جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم : الهندسة المدنية و الـــــري

مذكـــــــــرة

لنيل شهادة ماستر مهني

ميدان : الـــــــري

تخصص : معالجة تطهير و تسيير المياه

من إعداد الطالبة : خيـــــــار لالـــــة

الموضوع :

دراسة أبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية بمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي

نوقشت علنا يوم :2019/06/29

اللجنة المناقشة:

- الرئيس : مخلوفـي نبيل	ماجستير ري حضري	بجامعة ورقلـة
- الممتحن : بوزيان لمياء	أستاذة محاضرة (ب)	بجامعة ورقلـة
- المؤطر : بن العربي دليلة	أستاذة محاضرة (أ)	بجامعة ورقلـة

السنة الجامعية : 2018 /2019

الإهـــــــــــــداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك و لا يطيب النهار إلا بطاعتك...ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك... و لا تطيب الآخرة إلا بعفوك... و لا تطيب الجنة إلا برويتك.

الله جل جلاله

إلى من بلغ الرسالة و أدى الأمانة ...و نصح الأمة ... إلى نبي الرحمة و نور العالمين

سيدنا محمد صلى الله عليه و سلم

إلى من كلاه الله بالهيبة و الوقار ... إلى من علمني العطاء بدون إنتظار ..إلى من أحمل إسمه بكل إفتخار...أرجوا من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول الإنتظار و ستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم و في الغد و إلى الأبد.

والدي العزيز

إلى التي رآني قلبها قبل عينيها ... وحضنتني أحشائها قبل يديها...

أهدي سلامي و محبتي إليها... إليك أمي ....

ذلك النبع الصافي ....إلى شجرتي التي لا تذيل ... إلى الظل الذي آوي إليه في كل حين

إليك أمي الحبيبة

إلى ملائكة الأرض ... شقائق النعمان ... الذين أحتضنوني وزرعوا الورود في طريقي

أخواتي و إخواني الأعزاء حفظهم الله

إلى من لم يبخلوا علينا بحصدكم ووقتهم و عملهم و كانوا لنا أباءاً و مربين ناصحين و موجهين لما فيه خيرنا... إلى من نستطيع أن نرد لهم جميلهم علينا حتى لو قدمنا لهم عمرنا كله ... إلى من ترتقي بهم الأمم حفظهم الله

الأساتذة الأجلاء

إلى الأصدقاء الذين جمعتني بهم الحياة الجامعية و الصداقة المتبادلة و إلى كل من يحبهم قلبي و لم يذكرهم لساني وكان الصدق و الوفاء بيننا زميلاتي و زملاء دفعة 2018-2019

أهدكم هذا العمل

خيار لالـــــــة

شكـــــــر وعـــــــــرفان

الشكر الأول و الأخير للمولي عز وجل لما أنعم علينا من نعم لا تحصى عبر نفحات النسيم و أريج الأزاهير و خيوط الأصيل أرسل شكري من الأعماق للأساتذة الذين أخذت منهم العلم و بالخصوص أساتذة قسم الهندسة المدنية و الري

و أخص بالشكر للأستاذة المؤطرة **بن العربي دليلة**

لإشراف على هذا العمل و معلومات و الإرشاد و النصح كل كلمات الثناء لا توفيك حقك شكراً لكي على عطائك

و الشكر موصول إلى المدير المنتدب للموارد المائية بجانت السيد الحاج مرموري آخان

و أحمد غزالي مدير وحدة الجزائرية للمياه بولاية إيليزي ، قادري بومادين رئيس محطة تصفية المياه بولاية إيليزي ، رحماني محمد رئيس مكتب تحاليل المياه بالمحطة

و يعقوب شهرة مخبرية بمكتب تحاليل المياه بمحطة التصفية بولاية إيليزي

وإلى كل زملائي في العمل على التشجيع و التحفيز

خيار لالـــــــة

جدول المحتويات

مقدمة عامة.....1

I -1- مقدمة الفصل.....4

I -2- الموقع الجعرافي 4

I -3- الموقع الإداري 4

I -4- المعطيات الطبيعية 6

I -4-2- موقع المصادر المائية المختارة في الدراسة " منطقة سيدي بوصلاح " 8

I -4-2- الغطاء النباتي..... 9

I -4-3- الخصائص المناخية 9

I -5- خاتمة الفصل..... 14

الفصل الثاني

عموميات حول المياه 15

II-1- مقدمة الفصل 16

II-2- تعريف الماء 16

II-2-1- مصادر المياه الشرب 16

II-2-2- مواصفات مياه الشرب وخصائصه 17

II-2-2-1- الخصائص الطبيعية و الفيزيائية..... 17

II-2-2-2- الخصائص الكيميائية 18

II-2-2-3- الخصائص البيولوجية لمياه الشرب 19

II-3- نوعية مياه مدينة إيليزي 20

II-4- التراكيز المسموح بها في مياه الشرب..... 21

II-5- خاتمة الفصل 21

الفصل الثالث

الحديد و تقنيات إزالته من المياه..... 22
III-1- مقدمة الفصل 23
III-2- الحديد 23
III-3- عنصر الحديد..... 23
III-4- إزالة الحديد من المياه 24
III-5- الحديد الغير مذاب 25
III-6- الحديد المذاب..... 25
III-7- عمليات معالجة الحديد 25
III-8- عملية الأكسدة و الترشيح..... 26
III-8-1- المؤكسدة الشائعة..... 26
III-8-2- العوامل المؤثرة على عملية الأكسدة 26
III-8-3- عمليات الأكسدة..... 27
III-9- طريقة النشاط البيولوجي 31
III-10- العوامل الحافزة للأكسدة..... 32
III-11- طرق المعالجة الفيزيائية لنزع الحديد من الماء 32
III-11-1- الترسيب المسبق 32
III-11-2- الترسيب الطبيعي 32
III-11-3- نظرية الترسيب 33
III-11-4- الترشيح..... 34
III-11-5- نظرية الترشيح..... 34
III-11-5- الغسل العكسي للمرشح الرملي..... 35

III-11-6- التعقيم 37
III-11-6-1- طرق التعقيم..... 37
III-11-6-1-1-التعقيم بالطرق الفيزيائية 37
III-11-6-1-2-التعقيم بالطرق الكيميائية 38
III-11-6-1-3-أنواع التعقيم 38
III-11-7- التخزين 39
III-12- خاتمة الفصل 39
الفصل الرابع
دراسة أبعاد محطة نزع الحديد..... 40
دراسة أبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية بمنطقة سيدي بوصلاح بنظام المعالجة الفيزيائية 41
VI-1- مقدمة الفصل..... 41
VI-2- الفرضية الأولى : الإقتراح الأول 41
VI-2-1- أبعاد أعمال المحطة التدفق المراد معالجته..... 42
VI-2-1-1- برج التهوية (برج الشلال) 42
VI-2-1-2- أبعاد برج التهوية (الشلالات)..... 42
VI-2-1-2- حوض الترسيب..... 45
VI -2-1-3- حوض الترشيح 48
VI-3- الفرضية الثانية : الإقتراح الثاني 52
VI-3-1- تصميم هياكل محطة إزالة الحديد بأحواض الأكسدة..... 53
VI-3-1-1- حوض الأكسدة (التهوية الاصطناعية)..... 53
VI-3-1-2- حوض الترشيح 55
VI-4- خاتمة الفصل..... 57

الفصل الخامس الدراسة التقنية و الإقتصادية 58
V-1- مقدمة الفصل..... 59
الفرضية الأولى: الإقتراح الأول: أبراج الأكسدة (أبراج التهوية بواسطة الشلالات) لسعة 3300 م^3/يوم.59
الفرضية الثانية : الإقتراح الثاني : أحواض التهوية * لسعة 3300 م^3/يوم *. 60
V-2- دراسة المقارنة في الإستثمار 61
V-3- دراسة المقارنة بين الإقتراحين 63
V-4- تحليل النتائج 64
V-5- التسيير و الأستغلال..... 64
V-6- القياس و المراقبة لمستوى المحطة..... 64
V-7- الصيانة و الأمن الصناعي للمحطة 64
V-8- عناصر برنامج الصيانة الدورية 64
V-9- الأنظمة الآلية : بإستعمال أجهزة الأعلام الآلي (الحاسوب) 65
V-10- متطلبات الأمان..... 65
V-11- مهام الوظائف الرئيسية للمحطة..... 65
V-11-1- مهمام و مسؤليات مدير المحطة..... 65
V-11-2- مهام و مسؤوليات رئيس المخبر 65
V-12- خاتمة الفصل..... 66
V-13- الوصايا من أجل إستغلال بقايا وحل الحديد 67
الخاتمة العامـة..... 69
المراجـــــع 70
الملاحـــــــق 74

فهـــــرس الجـــــــداول

الأول الفصل عموميات على منطقة الدراسة

جدول رقم: I–01 : الآبار الممولة لمنطقة الدراسة " منطقة سيدي بوصلاح ".....08
جدول رقم I –02 : متوسط درجات الحرارة الشهري (2008_2017).(محطة إيليزي الأرصاد الجوية بورقلة) 09
جدول رقم I – 03: المتوسط الشهري لهطول الأمطار (2008 – 2017). (محطة إيليزي).....10
جدول رقم I – 4: متوسط سرعة الرياح الشهرية (2008–2017). (محطة إيليزي)..... 11
جدول I – 05: متوسط القيم الشهرية لضربة الشمس (2008–2017). (محطة إيليزي).....12
جدول I –06: القيم الشهرية للحد الأقصى للرطوبة النسبية في(%)والحد الأدنى للرطوبة النسبية في (%)(2008–2017) (محطة إيليزي).....13

الفصل الثاني عموميات حول المياه

الجدول رقمII–01 : النسب المسموح بها لبعض العناصر الغير مرغوب فيها في مياه الشرب.....19
الجدول رقم II–02 : العناصر الفيزيائية و الكيميائية لمياه الآبار المستعملة للدراسة.....20

الفصل الثالث الحديد و تقنيات إزالته من المياه

الجدول رقمIII –01: معادلات التفاعلات للحديد.....24
جدول رقمIII –02: مزايا و عيوب عوامل الأكسدة المستخدمة في معالجة المياه.....30

الفصل الرابع دراسة أبعاد محطة نزع الحديد

الجدول رقم VI –01 : وقت الترسيب للمواد العالقة في متر من الماء.....45

الفصل الخامس الدراسة التقنية و الإقتصادية

جدول رقم: V– 01: كشف كمي و تقديري لأبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية لمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي 59
جدول رقم:V– 02: كشف كمي و تقديري لأبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية لمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي 60
جدول رقم V–3– يمثل المقارنة بين الإقتراحين الأول و الثاني 63

فـــــــــــهرس الصـــــــور و الأشكال

الأول الفصل عموميات على منطقة الدراسة

الشكل رقم I–01: يمثل خريطة الموقع الإداري..... 5
الشكل رقم I–02: يمثل الآبار للممولة للدراسة..... 5
الشكل رقم (I–03): متوسط درجات الحرارة الشهري (المتوسط ، الحد الأدنى ، الحد الأقصى)
(2008–2017).....10
الشكل رقم (I–04): المتوسط الشهري لتساقط الأمطار (2008–2017).....11
الشكل رقم (I–05): متوسط سرعة الرياح الشهرية (2008–2017).....12
الشكل رقم (I–06): القيم الشهرية للتشميس (2008–2017) 13
الشكل رقم (I–07): القيم الشهرية للرطوبة (2008–2017).....14

الفصل الثاني عموميات حول المياه

الشكل رقم II–01 : يمثل دورة الماء في الطبيعة 15

الفصل الثالث الحديد و تقنيات إزالته من المياه

الشكل رقم III –01 : الجدول الدوري للعناصر الكيميائية 23
الشكل رقم III–02 يمثل ضخ (حقن) الهواء بواسطة مكابح 28
الشكل رقم III–03: يوضح الترسيب المثالي في حوض الترسيب 33
الشكل رقمIII –04 : يوضح نظرية الترسيب 34
الشكل رقمIII –05 : يوضح الغسيل العكسي للمرشح الرملي.....36

الفصل الرابع دراسة أبعاد محطة نزع الحديد

الشكل رقمVI –1:محطة إزالة الحديد بإستعمال برج الأكسدة (أبراج التهوية بواسطة الشلالات)..40
الشكل رقمVI –2: نظرية الترشيح 48
الشكل رقمVI –3 : يبين نموذج مبسط لتوضع الأنابيب 52
الشكل رقمVI –02 : محطة إزالة الحديد في حوض الأكسدة (التهوية الإصطناعية).....48

فهـــــرس الصـــــــور

الفصل الثالث الحديد و تقنيات إزالته من المياه

الصورة رقم III–01 : إنحدار الماء على مجموعة من السلالم المتدرجة 27
الصورة رقم III–02 : ضخ الماء مجموعة من النافورات لتعرضه للهواء 28
الصورة رقم III –03 : يوضح تعقيم المياه بواسطة مرورها عبر الأشعة فوق البنفسجية 37

مقدمـــة عامـــــة

مقدمة عامـــــــــــة

يعتبر الماء من العوامل الأساسية في بقاء الكائن الحي على هذه الأرض و هو من النعم العظيمة التي خلقها الله للإنسان لأنه من خلال الماء دبت الحياة ، و يعتبر الماء مذيباً للعديد من المواد العضوية و يعتبر أرخص المذيبات .

مما تحمل المياه من مواد صلبة و شوائب تم إبتكار مشاريع معالجة مياه الشرب و الهدف من ذلك هو الحصول على مياه نقية تكون صالحة للإستهلاك البشري و ذلك من خلال إزالة ، وقتل الكائنات الحية الممرضة و التخلص من الطعم و الرائحة الغير مرغوب فيها و اللون و العكارة الزائدة و بعض المعادن الذائبة و مجموعة الأصناف الكمياوية الغير مرغوبة و المضرة ، و المياه الجوفية عادةً لا تتواجد نقية بل تحتوي على مواد عالقة و أخرى ذائبة بنسب متفاوتة تحدد نوعيتها و تعتبر جميع العمليات و التفاعلات التي أثرت على المياه منذ لحظة تكاثفها في الجو و حتى خروجها من باطن الأرض بواسطة الآبار أو عن طريق الينابيع و هي المسؤولة عن الصفات الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية للمياه الجوفية .

وتعتمد ولاية إيليزي على المياه الجوفية من أجل تلبية حاجيات المستهلك لتزويد بالمياه الشرب وهذه الأخيرة تحتوي على نسبة كبيرة من الحديد بالماء تفوق المعايير الدولية للصحة العالمية (OMS) أي ما يقارب 2,4 إلى 4,4 ملغ /ل ، و هذه النسبة من الحديد بالمياه غير مطابقة للمعايير المسموح بها في الماء لذلك نلاحظ تغير كبير للون الماء بالمنطقة من لون أحمر للماء ووجود مراد عالقة كبيرة بالمياه مما أدى إلى عكارة كبيرة بها و بعض التصبغات الحمراء على الأسطح السراميكية و تغيير لون الملابس البيضاء عند الغسل ببقع الحمراء .

وبما أن المنطقة في توسع كبير و زيادة عمرانية كبيرة قمنا بإقتراح محطة أخري (**دراسة أبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية بمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي**) ، من أجل تقليل الضغط على المحطة الأولى الموجود بوسط المدينة و تسهيل تزويد الأحياء المجاورة لمنطقة سيدي بوصلاح بالمياه الصالحة للشرب منزوعة الحديد .

و من هذا المنطلق قمنا بتقسيم العمل إلى خمسة فصول:

الفصل الأول : التطرق إلى عموميات على منطقة الدراسة من ناحية الموقع الجغرافي و الإداري .

الفصل الثاني : عموميات على خصائص المياه وكذلك خصائص مياه موقع الدراسة .

الفصل الثالث : الحديد و تقنيات إزالته من المياه إما بالطرق الكيميائية أو بالطرق الفيزيائية .

الفصل الرابع : التطرق إلى دراسة أبعاد محطة نزع الحديد ومن أجل ذلك قمنا بإقتراح فرضيتين و المقارنة بين الفرضيتين .

الفصل الخامس : التطرق إلى الدراسة التقنية و الإقتصادية لتكلفة الإستثمار و المقارنة بين الفرضيتين و أخذ أنسب فرضية ، مقبولة من ناحية الدراسة التقنية و الإقتصادية.

الفصل الأول

عموميات على منطقة الدراسة

I -1- مقدمة الفصل

قبل أي دراسة لمنطقة ما ، فإنه يجب أن يكون هناك عرضًا تقريبًا أو أكثر تفصيلاً لمنطقة الدراسة له أهمية كبيرة لإبراز الخصائص المختلفة لمنطقة الدراسة منها الجغرافية و الجيولوجية ، والهيدورجيولوجية .

I -2- الموقع الجعرافي :

تقع ولاية إيليزي في أقصى الجنوب الشرقي للجزائر محتلة مساحة قدرها 1/9 تسع مساحة البلاد تبعد عن مقر العاصمة الجزائر بـ 2000كلم .

وأقرب البلديات لمقر مدينة إيليزي هي بلدية إن أمناس على بعد 249 كلم وأبعدها بلدية عمر إدريس على بعد 720 كلم، أما أقرب مقرات الولاية المحادية فهي ورقلة على بعد 1050 كلم.

I -3- الموقـع الإداري :

بلدية إيليزي حسب التقسيم الإداري هي دائرة وعاصمة للولاية ، تقع في المنطقة الوسطى للولاية ، تكتسي أهمية بالغة بموقعها الاستراتيجي و قربها من حدود الجمهورية الليبية ، والنيجر.

وتضم بالإضافة إلى التجمع الحضري الرئيسي خمس تجمعات ثانوية والمتمثلة في التجمع الثانوي طارات ، بلبشير، سيدي بوصلاح ، تين تورهة .

وتقع بين خطي طول10°02 و 6°08 شرقا ودائرتي عرض 25°14 و 27°54 شمالا، تمتد على مساحة تقدر إجمالية بـ 718 75 كلم^2.

