الصرف السائلة وتدهور الغشاء الميكانيكي **[26]**.

II.14. مزايا وعيوب التناضح العكسي:

أ) المزايا:

تشمل الفوائد: معدل تحويل مرتفع (أعلى من 55٪) ، مع إستهلاك مرتفع للطاقة النوعية (من 3 إلى 5 kw/m^3) ، المرونة في الاستجابة للتغيرات في الطلب على المياه، تكلفة استثمارية منخفضة نسبيًا وفترة تنفيذ أقصر **[1]**.

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

يعتبر الرقم الهيدروجيني 6.6 حمضي قليلاً (مثالي للهضم، إستيعاب الطعام، إعادة توازن درجة الحموضة في الدم وهي شديدة السمية بشكل عام). مقاومة عالية من 20.000 إلى 30.000 أوم، مما يسمح بالتخلص من السموم تمامًا **[1]**.

ب) العيوب:

على الرغم من الفوائد، إلا أن هناك عيوبًا مثل: الحساسية للتغيرات في جودة المياه الخام، وخاصة التلوث، الحاجة إلى موظفين مؤهلين، من الصعب نسبيًا إجراء العملية، لا سيما على مستوى ما قبل المعالجة ؛ تكاليف صيانة عالية بسبب تكاليف تجديد الأغشية مع عمر أقل من 7 سنوات الآن **[29]**.

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

الماء عدواني ومسبب للتآكل للأنابيب منذ أن تم نزع المعادن منه، يفقد الماء جميع معادنه، بما في ذلك المعادن الأساسية مثل الكالسيوم والمغنيسيوم. لذلك يفضل إعادة تمعدن الماء قبل تناوله **[28]**.

II.15 الخلاصة :

تعتبر التنقية بالتناضح العكسي للمياه الجوفية حاليًا عملية مهمة لإنتاج مياه الشرب في الدول التي تعاني من عجز في المياه العذبة ، والهدف الأساسي من هذه التقنية هو إزالة الأملاح والجزيئات العضوية

والميكروبات من المياه المالحة، على عكس التنقية الحرارية ،إذ يتميز التناضح العكسي بكونه سهل الاستخدام وبتكلفة منخفضة للطاقة.

بالرغم من مزاياها الكثيرة فإن هذه التقنية لا تخلو من بعض العيوب. إذ تتطلب ضغط تشغيل عالي جدا للتغلب على الضغط الاسموزي، كما انها جد حساسة لجودة المعالجات الاولية. بالإضافة إلى مشكلة المركزات التي يتم رفضها دون معالجة في الوديان لها تأثير كبير على توازن العملية والتنوع البيولوجي.

الفصلIII :

الجزء التطبيقي

III .1.مقدمة:

تدرج الضغط يؤدي إلى التناضح العكسي وهو عملية فصل كثيفة للغشاء، يمكن وصف هذه العملية بعملية فصل الطور السائل بالتخلل عبر غشاء شبه منفذ. تكمن أهمية هذا الأسلوب أنه يسمح لك بإيقاف الجزيئات أو الأيونات في مساراتها،حيث يجب أن تمر جزيئات الماء فقط .

تم تجهيز محطة إزالة المعادن لهذه الدراسة التجريبية بنظام يسمح بمعالجة المياه باستخدام التناضح العكسي ،و تم إجراء تحاليل في المخبرعلى عينات من الماء الخام في محطة التنقية بالوادي (19مارس) الواردة من ثلاث أبار وأيضا على مياه الشرب .

III.2. الأهداف :

الأهداف الرئيسية لهذا العمل البحثي :

- ✓ فحص نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية لعينات من الماء الخام ، وماء التناضح ، ومياه الشرب لفحص ومعرفة أداء أغشية التناضح العكسي.
- ✓ تبيين مدى فعالية تقنية تنقية المياه باستخدام عملية التناضح في الاتجاه المعاكس عن طريق الفحص الفيزيائي والكيميائي للمياه المعالجة.

III.3.محطة نزع المعادن 19مارس بالوادي :

الشكل III -1:صورة لمجسم محطة نزع المعادن بحي19 مارس بالوادي .

III.1.3.التعريف بمحطة نزع المعادن 19مارس بالوادي :

بدء تشغيل محطة تنقية المياه 19 مارس بالوادي في 2019، بتدفقm^3 30000 في اليوم ، موزعة على العديد من أبراج المياه ، مما يضمن تزويد مياه الشرب في جميع أنحاء المدينة . هذه المحطة من صنع شركة جزائرية تدعى CHIALI ،حيث قامت بتشغيل المحطة لمدة سنتين بعد التكليف بها لضمان العمل.تم تجهيز المحطة بمخبر لتحليل المياه ،وإدارة ، وغرفة تحكم ، وجميع الأجهزة التي توفر معالجة المياه على عدة مراحل.

وخلصت الدراسة إلى أن التصميم الأمثل للعاومل التشغيلية واختيار المرشحات المناسبة وأيضا هيكلية نظام التحلية المتبع يقلل من سعر المياه المحلاة من 1دولار/المتر المكعب الى 0.59دولار /المتر المكعب .

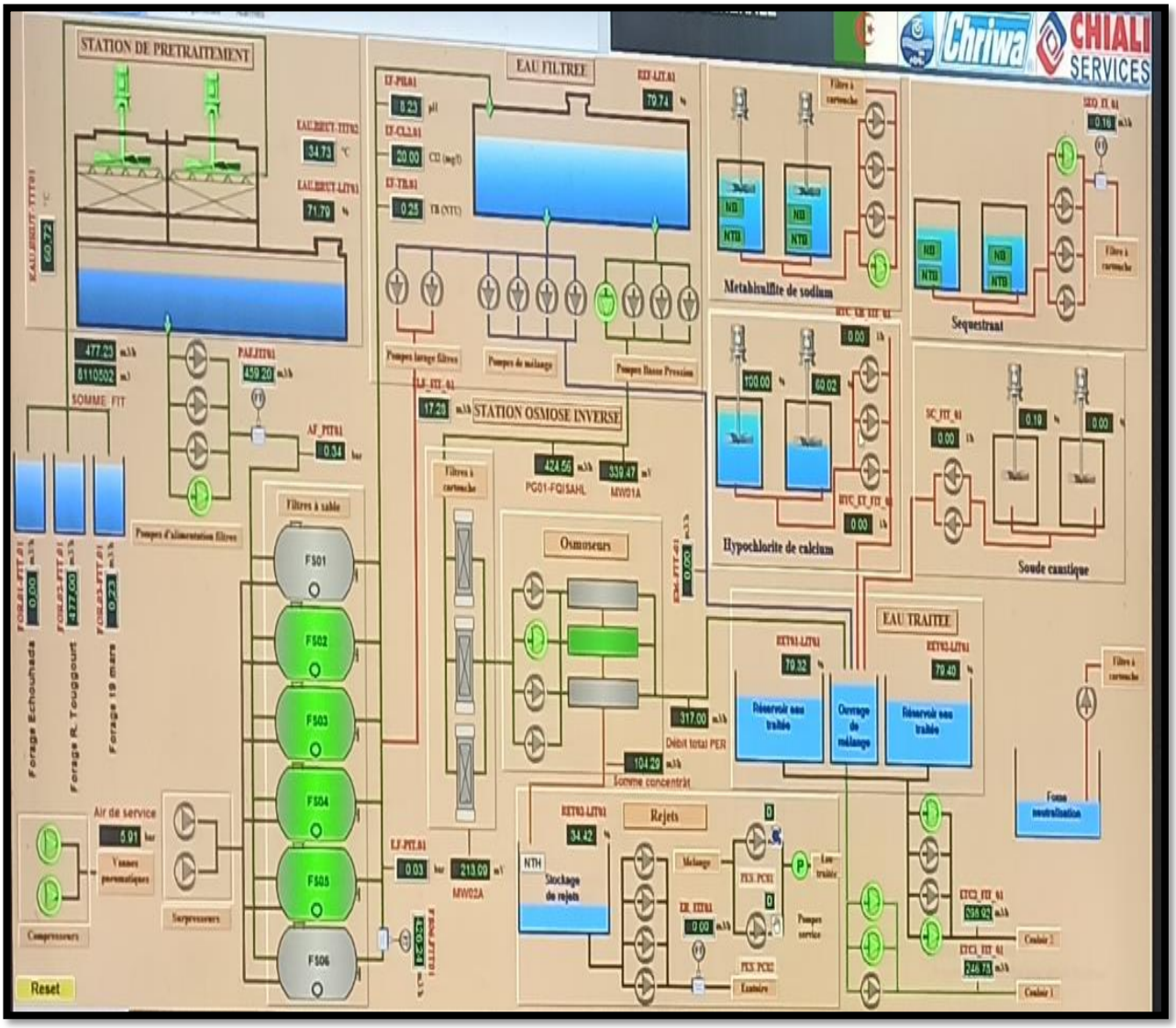
يتم الحصول على الماء الخام من ثلاث أبار منها: بئر 19مارس ، بئر الشهداء،بئر طريق تقرت ،بسعة إجمالية قدرها m^3 /h 477.23.