وهي محدودة بـ : [09]

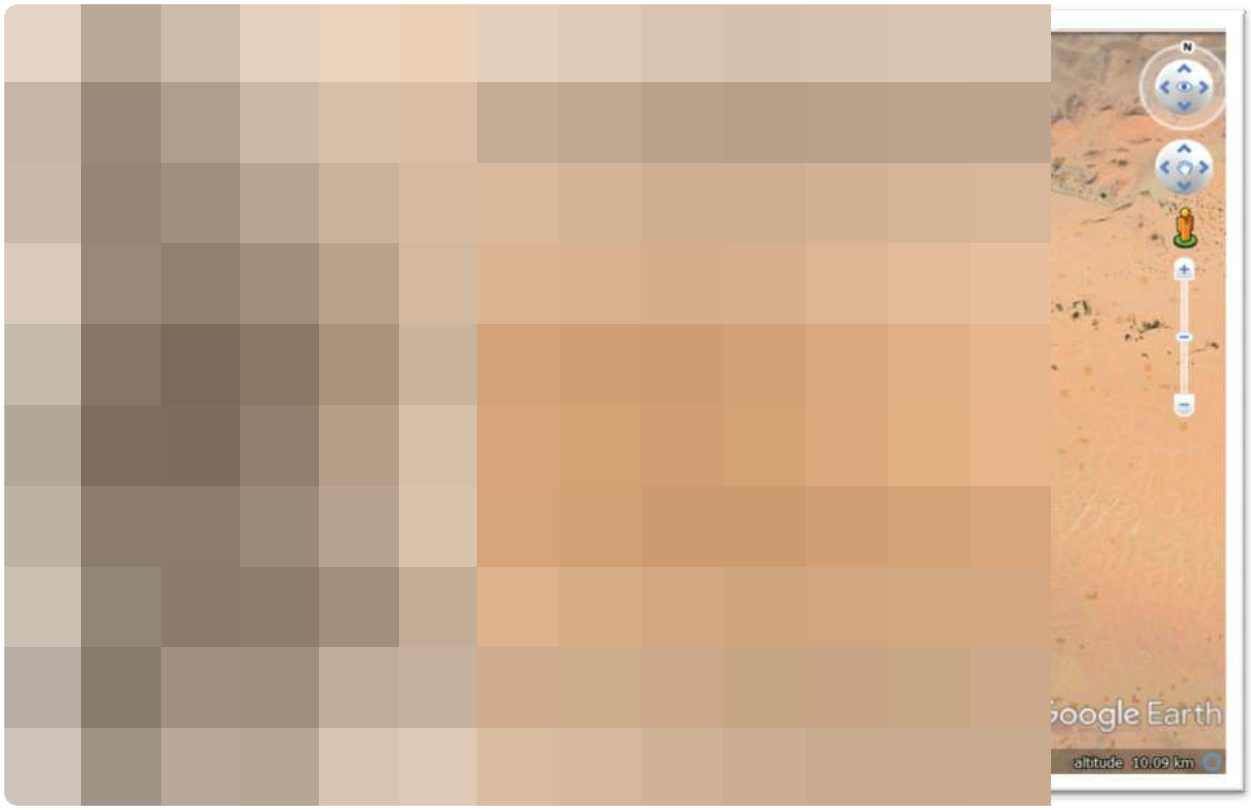
- من الجهة الشمالية : بلديتي إن أمناس و برج عمر أدريس .

-من الجهة الغربية : بلدية إدلاس (ولاية تمنراست).

-من الجهة الجنوبية : الولاية المنتدبة للمقاطعة الإدارية جانت و بلدية برج الحواس .

-من الجهة الشرقية : حدود الجمهورية الليبية .

الشكل رقم I–01: يمثل خريطة الموقع الإداري



الشكل رقم I–02: يمثل الآبار للممولة للدراسة

I -4- المعطيات الطبيعية :

I -4-1- الوسط الطبيعي :

I -4-1-1- تضاريس و مورفولوجية المنطقة :

تلعب التضاريس دورا هاما في توجيه و تجانس النسيج العمراني و مد المنشآت التحتية إذ تعد المتحكم الرئيسي في تحديده .

تقع بلدية إيليزي بالمنطقة الوسطى للولاية في الجهة اليمنى لكتلة الطاسيلي نأجر، من الشمال إلى الجنوب نميز(04) مجموعات جغرافية كبرى[09] :

أ- الكثبان الرملية:

تمثلة في العرق الشرقي الكبير الذي يمثل بحر رملي يغطي جزء من مساحة الولاية ويحتل جزءا كبيرا بالجهة الشمالية لإقليم البلدية، و هو عبارة عن سلسلة من الكثبان الرملية تصل ارتفاعاتها في بعض الأحيان إلى 400 م.

ب-الهضاب:

تتمثل في هضاب :إراس ، تاملغيكت ، فادنون وتيهمبوكا .

ج- جبال الطاسيلي:

تتمثل في جبال الطاسيلي نأجر و هي سلسلة جبلية تقع جنوب البلدية .

I -4-1-2- الوضعية جيولوجية المنطقة :

تتميز جيولوجية المنطقة بوحدتين كبيرتين متميزتين :

_ القاعدة البلورية لعصر ماقبل الكمبري تدفق على مستوى جانت و برج عمر أدريس و تنقسم إلى مجموعتين متحولتين كبيرتين يفصل بينهما إختلاف هام :

الصخر الزيتي : صخر متبلو جداً يتحول .

الفاروسيان : التكتلات ، الكوارتزيت ، الصخر الزيتي ، و الحجر المشع

I -4-1-3- هيدروغرافية المنطقة :

بالنظر إلى الخريطة الهيدروغرافية ، واد إيليزي يقسم البلدية إلى قسمين (جزء شمالي وجزء جنوبي). إقليم البلدية تظهر عليه شبكة هيدروغرافية معتبرة في حالة جفاف ، وتتغمر عند الفياضات، ومن أهم الوديان نذكر: [09]

- **في الشمال** : واد إسوان ، و واد تاخمالت .

-**في الجنوب** : واد مان هودي ، واد أوبركات ، واد أورسين ، واد جارات ، واد إيميهرو ....إلخ.

ملاحظة : واد إيليزي الذي يقسم مقر البلدية من الشرق إلى الغرب عرضه جد هام يصل إلى 800 م في بعض الأماكن وهو المجمع الرئيسي لكثير من الوديان الأقل أهمية وفي بعض الحالات يجلب كميات هائلة من المياه تغمر الوديان المجاورة .

I -4-1-4- المياه السطحية :

المياه السطحية في ولاية إيليزي ضعيفة ، و تعتمد على الأمطار في المناطق الجبلية و تمثل هذه الأخيرة من خلال الوديان من طارات، إميهروا ، جاروات ، تفسست

I -4-1-5- الوضعية الهيدرولوجية للمنطقة :

منطقة إيليزي تمتلك موارد مائية كبيرة نسبياً و متمثلة في العديد من طبقات المياه الجوفية و هي [09]:

أ- طبقة المائية السطحية للوديان «Nappe d'inféro-flux » :

غالباً ما تكون من رواسب العصر الرابع و هي طبقة حرة و التي تغذيها الوديان أساساً ، يتراوح عمقها من 6 إلى 120 م ، مع تدفق يتراوح من 1 إلى 20 م / ثا و المستوى الاستاتيكي ثابت من 1 إلى 15 م و يتم إستغلال هذه الطبقة من قبل بحوالي 60 بئر عميقة في كل من مناطق (برج الحواس ، جانت ، إيليزي) و النوعية الكيميائية للمياه بهذه المنطقة ذات جودة جيدة .

ب- طبقة « Nappe du Complexe Terminal»:

سيليمتون في اقصى الشمال الغربي ميوبوسان وهي تستغل في الصخور الحمراء و عمق الحفر فيها من 250 إلـــى 400 م و يتغير المستوى استاتيكـــي من 70 إلى 100 م و تتفاوت الجودة الكيميائيـــة

للمياه 1,2 إلى 5,5 ملغ /ل من المخلفات الجافة.

ج -طبقة « Nappe du Continental Intercalaire »:

وهو خزان مهم يتكون أساساً من الحجر الرملي و الطين الباري و باريميان ، و يختلف عمق هذا الخزان من 60 إلى 1297 م ، بمتوسط تدفق يبلغ حوالي 15 ل/ثا ، تتميز هذه الطبقة بالماء الدافئ نسبياً مع تذبذب بقايا الجافة بين (0,4 إلى 6,6) غ/ل و يتم إستغلالها فقط في الجزء الشمالي من الولاية (ان أمناس ، برج عمر أدريس ، الدبداب) و يستغل منها 179 بئر عميقة بتدفق 42 م^3 /سنة .

د- طبقة بمنسوب أدنى طبقة الديفونيا : « Nappe du Dévonien Inférieur »

يتم إكتشافها في الخمسينيات و تتواجد هذه الطبقة على عمق 190 م بشكل أساسي يتكون من أحجار رملية من العصر الديفوني الادنى ، و تستغل هذه الطبقة في منطقة إيليزي من عمق 200 إلى 500 م ، مع معدل تدفق بين 10 و 40 ل/ثا .

و المستوى استاتيكي يتأرجح بين 0 و 47 م وعدد 46 بئر عميقة و علاوة على ذلك فإن إمتداد المكاني و خصائصه الهيدروديناميكية تظل غير معروفة .

هـ- طبقة « Nappe du Cambro-ordovicien » :

وهي طبقة من المياه الجوفية مهمة تتكون من حجر رملي في العصر كومفرو _ أوردوفيسان و يختلف عمق هذه الطبقة الجوفية من 100 إلى 600 م بمتوسط تدفق يبلغ حوالي 20 ل/ثا و مستوى أستاتيكي يتراوح بين 27 و 65 م إرتوازية ويتم إستغلال هذه الطبقة في كل من (بلدية برج الحواس ، جانت ، بلدية إيليزي) بحوالي 42 بئر عميقة بمعدل تدفق مستغل يبلغ 12م^3 /سنة [09] .

I -4-2- موقع المصادر المائية المختارة في الدراسة " منطقة سيدي بوصلاح ":

خمسة آبار عميقة مختارة للدراسة من أجل تمويل المحطة و تزويد منطقة الدراسة و ماجوارها بالمياه المصفأة ناقصة كمية الحديد . مواصفات الآبار المختارة للدراسة موضحة في الجدول رقمI -01 . [22]

جدول رقمI -01 : الآبار الممولة لمنطقة الدراسة " منطقة سيدي بوصلاح ".

الآبار العميقة	الطبقة المستغلة	العمق (م)	التدفق المستغل (ل/ثا)	المستوى الديناميكي (م)	المستوى الاستاتيكي (م)	سنة الإنجاز	إستعمال للسقي أو الشرب
تين تورهة	الديفونيا الادنى	504	15	/	/	/	الشرب
تين نمري	الديفونيا الادنى	450	20	38,50	32	2018	الشرب
سيدي بوصلاح	الديفونيا الادنى	460	8	20	9	1997	الشرب
تاكبالت	الديفونيا الادنى	375	15	57	7	1992	الشرب
بلبشير	الديفونيا الادنى	427	20	87	41,10	2014	الشرب
	المجموع		**78**				

I-4-2- الغطاء النباتي :

الظروف الطبيعية (التكوينات الأرضية ، المناخ القاسي والجاف ، نقص المياه السطحية ...) لا تسمح بتشكيل غطاء نباتي مهم ماعدا على مستوي الوديان و المستنقعات ، وتتمثل أكثر أنواع الأشجار تواجدًا في الأكاسيا والسرو .

I -4-3- الخصائص المناخية :

مناخ الولاية صحراوي جاف يتأثر عموما بالتيارات الهوائية القادمة من الشمال شتاءا وبتيارات المناطق الإستوائية الحارة صيفا في السنة فصلين متباينين فصل الصيف أكثر شهور السنة وفصل الشتاء من شهر ديسمبر حتى فيفري وأما تساقط الأمطار فهو ضعيف وموسمي بشكل دائم صيفا حيث تهب التيارات الجوية محملة بكميات تساقط معتبرة حيث ينتفع بها الإنسان ونشير أن ومناخ منطقة الدراسة هو مناخ صحراوي جاف ، يتميز بجو جد حار ، هواء حار وكذلك قلة الأمطار و الرياح وفيرة وتصبح أكثر تواترا وأكثر عنفا خلال موسم الربيع[09].

أ-الحرارة :

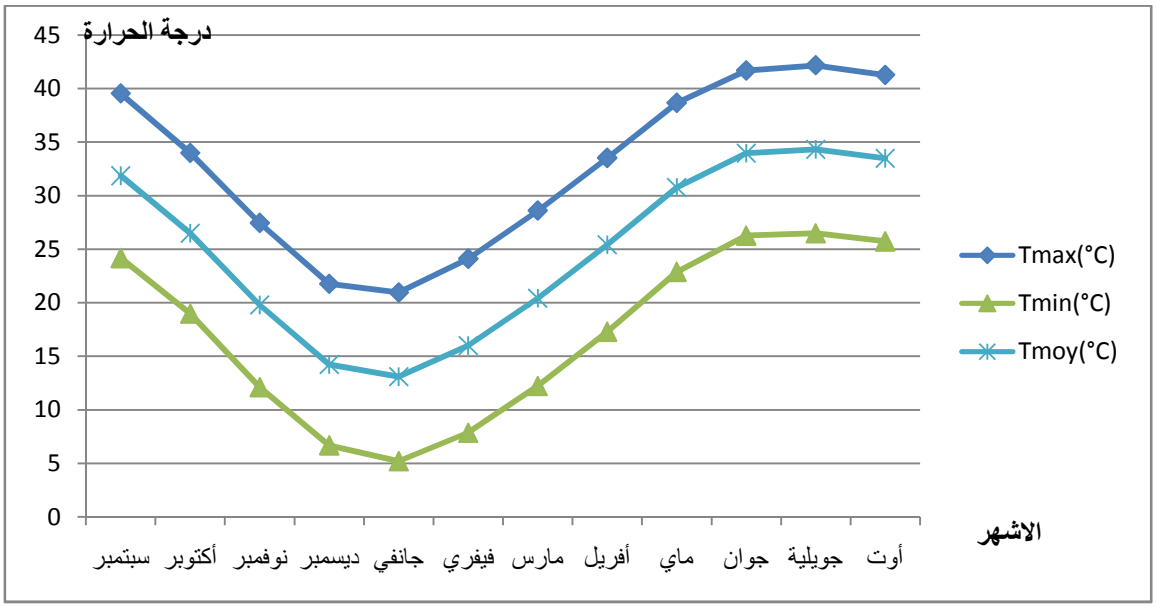
درجة الحرارة هي عامل مهم عندما تتفاعل مع العوامل المناخية الأخرى.

جدول رقم I -02 : متوسط درجات الحرارة الشهري (2008-2017).(محطة إيليزي الأرصاد الجوية بورقلة) .

الأشهر / درجة الحرارة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
Tmax(°C)	39,53	33,98	27,44	21,75	20,10	24,10	28,59	33,51	38,65	41,67	42,16	41,26
Tmin(°C)	24,16	18,97	12,10	6,67	5,20	7,85	12,21	17,28	22,87	26,25	26,25	25,71
Tmoy(°C)	31,85	26,48	19,77	14,21	13,08	15,97	20,40	25,40	30,76	33,96	34,31	33,48

لدراستنا ، هناك فترتان متميزتان تتراوحان من نوفمبر إلى مارس أفريل لفترة البرد ومن جوان إلى سبتمبر للموسم الحار. (الجدول .01).

الحد الأدنى لدرجات الحرارة هو 13.08 درجة مئوية من Tmin في حين أن درجة الحرارة القصوى هي C° من Tmin. تتجمد الليالي (البرد الجاف) والأيام الحارة مع العواصف الرملية خاصة خلال الفترة من فيفري إلى مارس. ما تبقى من العام ، من ماي إلى سبتمبر ، هو فترة الطقس الحار. (الشكل .03).



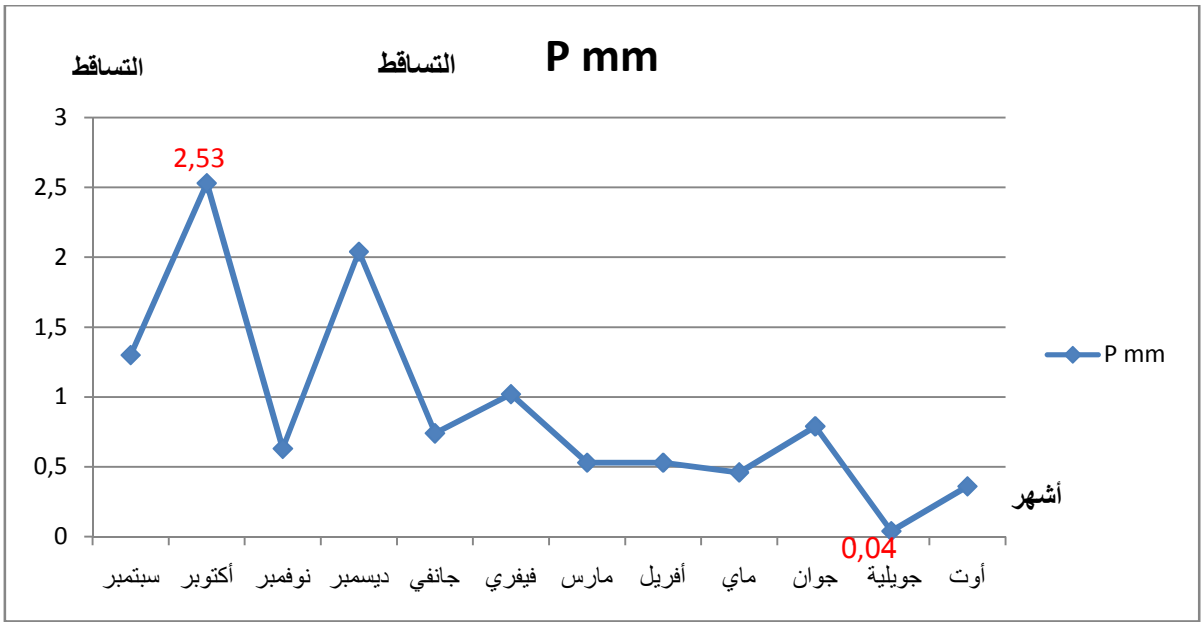
الشكل رقم (I-03): متوسط درجات الحرارة الشهري (المتوسط ، الحد الأدنى ، الحد الأقصى) (2017-2008)

ب- التساقط :

جدول رقم I - 03: المتوسط الشهري لهطول الأمطار (2008 - 2017). (محطة إيليزي).

الأشهر / التساقط	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	المجموع
P(mm)	1,3	2,53	0,63	2,04	0,74	1,02	0,53	0,53	0,46	0,79	0,04	0,36	10,9

هناك سلسلة من الملاحظات الشهرية التي تشمل الفترة (2008_2017) الجدول 03 والشكل 04. إنها ضعيفة وغير منتظمة في جميع الفصول ، ويسود الجفاف. بالنسبة للبيانات التي تم جمعها على مدار 09 أعوام ، يبلغ متوسط هطول الأمطار 1 ملم على التوالي لموسم البرد وأقل من 1 ملم خلال الموسم الحار (جويلية ، أوت). بشكل استثنائي ، شهدت المنطقة بعض الأمطار الغزيرة والأمطار الغزيرة في عام 1976 (156.8 مم) ، في عام 1994 (66.8 مم) .



الشكل رقم (I-04): المتوسط الشهري لتساقط الأمطار (2008-2017)

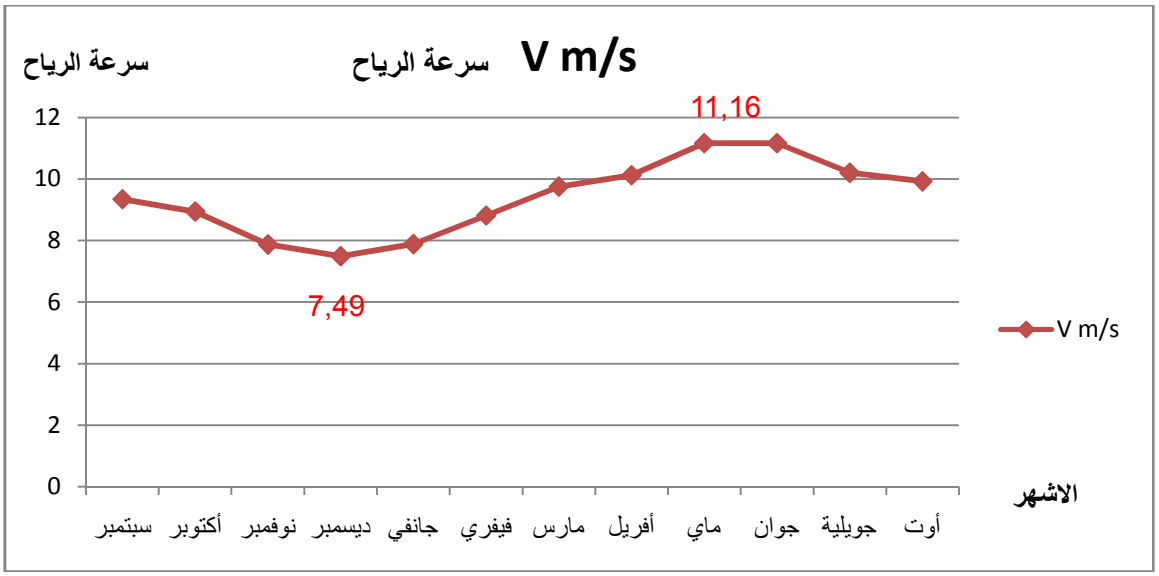
ج- الريـاح :

جدول رقم I - 4: متوسط سرعة الرياح الشهرية (2008_2017). (محطة إيليزي)

الأشهـــر / الرياح	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
V(m /s)	9,34	8,94	8,94	7,49	7,88	8,81	9,75	10,12	11,16	11,16	10,20	9,92

الرياح متغيرة للغاية ومتوسط السرعات أقل من 7 م / ثا. رياح هادئة هي 15 %. وتوجه الرياح السائدة شمال شرق البلاد. غالبًا ما تكون هذه الرياح محملة بجزيئات عدوانية (رواسب) تؤدي إلى تآكل مناطق الصحراء الصحراوية المميزة. رياح قوية من نوع sirocco (الشمال والجنوب والشرق) عموما في فترة الجفاف مع التدرج 11 م / ثا في المتوسط. خلال الفترة الباردة أو الرطبة ، هي غلبة الرياح الغربية والشمالية الغربية الهادئة.

الظواهر الأخرى المرتبطة بالرياح هي العواصف الرملية ، وهي جزيئات تثيرها رياح قوية وتنقلها إلى الشمال والجنوب وتتسبب في انخفاض في الرؤية وتجعل الهواء غير قابل للنشاط وأنشطة الشلل بما في ذلك النقل البر والجو. والظاهرة الأخرى هي الضباب الرملي ، الذي يبلغ متوسطه 6 أيام في السنة والصيد بالرمل بمعدل 4 أيام في السنة ، أقصى فترة هي مارس / جوان مع سرعة 9-11 م / ثا .



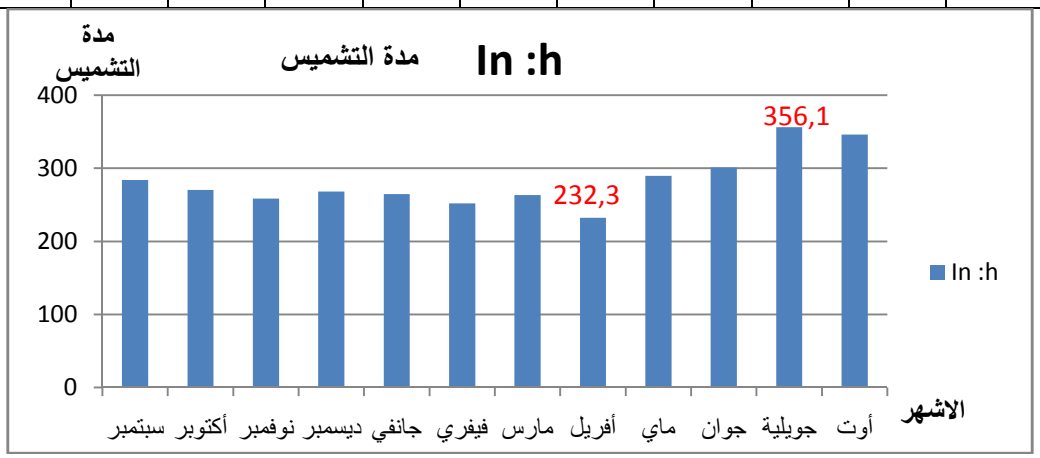
الشكل رقم (I-05): متوسط سرعة الرياح الشهرية (2008-2017)

هـ. التشميس:

يستخدم مصطلح "مدة التشميس" عادةً للإشارة إلى مجموع الفترات الزمنية التي يتعرض خلالها جسم ثابت للشمس خلال فترة زمنية محددة.

جدول 05: متوسط القيم الشهرية لضربة الشمس (2008-2017). (محطة إيليزي)

الأشهر / الرياح	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
In(h)	284,1	270,4	258,7	268,2	264,8	252,0	263,1	232,3	289,4	301,1	356,1	346,1



شكل (I-06): القيم الشهرية للتشميس (2008-2017)

تشير ملاحظة الجدول رقم 5 والأرقام رقم 10 إلى أنه تم الوصول إلى الحد الأقصى في شهر جويلية بمتوسط مدة 356.1 ساعة وسجل الحد الأدنى في شهر أفريل بمتوسط مدة 232.3 ساعة.

د –الرطـوبة النسبية للهواء:

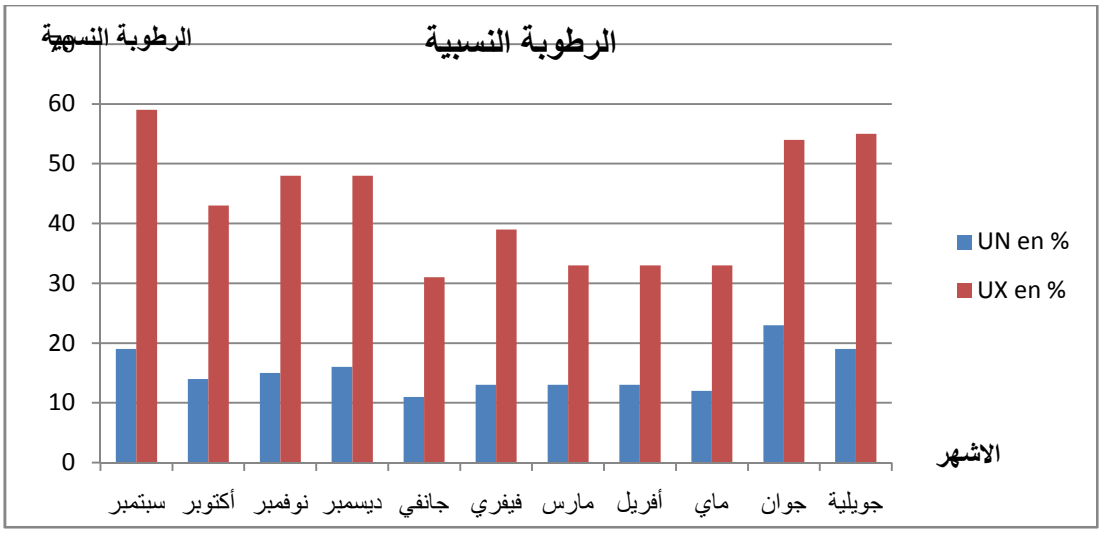
توضح هذه القيمة نسبة الضغط الجزئي لبخار الماء في الهواء وضغط بخار التشبع في نفس ظروف درجة الحرارة والضغط. توضح القيم التي لوحظت في محطة إيليزي أن الرطوبة أعلى في فصل الصيف عنها في فصل الشتاء ، وأن هذه القيم يمكن أن تتأرجح بين 23 و 33 % ، وفي الصيف تبدد درجات الحرارة العالية بخار الماء في الغلاف الجوي ، وهو ما يفسر قيم رطوبة منخفضة تصل إلى 19 %.

جدول I – 06: القيم الشهرية للحد الأقصى للرطوبة النسبية في(%)والحد الأدنى للرطوبة النسبية في (%)2008_2017 (محطة إيليزي)

الأشهـــر / الرطوبة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية
UN %	19	14	15	16	11	13	13	13	12	23	19
UX %	59	43	48	48	31	39	33	33	33	54	55

UN: الحد الأدنى للرطوبة النسبية في %

UX: أقصى الرطوبة النسبية في %



شكل رقم (I–07): القيم الشهرية للرطوبة (2008–2017)

I -5- خاتمة الفصل:

في هذا الفصل قمنا بإهتمام بدراسة بالوضعية الجغرافية ، و الوضعية الجيولوجية ، الوضعية الهيدرولوجية و في هذه الأخير التعرف على نوع الطبقات المائية، والفصل المقبل نتعرف على خصائص المياه و نوعيتها .

الفصل الثاني

عموميات حول المياه

II-1- مقدمة الفصل :

يرجع إهتمام الإنسان بنوعية الماء الذي يشربه إلى أكثر من خمسة الآف عام ، و نظراً للمعرفة المحدودة في تلك العصور بالأمراض و مسبباتها فقد كان إهتمام محصوراً في الصفات المحسوسة للماء من لون و طعم و رائحة فقط ، وفي هذا الفصل سنتطرق إلى خصائص المياه و معايير و صلاحيتها للشرب .

II-2- تعريف الماء :

يمكن تعريفة بأنه مركب كيميائي يتكون من عنصرين الهيدروجين و الأكسجين ، ذرة أكسجين واحدة و ذرتين من الهيدروجين (H_2O) [04].

II-2-1- مصادر المياه الشرب :

الماء كمادة يوجد في صوره الثلاث الغازية كبخار ماء و السائلة كماء و الصلبة جليد و تتحول من صورة إلى أخرى فيتحول من الغازية إلى السائلة بالتكثيف ،و من السائلة إلى الصلبة بالتجميد والعكس، ومن الصلبة إلى السائلة بإنصهار ،ومن السائلة إلى الغازية بالتبخر .

ويمكن تلخيص مصادر مياه الشرب كالأتي : الأمطار ، البخار ، المحيطات ، البحيرات ، الأنهار، المياه الجوفية وهذا ما يسمى الدورة الهيدرولوجية للماء ، و الشكل رقم II-01 يمثل دورة الماء في الطبيعة.[15]

الشكل رقم II-01 : يمثل دورة الماء في الطبيعة

II-2-2- مواصفات مياه الشرب وخصائصه:

يجب أن يكون للماء المخصص للشرب مواصفات محددة بحيث لا يكون يحوي على العناصر قد تؤثر سلباً على صحة المستهلكين و تتوفر فيه متطلبات منظمة الصحة العالمية .

II-2-2-1- الخصائص الطبيعية و الفيزيائية:

1- درجة الحرارة:

تؤثر درجة الحرارة على عمليات معالجة المياه ، فهي تساعد على سرعة ذوبان الكيميائيات المضافة و سرعة ترسب الجسيمات الدقيقة .[16]

2- العكارة :

يسبب وجود المواد العالقة في المياه أو وجود بعض المواد العضوية أو حيوية مثل البكتريا و بعض الشوائب المعدنية كالرمال و التراب ، إضافة إلى وجود مخلفات المصانع و مياه المجاري و مركبات الحديد و نمو الطحالب و التفاعلات التي تنجم عنها إلى تغير لونها وكذا عدم إمكانية شربها .[16]

4-اللون :

يحدث تلون الماء في المورد السطحي نتيجة لتحلل المواد العضوية أو وجود مواد عضوية غير عضوية كالحديد و المغنيزيوم و يعتبر تلون الماء أكثر الدلالات على عدم صلاحيته للاستهلاك الأدنى و معظم الإستعمالات الصناعية .[15]

4- الطعم :

يكون للماء أحياناً طعم غير مستساغ ، و ذلك نتيجة وجود طحالب و مواد عضوية متعفنة أو نتيجة إختلاطه بمياه غير صالحة مياه الصرف الصحي .[15]

5- الرائحة :

يرتبط وجود طعم غير مستساغ في الماء مع وجود رائحة كريهة في نفس الوقت إذ أن الرائحة ناتجة في معظم الأحوال من مسببات الطعم الكريهة.[15]

6- الناقلية الكهربائية :

تعبر الناقلية الكهربائية عن نسبة وجود الأملاح الذائبة بالمياه فإرتفاعها يعبر عن وجود نسبة كبيرة من الأملاح يسبب إما فعل طبيعي ، أو بفعل مياه الصرف الصحي .[16]

II-2-2-2- الخصائص الكيميائية:

1-الأس الهيدروجين :

وهو ما يرمز له بالرمز (PH) و يعبر عن الحالة الحمضية أو القاعدية للماء ، و هو يبدأ من 0 إلى رقم 14 و الرقم 7 يدل على التعادل النقي ، و إذا قل الرقم عن 7 يدل ذلك على خامضية الماء ، فاحينما تذوب أي مادة في المياه بتأين المحلول إلى أيونات الهيدروجين H^+ و أيونات الهيدروكسيد OH^- و يكون الماء حامضي 'ذا كانت الأيونات H^+ أكثر من أيونات OH^- و قاعدي إذا حدث العكس و يكون متعادلاً إذا تساوى تركيز H^+و OH^- .[19].

$$PH=10-\log(H_3O^+)$$

2 - الصلادة أو العسرة :

تنجم الصلادة عن وجود أملاح المعادن في الماء و خاصية أملاح الكالسيوم و المغنيزيوم فوجود نسبة عالية منها تؤثر على عمليات طهي الطعام و العسرة تسبب تأكل داخل القنوات و العدادات و أجهزة تسخين المياه ، كما أنة يكسب الماء طعماً غير مستساغ و يصعب معه بإستخدام الصابون .[19].

4- الأكسجين المذاب :

يتواجد الأكسجين ذائباً في المياه العذبة بصفة دائمة نتيجة للتهوية الطبيعية و تزداد نسبة الأكسجين الذائب في المياه الباردة في المياه الساخنة ، يؤدي وجود الطحالب في المياه إلى إنتاج الأكسجين نهاراً فيزداد منسوب الأكسجين الذائب في المياه و في الليل تستفيد الطحالب كمية من الأكسجين فينخفض منسوب الأكسجين الذائب في المياه .[04].

و تساعد زيادة نسبة الأكسجين الذائب في المياه على حدوث التآكل في الأسطح المعدنية و العدادات و المضخات .

4-العناصر الغير مرغوب فيها :

إن بعض العناصر لا يجب أن تتواجد في المياه الإ بكميات قليلة إما لأسباب تقنية أو لأسباب عضوية أو لسموميها ، بحيث يجب أن لا تتعدى نسبة تواجدهم في الماء النسبة المسموح بها من طرف منظمة العالمية للصحة ، و الجدول التالي يلخص بعض المواد التي لا يجب أن تتواجد بالماء إلا وفق نسب محدودة .

النسب المسموح بها لبعض العناصر الغير مرغوب فيها في مياه الشرب .[19].

الجدول رقمII-01 : النسب المسموح بها لبعض العناصر الغير مرغوب فيها في مياه الشرب[11]

العنصر	النسبة المسموح بها ملغ /ل	العنصر	النسبة المسموح بها ملغ /ل
النترات	10	الزرينخ	0,05
المغنيزيوم	125	النحاس	0,4
الكلوريدارت	250	الحديد+المنعنيز	0,4
الكبريتات	250	الزيك	5
الرصاص	0,1		

II-2-2-3- الخصائص البيولوجية لمياه الشرب :

توفر الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للماء الشروط الحيوية المناسبة للأحياء المائية ، حيث يحوي الماء على أنواع كثيرة و متباينة من الحيوانات المائية بحيث يصل عددها إلى عدة مئات من الآف أو عدة ملايين في اللتر الواحد من الماء ، هذا العدد الكبير تكون له مساحة سطحية ذات فعالية كبيرة جداً و تؤثر بصفة أساسية في تحديد نوعية المياه ، تتميز الحياة المائية بالديناميكية و بالتغير و التنوع المستمر[21] .

1-الفيروسات :

الفيروسات غير قادرة بصفة مستقلة على القيام بفعاليتها الحياتية أو بناء مادتها ، تتكاثر من خلال دخولها إلى الخلية الحية و بعد تدميرها للخلية تنطلق بإتجاه خلايا أخرى ،ويتراوح مقياسها من 20 إلى 50 ميلي ميكرون بعضها يصب الإنسان بعد أمراض منها الزكام .

إزالة الفيروسات بإستعمال الكلور .

2-البكتيريا :

أبعادها ميكروسكوبية ، تتواجد على شكل منفرد أو على شكل مجموعات توجد في الطبيعة بعدة أشكال منها العصيات Bacilles ، الكرويات Coccies ، الحلزونية Spirilles ، و العديد منها مسؤول عن الأمراض التالية : اليتفوس ،الكوليرا و يتم تدمير البكتريا حالياً بإستخدام المعقمات المختلفة خاصة الأوزون .

II-3- نوعية مياه مدينة إيليزي :

الجدولII-02 يوضح مواصفات الآبار المختارة للدراسة من العناصر الفيزيائية و الكيميائية و التدفق.[24]

الجدول رقم II-02 : العناصر الفيزيائية و الكيميائية لمياه الآبار المستعملة للدراسة

الرقم	العناصر	البئر العميقة تين تورهة	البئر العميقة تين نمري	البئر العميقة سيدي بوصلاح	البئر العميقة تاكبالت	البئر العميقة بلبشير
01	الكالسيوم(ملغ/ل) Ca^{+2}	64	40	45	62	67
02	المغنيزيوم(ملغ/ل) Mg^{+2}	60	46	67	49	20
04	الصوديوم (ملغ/ل) Na^{+}	27	40	22	25	44
04	البوتاسيوم (ملغ/ل) K^{+}	2	4	2	2	2
05	الكلور (ملغ/ل) Na^{+}	104	68	104	87	75
06	الكبريتات (ملغ/ل) SO_4^{-2}	210	97	156	180	146
07	ثاني أكسيد الكربون(ملغ/ل)$_4$ CO	0	0	0	0	0
08	بيكربونات (ملغ/ل)HCO_4^{-}	80	94	184	80	101
09	الحديد (ملغ/ل) Fe^{+2}	2,51	4,42	2,44	2,54	4,4
10	النترات (ملغ/ل) NO_4^{-}	4	0	7	4	4
11	الأكسجين (ملغ/ل) O_2	7,88	7,27	7,44	4	7,24
12	الناقلية الكهربائية (ميكروسيمنس/سم)	966	867	756	759	690
14	الاس الهيدروجيني PH	4,5	6,7	7,10	7,12	6,65
14	درجة الحرارة F°	26	24	25	24	24
15	العكارة NTU	6- 22	7- 26	7- 25	6 - 18	6 - 27
16	التدفق اليومي م^3/يوم	600	690	550	660	800
17	تركيز الحديد في الماء (ملغ/ل)	3,32				

من خلال الجدول تبين بوجود نسبة الحديد مرتفعة في المياه المستعملة لشرب و كذا عكارة المياه كبيرة جداً في المياه المستعملة للاستغلال للشرب .

II-4- التراكيز المسموح بها في مياه الشرب :

و تعمل منظمة الصحة العالمية على تحديد مواصفات و تعريفات دقيقة محددة لمياه الشرب و جدول الملحق رقم 01 يوضح التراكيز المسموح بها في مياه الشرب لبعض المواد [01].

II-5- خاتمة الفصل :

من خلال تحاليل الآبار التي ستأخذ للدراسة تبين أن عند رفع العينات و تحليلها تبين بوضوح وجـــود إرتفاع كبيرة في عكارة المياه بالمناطق الموجه آبارها للدراسة ويتبن ذلك خلال الجدول رقمII -02 و كذلك تبين أيضاً إرتفاع نسبة الحديد في مياه الآبار الموجه للدراسة و تعدت قيمة حديد مرتفعة جداً عن المعايير الدولية و الوطنية المسموح بها في مياه الشرب.