III .2.3.رحلة معالجة الماء في المحطة:

تحتوي محطة 19مارس بالوادي لإزالة المعادن على 2(خطين) لمحطة التناضح العكسي بطاقة إنتاجية m^3 30000 في اليوم ، ويتم تزويدها بالمياه من خلال 3 (ثلاث) آبار رسوبية (مياه خام) تعالج وتبرد قبل المرور من مرشحات الرمل.يتم علاج الماء الخام باستخدام جرعات 1.5 إلى 2 مجم / لتر من هيبوكلوريت الصوديوم وعناصر الأخرى . بعد ذلك يتم جمعها في خزان سعة $m^3$300 ، ثم يتم تمريرها بواسطة مضخات المحطة أثناء تلقي جرعة من ميتابيو كبريتيت الصوديوم والعزل TD - ASCAL ، ثم يتم تمريرها أخيرًا عبر مرشحات خرطوشة بعتبة قطع تبلغ 5 m.

بعد ذلك تمر المياه ا خلال المرحلة الأولى من وحدة التناضح تحت ضغط 13 bar بواسطة أربعة مضخات ضخمة عالية الضغط. ويتم وضع المادة المتخللة (مياه التناضح) في خزان ، ويتم حقن التصريفات من المرحلة الأولى في المرحلة الثانية من وحدة التناضح تحت ضغط 10 bar.

تتكون مياه الشرب من 80٪ ماء معالج و 20٪ ماء مصفى. يتم على مستوى المحطة معالجة المياه بالكلور.



الشكلIII .2: المخطط العام لتنقية المياه بالتناضح العكسي.

III .3.3.المكونات والوحدات الأساسية في المحطة:

III.1.3.3.الأبار :

تتكون من ثلاث أبار ,بتدفق حجمي متوسط يقدر ب m^3 477.23في الساعة.

III.2.3.3. أبراج التبريد :

وهي عبارة عن أبرج إنشائية يتم فيه تدوير الهواء الجوي بواسطة مروحتين ،حيث تقوم بتبريد مياه الأبارمن °60cإلى °30c ،يتم بعد ذلك تجميع المياه الباردة أسفل البرج في خزان تصل سعته إلى 10000 m^3.

الشكل III-3: أبراج التبريد.

III .3.3.3.مضخات التغذية لمرشحات الرمل:

تعمل اربع مضخات مياه عالية الضغط بالتناوب , واحدة في الخدمة وثلاثة في وضع الإستعداد ، لضمان إستمرارية الخدمة .

الشكل III- :4صورة توضح مضخات التغذية لمرشحات الرمل.

III.4.3.3. مرشحات الرمل :

يعتبر مرشح الرمل بمثابة معالجة مسبقة من أجل التخلص من أي مواد تؤدي إلى انسداد سريع لأغشية الترشيح التي تشكل المرحلة الرئيسية للقطاع المقترح. يحتوي المرشح على جزيئات يتم تحديد طبيعتها وحجم جسيماتها وفقًا لهدف الترشيح.

تتكون مرحلة الغسيل العكسي من تمييع طبقة الرمل عن طريق حقن الماء المصفى و تيار مضاد للهواء حيث يتسبب التميع في تمدد وسائط المرشح وبالتالي فصل الجزيئات وزيادة مسامية الوسط، جزيئات صغيرة يتم الاحتفاظ بها في وسط المرشح أثناء مرحلة الترشيح بمعدل ترسيب (أو السرعة النهائية للسقوط الحر) أقل من حبيبات الرمل التي يتم حملها بعيدًا. يتم استعادة مياه الغسيل المشحونة بهذه الجسيمات المعلقة بواسطة تيارمائي يقع فوق السرير الرملي. عدد المرشحات هو 6 (ستة) بسعة 7.5 م 3.

الشكل III-5:صورة لمرشحات الرمل.

III.5.3.3. حوض تجميع الماء المفلتر (المرشح:)

حوض سعته 150 م 3 ، يستقبل المياه من المرشحات الرملية بدون الجزيئات الغير مرغوب فيها ، على مستوى هذا الحوض يتم إضافة ميتابوسيلفيت الصوديوم (مضاد للأكسدة) ، و مضاد للكلور، لحماية أغشية التناضح من الأملاح المعدنية و حجر الكلس.

الشكل :III-6 صورة توضح خزان الماء المعالج.

III.6.3.3.مسبار القراءة :

وهي متصلة بالأنابيب بين حوض المياه المصفاة ومرشحات الخرطوش لقراءة قيم الأس الهيدروجيني والناقلية والكلور والعكارة .

الشكل III -7: صورة توضح مسبار القراءة.

III.7.3.3.مضخات التغذية لمرشحات الخرطوش :

أربعة مضخات مياه منخفضة الضغط (2 إلى 3 Bar) ، تعمل بالتناوب ، إثنان في الخدمة واثنان في وضع الاستعداد ، لضمان استمرارية الخدمة.

الشكل :III-8صورة توضح مضخات تغذية مرشحات الخرطوش .

III.8.3.3. مرشح الخرطوش :

إنها تجعل من الممكن إيقاف الجزيئات الدقيقة التي مرت عبر المرشحات الرملية ، دورها هو منع انسداد غشاء التناضح ، فهي مزودة بمؤشر انسداد ،حيث يقوم بقراءة فرق الضغط الداخل والخارج للمرشح ، هذه القيمة لا ينبغي أن تتجاوز 1 بار (P <1bar) ، تكون الخراطيش قابلة للتغيير ولا يمكن غسلها إذا كانت P> 1.

الشكل III-: 9صورة توضح مرشحات الخرطوش .

III.9.3.3.مضخات تغذية أجهزة التناضح العكسي:

أربعة مضخات مياه عالية الضغط (9 إلى 13 بار) تعمل بالتناوب ، إثنان في الخدمة واثنان في وضع الاستعداد لضمان استمرارية الخدمة.

الشكل III:10- صورة توضح مضخات التغذية لأجهزة التناضح العكسي .

III. 10.3.3.أجهزة التناضح العكسي :

هناك نوعان من خطوط التناضح العكسي ،حيث يكون الغشاء من النوع العضوي ، في كل خط يمر الماء بمرحلتين من المعالجة ، بعد المرحلة الثانية الماء غير المعالج يفرغ إلى حوض التصريف.

الشكل III-11: صورة توضح أجهزة التناضح العكسي .

III.11.3.3 .محطة الغسيل والشطف:

يتمثل دور هذه المحطة في التنظيف اليومي والآلي لجميع عناصر المحطة بالمياه المعالجة ، وكذلك لتنظيف وحدات التناضح بشكل دوري بواسطة الحمض أو القاعدة.

الشكل III- 12: صورة توضح خزان الغسيل والشطف.

III .12.3.3. خزان تجميع الماء المعالج :

يوفر الحوض مساحة لتخزين5000 *2 m^3 من المياه المعالجة ،و المصنوع من الخرسانة المسلحة.

يتم تنظيف الحوض المستطيل بشكل دوري إذا لزم الأمر.