الفصل الثالث

الحديد و تقنيات إزالته من المياه

III-1- مقدمة الفصل :

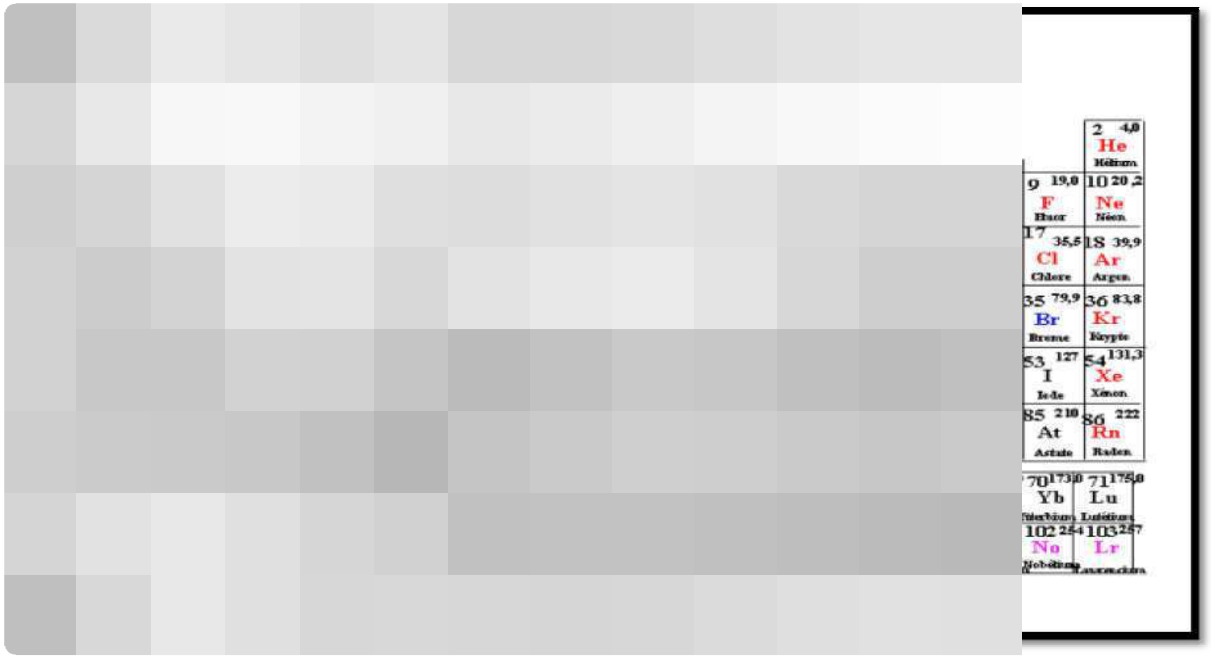
معالجة مياه الشرب و خاصةً إزالة الحديد من الماء عن طريق الأكسدة بعدة عوامل تقوم بأكسدة الحديد Fe^{+2} إلى الحديد Fe^{+4} حتى يسهل التخلص منه ، حيث يوجد الحديد في الماء بكميات مختلفة و ذلك إعتماداً على التكوينات الجيولوجية للمنطقة و المكونات الكيميائية للمجرى المائي ، عندما يتجاوز الحد المسموح يسبب مشاكل في المياه حيث يؤثر على قابلية المياه للشرب و يظهر طعم معدني في المياه و يغير لون الماء و يكون مركبات عضوية معقدة ، كما يؤدي لتقليل فعالية الكلور المستخدم في التعقيم .

III-2- الحديد :

يعتبر الحديد رابع العناصر التي تدخل في تكوين قشرة الأرض من حيث الوزن الحديد عنصر شائع في الصخور و التربة و هو جزء أساسي في التربة الطينية و يوجد في الماء بكميات مختلفة و ذلك إعتماداً على التكوينات الجيولوجية للمنطقة و المكونات الكيميائية للمجرى المائي و الحديد عنصر ضروري لنمو و حياة ويتم ترسيب الحديد في الماء في وجود الأكسجين على هيئة هيدروكسيد الحديديك الأصفر أو أكسيد الحديديك الأحمر.[14]

III-3- عنصر الحديد :

عنصر فلزي و في حالته النقية يبدو فضياً لأمعاً ، قابل للطرق و السحب و موصلاً جيداً للحرارة ، نشطاً كيميائيا يذوب في الأحماض و يصدأ في الهواء الرطب و يتحد مباشرة مع الكبريت،الفسفور، الكربون. [14]



الشكل رقم III -01 : الجدول الدوري للعناصر الكيميائية

III-4- إزالة الحديد من المياه :

تلجأ الكثير من محطات معالجة المياه و التي تعتمد على مياه الآبار الجوفية ، إلى إستخدام و تطبيق طريقة لإزالة أملاح الحديد و ذلك لتقليل من مشكلات الطعم و اللون في مياه الشرب و الإستهلاكات المنزلية حيث تكون على الملابس عند غسليها لوناً و بعقاً بلون الصدأ للمياه المحتوية على أملاح الحديد و باللون البني للمياه المحتوية على المغنيزيوم و كما تترك حبيبات سوداء داكنة في القطع الخاصة لتوصيلات المياه بالإضافة إلى مشكلات تكوين رواسب و إنسداد شبكات التوزيع .[11]

وعادةً تخرج مياه الآبار الجوفية صافية ولا لون لها ولكن عند تركها لفترة في أواني الطهي أو الأدوات الصحية مثلاً : تبدأ أملاح الحديد في الإتحاد مع الأكسجين (الموجود في الهواء الجو) مكوناً جزيئات ذات لون بني محمر (يسمى الصدأ).

هذه الشوائب عادةً تعطي طعماً معدني المذاق و بمرور الوقت فإن رواسب الحديد قد تتراكم داخل الخزانات و قنوات شبكة التوزيع و تؤدي بالتالي إلى تكاثر الكائنات الحية الدقيقة مسببة تدهوراً في نوعية المياه و كذلك إنحفاضاً في الضغط ، و عليه يجب إعطاء إهتمام خاص بعملية التحكم في إزالة الحديد من مياه الشرب أي الإستهلاك اليومي للإنسان.

وبشكل عام إذا كانت كمية الحديد في الماء أكبر من 0,4 ملغ/ل فمن الأفضل معالجة هذه المياه و التخلص من الكمية الزائدة ، وتتم الإزالة التقليدية له بواسطة حوض التهوية ثم الترسيب ثم الترشيح الرملي و يمكن أن نجري الأكسدة بالكلور أو بالبرمنغنات البوتاسيوم أو الأزون بدلاً من التهوية الإعتيادية و ذلك حسب المعادلات التالية والجدولIII -01 يوضح التفاعلات الحديد بالطريقة المعالجة النظرية لـ 1 ملغ/ل من الحديد في الماء :[01]

الجدول رقمIII -01: معادلات التفاعلات للحديد

المؤكسد	التفاعلات	معدل المعالجة النظرية
O_2	$4Fe^{2+} + O_2 + 10\ H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_{4(S)} + 8H^+$	0,14 ملغ منO_2/ملغ Fe
Cl_2	$2Fe^{2+} + Cl_2 + 6\ H_2O \longrightarrow 2\ Fe\ (OH)_{4(S)} + 6\ H^+$	0,64 ملغ منCl_2/ملغFe
$KMnO_4$	$Fe^{2+} + MnO_4 + 2\ H_2O + 5\ OH^- \longrightarrow 4\ Fe(OH)_{4(S)} + 5\ MnO_{2(S)}4$	0,94 ملغ من$KMnO_4$/ملغFe
ClO_2	$Fe^{2+} + ClO_2 + 4\ OH^- \longrightarrow Fe(OH)_{4(S)} + ClO_2^-$	1,21 ملغ منClO_2/ ملغFe
O_4	$2\ Fe^{2+} + O_{4(aq)} + 5\ H_2O \longrightarrow Fe(OH)_{4(S)} + O_{2(aq)} + 4H^+$	0,44 ملغ من O_4/ملغFe

III-5- الحديد الغير مذاب :

عندما يكون الحديد في الحالة الغير مذابة فإنه ليس من الضروري أكسدته حيث يمكن إزالتهم بكفاءة بعملية ترويب (**Coagulation**) بسيطة (في حالة عدم الحاجة إلى إزالة الحديد العسر في وحدة إلتصاق المواد الصلبة) يلي ذلك الترشيح و في الحالة إستخدام طريقة الجير الصودا لإزالة العسر فإن الحديد الغير مذاب سيتم إزالته طبيعياً .

كما أنه يمكن إزالته بالترشيح فقط في حالة المحتوى الغير مرتفع من الحديد الغير مذاب .[14]

III-6- الحديد المذاب :

يمكن إزالة الحديد المذاب عن طريق الأكسدة بالهواء ، و أكسدة بالكلور أو ثاني أكسيد الكلور ثم الترشيح .

III-7- عمليات معالجة الحديد :

تلجا كثير من محطات المعالجة للمياه الجوفية للمياه إلى إزالة الحديد من المياه خلال ثلاثة عمليات:

أ- الترسيب :

و التي تعتمد أساساً على أكسدة أملاحها الذائبة و تحويلها إلى مواد غير قابلة للذوبان ثم الترشيح في مرشحات رملية عادية أو المعالجة و هذه العملية هي الأكثر نظماً و شيوعاً في دول بعض دول إفريقيا و في بعض دول الشرق الأوسط مثال دولة مصر .[11]

ب- عملية التبادل الأيوني :

و التي تعتمد على إستعمال " الزيوليت " كوسيط تبادل في حالة غياب الأكسجين و المغنيزيوم المنخفض (أقل من 0,5 ملغ /ل) ، وفي بعض الأحيان تستخدم عمليات التهوية و الترشيح قبل إستخدام التبادل الأيوني عند إزالة العسر .[15]

ج- التثبيت :

بإستخدم عوامل التثبيت (ليولي فوسفات) لمنع ترسيب و تراكم هذه المعادن وهي تستعمل عندما يكون تركيز الحديد أقل من 1 ملغ /ل و المغنيزيوم أقل من 0,4 ملغ/ل ، و عند عدم إستخدام المعالجة بالترسيب و الترشيح .[11]

يعتمد إختيار نظام التحكم و إزالة الذي تحتاجه محطات معالجة مياه الشرب على فهم ديناميكية التفاعل المطلوب لتأكيد نظام التشغيل المناسب من أنظمة التحكم و إزالة الحديد و على هذا الأساس يجب أولاً إجراء

الدراسة و التحاليل اللازمة لمعرفة تركيز الحديد في الماء ثم إختيار النظام الأمثل و تحديد جرعة المؤكسد و الوقت الذي يستلزمه.

III-8- عملية الأكسدة و الترشيح:

III-8-1- المؤكسدة الشائعة :

التهوية (الأكسجين) – الكلور الحر – ثاني أكسيد الكلور – برمنغنات البوتاسيوم – فوق أكسيد الهيدروجين – الأوزون .

الطرق الآتية يمكن إستخدامها لإزالة الحديد المذاب

- **المأخذ (المنبع) مصدر أخذ المياه :**

المأخذ هو الأعمال الإنشائية التي تقام على المصدر المائي لجر المياه العكارة (الخام) بطريقة سليمة و الكميات المناسبة للإحتياجات ، و هناك أنواع مختلفة من المأخذ (المنبع) إلا أن إختيار النوع المناسب يتوفق على عدة عوامل أهمها :

- مصدر المياه الخام .
- نقطة استخراج المياه من المصدر.
- جر المياه من متوسط عمق المياه بالمصدر (البئر العميق).
- مراعاة تغير منسوب المياه في المصدر.
- أن يكون في مكان مستقيم من المصدر قدر المستطاع .
- أن يكون بعيد عن أي مصدر تلوث محتمل .

III-8-2- العوامل المؤثرة على عملية الأكسدة :

- تركيز الحديد في الماء .
- درجة تركيز الأس الهيدروجين PH .
- وجود المواد العضوية و ملاحظة تأثير على عملية الإزالة بالأكسدة.
- درجة الحرارة .[04]

III-8-3- عمليات الأكسدة :

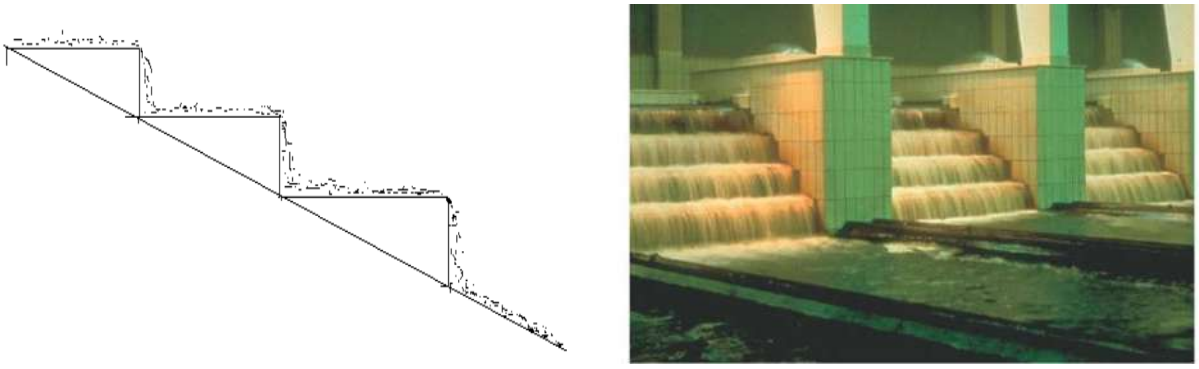
أ- الأكسدة بالتهوية:(Oxydation)

يتم أكسدة الحديد عادةً بالأكسجين الموجود في الهواء الجوي و لابد من مراعاة إستمرارية التهوية و ذلك لضمان تجديد السطح مع توخي تقليل تكاليف الطاقة، و ذلك حسب المعادلة الأكسدة و الإرجاع التالية: [19]

$$4Fe^{2+} + O_2 + 10\ H_2O \rightleftharpoons 4Fe(OH)_4\downarrow + 8H^+ \qquad [01\text{-III}]$$

- **من وسائل التهوية :**

- رفع المياه إلى أعلى برج ثم إنحدارها على مجموعة من السلالم المتدرجة[21] كما بالصورة رقم III-01

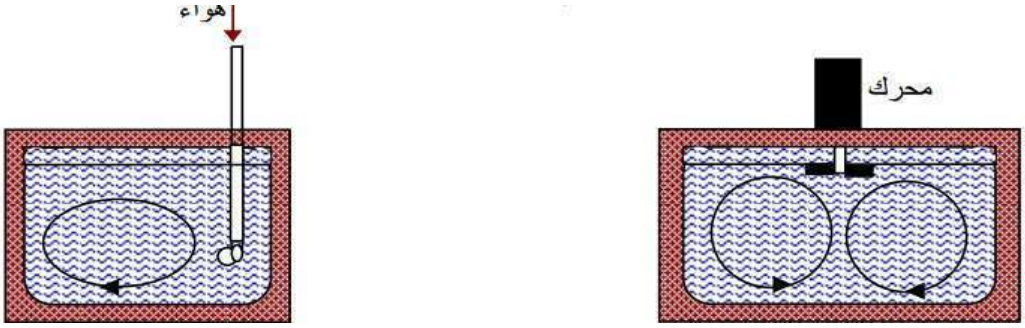


الصورة رقم III-01 : إنحدار الماء على مجموعة من السلالم المتدرجة

- ضخها في مجموعة من النافورات أو مرورها خلال مجموعة من نفورات لتذريرها و لتعريضها أكبر مساحة ممكنة منها للهواء الجوي بهدف أكسدة الحديد بالأكسجين الجوي ، كما بالصورة رقم III-02 . [20]

الصورة رقم III-02 : ضخ الماء مجموعة من النافورات لتعرضه للهواء

- وفي بعض المحطات التي لا يتوفر بها مساحات كافية يتم ضخ (حقن) هواء مضغوط ، من وحدات (كباسات) مكابح منفصلة في مسار المياه إلى (مؤكسدات) و هي أحواض بها طبقة من الحصى الصغير تسمح بإتمام خلط الهواء بالماء و توفير مدة المكث المناسبة لإتمام عملية الأكسدة المطلوبة . كما بالشكل رقم III-02 .[20]



الشكل رقم III-02 يمثل ضخ (حقن) الهواء بواسطة مكابح

➢ **طرق المعالجة الكيميائية لنزع الحديد من الماء :**

ب- الأكسدة بالكلور :

و حسب مبدأ معادلة الأكسدة و الإرجاع الخاصة بأكسدة الكلور التالية : [19]

$$Fe^{2+} + Cl_2 + 6\,H_2O \rightleftharpoons 2Fe(OH)_4\downarrow + 2Cl^- + 6H^{+2} \qquad \textbf{[02-III]}$$

يتم أكسدة الحديد الموجود في المياه بحقن الكلور بجرعات " مناسبة " حيث تتأكسد أملاحها إلى أكاسيد الحديد الغير قابلة للذوبان و التي يسهل ترشيحها بعد ذلك و التخلص منها .[17][19]

مع الحرص على عدم زيادة نسبة الكلور المتبقي في حالة وجود مواد عضوية لتفادي تكون المركبات العضوية ، وفي الكثير من الحيان يضاف الكلور بعد عملية التهوية للمساعدة في أعمال الأكسدة حيث أن الكلور الحر يؤكسد المغنيزيوم بسرعة مقبولة ، عند تركيز الأس الهيدروجيني PH أكثر من 9 و عليه ففي حالة إنحفاض درجة تركيز الأس الهيدروجيني يضاف الجير لرفع هذه الدرجة و المساعدة في سرعة عملية الأكسدة .[19]

ج- الأكسدة بالبرمنغنات البوتاسيوم :

و حسب مبدأ معادلة الأكسدة و الإرجاع الخاصة بأكسدة برمنغنات البوتاسيوم التالية :

$$4Fe^{2+} + KMnO_4 + 7H_2O \rightleftharpoons 4Fe(OH)_4\downarrow + MnO_2\downarrow + K^+ + 5H^+ \qquad \textbf{[03-III]}$$

أوضحت التجارب و الإختبارات أن المعنيزيوم و الحديد " الغير مركب " يتم أكسدتهما في الحال عند إضافة برمنغنات البوتاسيوم ($KMno_4$) إلى الماء و تحويلهما إلى أكاسيد غير قابلة للذوبان .

كما وجد أنه يعطي سرعة أكسدة عالية عند درجة تركيز هيدروجيني PH تتراوح بين 5- 7 مع ملاحظة أنه ظروف المياه القلوية يتأكسد الحديد بالأكسجين الذائب .

برمنغنات البوتاسيوم تؤكسد أيون المغنيزيوم إلى ثاني أكسيد المغنيزيوم الذي يغلف بدوره حبيبات الرمل و التي تعمل بدورها على إمتزاز المعنيزيوم أثناء عملية الترشيح و التخلص منه .[17]

تعتبر عملية أكسدة المعنيزيوم أصعب نسبياً من أكسد الحديد و ذلك يسبب أن سرعة التفاعل تكون أبطئ و نحتاج لفترة مكوث أطول (عادةً من 10 إلى 40 دقيقة).

د- أكسدة ثاني أكسيد الكلور :

و حسب مبدأ معادلة الأكسدة و الإرجاع الخاصة بأكسدة ثاني أكسيد الكلور التالية :

$$Fe^{2+} + ClO_2 + 4H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_4\downarrow + ClO^-_2 + 4H^+ \qquad \textbf{[04-III]}$$

إن ثأني أكسيد الكلور (ClO_2) هو غاز غير مستقر يمكن توليده بإضافة حمض أو كلور إلى كلوريت الصوديوم فمثلاً مع كمية زائدة من الكلور عند قيمة (PH>5) ، و ثاني أكسيد الكلور غاز شديد الفعالية و يتطلب تداوله الآمن إتخاد الحذر الشديد ، و بسبب عدم إستقرار يجب توليده في الموقع و إستعماله فوراً.

و بالغم من أن ثاني أكسيد الكلور مكلف في إستخدامه كمادة معقمة إلا أن خصائصه القوية في الأكسدة تجعله ذا قيمة كبيرة في السيطرة على الطعم و الرائحة و اللون و الحديد و المعنيزيوم ، كما أن ثاني أكسيد الكلور لا يتأثر بمركبات الأمونيا فهو مؤكسدها ليعطي نواتج لا طعم لها ة ليشكل باقي مستمر في شبكة التوزيع وحتى الآن فإن ثاني أكسيد الكلور يستخدم على نطاق واسع في الولايات المتحدة.[17][19]

هـ- الأوزون :

الأوزون عنصر أكسدة قوي و معقم أساسي فعال و إستخدامه غير مصحوب بطعم أو رائحة ، يضاف بتركيز 2- 4 جزء من المليون حتى 4 جزء في المليون و فترة تماس من 10- 15 دقيقة يبقى منه تركيز 0,1 جزء في المليون بعد 10 دقائق مع إضافته و هو غاز قابل للذوبان في الماء بسهولة يراعي عند تعقيم المياه الأوزون زيادة الكمية المضافة قليلاً للتخلص من أي مواد تسبب تغييراً في الطعم و الرائحة و من عيوب هذه الطريقة و لسوء الخط فإنه لا يوفر أيضاً حماية طويلة لان الأوزون المتخلف لا يبقى في الماء أكثر من 40 دقيقة حيث يتحول الأوزون إلى أكسجين يستعمل الأوزون في عمليات المياه الكبرى و الصغيرة و حمامات السباحة و يستخدم لتعقيم المياه المعبأة .[17][19]

و- الأشعة فوق البنفسجية :

هي أشعة كهرومغناطيسية قصيرة تتراوح أطوالها بين (200 – 400) نانومتر و هي فعالة في قتل كل أنواع البكتيريا و الفيروسات حيث تقوم هذه الأشعة بتدمير الحامض النووي للخلية البكترية ، يتم توليد الأشعة فوق البنفسجية بتمرير تيار كهربائي بين قطبين في وسط من بخار الكوارتز الزيبقي ، أن أقصى طاقة تنتجها أشعة فوق البنفسجية هي عند طول موجة (254,7) نانومتر .

زمن التعرض المطلوب للأشعة من عدة ثواني إلى دقائق معدودة حيث تستخدم عادة مصابيح كروية أو أنبوبية لتوليد الأشعة الفوق البنفسجية.[16]

ومن خلال ما تقدم من معلومات في هذا الفصل ، يمكن إيجاز المميزات و العيوب للمطهرات المستخدمة في تعقيم (تطهير) مياه الشرب في الجدول رقم III–01 و ينبغي الإشارة إلى أن فعالية أي مطهر قد تختلف نسبياً تبعاً لطبيعة المعالجة. [11]

جدول رقمIII –02: مزايا و عيوب عوامل الأكسدة المستخدمة في معالجة المياه

عامل الأكسدة	المزايا	العيوب
الكلور	– مؤكسد قوي – مطهر قوي – بسيط الإضافة – رخيص نسبياً – له تاريخ ممتد من الإستخدام	– قد يساهم في مشاكل المذاق و الرائحة – تتأثر لفاعلية الأس الهيدروجيني
الأوزون	– مؤكسد قوي جداً – مطهر قوي جداً – لا ينشأ في مشاكل المذاق و الرائحة – يتأثر قليلاً بالأس الهيدروجيني – يساعد في عملية الترويب	– لا يبقى مطهر متبقي في المياه – مكلف نسبياً – ينتج في موقع الإستخدام و يتطلب طاقة كهربائية كبيرة – طريقة الإنتاج و التغذية معقدة – له تأثير تأكلي على الفلزات – يكون نواتج ثانوية قابلة للإنحلال الحيوي تتطلب التحكم فيها

جدول رقمIII -02: مزايا و عيوب عوامل الأكسدة المستخدمة في معالجة المياه (يتبع)

ثاني أكسيد الكلور	- عامل مؤكسد جداً - مطهر قوي جداً - لا ينشأ فيه مشاكل المذاق و الرائحة - مدة البقاء طويلة - فعال في التخلص من بعض المواد المسببة للمذاق و الرائحة - لا يتأثر بالأس الهيدروجيني	- ينتج في موقع الإستخدام - تنشأ عنه روائح الهيدروكربونات من الصعوبة المحافظة على المطهر متبقي دائم
محلول برمنغنات البوتاسيوم	- سهلة الإستخدام - فعال في أكسيدة الحديد و المغنيزيوم - فعال في التخلص من أنواع معينة من المذاق و الرائحة	- ينشأ عنه راسب ثاني أكسيد المغنيزيوم و لابد كم إزالته - عامل مؤكسد متوسط القوي - تتلون المياه باللون البنفسجي إذا لم تضبط الجرعة المستخدمة - القدرة التطهيرية محدودة
الأكسجين	- سهل الإستخدام - لاينتج عنه نواتج ثانوية	- عامل مؤكسد ضعيف نسبياً لأغلب تطبيقات معالجة المياه عدا أكسدة الحديدوز يسبب حدوث تأكل و تكوين حراشيف ورواسب

III-9- طريقة النشاط البيولوجي :

إن النشاط البيولوجي الذي يتم على سطح حبات رمل المرشح هو فعل كائنات مجهرية تعيش داخل و على سطح طبقة الترشيح إذ أنه خلال مدة بقاء الماء في المرشح فإن الجراثيم الموجودة أو المضافة خصيصاً إلى المرشح تلتصق بسطح الحبيبات الرملية ، حيث تنمو و تتكاثر متغذية بالموارد العضوية و غير عضوية الموجودة هناك ، و التي تتحول إلى مواد عضوية خلوية حية و هكذا تتحول المواد الغروانية و الجزيئات المنحلة إلى جزيئات حية و بهذا الشكل تتحول المواد العضوية إلى أمونيا ثم إلى نتريت ثم إلى نترات ، أخيراً تتحول إلى أملاح عضوية (نترات و فوسفات و ثاني أكسيد الكربون وماء) بما يسمى بالمعدنة .

و حسب كمية الغذاء المؤمنة من قبل المياه الجارية في المرشح فإننا نستطيع الإحتفاظ بعدد قليل من الجراثيم ، إذن فالنمو المذكور أعلاه يرافقه إبادة مماثلة ، ويطرح قسم من الجراثيم الميتة بفضل الغسل الإرتدادي للمرشح [14] .

III-10- العوامل الحافزة للأكسدة :

تتأثر تفاعلات الأكسدة بوجودة عوامل حفزة و هذه العوامل هي عبارة عن مركبات تقوم بتغيير معدل التفاعل بدون أن يحدث لها تغير أو إستهلاك فهي تساهم في الخطوة المؤثرة على معدل التفاعل ثم يعاد تنشيطها مرة أخرى في خطوة لاحقة من التفاعل .

و بوجه عام فالعوامل الحفزة تعطي مساراً بديلاً للتفاعل و تعمل على زيادة معدل الأكسدة الكيميائية و هناك نوع آخر من تفاعلات التحفيز الهامة في تفاعلات الأكسدة تأتي في البداية بالتفاعل المتسلسل للشقوق الحرة و تحلل الكلور بفعل الحديد و الأوزون بفعل الهيدروكسيد .[14]

III-11- طرق المعالجة الفيزيائية لنزع الحديد من الماء :

III-11-1- الترسيب المسبق :

يتم إنشاء أحواض الترسيب الأولى تسبق هذه الأحواض في المعالجة التقليدية وذلك من أجل التخلص من العكارة العالية في المياه و التي تكون جد عالية في بعض الأحيان تصل إلى NTU 1500 حيث يتم ترسيب المياه فيزيائياً، و تكون فترة البقاء في هذه الأحواض حوالي 4 ساعات .

III-11-2- الترسيب الطبيعي :

الترسيب هو عبارة عن عملية المعالجة و يتم فيها فصل المواد الصلبة و العالقة و الحبيبات الكبيرة الحجم ذات الكثافة العالية بالترسيب تحت تأثير الجاذبية الأرضية و توضع المياه المراد معالجتها في حوض الترسيب لفترة ومنية تتراوح ما بين (4-5) ساعات [05].

ونظراً لأن مساحة مقطع الحوض عادةً تكون كبيرة فإن سرعة الترسيب تكون قليلة ، و بذلك فإن الحبيبات ذات الكثافة العالية من السائل تترسب إلى القاع أما الحبيبات ذات الكثافة القليلة (الضعيفة) فتصعد على سطح الحوض ليتم فصلها بعملية الطفوْ .

ويتم إستخدام الترسيب من أجل الأسباب التالية :

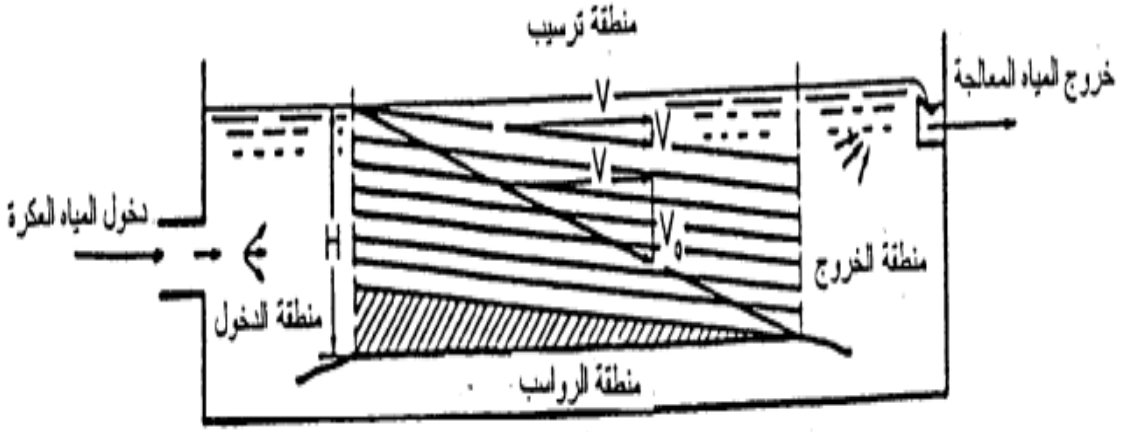
أ- التخلص من الحبيبات الصلبة الغير عضوية .

ب- إزالة المواد الصلبة العضوية .

ج- إزالة المتجلطات الكيميائية .

حيث يحدث الترسيب عند تكون المياه المراد معالجتها تحتوي على الكثافات العالية تتداخل حبيبات مع بعضها و تقاربها بحيث أن إزاحة الماء من إحدى الحبيبات يؤثر في السرعة النسبية للحبيبات المجاورة .

ومن خواص هذا النوع من الترسيب وجود قوى بين الحبيبات يؤثر على أحواض ترسيب الحبيبات المجاورة و إن الحبيبات تنزل بنفس سرعة الترسيب ، كما أن الترسيب يحدث لمجموعة أو كتلة من الحبيبات يمكنها الترسيب كوحدة و تظل الحبيبات في مناطق ثابتة بالنسبة لبعضها البعض ، و الشكل III-03 يوضح مناطق الترسيب في الحوض أي المناطق المثالية للترسيب [12].



الشكل رقم III-03: يوضح الترسيب المثالي في حوض الترسيب

III-11-3- نظرية الترسيب :

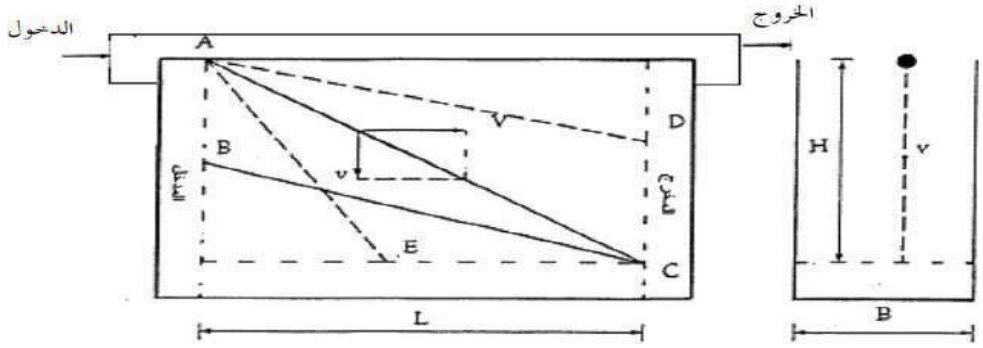
لفهم نظرية الترسيب يلزم التعرف على طريقة هبوط الحبيبة المنفردة و هذه الأخيرة هي التي لا تتغير في الحجم ز لا في الشكل و لا في الوزن ، وتتحد مع حبيبة أخرى أثناء عملية النزول في الماء.

فإذا تركنا حبيبة من المال مثلاً : تنزل في حوض به ماء نجدها أنها تنزل تحت تأثير وزنها إلى أسفل و مقاومة الماء إلى أعلى .[05].

وحيث أن قانون نيوتن يوضح أنه 'ذا توازنت القوى المؤثرة على حبيبة عالقة في الماء ، فلا توجد عندئذ عجلة تسارع و إنما سرعة هبوط ثابتة منتظمة تسمى " سرعة نزول الحبيبة " .

و يعتمد تصميم أحواض الترسيب على أن الحبيبة الداخلة و التي لها سرعة أفقية هي سرعة دخول الماء و سرعة رأسية هي سرعة النزول ، يجب أن تنزل إلى القاع قبل أن تبدأ المياه في الخروج من الحوض من الجهة الأخرى و على هذا الأساس تتحدد أبعاد الحوض (الطول و العرض و العمق).

ويمكن توضح عملية الترسيب كما هو موضح في الشكل رقم III -04 يوضح نظرية الترسيب. [12]



الشكل رقمIII -04 : يوضح نظرية الترسيب

وذلك على أساس أن المواد العالقة متجانسة التوزيع في الماء و أن سرعة المياه بها فيها من مواد عالقة في الإتجاه الأفقي " V " و أن تدفق المياه المراد معالجتها " Q " و إن عرض الحوض " B " و عمقه " H ".

III-11-4- الترشيح :

الترشيح عملية تعتمد على فصل سائل عن الجسيمات المعلقة الموجودة فيه بحجز هذه الجسيمات على دعامة مسامية أو ضمن سرير مادة حبيبية .

بهذا المعنى التصفية الميكرونية هي نموذج الترشيح على دعامة ، و كذلك تقنيات الترشيح الدقيق ، و الترشيح فائق الدقة ، و الترشيح النانومتري و التناضح العكسي ، التي تعتمد على أغشية ذوات مسامية دقيقة جداً .

حيث أن الترشيح الذي يعتمد على سرير من حبيبات الرمل (الترشيح الرملي) و هو الأكثر شيوعاً في معالجة المياه المعدة للإستهلاك البشري للمستهلك .

و تعد إزالة المواد العالقة من مياه الشرب ضرورية لحماية الصحة العامة و من ناحية و لمنع حدوث مشاكل تشغيلية في شبكة التوزيع من ناحية أخرى ، فقد تعمل هذه المواد على حماية البكتريا و الأحياء الدقيقة من أثر المادة المطهرة ، كما أنها قد تتفاعل كيميائيا مع المادة المطهرة مما يقلل من نسبة فاعليتها على الأحياء الدقيقة ، وقد تترسب المواد العالقة في بعض أجزاء شبكة التوزيع و يتوافق ذلك مع نمو البكتريا و تغير رائحة المياه و طعمها و لونها.[17]

III-11-5- نظرية الترشيح :

يوجد عدة نظريات و تفسيرات لحصول التغيرات في خواص الماء نتيجة لترشيحه خلال طبقة مسامية و أهم الظواهر المؤثرة في عملية الترشيح :

أ- التصفية الميكانيكية :

تتشكل بين حبيبات رمل سرير الترشيح مسامات تعمل كمصفاة دقيقة الفتحات تحجز المواد العالقة التي أبعادها أكبر من هذه المسامات .

أما إحتجاز المواد الغروانية و البكتيريا التي أبعادها أصغر من هذه المسامات فسببه ظواهر أخرى أهمها :

ب- الترسيب :

و تعمل المسام بين حبيبات الرمل بأحواض ترسيب متناهية في الصغر تتوضع فيها مواد معلقة أبعادها أقل المسامات بين الحبيبات .

ج- التصاق المواد الغروانيات بحبيبات الرمل :

تؤدي عدة قوى كالثقالة و العطالة و الإنتشار و قوى الإضطراب إلى نقل الجسيمات الغروانية إلى جوار حبيبات الرمل ومن تم يلتصق بعضها بحبيبات الرمل بسبب الإلتواء في المسام المتشكلة بين الحبيبات و بالإستمرار في عملية الترشيح تزداد المواد التي يحجزها المرشح في مسامه مما يسبب ضيقاً لهذه المسام و بالتالي زيادة محسوسة في كفاءة إزالة المرشح .

د- الفعل الكهربائي :

تحمل حبيبات الرمل النظيف بشكل عام شحنة كهربائية سالبة فإذا وجد في الماء ملوثات تحمل شحنة معاكسة فإنها تنجدب إلى حبات الرمل و تزال من الماء .

هـ- النشاط (الفعل) البيولوجي :

مع تقدم عملية الترشيح الرملي للماء تنمو كائنات حية مجهرية ، ضمن طبقة الترشيح المسامية و على سطح هذه الطبقة مستفيدة من المغذيات الموجودة في الماء و مواد عضوية و أكسجين منحل و بالتالي تستهلك هذه المغذيات و تزال من الماء و تتحول إلى عضويات حية تتوضع ضمن طبقة الترشيح .

إن تأثير النشاط البيولوجي يتبع لفترة الترشيح المستمر ، فهو واضح في المرشحات الرملية البطيئة أكثر من تلك السريعة يسبب طول فترة الترشيح التي تساهم في تشكيل الطبقة الحيوية على سطح الرمل[18] .

III-11-5- الغسل العكسي للمرشح الرملي:

إن عملية غسيل المرشح الرملي هامة جداً ، بحيث يجب أن يتم تنظيف سرير المرشح من الملوثات التي تم حجزها في السرير .[05]

- أنه من الضروري القيام بعملية الغسيل حالما يصل ضياع الحمولة للمرشح إلى الحد الأعظمي

المسموح من (0,4 – 0,5 بار) و الإ فإنه سيحدث مايلي :

- تناقص معدل التدفق للسائل المرشح .
- إجهاد أو تشقق السرير مما يؤدي إلى تخلل الملوثات عبر السرير .
- عدم القدرة في تنظيف المرشح بشكل كامل من الملوثات .