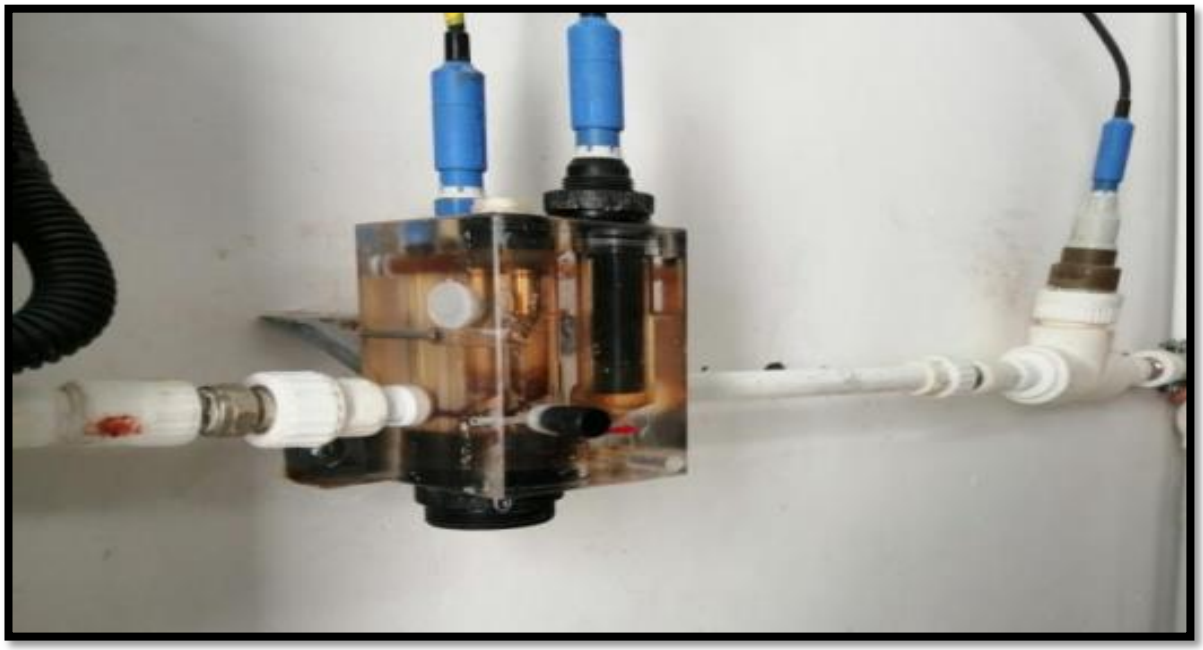
III.13.3.3. المضخات المؤدية إلى أبراج توزيع المياه :

تقوم بتزويد العديد من أبراج بالمياه المعالجة بمعدل تدفق يصل إلى300000 m^3في اليوم.

الشكل III-13 : صورة توضح مضخات التوزيع الموجهة نحوى أبراج المياه .

III.14.3.3. مضخة جرعات الكلور :

يوفر كلورة المياه المعدة للتوزيع العام.



الشكل III-:14 صورة توضح مضخات الكلور.

III.15.3.3. حوض الرفض :

يستقبل كل التصريف من المحطة ويصرف هذه المياه باتجاه مصرف المياه الغير صالحة .

III.16.3.3. النظام المضاد لعودة المياه:

يمنع عودة مياه الابراج إلى حوض تخزين المياه المعالجة.

III.4. مخبر التحاليل :

يقوم المخبري بإجراء جميع التحليلات الفيزيائية والكيميائية على المياه الخام والمياه المعالجة والمياه المفلترة في المخبر،والذي يحتوي على مقياس الطيف الضوئي للتحليل الكيميائي ، بالإضافة إلى جهاز متعدد القياسات (جهاز قياس محمول HQD40D)و مقياس العكارة لقياس المتغيرات الفيزيائية والكيميائية .

الشكل III-15: صورة لمخبر التحاليل المجهز بمعدات القياس.

III.5. أجهزة التحاليل :

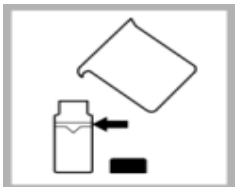
III.1.5. جهاز قياس العكارة :

يتوافق مقياس التعكر مع USEPA 180.1. مقياس التعكر سهل الاستخدام للغاية ويقدم لنا دقة لا مثيل لها. يتم تزويد مقاييس التوربينات المحمولة Hach بأربع بطاريات قلوية AA ، واحدة حقيبة حمل مع

إدراج ، معايير StablCal الأولية في قوارير مختومة 1 بوصة (20 ،100 ، 800 NTU)، معيار تحقق أولي 10 NTU، 6 خلايا قياس.

الشكل -16:III صورة لجهاز قياس العكارة .

III .1.5. 1. وضع التشغيل:



1-إملأ خلية العينة بالماء حتى الخط دون وضع الغطاء،من أجل السماح لخلية العينة بالتخلص من الغازات لخمس دقائق على الأقل.

2-إمسح بقطعة قماش خالية من الوبر ،و قم بتطبيق طبقة رقيقة من زيت السيليكون (ضع زيت السيليكون على سطح الخلية.

3- اضغط على زر التشغيل لجهاز القياس.ثم ضع الجهاز على سطح عمل قوي.

ملاحظة: لا تلمس الجهاز أثناء القياسات.

4- أدخل العينة في حجرة أو جفن الخلية لجهازالقياس ،حيث تكون علامة الاتجاه دائمًا تتماشى مع العلامة المنقوشة على الجزء الأمامي من المقصورة.ثم أقفل جفن العينة.

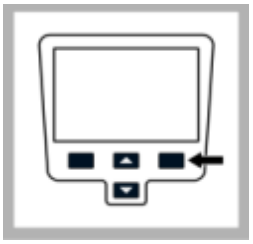
5-اضغط على مفتاحي UP و DOWN للوصول إلى الخيارات ثم حدد نموذج فهرسة الخلايا.

ملاحظة: تظل الأداة دائمًا في الوضع الأخير من قياس المحدد.

6-اضغط على قياس ،حيث ستلاحظ عرض الشاشة لمؤشر الاستقرار ثم ملف العكارة في NTU. احفظ موضع الخزان في المقصورة ونتائج القياس.

7-قم بإزالة الكوفيت ، وأدره بمقدار لفة وأعد إدخاله في الحجرة بعد ذلك أغلق الغطاء.

8-اضغط على قياس ثم احفظ موضع الخزان في المقصورة ونتائج القياس.



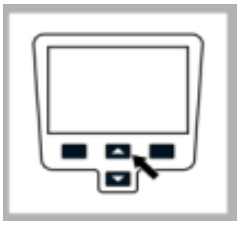
9-كرر الخطوة 6 حتى تحصل على أدنى قراءة. ثم إجعل علامة الوسم بالقرب من الجزء العلوي من ملف الوعاء لتتمكن من إدخاله بشكل متكرر في الموضع بإعطاء أقل قياس.

III.5. 2 .أجهزة القياس المحمولة :

نظام قياس وإستشعار حديث وبسيطة ومرن بفضل المستشعرات القابلة للتبديل،و مثالي بسبب التركيبات ،حيث يمكن العديد من المستخدمين من إجراء إختبارات مختلفة.

تستفيد جميع أجهزة قياس HQD من واجهة مستخدم متقدمة ولكنها بديهية وسهلة الاستخدام دون الحاجة إلى تدريب يدوي أو مسبق.

يتصل HQD بأجهزة الإستشعار الذكية Intellical ويتعرف عليها بشكل تلقائي بمتغيرات الإختبار ويسجل المعايرة ومتطلبات الطريقة ، وذلك لتقليل الأخطاء ووقت الإعداد والمقاومة.

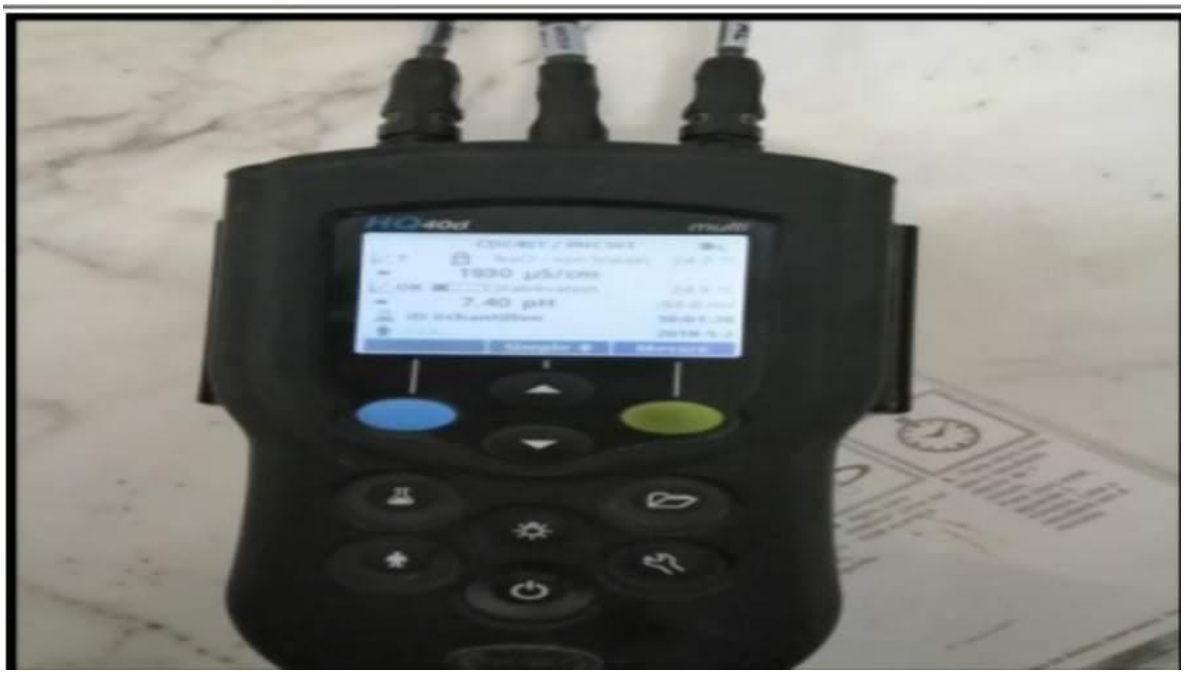


تم تصميم هذا الجهاز المحمول والمستشعرات القوية والإختيارية لتحمل سنوات عديدة من الاستخدام الميداني.

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

المتغيرات التي تم قياسها هي:

- ✓ الرقم الهيدروجيني.
- ✓ درجة الحرارة.
- ✓ التوصيلالملوحة.
- ✓ بقايا جافة عند 105 درجة مئوية.
- ✓ TDS(إجمالي المواد الصلبة الذائبة).



الشكلIII -17: صورة لجهاز قياس محمول .HQD40D

III.1.2.5. وضع التشغيل:

1. يتم اختيار المتغير المراد قياسه على الجهاز ؛
2. ملأ خلية العينة بالماء ؛
3. وضع المسبار في الخزان.
4. قرأة النتيجة على الجهاز.

III.3.5. جهاز قياس طيف الضوئي الفوقي DR3900 :

تم تصميم هذا النظام لتوفير نتائج دقيقة من خلال مساعدة المشغل لكل خطوة من الخطوات اللازمة لتحليلها:

1. تحضير العينة: تقليل الوقت العملي وتحديد الجرعات بدقة.
2. تحليل عينات الاختبار: التعرف التلقائي على الاختبارات ، رقم الدفعة وتاريخ انتهاء الصلاحية المسجل وما إلى ذلك.
3. النتائج الموثقة: إدارة البيانات المرنة ، مخططات التحكم .

يسمح مقياس الطيف الضوئي الفوقيDR3900 لكل تحليل من تحليلاتنا الروتينية ، تحسين عمليات الإدارة لدينا وتقديم تقارير ذات مغزى. يسمح السيطرة على الأمونيوم ، COD ، الفوسفات ، النترات وغيرها من متغيرات أخرى بنفس البساطة. للتعامل مع الاختبارات تم تصميم مقياس الطيف الضوئي لتجنب أي خطر للخطأ أثناء تحليلاتك ماء.

الشكل III- :18صورة توضح جهاز قياس طيف الضوئي الفوقي .

المتغيرات التي تم قياسها هي:

- ✓ نترات NO_3^-
- ✓ نتريت NO_2^-
- ✓ الأمونيوم NH_4^+
- ✓ الرصاص
- ✓ زنك
- ✓ كبريتات SO_4^-
- ✓ مجموع صلابة TH
- ✓ عيار قلوي
- ✓ عيار قلوي كامل

III.4.5.اختبارات :LCK

III.LCK.1.4.5 - دقة وتحكم :

تغطي اختبارات LCK لدينا جميع تطبيقات تحليل المياه. التي هي الأكثر طلبًا في أداء المهام مثل التحكم في الحدود المصرح بها ، كبديل للطرق المرجعية الشاقة.الرمز الشريطي ثنائي الأبعاد يتضمن رقم الدُفعة وتاريخ انتهاء صلاحية الكواشف. شهادة التحليل متاحة مباشرة على علامة RFID الملصقة على التعبئة والتغليف.

الشكل III-19:صورة لإختبارات .LCK

يتم تحليل كل متغير باستخدام شرح تخطيطي في كل اختبار LCK ، يوضح الشكل أدناه شرحًا لإختبار LCK (اختبار عسر الماء LCK 327):

الشكل III-20:صورة لإختبارات LCK 327الخاصة بعسر الماء.

يتم عرض نتائج التحليلات على الجهاز (مقياس الطيف الضوئي الفوقي DR3900) ، حيث يمكننا طباعة نتائجنا.

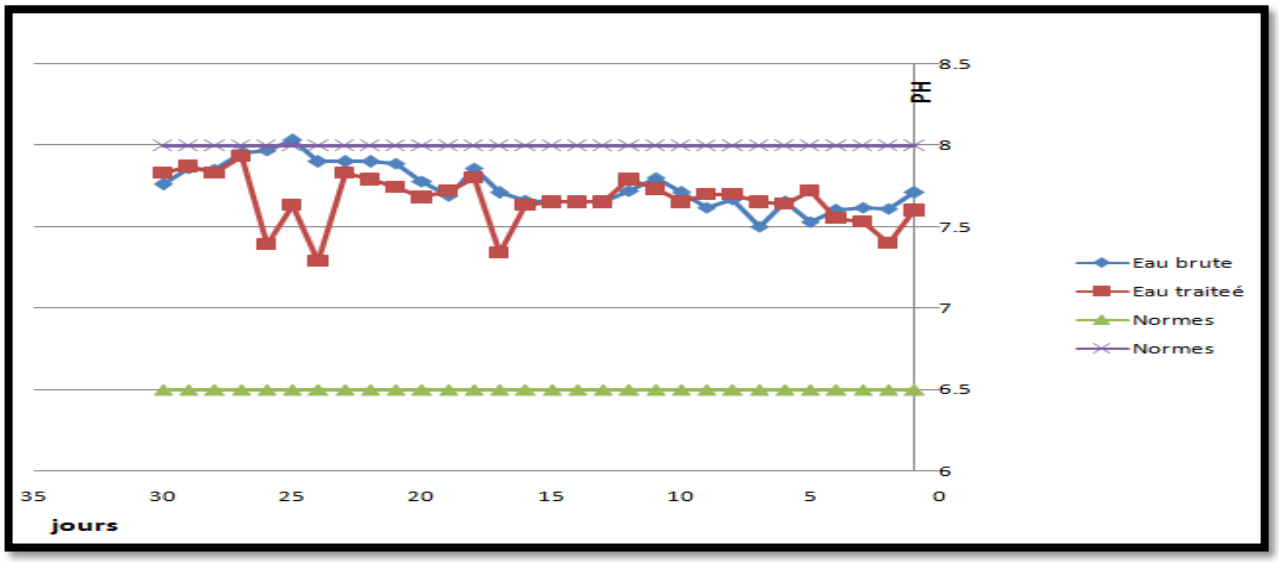
III.6.نتائج وتفسيرات الخصائص الفيزيائية والكيميائية :

لتحليل شامل لمدة 12 شهرا، ، للنتائج التي تم العثور عليها في المخبر ، ولمعرفة المزيد عن جودة المياه في خلال مراحل العلاج المختلفة وكذلك على كفاءة عملية التناضح العكسي ، قمنا برسم المنحنيات عند النقاط التي تحدد الخصائص المختلفة لهذه المعالجة.

تلخص الخصائص و الوسائل لنتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي أجريت على المياه الخام وقبل وبعد المعالجة.