يمكن القيام بعملية الغسيل وفق طريقتين :

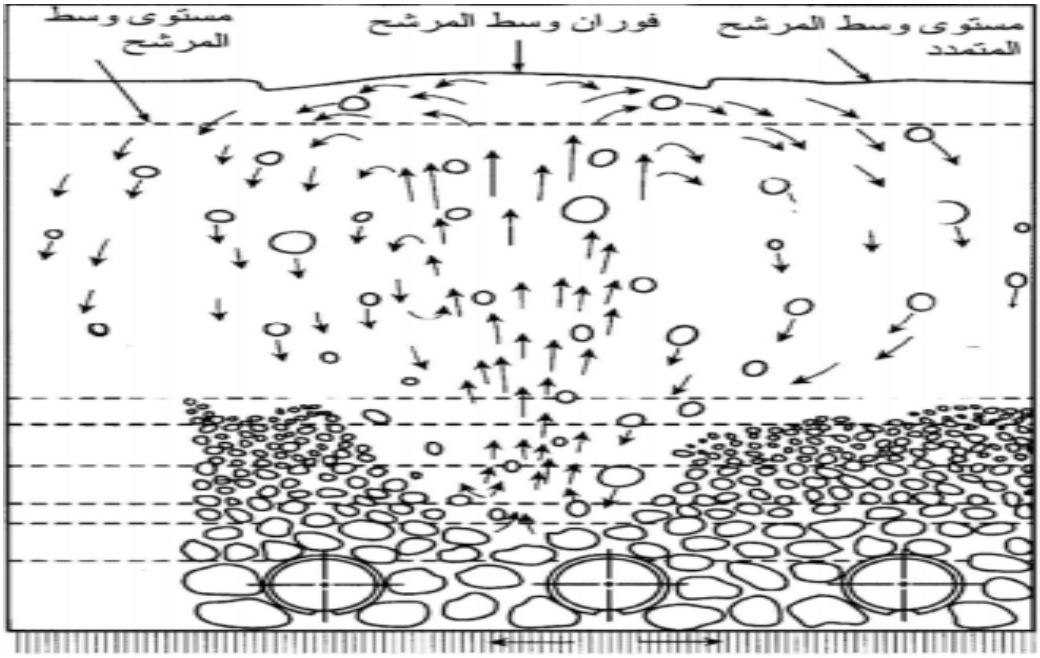
- الغسيل بوضع السرير عي حالة معلقة بالماء فقط و من الضروري تأمين معدل على يكفي لتعليق

السرير و تمدده ،(حجم أصغري + 15 % من الحجم الظاهري) و أنه و بشكل خاص عندما تكون الحبيبات أقوى فإن معدل تدفق الغسيل يكون أكبر و يتراوح من 25 إلى 90 م^3/سا خلال 5 إلى 10 دقائق.

أخيراً فإنه يمكن أن نعرف سعة الاحتفاظ المرشح من خلال كمية المواد الصلبة التي تحتفظ في سطح لـ م^2 و يقد عموماً من 1 إلى 2 كلغ /م^2 .

- فمثلاً من أجل مياه خام غير معالجة حاوية 20 ملغ / ل من المواد الصلبة المعلقة فإن حجم الماء المعالج بين غسيلين يكون حوالي 50 م^3 إلى 100 م^3 للمتر المربع من سطح الترشيح .

الشكل رقم III–05 يوضح عملية الغسيل العكسي للمرشح الرملي [18]



الشكل رقمIII –05 : يوضح الغسيل العكسي للمرشح الرملي

III-11-6- التعقيم :(desinfection)

لا يمكن للترشيح مهما كان بطيئاً أن يحجز كل ما في الماء من بكتيريا و كائنات دقيقة ، لذلك لابد من وجود طريقة للتخلص من هذه الكائنات الحية و التي تسبب الأمراض و ذلك طبقاً للمعايير الصحة العالمية الخاصة للمياه الشرب ، و يستخدم التعقيم في القضاء على الكائنات الحية الدقيقة أو وقف نشاطها مثل البكترية المسببة للأمراض[10] .

III-11-6-1- طرق التعقيم :

توجد طرق كثير للتعقيم تستخدم حسب نوع و طبيعة الظروف التي تجرى فيها التعقيم و الغرض من التعقيم و سنتعرض فيما يلي عدّة أنواع من التعقيم .

III-11-6-1-1-التعقيم بالطرق الفيزيائية :

أ-التعقيم بالحرارة :

من المعروف أن الكائنات الحية الدقيقة لا تتحمل الحرارة خاصة إذا وصلت إلى درجة غليان الماء لمدة بين 5 إلى 20 دقيقة إلا أن هـذه الطريقة غير عملية و مكلفة في حالــة إستخدامها في الكميات الكبيرة من المياه.[16]

ب-التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية :

يتم التعقيم بتعريض طبقة رقيقة (أقل من 100 مم) من المياه للأشعة فوق البنفسجية ، و هي جزء غير مرئي من الطيف الكهرومغناطيسي الذي يقتل البكتريا و الفيروسات في المياه المعرضة لأشعة كما بالصورة رقم III-03 يوضح تعقيم المياه بواسطة مرورها عبر الأشعة فوق البنفسجية . [16]

الصورة رقم III -03 : يوضح تعقيم المياه بواسطة مرورها عبر الأشعة فوق البنفسجية

III-11-6-1-2-التعقيم بالطرق الكيميائية :

أ-التعقيم بالأوزون :

وهو غاز مؤكسد قوي يتم إنتاجه من الأكسجين الجوي داخل أجهزة خاصة ، و ذلك بتمرير الأكسجين بين فضبي الجهاز و يكون ذو جهد عالي.

و نظراً لأنه غاز نشط جداً فإنه يتفاعل مع المكونات الموجودة بالماء (عضوية و غير عضوية) إذا يجب مزجه بالماء المراد تعقيمه بمجرد إنتاجه مباشرةً و العقيم الكيميائي و هو أنسب وسيلة للإستخدام لتعقيم المياه على نطاق واسع ، و ذلك بإضافة مواد كيميائية بجرعات خاصة بحيث تقتل كل ما تبقى من البكتريا بعد الترشيح و دون الإضرار بصحة الإنسان و الحيوان(المستهلك) ، و أيضاً بدون إحداث تغيير في طعم و لون و رائحة المياه .[16]

III-11-6-1-3-أنواع التعقيم :

أ- التعقيم السابق :

عند إستقبال المياه من المصادر المختلفة أي (المنبع) الآبار ... تحتوي هذه المياه على بعض أنواع من الطحالب و البكتريا و لتقليل الحمل البكتيري على المرشحات فإنه يتم إجراء عملية تعقيم أولية .

و من محاسن التعقيم السابق :

- تقليل الحمل البكتيري على المرشحات .
- زيادة عامل الأمان
- تحسين إزالة الألوان في بعض الأحيان
- إطالة فترة تشغيل المرشحات و عدم إنسدادها بالطحالب
- تخفيض كمية المواد العضوية
- تأخير تعفن الرواسب في أحواض الترسيب

ب- **التعقيم الزائد :**

و يستخدم التعقيم الزائد لإزالة الطعم الناتج عن المركبات المنحلة من طحالب في الماء العكر في أحواض الترسيب .

ج- **التعقيم بالكلور :**

يعتبر الكلور من أكثر المواد المستخدمة في تطهير (تعقيم) مياه الشرب و يؤثر تأثيراً فعالاً على لبكتيريا و المواد العضوية ، حيث يضاف إلى المياه المرشحة بالجرعة المطلوبة للتعقيم .

د- العوامل المؤثر على عمل التعقيم :

تتأثر عملية التعقيم بعدة عوامل أهمها :[18]

- درجة تركيز الأس الهيدروجيني .
- العكارة حيث تؤثر العكارة على تغلغل الكلور في الماء .
- الأمونيا العضوية حيث أن وجود الأمونيا العضوية قد يمنع تكوين الكلور المتبقي .
- درجة الحرارة حيث تقل قدرة الكلور على قتل البكتريا في درجات الحرارة المنخفضة .
- نوع و تركيز المادة المستخدمة للكلور .

هـ-التفاعل الكيميائي للكلور :

عند إضافة الكلور إلى ماء به مواد عضوية ، فإنه يتحد مع بعض المواد العضوية كما يتحد مع بعض المواد غير عضوية مؤكسدة أياها .

و-عملية الكلور :

يتم إضافة الكلور إلى الماء في نهاية عملية المعالجة التنقية بعد الترشيح بعرض التعقيم ، و ترك نسبة من الكلور الحر في الماء تسمى بالكلور المتبقي تدخل إلى شبكة التوزيع .

III-11-7- التخزين :

هو عملية تخزين الماء و توزيعه و يشمل خزان التجميع و العرض منه إستقبال المياه بعد خروجها من المرشحات و تحقيق فترة تلامس بين المياه المرشحة و جرعة الكلور المضافة لتحقيق التعقيم (التطهير)

و لتحقيق التوازن في شبكة التوزيع و الحد من التغير في الضغط في المناطق المختلفة ، و يتم تجهيز شبكة التوزيع بمعدات حقن الكلور عند تدفق مياه التوزيع للتعقيم في فروع شبكة التوزيع . [20]

III-12- خاتمة الفصل :

في هذا الفصل تم التعرف على الحديد و طرق إزالة الحديد المذاب في المياه إما بإستعمال الطرق الفيزيائية أو الطرق الكيميائية ، و بالطرق الفيزيائية يتم إزالة الحديد طريق الترسيب المسبق -الترسيب الطبيعي – الترشيح ، و بعد ذلك تتم عملية التعقيم بإضافة مواد مؤكسدة قوية مثل برمنعنات البوتاسيوم أو الكلور وذلك حسب عملية المعالجة المختارة بالطرق مختلفة و تليها عملية التخزين .

الفصل الرابع

دراسة أبعاد محطة نزع الحديد

دراسة أبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية بمنطقة سيدي بوصلاح بنظام المعالجة الفيزيائية :

VI-1- مقدمة الفصل :

يتم تزويد منطقة سيدي بوصلاح و ضواحيها بمياه الشرب من خلال الآبار العميقة المذكور في الفصل الأول و التي تلتقط و تجمع في خزان التجميع ، حيث يكون تفاعل الأكسدة الرئيسي للحديد بالأكسجين في الهواء المطلق (الأكسجين المذاب) وهو .

ومن أجل الدراسة و الحصول على أبعاد مدروسة لمحطة إزالة الحديد من المياه الجوفية بمنطقة سيدي بوصلاح بنظام المعالجة الفيزيائية قمنا بإقتراح فرضيات مع المقارنة و الحصول على الفرضية التي تستوفي للشروط التقنية و الإقتصادية من أجل الخروج بأبعاد محطة مناسبة لإزالة الحديد من المياه الجوفية بمنطقة سيدي بوصلاح بنظام المعالجة الفيزيائية [07].

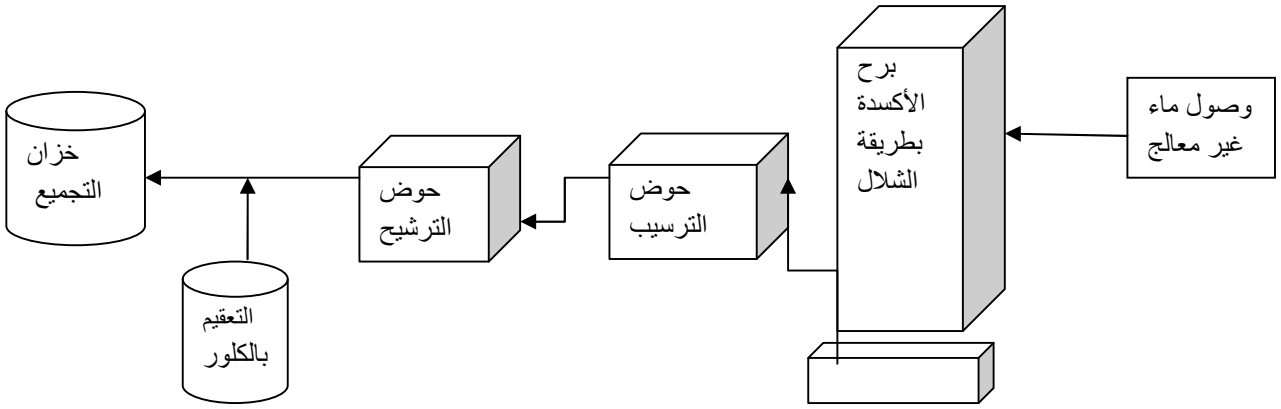
VI-2- الفرضية الأولى : الإقتراح الأول

في الفرضية الأولى يتم إقتراح نظام إزالة الحديد إستناداً إلى تنصيب سلسلة من المنشآت و الهياكل الهيدروليكية التي توفر الأكسجين الطبيعي عن طريق [01]:

- الأبراج (إنحدارات أو شلالات) – الترسيب – الترشيح – التعقيم .

و يتكون هذا التنصيب من الأعمال التالية :

- برج الأكسجين (برج الأكسدة)،(أبراج التهوية)
- حوض الترسيب
- حوض الترشيح
- التعقيم الكيميائي بالكلور في خزان التجميع



الشكل رقمVI -1:محطة إزالة الحديد بإستعمال برج الأكسدة (أبراج التهوية بواسطة الشلالات)

أ-محاسن تنصيب المحطة:

- تنظيف بسيط
- إستهلاك ضئيل أو معدم للطاقة الكهربائية

ب-مساوي تنصيب المحطة :

- شغل مهم للمساحات
- تكلفة تنفيذ الأبراج مهمة للغاية (بناء الهيكل الخرسانة المسلحة)

VI-2-1- أبعاد أعمال المحطة التدفق المراد معالجته هو :

التدفق المراد معالجته هو : 3300 م^3/يوم و المأخوذ من مجموع التدفق اليومي من جدول II-02 للعناصر الفيزيائية و الكيميائية لمياه الآبار المستعملة للدراسة .

VI-2-1-1- برج التهوية (برج الشلال) :(Cascades d'aération)

لضمان أفضل أكسدة لمياه الشرب لذلك يمكن إستعمال نظام برج التهوية بالأكسجين (نظام الشلال) وهذا النظام يتضمن تهوية المياه بقدر كبير من الأكسجين من الهواء ويتكون هذا الهيكل الهيدروليكي من شلال التهوية من مجمع التوزيع ، أدراج أو شلالات (منحدرات) ، و حوض آخر لتراكم لتجميع المياه المهوائة. [07]

و من أجل توفير الراحة للمعالجة و الإدراة يتم تقسيم التدفق إلى أربعة مراحل و كل مرحلة تمثل وحدة معالجة :

وحدة معالجة : $\frac{3300}{4}$ = 825 م^3/يوم أو 9,55 ل/ثا

VI-2-1-2- أبعاد برج التهوية (الشلالات):

يعتمد تحديد طول سلسلة على طول معدل التدفق النوعي المحدد الذي يسقط من الأدراج (الشلالات).

لكل متر من الطول الأمامي يأخذ يساوي 5 ل/ثا/ملي

التدفق الإبتدائي الذي يمر في الشلالات في هذه وحدة تقدر بـ 0,00955 م^3/ثا

$$L = Q/Q_s \qquad [01-VI]$$

L : الطول الأمامي للشلال (م)

Q : التدفق الكلي (ل/ثا)

Q_s : التدفق النوعي المحدد

L=9,55/5=1,91 بـ أو ما يقارب **L = 2**م

ولتحديد عدد الشلالات (الإنحدارات) من العلاقة :

N = Vt/Vu **[02-Vl]**

N : عدد الشلالات (الانحدارات)

Vt : الحجم الكلي ($م^3$)

Vu : حجم وحدة الشلال (المنحدر) ($م^3$)

Vu = L × H × B **[03-Vl]**

L : طول الشلال (المنحدر) (م)

H : عرض الشلال (المنحدر) (م)

B : إرتفاع الشلال (المنحدر) (م)

Vu = 2 × 0.25 ×1

Vu = 0.5 $م^3$

1 ثانية ⟵ 0,00955

0,5 $م^3$ ⟵ (X)

X= 52,36 ثانية

و لـ 10 دقائق يجب :

52,36 ثانية ⟵ 0,5 $م^3$

ثانية 600 ⟵ (X) **$م^3$**

الحجم الضروري لـ 10 دقائق

Vt = 5,73 $م^3$

عدد الشلالات

$$N = Vt / Vu \qquad [04-VI]$$

أو $N = 5,73 / 0.5 = 11,46$

عدد الشلالات : **شلال N=11**

_ حساب صفيحة المياه المفرغة للمياه الفائضة :

$$Q = m_0 \times b\sqrt{2g}H^{\frac{3}{2}} \qquad [05\text{-}VI]$$

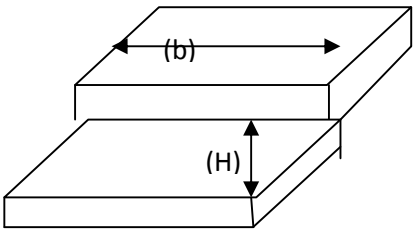
Q : التدفق الحجمي (م^3/ثا)

$\mathbf{m_0}$: معامل المفيض

b : عرض المفيض (م)

H : إرتفاع الماء في المفيض (م)

g : الجاذبية الأرضية (م/ثا)



أبعاد أدراج الأكسدة مع الصحيفة

حيث يبلغ عرض العتبة الأولي 01 م ويبلغ ارتفاعها الشلال 0.25 م تساوي صفيحة الماء المفرغة للمفيض 1,435 سم طول الشلال 2 م

- **برج الأكسدة (برج التهوية): النموذج 01**

معدل التدفق الواجب مراعاته (م^3/ سا)	34,38
الارتفاع (م)	5,5
العرض (م)	2,5
طول (م)	5,8
قطر الأنابيب (مم)	200 −400

VI-2-1-2- حوض الترسيب :

حوض الترسيب هو هيكل هيدروليكي يعمل على إنزال الجزيئات المعلقة في الماء ، و عملية الترسيب هي الفصل بين السائل (الماء) و المواد الصلبة بناءًا على مبدأ الجاذبية .

أ) سرعة الترسيب:

سرعة هبوط الجزيئات التي تتناسب مع مربع قطرها (قانون الأسهم). و ترتبط بسرعة الترسيب مع انخفاض قطر المواد العالقة (الجسيمات العالقة) .

$$Vp = \frac{g\ (\omega_p - \omega_l) D^2}{18 \upsilon \omega_l} \qquad [\textbf{06-VI}]$$

حيث :

Vp: سرعة الترسيب (م / ساعة) .

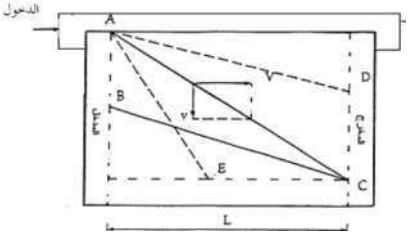
g: تسارع الجاذبية الأرضية (م / ثا^2)

w_P: الكتلة الحجمية للمواد العالقة (كلغ / م^3)

w_l: الكتلة الحجمية للماء (كلغ / م^3)

D: قطر المواد العالقة (م)

v: اللزوجة الحركية (م^2/ثا)



سرعة الترسيب

g = 10 م / ثا^2 .

w_P = 1200 كلغ / م^3

w_l = 1000 كلغ / م^3

D = 0.01 مم ، **v** = 10^{-6} م ^{2}/ ثا

و الجدول التالي يوضح وقت الترسب الطبيعي لكل نوع من المواد العالقة في متر من الماء :

الجدول رقم VI –01 : وقت الترسيب للمواد العالقة في متر من الماء

النوع	قطر الجسيمات العالقة (مم)	وقت الترسيب
حصى	10	1 ثا
رمل خشن	1	10 ثا
الرمال الدقيق	0.1	2 دقيقة
الطين	0.01	2 ساعتين
بكتيريا	0.001	8 أيام
الغرويات	10^{-7} إلى 10^{-9}	1 إلى 4 سنوات

ب) حجم حوض الترسيب :

$$V = Q_{maxr} \times t \qquad [07\text{-}VI]$$

حيث:

V: حجم حوض الترسيب ($م^3$).

Q_{max}: تدفق الحوض الترسيب ($م^3$/سا).

t: وقت الترسيب ساعتين 2 (سا)

$$V = Q_{max} \times t$$

$$2 \times 34,38 = V$$

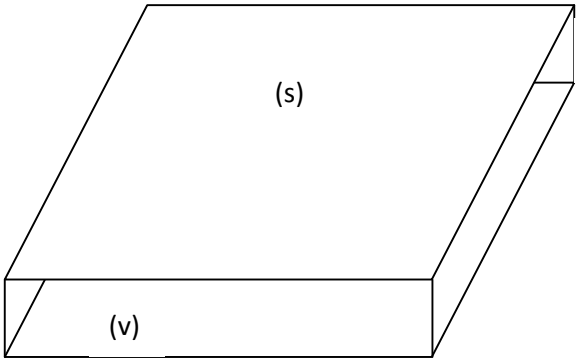
$$V = 68,76\ م^3$$

حيث أن الوقت اللازم للترسيب يساوي ساعتين 2 سا

ج) حساب مساحة حوض الترسيب:

يتم تحديد مساحة حوض الترسيب بالعلاقة التالية :

$$S = V/H \qquad [08-VI]$$



أبعاد حوض الترسيب

حيث :

S: مساحة حوض الترسيب ($م^2$)

V: حجم حوض الترسيب ($م^3$)

H: عمق الماء في حوض الترسيب = 2 م.

$$S = 34,38 \text{ م}^2$$

بفرض أن الحوض مستطيل و أن الطول ضعف العرض

$$S=B*L=B*2B=2B^2$$

$$34,38=2B^2$$

$$B=\sqrt{34,38}/2 =\sqrt{17,19} = 4,14 \text{ م}$$

B=4,14م أو **B= 4م**

أبعاد حوض الترسيب

الطول:

L=2B

L=2*4.14=8,29 م

L=8 م

د) حوض الترسيب : (نموذج 01)

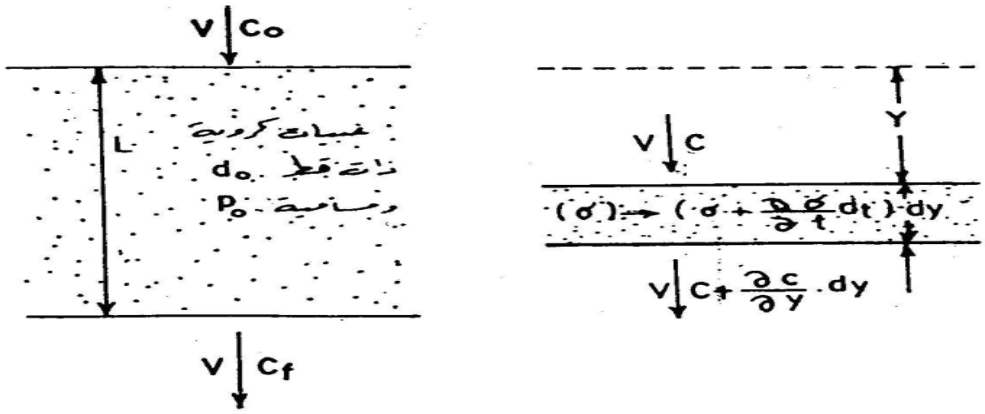
حجم الماء ($م^3$)	68,76
الارتفاع الكلي (م)	2
طول (م)	8
العرض (م)	4

VI -2-1-3- حوض الترشيح :

يعتبر الترشيح تلك العملية التي تسمح بمرور السائل عبر كتلة مسامية من أجل إزالة المواد الصلبة و العالقة في السائل أي المياه .

النظرية الرياضية للترشيح :

تظهر على يسار الشكل



الشكل رقمVI -2: نظرية الترشيح

طبقة ترشيح ذات سماكة (L) و مسامية (P_0) تتألف من حبيبات كروية متجانسة الأقطار (d_0) ، تدخل المياه الخام هذه الطبقة بسرعة (v) وتغادرها بنفس السرعة و لكن تركيزها الإبتدائي يتغير من القيمة (c_0) إلى القيمة (c) .

في طبقة الترشيح تعطي ضياعات الحمولة المرافقة لعملية الترشيح بمعادلة كرامان كوزني من أجل الجريان الصحفي .

$$(\frac{dz}{dy})_o = I_o = \frac{180\nu}{g} \frac{(1-P_o)^2}{P_o^3} \frac{V}{d_o^2}$$

v : هي اللزوجة الحركية

g : الجابية الأرضية

p_0 : مسامية حبيبات الرمل

d_0 : قطر حبيبات الرمل

V : معدل الترشيح

و من أجل الفرضية السابقة يمكن أن نكتب معادلة كارمان كوزني بشكل أخر معوض القطر (d_0) بالمساحات الإجمالية (s_0) للحبيبات في وحدة الحجم من طبقة الترشيح

$$S_0=6/d_0\ (1-P_0)$$

فنحصل على :

$$I_0=5v\ /g\ s_0/P^3{}_0V$$

مع تراكم الشوائب في طبقة الترشيح سوف تخفض المسامية من (P_0) إلى (P) و ستتغير قيمة السطح من (S_0) إلى (S) و بالتالي سوف يزداد ميل الخط البيزومتري إلى القيمة :

$$(\frac{dz}{dy})_t = I = \frac{5v}{g}\frac{S^2}{P^3}V$$

أو أن : $$(\frac{dz}{dy})_t = Io(\frac{Po}{P})^3(\frac{S}{So})^2$$

حيث تكون قيمة (I_0) ثابتة من أجل شروط تشغيل معينة ، عندما تتراكم الشوائب في وحدة الحجم بتركيز وزني مقدار (σ) تركيز حجمي مقدر $\sigma_v = \frac{\sigma}{\gamma}$

فإن إنحفاض المسامية يساوي إلى التركيز الحجمي للشوائب المحتجزة في طبقة الترشيح أو أن :

$$(\frac{po}{p})^3 = (\frac{Po}{Po-\sigma_v})^3$$

أما تحديد التغير في السطح النوعي فهو أقل دقة ، إذ أنه يعتمد على النماذج الرياضية المعتبرة ، فإننا سنفرض أن الفراغات بين حبات الرمل عبارة عن مجموعة من القنوات عددها (n) و قطرها الداخلي (e_0) وطول كل منها (L) و ذلك في وحدة المساحة ووحدة العمق من طبقة النظيفة و يكون $S_0=n\pi e_0L$ و

$$P_0= n\ \pi/4\ e_0{}^2\ L$$

إن تركم الشوائب في هذه الفراغات سيخفض قيمة القطر الداخلي من القيمة (e_0) إلى القيمة (e).

ويصبح لدينا : $S=n\ \pi\ e\ L$ و $P= n\ \pi/4\ e^2\ L$

و منه $$(\frac{S}{So})^2 = (\frac{e}{e_o})^2 = \frac{P}{P_o} = \frac{P_o-\sigma_v}{P_o}$$

بالتعويض في معادلة كارمان كوزني نحصل على :

$$(\frac{dz}{dy})_t = I_o(\frac{Po}{Po-\sigma_v})^2$$

و بإفتراض أن (λ) مازالت ثابتة و مساوية إلى (λ_0) نحصل على قيمة(δ_v) من العلاقة :

$$\sigma_v = \frac{\sigma}{\gamma} = \frac{V\lambda_o Co}{\gamma} te^{-\lambda oy}$$

بفرض أن: $\alpha = v\lambda 0c0/\gamma p0$

$\sigma_v = \alpha\ P_0 t_e^{-\lambda 0y}$

يكون : $(d_z/d_y) = I_0\ \ 1/(1-\alpha\ t_e^{-\lambda 0y})$

أن تكامل هذه المعادلة يعطي قيمة ضياع الحمولة على كامل العمق (L) لطبقة الترشيح خلال الزمن (t).

$$H = \int_o^L (\frac{dz}{dy})_t dy = \int_o^L I_o \frac{dy}{(1-\alpha te^{-\lambda oy})^2}$$

$$H = \frac{Io}{\lambda o}\left\{\frac{\alpha t}{1-\alpha t}\frac{e^{\lambda oL}-1}{e^{\lambda oL}-\alpha t} + Lg_n(\frac{e^{\lambda oL}-\alpha t}{1-\alpha t})\right\}$$

أ- **أبعاد حوض الترشيح :**

يتم إستخدام المرشح السريع للرمل التقليدي لإزالة المواد الصلبة العلقة حيت يتكون هذا الحوض من حوض خرساني يبلغ إرتفاعه الإجمالي 2.5 م ، و يحتوي على طبقة من الرمل (0.6-1)م موزعة على طبقة من الحصى بسمك 20 سم تمثل كتلة التصريف (التصفية).

- سرعة الترشيح من 4 إلى 25 م/سا
- مساحة المرشح الرملي

$$\mathbf{S = Q / v} \qquad \mathbf{[09-VI]}$$

Q : تدفق الماء الخام

V : سرعة التدفق

- ضياع الحمولة في المرشح الرملي $\mathbf{A_h}$= 1 م ، لتسهيل غسل المرشح

- نفاذية $K = (H \times Q / S \times A_h)$

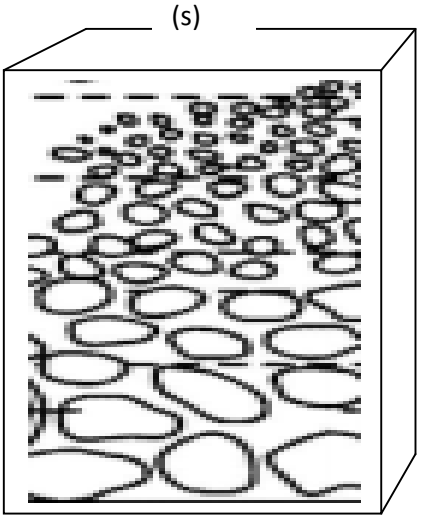
حيث أن :

Q = تدفق المياه الخام

S = سطح طبقة الرمل

H = ارتفاع الطبقة الرملية

ويقدر وقت الغسيل ما بين 10 إلى 15 دقيقة



أبعاد حوض الترشيح

ب-الحساب الهيدروليكي للمرشح الرمل:

سرعة الترشيح ثابتة تقدر بـ 4 م/سا

$$Q = V \times S \qquad [10-VI]$$

Q: تدفق الترشيح

V: سرعة الترشيح.

S: مقطع الترشيح

$$Q = V \times S \rightarrow S = Q/V$$

$$S = 4/34,38$$

$$S = 8,6 \text{ م}^2$$

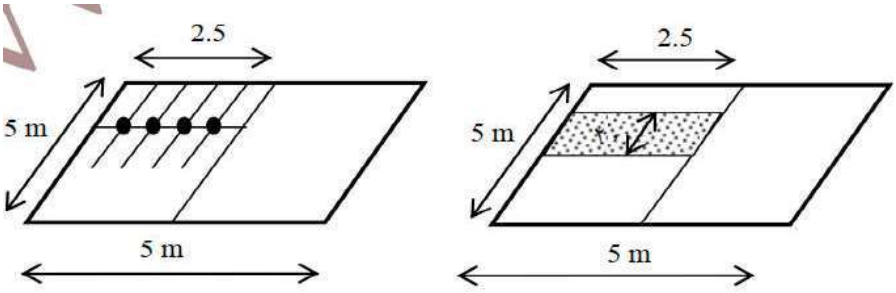
نختار مرشحين و مرشح إحتياط ، مساحة المرشح المطلوبة هي 25 م^2 نختار أبعاد المرشح 5م **X** 5م

عدد و أقطار الثقوب = المساحة الكلية للثقوب 0,0014 ⟵ 0,0021 مساحة المرشح الأفقية

المساحة الكلية للثقوب = 25 **x**0,002 =0,05 م^2 = 500 م ^{2}

فإذا إفترضنا أن قطر الثقب 3/8 أنش ≅ 1سم ، و بالتالي مساحة الثقب = 0,8 سم ^{2} ومنه يكون عدد الثقوب =500/0,8 = 625 ثقب

المساحة التي يخدمها الثقب الواحد 25X625/1000= 400 سم ^{2} ، و بذلك يمكن إختيار الثقوب بتباعد 20 سم عن بعضها البعض و ذلك مطابق لشروط التصميم و الشكل التالي ، يبين نموذجاً مبسطاً لتوضع الأنابيب .



الشكل رقمVI –3 : يبين نموذج مبسط لتوضع الأنابيب

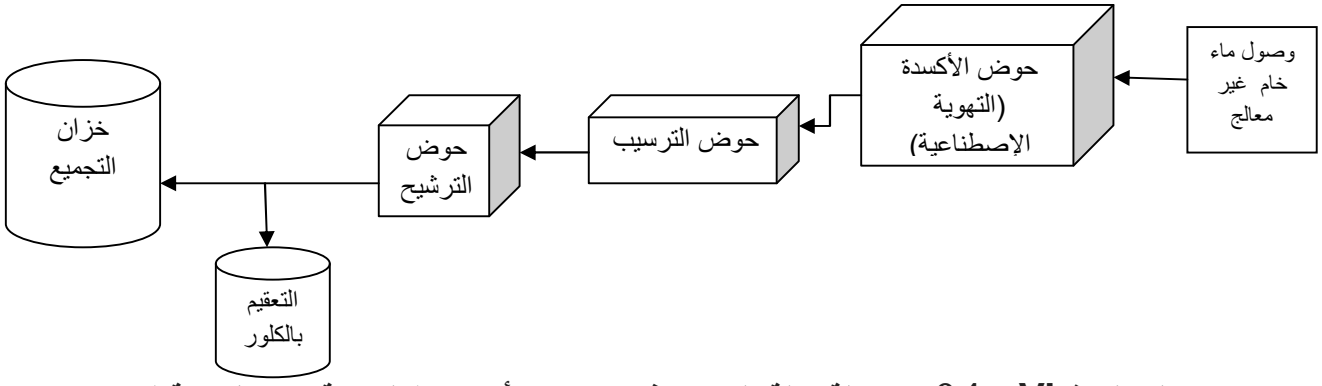
حوض الترشيح : (نموذج 01)

معدل التدفق الذي يعبر (م^3/سا)	34,38
الإرتفاع (م)	2,5
أبعاد مرشح الرمل المختار (م X م)	5x5
قطر القنوات (مم)	400 – 200

VI–3– الفرضية الثانية : الإقتراح الثاني

في هذا اقتراح الثاني نقترح نظام إزالة الحديد إستناداً إلى إنشاء حوض الأكسجين إصطناعي ، و يتكون هذا التنصيب الهيدروليكي المقترح من الأعمال التالية[01] :

- حوض الأكسجين بواسطة أجهزة التهوية
- حوض الترسيب
- حوض الترشيح
- التعقيم الكيميائي بالكلور



الشكل رقمVI –04 : محطة إزالة الحديد في حوض الأكسدة (التهوية الإصطناعية)

أ–محاسن التنصيب :

–التحكم في الهواء

ب–مساوي التنصيب :

–إستهلاك الطاقة الكهربائية مهم جداً (مهاوئة)

–التنظيف الدوري

VI–3–1– تصميم هياكل محطة إزالة الحديد بأحواض الأكسدة:

VI–3–1–1– حوض الأكسدة (التهوية الاصطناعية)

حساب متوسط تركيز الحديد في آبار الدراسة يقدر بـ :

$$Cr=(2,51*600)+(4,42*690)+(2,44*550)+(2,54*660)+(4,4*800)/(600+690+550+660+800)$$

Cr=3,32 ملغ/ل

تحديد كمية الأكسجين في حوض الأكسدة (التهوية) ، أي تفاعل 0,0048 ملغ من O_2 لأكسدة 1 ملغ من الحديد و انه ينتج 0,0192 ملغ من $Fe(OH)_4$ بواسطة أكسدة الحديد[07]

- **حساب كمية الأوكسجين :**

[Fe]= 3,32ملغ /ل و نأخذ كمية الحديد في الماء الخام 4ملغ/ل من الحديد

0,0048 ملغ ⟵ 1 ملغ من الحديد

0,0192 ملغ ⟵ 4 ملغ من الحديد (كمية الحديد في الماء الخام من أجل 4 ملغ /ل من الحديد)

تفاعل الأكسدة الرئيسي للحديد مع الأكسجين هو :

$$4Fe^{2+} + O_2 + 10H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_4 + 8H^+ \qquad [01-VI]$$

بعد الحساب لمعالجة لتر واحد من الماء يتطلب كمية من الأوكسجين من 0,00192 ملغ من O_2

لأبعاد حوض الأكسدة (التهوية الإصطناعية) يستغرق زمن مكوث 2 ساعة و عمق الحوض H = 2 م

Qt = 3300م^3/يوم

Qt = 34,38 م^3/سا

$$Qu=Qt/4$$

Qu = 8,6 م^3/سا

حساب الحجم المفيد لحوض الأوكسجين

34,38 م^3 ⟵ 1 سا

V ⟵ 2 سا

V= 68,76 م^3

حساب المساحة :

$$S=V/H \qquad [11\text{-}VI]$$

المساحة الكلية $=\frac{68,76}{2}$

المساحة الكلية = 34,38 م^2

$$S=L\times B \qquad [12\text{-}VI]$$

$S=B*L=B*2B=2B^2$

$L=2B$

$B=34,38/2=4$ / $34,38=2B$ / $S=34,38$

$L=2B$ /$L=2*4=8$

حيث :

S: مساحة الحوض

L: طول الحوض

B: عرض الحوض

لعرض الحوض 4 م نجد طول 8 م

L = 8 م ، B=4 م و م H = 2 م

كمية الأوكسجين

1 م^3 ⟵ 0,00192 غ

68,76 م^3 ⟵ 38,50 غ

حوض الأكسدة (حوض التهوية): معدات التجهيز

* معدل التدفق الذي يعبر 68,76 م^3/سا

* ارتفاع مفيد 2 م

* الطول 8 م

* العرض 4 م

* مهوية 9,36 غ / سا

أ) حوض الأكسدة (التهوية الإصطناعية): (نموذج 01)

معدل التدفق الذي يعبر (م^3/سا)	68,76
الإرتفاع المفيد (م)	2
الطول (م)	8
العرض (م)	4
المهوية (غ/ سا)	4 x9,36

VI-3-1-2- حوض الترشيح :

يعمل حوض الترشيح على السماح بمرور السائل عبر كتلة مسامية و التي تقوم بإزالة المواد الصلبة و العالقة ، بنفس مبدأ عمل مرشح الطريقة الأولى .

أ) **أبعاد حوض الترشيح :**

يتم إستخدام المرشح السريع للرمل التقليدي لإزالة المواد الصلبة العلقة حيت يتكون هذا الحوض من حوض خرساني يبلغ إرتفاعه الإجمالي 2.5 م ، و يحتوي على طبقة من الرمل (0.6−1)م موزعة على طبقة من الحصى بسمك 20 سم تمثل كتلة التصريف (التصفية).

- سرعة الترشيح من 4 إلى 25 م/سا
- مساحة المرشح الرملي

$$S = Q / v$$

Q : تدفق الماء الخام

V : سرعة التدفق

- ضياع الحمولة في المرشح الرملي A_h= 1 م ، لتسهيل غسل المرشح
- نفاذية $K = (H \times Q / S \times A_h)$

حيث أن :

Q = تدفق المياه الخام

S = سطح طبقة الرمل

H = ارتفاع الطبقة الرملية

ويقدر وقت الغسيل ما بين 10 إلى 15 دقيقة

ب – الحساب الهيدروليكي للمرشح الرمل:

سرعة الترشيح ثابتة تقدر بـ 4 م/سا

$$Q = V \times S$$

Q: تدفق الترشيح

V: سرعة الترشيح.