III.1.6.الرقم الهيدروجيني (pH) :

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

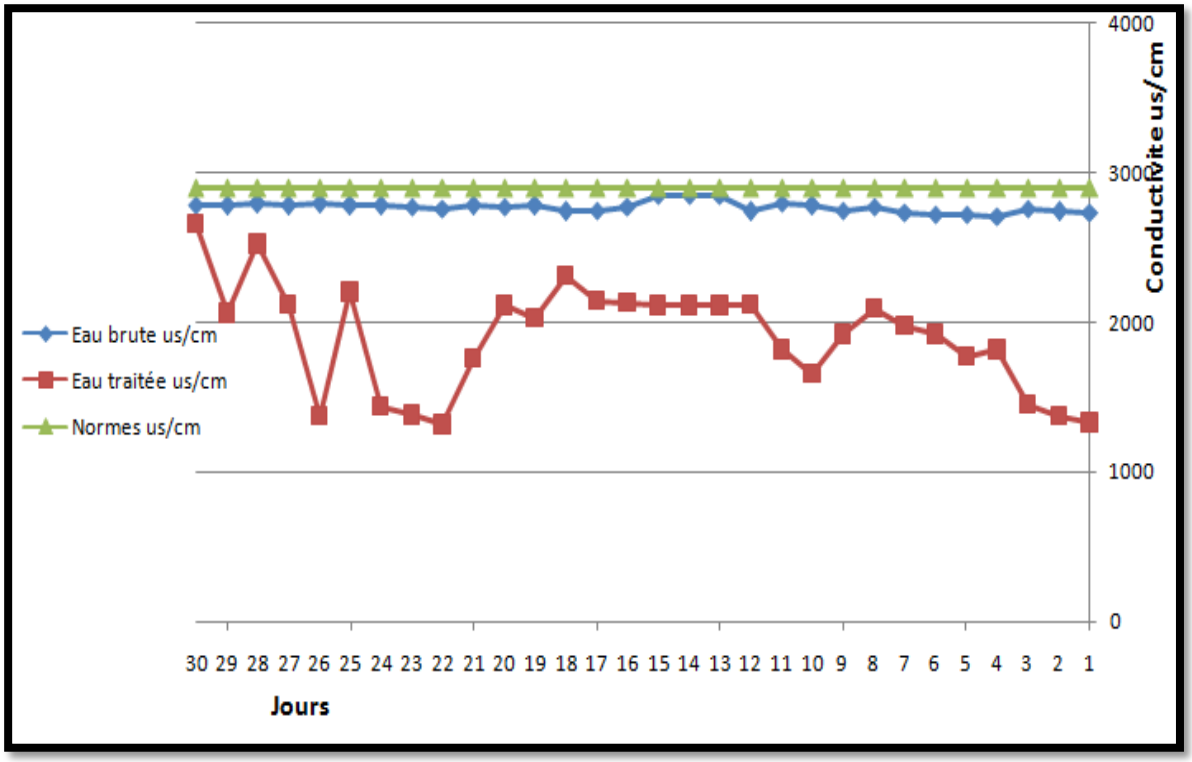


الشكل III-21: تحليل الرقم الهيدروجيني للمياه الخام والمعالجة .

وفقًا لبيانات الأس الهيدروجيني ، وجدنا أن مياه الأبارفي هذه المنطقة محايدة نسبيًا. و يتراوح الرقم الهيدروجيني الذي تم الحصول عليه بين 7 و8. أما بالنسبة للمياه المعالجة ، فتم تسجيل انخفاض في الرقم الهيدروجيني ، وهو من مرتبة $\Delta pH = 0.1$ إلى0.3، هذا الاختلاف يرجع أساسًا إلى إزالة المعادن من الماء ، لأن أغشية التناضح العكسي تحتفظ بالأملاح المعدنية وتشتمل عليها أيونات كربونات الهيدروجين. يتوافق الماء المعالج برقم هيدروجيني 7.4 تقريبًا مع المعيار المطابق بين 6.5 و 8.

III.2.6.الناقلية :

توصيل المياه الخام والمياه المعالجة موضحة في الشكل التالي .

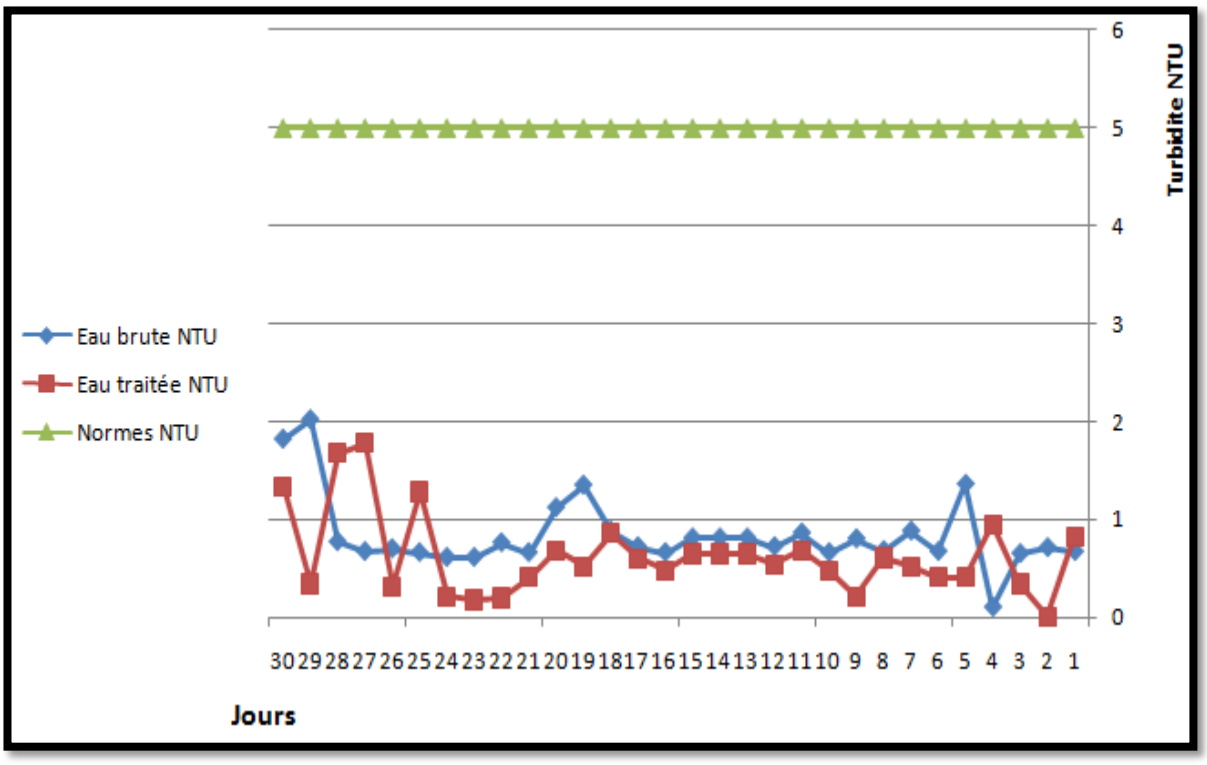


الشكلIII.22: توصيل المياه الخام والمياه المعالجة.

من الرسم البياني ، يمكن ملاحظة أن محطة التنقية قد أزالت تقريبًا كل الأيونات الموجودة في مياه التغذية ،وهذا يخفض متوسط التوصيل في المياه المعالجة. هذه النتائج تؤكد بشكل فعال الدور المهم لأغشية التناضح العكسي وكفاءتها في فصل الجزيئات عن الماء.

III.3.6.العكارة :

أعطانا مقياس التعكر النتائج أدناه:

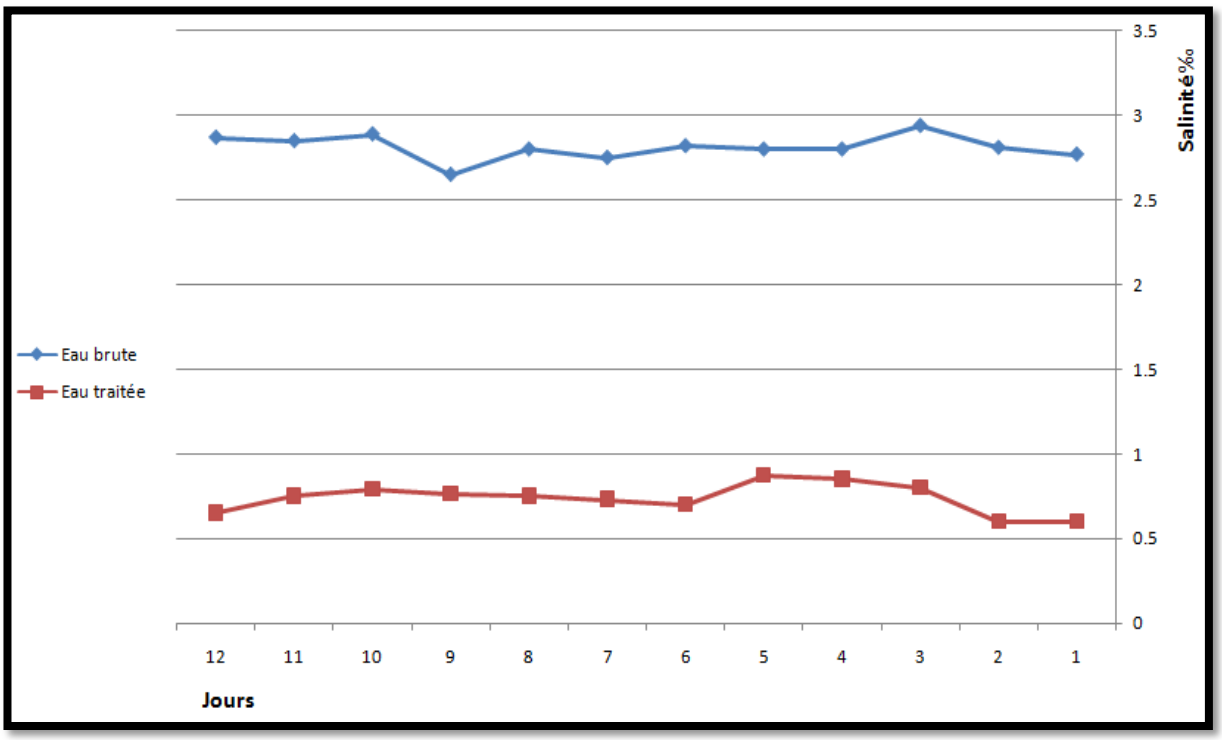


الشكل III.23: عكارة المياه الخام والمياه المعالجة.

يتم تقليل عكارة المياه الخام إلى معايير أو عتبات مقبولة (NTU 5) بواسطة مختلف التقنيات المستخدمة في محطة المعالجة 19مارس بالوادي. نستطيع أيضًا إزالة بعض MES، إما عن طريق الترشيح (مرشح الرمل ومرشح الخرطوشة) ، أو عن طريق المنتجات الكيماوية (التخثر).

III.4.6.الملوحة :

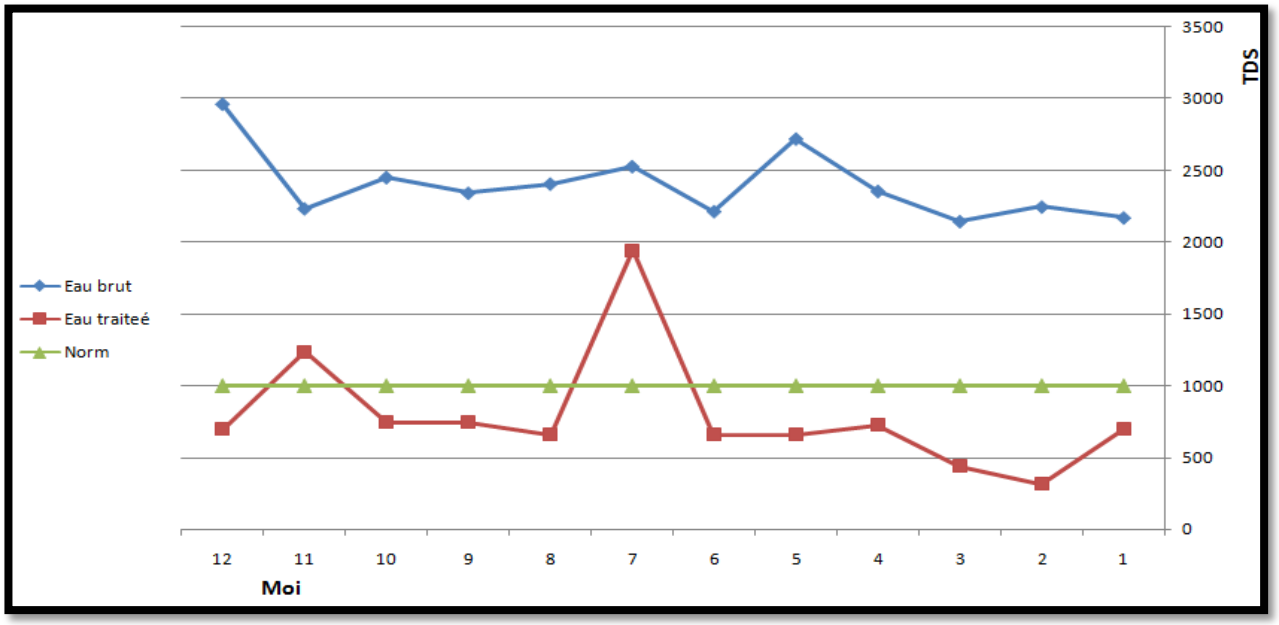
يمثل الرسم البياني أدناه الفرق في الملوحة بين المياه الخام والمياه المعالجة :



الشكل III. 24: فرق الملوحة بين المياه الخام والمياه المعالجة.

وبحسب معطيات التحليل يلاحظ أن معدل ملوحة الماء الخام مرتفع ، بعد التنقية ، يتم تقليل المعدل ، حتى $\Delta S = 2$ ‰ ، هذه القيمة المهمة تؤكد أداء غشاء التناضح العكسي الذي يفصل جزيئات الأملاح عن الماء.

III.TDS.5.6 (نسبة المواد الصلبة المنحلة):



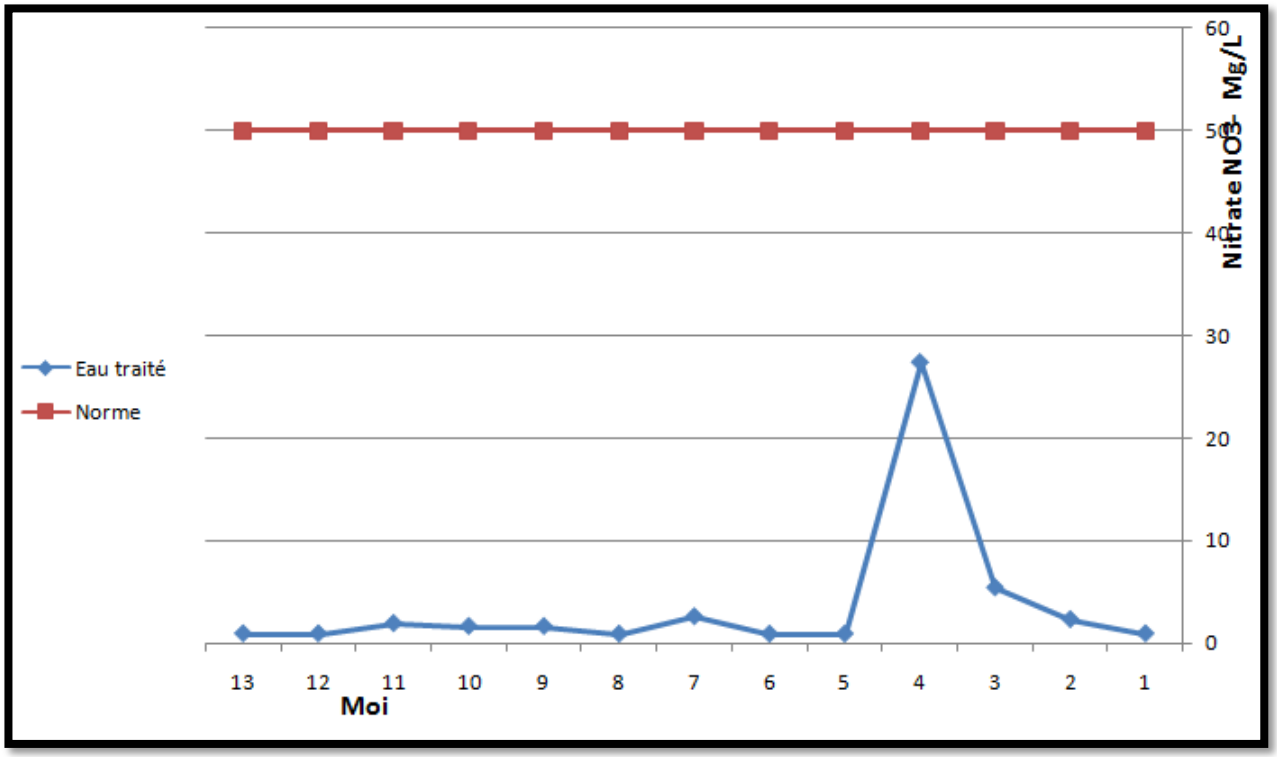
الشكل III. 25: فرق المواد الصلبة المنحلة بين المياه الخام والمياه المعالجة.

لإزالة المواد الصلبة المنحلة في الماء نستخدم المعالجة بالتناضح العكسي لأنها مسؤولة عن التركيز العالي للمواد الصلبة المنحلة. يزيل العلاج بالتناضح العكسي جميع المواد تقريبًا المنحلة والعديد من المواد الغير صحية .

III.7.نتائج وتفسيرات معايير التلوث:

III.1.7.النترات : NO_3^-

النتائج التي تم الحصول عليها بخصوص نترات العينات المختلفة التي تم تحليلها موضحة في الشكل أدناه:

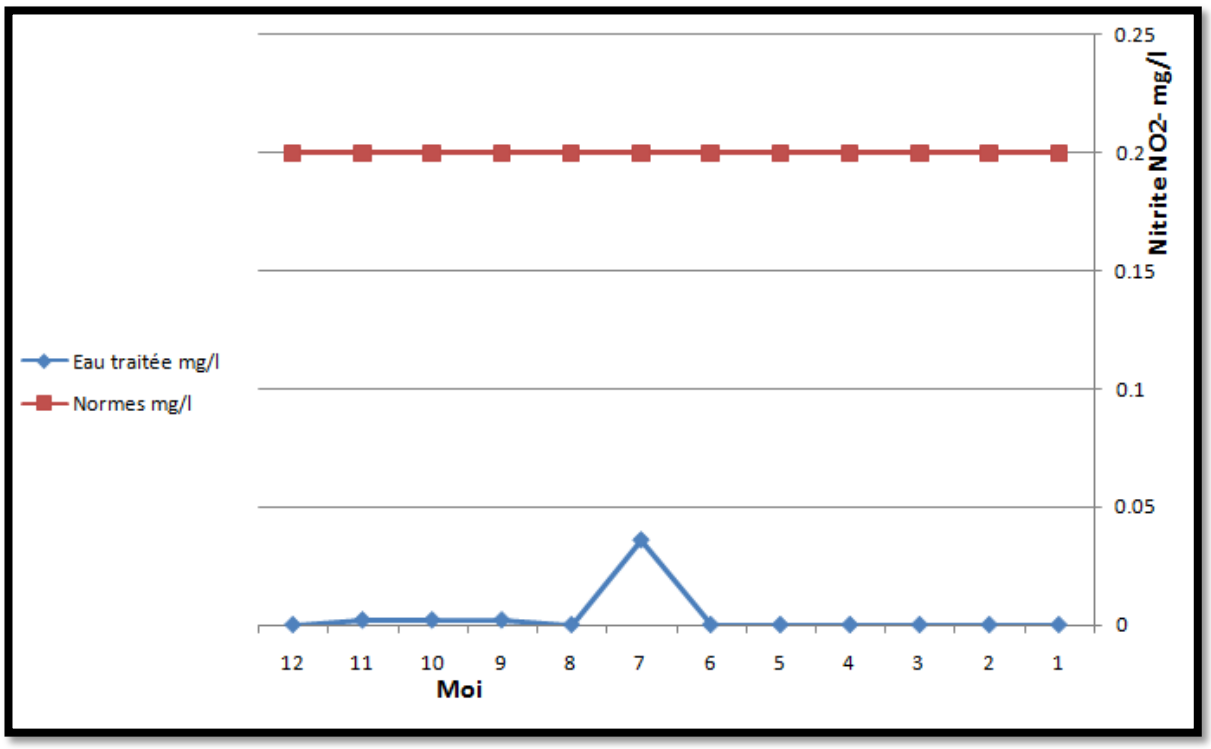


الشكل III. 26: تركيز النترات في المياه المعالجة.

إن وجود فائض من النترات المنحلة في الماء مؤشر على التلوث ، يجب ألا تتجاوز 50 mg/l ، في محطتنا لا تتجاوز قيم النترات أبدًا 4 mg/l، وهو ما يفسر التشغيل الصحيح للمحطة.

III.2.7.النتريت : NO_2^-

يوضح الرسم البياني التالي نتائج التحليل:



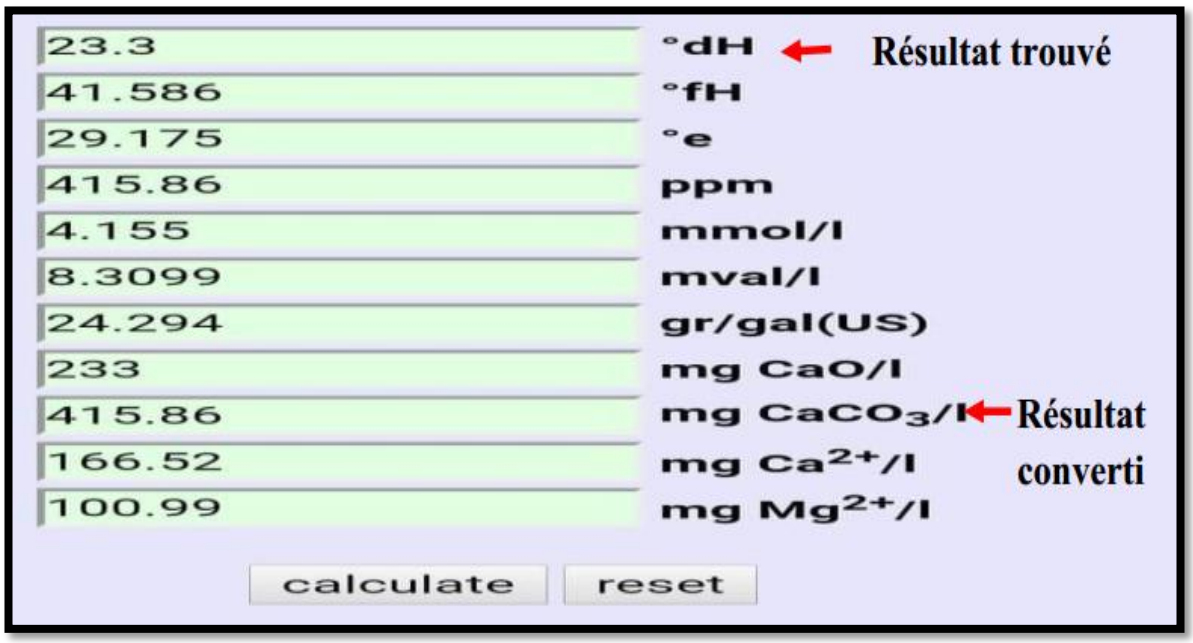
III.27: تركيز النتريت في المياه المعالجة.

يعتبر النتريت ملوثًا ضارًا جدًا بصحة البشر والحيوانات (يصبح مستوى النتريت ضارًا عندما يتجاوز 0.5 mg/l). نسبة النتريت في المياه المعالجة تقارب الصفر ، وهو ما يفسر فعالية تنقية المياه.

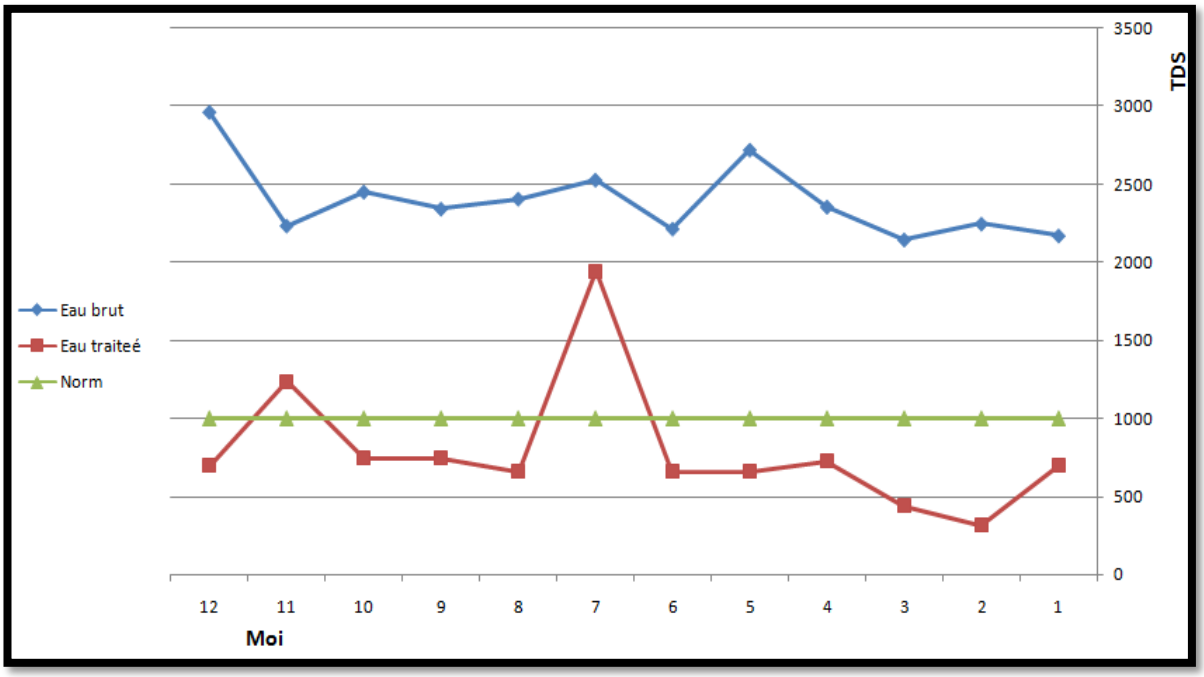
III.8.نتائج وتفسيرات خصائص التمعدن :

III.1.8.الصلابة :

يعتمد عسر الماء على كمية الأملاح والكالسيوم والمغنيسيوم في المياه.أعطانا مقياس الطيف الضوئي قيمة 23.3 ° dh ، إذا عكسنا هذه القيمة بالملجم / لتر $CaCO_3$ باستخدام محول (عسر الماء) ، نجد أن الصلابة تساوي: 415.86mg/l من كربونات الكالسيوم.



الشكل III.28 : المحول الخطي للصلابة من °dh إلى $CaCO_3$mg/l .



الشكل III.29: صلابة المياه المعالجة مقارنة بالمعايير.

تم تعيين معايير الصلابة عند $CaCO_3$500 mg ، أي قيمة فوق 500 سيكون الماء عسرا. لا يتم تجاوز المياه المعالجة أبدًا هذه القيمة ، مما يفسر فعالية غشاء التناضح العكسي الذي يزيل الأملاح المعدنية.

الخاتمة

وفقًا لنتائج التحليلات العديدة التي تم إجراؤها أثناء التدريب العملي ، توفر محطة إزالة المعادن في الوادي 19 مارس مياه معالجة مُرضية للغاية.

قراءات الأس الهيدروجيني والتوصيل و TAC ، و TH كلها ممتازة وتفي بالمعايير المطلوبة.وتظهر نتائج هذه التحاليل أن المياه المعالجة ذات جودة عالية. وجميع النتائج التي تم تقييمها في الاختبارات الفيزيائية والكيميائية تتوافق مع المعايير ، مما يدل على فعالية العلاجات التي يتم إجراؤها في كل مرحلة.

يتم الكشف عن النتائج الجيدة التي تم الحصول عليها من خلال فحص أداء محطة الوادي 19 مارس لإزالة المعادن ، والتي تم تحديد أن لديها TC بنسبة ٪ 85- 75 ، كانت محسوبة للمحطة ،ويفسر ذلك من خلال :

- فعالية OI والتشغيل الصحيح للوحدات.
- نظام المعالجة المسبقة الذي تم استخدامه.
- تنظيف وصيانة التركيب بشكل دوري.
- يتم ممارسة الأساليب في ظل الظروف الصحيحة.
- تركيب سلسلة من المرشحات الرملية بهدف حماية مرشحات الخرطوشة من الانسداد والتآكل، وبالتالي حماية أغشية التناضح العكسي.

في النهاية، استطاعت محطة تنقية الوادي تحقيق أهدافها ، والتي تضمنت: إنتاج ما يقارب من 300000 m^3 / يوم من المياه المعالجة ، وتلبية مطالبهم للحصول على مياه ذات جودة ممتازة.

المراجع

[1] BENAISSA Fatima Zohra 2013 ; « Étude sur le procédé d'osmose inverse pour le dessalement des eaux faiblement saumâtres ». Mémoire de projet de fin d'Études Pour l'obtention du Diplôme de master en Hydraulique, université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.

[2] المملكة العربية السعودية، "تحلية المياه - مصادر الطبيعة المياه"، مؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، ص 04 - 11، العدد1.

[3] اس اتش. شينيدر، "موارد المياه"، موسوعة المناخ و الطقس، مطبعة جامعة أكسفورد، نيويورك، المجلد 2، ص 817 -828.

[4] اسلام محمود عبد المجيد، "التلوث: مخاطر والحلول"، المنظمة العربية للتربية و الثقافية و العلوم، تونس، ص16، 2002.

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

[6] سحر أميف كاتكت, عمـ المياه, دار دجمة, عماف2008, ,ص5-6 , 9 28 ,33-35 ,79-81.,

]7[عصام محمد أحمد, عباس عبد الله إبراهيم, البيدركلكجيا, دار جامعة السكداف,الخرطكـ ط,1 2002.ص.17,

[8] محمد خميس الزوكة, جغرافية المياه, دار المعرفة الجامعية, إسكندرية1998, ,ص.272-27

[9] Peter J. de Moel, Jasper Q. J. C. Verberk, J. C. van Dijk, Drinking water Principles and Practices, World Scientific, 2006:

[10] د.م. سلوى حجار، "محطات تنقية المياه الشرب بوساطة الترسيب"، المجموعة الهندسية للأبحاث البيئة. ص 01 - 03، 2013 .

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

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

[13] 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.

[14] اللجنة الفنية الخليجية لقطاع المنتجات الغذائية و الزراعية، " مياه الشرب المعبأة"، هيئة التقييس الدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، ص6، 2008.

[15] د. عبد الرحمن احمد عبد الله، "معالجة مياه الصرف. جامعة العلوم و التكنولوجيا،السودان، ص5، أكتوبر 2016.

[16] المملكة العربية السعودية، "تحلية المياه - طرق تحلية المياه المالحة"، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، ص17، العدد 2.

[17] م. عبد القادر الوشلي، "دليل معالجة المياه"، YRCS، ص2، 2009.

[18] سلسلة التعلم و العمل من الإتحاد العالمي للشباب و الأمم المتحدة، "شارة التحدي الخاصة بالمياه"، منظمة الأغذية والزراعية للأمم المتحدة ، ص 38 - 41، 2013.

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

[20] د. عصام محمد عبد الماجد ، د. بشير محمد الحسن " معايير مياه الشرب"، ص2، 2015

[21] باوية قيس، مذكرة تخرج " معالجة عسرة مياه طبقة الألبيان . حوصلة تجريبية و امكانية استغلال النتائج في منطقة وادي ريغ "، كلية العلوم و العلوم الهندسية، جامعة ورقلة، ص 20 – 50، 2004.

[22] المملكة العربية السعودية، "تحلية المياه - معالجة المياه"، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، ص90، العدد4.

[23] مها الحاصباني، ملك الجبة، " دراسة طرائق نزع الفلوريد من مياه الشرب "، كلية العلوم، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد 22، العدد 1، سورية، 2006.

المراجع باللغة الاجنبية

[24] 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.

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

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

Mémoire de Projet de Fin d'Étude Pour l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique, université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.

[27] TAKABAIT Fatah 2012 ; « Traitement de l'Eau de Forage par Osmose Inverse au Niveau du Complexe Agroalimentaire Cevital ». Mémoire de projet de fin d'Études Pour l'obtention du Diplôme de master en chimie, Université A. MIRA - Béjaïa -

[28] 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.

[29] 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.

[30] http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securiteth5/eau-proprietes-qualite-valeurs-d-usage-42506210/caracteristiques-et-proprietes-deseaux-w110/ consulté le 26/02/2019.

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

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

[33] BELKSIER Mohamed salah (2009) ; « hydrogéologie et hydrochimie de la nappe superficielle dans la région de l'oued righ et l'évaluation de sa vulnérabilité ». mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister, université badji mokhtar-annaba.

الملخص

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

في منطقة وادي سوف تنتج مياه الشرب من المياه الجوفية ، ونوعيتها مالحة عموما وحرارتها مرتفعة 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 : واد سوف ، الملوحة ، الماء العذب ، التناضح العكسي

Ressemé

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

Dans la zone de l'oued, l'eau potable sera produite à partir des eaux souterraines, sa qualité est généralement salée et sa température est relativement élevée, ce qui a un impact négatif sur les consommateurs.

Cette situation préoccupante et compte tenu de la demande croissante en eau potable, il était nécessaire d'implanter une usine de dessalement dans cette région, qui dépend de l'osmose inverse pour obtenir une eau à faible salinité et à pH modéré, et donc une eau aux normes saines pour le consommateur.

Mots clés : Wad Suf, salinité, eau pure , osmose inverse

Abstract

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 wadi area, drinking water will be produced from groundwater, its quality is generally salty and its temperature is relatively high, which 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 reverse osmosis to obtain water with low salinity and a moderate pH, and therefore a water to healthy standards for the consumer.

Keywords: Wad Suf, salinity, pure water, reverse osmosis