S: مقطع الترشيح

$$Q = V \times S \rightarrow S = Q/V$$

$$S = 68,76/4 = 17,19 \text{ م}^2$$

$$\mathbf{S = 17,19\ م^2}$$

حوض الترشيح : (نموذج 01)

معدل التدفق الذي يعبر (م^3/سا)	68,76
الإرتفاع (م)	2
أبعاد مرشح الرمل المختار (م X م)	5X 5
قطر القنوات (مم)	400 – 200

VI-4- خاتمة الفصل :

من خلال هذا الفصل تم التطرق إلى حساب الأبعاد الخاصة بالمحطة من أجل إختيار أحسن فرضية من الفرضيتين المقدمة للدراسة و الاختيار الأنسب من أجل أبعاد محطة نزع الحديد بالطرق الفيزيائية لمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي ، من حيث معرفة محاسن و مساوئ لكل فرضية من خلال المنشآت الهيدروليكية المخصصة على حسب كل فرضية المقترحتين (إقتراح أول : أبراج الأكسدة "الشلالات"

– إقتراح الثاني : أحواض التهوية) .

الفصل الخامس الدراسة التقنية و الإقتصادية

V-1- مقدمة الفصل :

نقوم في هذا الفصل بالتطرق إلى حساب الكشوف الكمية و التقديرية لكل من الفرضيتين مع تكلفة الإستثمار و دراسة مقارنة بين الاقتراحين و الحصول على الفرضية الأمثل و المناسبة لتنفيذ المشروع من حيث الدراسة التقنية و الإقتصادية و كذلك التسيير الأمثل و الإستغلال للمحطة من حيث الوسائل و التجهيزات العامة و تسير للموارد البشرية لها .

الفرضية الأولى: الإقتراح الأول: أبراج الأكسدة (أبراج التهوية بواسطة الشلالات) لسعة 3300 م^3/يوم.

جدول رقم: V- 01: كشف كمي و تقديري لأبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية لمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي

الرقم	تعيين الأشغال	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة	المجموع
1	برج الأكسجين	م^3	319	75000,00	23925000,00
2	حوض الترسيب	م^3	383	75000,00	28725000,00
3	مرشح الرمل	م^3	88	75000,00	6600000,00
4	خزان التخزين	م^3	2500	75000,00	187500000,00
5	التعقيم بالكلور	م^3	4	210000,00	840000,00
6	محطة الضخ	م^2	90	40000,00	3600000,00
7	تجهيزات محطة الضخ	وحدة	4	210000,00	840000,00
8	نظام الإخلاء	مل	1500	6000,00	9000000,00
9	جناح مقر الإدراة	م^2	150	40000,00	6000000,00
10	غرفة حارس الأمن بالإضافة إلى متجر	م^2	32	40000,00	1280000,00
11	سور الإحاطة	م^2	1000	40000,00	40000000,00
12	التجهيزات الداخلية	م^2	60000	700,00	42000000,00
المجموع بدون رسوم					**350310000,00**
الرسم على القيمة المضافة 19 %					**66558900,00**
المجموع بكل الرسوم					**416868900,00**

الفرضية الثانية : الإقتراح الثاني : أحواض التهوية * لسعة 3300 م^3/يوم *.

جدول رقم:V– 02: كشف كمي و تقديري لأبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية لمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي

الرقم	تعيين الأشغال	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة	المجموع
1	حوض الأكسجين (التهوية	م^3	191	75000,00	14325000,00
2	حوض الترسيب	م^3	383	75000,00	28725000,00
3	مرشح الرمل	م^3	88	75000,00	6600000,00
4	خزان التخزين التجميع	م^3	2500	75000,00	187500000,00
5	مهوية	وحدة	8	2000000,00	16000000,00
5	التعقيم بالكلور	م^3	4	210000,00	840000,00
6	محطة الضخ	م^2	90	40000,00	3600000,00
7	تجهيزات محطة الضخ	وحدة	4	210000,00	840000,00
8	نظام الإخلاء	مل	1500	6000,00	9000000,00
9	جناح مقر الإدارة	م^2	150	40000,00	6000000,00
10	غرفة حارس الأمن بالإضافة إلى متجر	م^2	32	40000,00	1280000,00
11	سور الإحاطة	م^2	1000	40000,00	40000000,00
12	التجهيزات الداخلية	م^2	60000	700,00	42000000,00
المجموع بدون رسوم					**356710000,00**
الرسم على القيمة المضافة 19 %					**67774900,00**
المجموع بكل الرسوم					**424484900,00**

V-2- دراسة المقارنة في الإستثمار

الاقتراح رقم 01: أبراج الأكسدة (الشلالات)

أ) تكلفة الاستثمار: 416868900,00 دج

ب) تكاليف الموظفين السنوية

الكمية	عدد الأشخاص	الراتب الشهري	الراتب السنوي
رئيس المحطة	01	70000,00	840000,00
مهندس بالمخبر	02	55000,00	1320000,00
عامل يدوي	04	40000,00	1920000,00
حارس	04	40000,00	1920000,00
المجمـــــــــــــــــوع			**6000000,00**

الميزانية العمومية

أ) انخفاض تكلفة الاستثمار على مدى 30 عامًا	13895630,00
ب) تكاليف الموظفين السنوية	6000000,00
المجمـــــــــــــــــوع	**19895630,00**

تكلفة سعر متر مكعب واحد من الماء المعالج تقدر بـ : 2,20 دج /م^3

الاقتراح رقم 02 : أحواض التهوية

أ) تكلفة الاستثمار : 424484900,00 دج

ب) تكاليف الموظفين السنوية

الكمية	عدد الأشخاص	الراتب الشهري	الراتب السنوي
رئيس المحطة	01	70000,00	840000,00
مهندس بالمخبر	02	55000,00	1320000,00
كهربائي / الكهروميكانيكية	02	50000,00	1200000,00
عامل يدوي	04	40000,00	1920000,00
حارس	04	40000,00	1920000,00
المجمـــــــــــــــوع			**7200000,00**

ج) تكاليف الكهرباء

التجهيزات	العدد	الإستطاعة بكيلواط	وقت الخدمة	الإستهلاك السنوي	سعر الوحدوي	التكلفة السنوية
التوربينات مهوية	**04**	**5**	**20**	**146000.00**	**4.2**	**614200.00**

الميزانية العمومية

أ) انخفاض تكلفة الاستثمار على مدار 30 عامًا	14149496,67
ب) تكاليف الموظفين السنوية	7200000,00
ج) تكاليف الكهرباء	614200,00
المجمـــــــــــــــوع	**21963696,67**

تكلفة سعر المتر مكعب من الماء المعالج تقدر بـ : 2,43 دج /م^3 .

V-3- دراسة المقارنة بين الإقتراحين :

جدول رقم V-3- يمثل المقارنة بين الإقتراحين الأول و الثاني

الخصائص	الإقتراح الأول	الإقتراح الثاني
المنشأت و التجهيزات المقترحة	-أبراج الأكسدة الشلالات _حوض الترسيب -مرشح الرمل -خزان التجميع مع التعقيم	-حوض التهوية -حوض الترسيب -مرشح الرمل -خزان التجميع مع التعقيم
إستعمال الطاقة	لا يوجد	استعمال كبير
صيانة التجهيزات	لا يوجد	موجودة
مخاطر الانهيار	لا توجد	موجودة
اليد العاملة المؤهلة	بدون مؤهل	كهربائي / الكهروميكانيكية
التجهيزات المخصصة لسلسلة المعالجة	غير موجودة	موجودة
ثمن م^3 للماء المعالج	2,20 دج /م^3	2,43 دج /م^3

V-4- تحليل النتائج :

- تبين من خلال الكشف الكمي و التقديري والمقارنة بين الإقتراحين الأول و الثاني
- التكلفة الكلية لمحطة المعالجة بواسطة أبراج الأكسدة تقدر بـ **416868900,00 دج**

و تكلفة م^3 **2,20 دج/م^3** .

- التكلفة الكلية لمحطة المعالجة بواسطة أحواض التهوية تقدر بـ **424484900,00 دج**

وتكلفة م^3 2,43 دج/م^3 .

- ومن خلال نتائج الجدول رقم V-3- نلاحظ أن الاقتراح الأول هو الأمثل التقني و الإقتصادي

أي معالجة المياه بإستعمال أبراج الأكسدة بتكلفة استثمار تقدر بـ **416868900,00 دج**

و تكلفة م^3 2,20 دج/م^3 .

V-5- التسيير و الإستغلال :

للمحافظة على مختلف منشآت محطة معالجة لنزع الحديد من المياه الجوفية ، و ضمان النتائج القياسية و المردود الجيد للتطهير و يجب إتباع الطرق التقنية و الإقتصادية و الفنية المقبولة و التسيير العقلاني .

V-6- القياس و المراقبة لمستوى المحطة :

- قياس العكارة
- قياس الناقلية الكهربائية
- قياس قيمة الـ PH
- قياس قيمة الأكسجين المنحل O_2

وهذه القياس و التحاليل الفيزيائية و الكيميائية و تليها القياسية و التحاليل البكتولوجية [18].

و أجهزة هذه القياسات موضحة في الملحق رقم 02 .

V-7- الصيانة و الأمن الصناعي للمحطة :

- خطة صيانة واضحة و مخططة بحيث يتم إجراء عملية الصيانة في موعدها المحددة سواء كانت صيانة يومية ، أسبوعية ، أو شهرية أو سنوية .
- أن يكون لكل فرد من أفراد الصيانة مهمة واضحة (أو أكثر) يتفهمها جيد أو يؤديها على أكمل وجه.
- توفير قطع الغيار المطلوبة للمحطة بالقدر الكافي و إستكمال النقص أولا بأول.
- توفر نظام متابعة و تقييم جيد لمتابعة تنفيذ خطة لصيانة و المتابعة أداء الوحدات بعد عملية الصيانة و التأكد من أجل الوحدات التي تمت صيانتها تعمل بصورة جيدة و طبقاً للتصميم .
- أن يكون جميع عمال الصيانة على دراية بوسائل الأمن الصناعي و تنفيذ تعليمات الأمن الصناعي بدقة عند إجراء أعمال الصيانة [09].

V-8- عناصر برنامج الصيانة الدورية :

برنامج الصيانة الدورية يجب أن يشمل عدة عناصر أساسية معينة[12] :

أ. المخزون الإستراتيجي للمعدات و قطع الغيار .
ب. تسجيل معدل الأعطال و أسبابها .
ج. التقييم الدوري لحالة المعدات العاملة لتحديد ماهو الواجب إتباعه .

د. تحديد القياسات التصحيحية الضرورية لإعادة المعدات التي تم إيقافها لحالة التشغيل الإقتصادي الآمن .

هـ. تنفيذ و تطوير عمليات تحقيق و تطوير العمل بكفاءة .

و. أمان العاملين .

V-9- الأنظمة الآلية : بإستعمال أجهزة الأعلام الآلي (الحاسوب) .

برنامج الصيانة الوقائية غالباً ما يحتوي على العديد من المعلومات المطلوب التعامل معها للمعدة مثل قطع الغيار و المخزون و عمل الصيانة المطلوب تنفيذه .

المعدات التي بها أعطال و أسبابها و بيانات تفصيلية عن حالة المعدة و لذلك فمن المناسب إستخدام أنظمة الصيانة الوقائية ، التي تعمل على الحاسوب و هي متاحة حالياً بصفة تجارية[02] .

V-10- متطلبات الأمان :

- توفير معدات الأمان اللازمة من أخذيه و الملابس الخاصة بالأمن و بالقدر الكافي و تدريب العاملين عليها.
- ضرورة توفير نظام ضد الحريق بالمحطة و على الأخص بالأماكن الحيوية مثل غرف لوحات التوزيع .
- توفير أجهزة إطفاء الحريق بأنواعها المختلفة و المناسبة لكل موقع من مواقع المحطة .
- توفير نظام الإضاءة جيدة بجميع مواقع المحطة [08][02].

V-11- مهام الوظائف الرئيسية للمحطة :

V-11-1- مهمام و مسؤليات مدير المحطة :

- الأشراف العام على جميع الأعمال الفنية و الإدارية و المالية بالمحطة .
- رسم السياسات الخاصة بالتشغيل و الصيانة لضمان كفاءة الإنتاج.
- إعتماداً المواصفات الفنية من أجل شراء المتطلبات الخاصة بإحتياجات المحطة .
- تحليل و تقييم تقارير المحطة و متابعة معدلات الأداء المختلفة .
- رسم و تحديد و الإشراف على برنامج السلامة و الصحة المهنية [14].

V-11-2- مهام و مسؤوليات رئيس المخبر:

- رفع تقارير أعمال الجودة اليومية لرئيس المحطة .
- التأكد من سلامة المحاليل الكيميائية الخاصة بالتحاليل المخبرية .

- متابعة نتائج تحاليل المياه المعالجة للمواصفات الصحة لمياه الشرب .
- القيام بإجراء بعض التحاليل الخبرية و التي تتطلب دقة و خبرة زائدة .
- وتابعة و مراقبة تحاليل عينات ومراقبة جودة المياه بشبكة التوزيع و التأكد من مدى مطابقتها للمواصفات الصحة العالمية .
- الإشراف على تنفيذ أعمال تطهير أبراج التهوية و غسليها و الأحواض منها أخواض الترسيب و المرشحات الرملية و خزانات التجميع .
- إعداد التقارير اليومية و الأسبوعية و الشهرية و السنوية و الإشتراك في تنفيذ قاعدة البيانات المطلوبة للمساهمة في أعمال المراقبة و الجودة .
- مراقبة مختلف المنشآت الخرسانية للمحطة من وحدات المعالجة و التصفية [09].

V-12- خاتمة الفصل :

في هذا الفصل قمنا بالتطرق إلى الدراسة التقنية و الإقتصادية للمحطة حيث تطرقنا إلى إقتراحين من أجل إنجاز هذه المحطة :

الاقتراح رقم 01: برج أكسدة (نظام الشلالات)

الاقتراح رقم 02 : أحواض التهوية

أين تم إختيار الإقتراح الأول نظام إستعمال أبراج الأكسدة أي (الشلالات) من أجل إنجاز محطة مع

- نزع الحديد من المياه الجوفية بالنسبة لمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي ذات تكلفة إستثمار تقدر بـ **416868900,00 دج** و تكلفة المتر المكعب من الماء المعالج بـ **2,20 دج/م^3** .

كما تطرقنا إلى كيفية تسير و إستغلال المحطة و التطرق إلى أعمال الصيانة الدورية للمحطة من أجل المحافظة على سلامة أجهزتها و سيرها الحسن من أجل الحصول على نوعية حسنة للمياه لمقدمة للاستهلاك البشري و المحافظة على المنشآت الخرسانية للمحطة و وحدات التصفية و المعالجة.

V-13- الوصايا من أجل إستغلال بقايا وحل الحديد :

- إقتراح وحل الحديد في إستعماله في الأنظمة الصيدلانية في إنتاج الأدوية .
- إستعمال وحل الحديد في الأسمدة الزراعية بعد التحاليل و المعالجة من أجل تنشيط عملية التنفس للنباتات .
- إستعمال وحل الحديد في مجال البحث العلمي .
- إستغلال وحل الحديد في عملية إعادة التكرير في مساعدات دعم تشغيل الشباب .
- إستغلال وحل الحديد في الصناعة .
- إستغلال أشعة الشمس في تشغيل المحطة بتقنية الطاقات المتجددة ألواح الطاقة الشمسية وذلك بإقتراح إستعمال الألواح لطاقة الشمسية .

الخاتمـــــــــــــــة

الخاتمة العامـــة

تعتبر المعالجة الفعالة للمياه الصالحة للشرب ذات أهمية كبيرة للمستهلك و للصحة العامة و الهدف من المذكرة هو دراسة أبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية لمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي .

حيث تضمنت هذه الدراسة على مايلي :

الإهتمام بدراسة الوضعية الجغرافية و الجيولوجية و الهيدرولوجية و في الأخير التعرف على نوع الطبقات المائية ، و حيث تم رفع المياه من عدة مناطق قريبة لموقع الدراسة و من اجل تحاليل الآبار التي ستأخذ

للدراسة تبين العينات و تحليلها بإرتفاع كبيرة في عكارة المياه بمنطقة سيدي بوصلاح و ما جوارها من المناطق المحيطة ، و كذا التطرق إلى إزالة الحديد بالطرق الكيميائية و الفيزيائية .

وفي دارستنا تم التطرق إلى الطرق الفيزيائية في المعالجة لنزع الحديد من المياه الجوفية بمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي ، وذلك بدراسة أبعاد المحطة بنظام المعالجة الفيزيائية حيث تم إقتراح فرضيتين أو إقتراحين : الإقتراح الأول أبراج الأكسدة (أشلالات) و الإقتراح الثاني أخواض التهوية

من خلال الدراسة التقنية و الإقتصادية و المقارنة بين الإقتراحين تم التوصل إلى الإقتراح الذي يستوفي الشروط التقنية و الإقتصادية .

أي الفرضية الأولى الإقتراح الأول : أبراج " الأكسدة " التهوية (الإنحدارات أو الشلالات)– الترسيب – الترشيح – التعقيم، بتكلفة مشروع تقدر بـ : 416868900,00 دج و تكلفة م^3 2,20 دج/م^3 .

وفي النهاية يتم التطرق إلى التسيير و الإستغلال الحسن للمحطة من أجل المحافظة على ديمومة المحطة بإتباع الطرق التقنية و الإقتصادية و الفنية المقبولة و التسيير العقلاني للمحطة .

وفي أخر الدراسة نرجوا من الله أن نكون قد وفقنا في هذه المذكرة و أن تكون دراستنا كاملة و شاملة تنجز على أرض الميدان من طرف المصالح المعنية .

الملخص :

المياه المستعملة للإستهلاك اليومي بمنطقة إيليزي محملة بكمية كبيرة من الحديد و محطة نزع الحديد الموجودة حاليا غير كافية لتلبية حاجيات المنطقة لذلك ، قمنا بإقتراح محطة جديد لنزع الحديد بمنطقة سيدي بوصلاح للتخلص من كمية الحديد الزائدة في المياه الموجه للإستهلاك اليومي أو تقليل منها ، وذلك بإستخدام طريقة الأكسدة

(أبراج الأكسدة – الترسيب – الترشيح – التعقيم – التخزين) لهذا قمنا بدراسة نوعين أو إقتراحين مختلفين ، و قمنا بإختيار الاقتراح الإقتصادي بتكلفة تقدر بـ م^3 **2,20 دج/م^3**

و الطريقة المختارة تلبي المتطلبات التقنية و الإقتصادية لأبعاد محطة نزع الحديد من المياه الجوفية بمنطقة سيدي بوصلاح بولاية إيليزي .

الكلمات المفتاحية : حديد ، تهوية ، ترسيب ، ترشيح ، تعقيم ، تخزين .

Résumé:

Les eaux de consommation d'eau d'Illizi sont chargées en fer, la station de déferrisation existante ne suffit plus. Donc notre travail consiste à dimensionner une nouvelle station dans la région de Sidi Bouslah pour éliminer ou réduire la quantité de fer de l'eau utilisée pour la consommation humaine quotidienne en utilisant les méthodes d'oxydation (tours de oxydation, décantation, filtration, désinfection, Stockage). Pour cela on a étudié deux variantes et choisit la plus économique : **2,20 DA / m ^{3}**

La méthode choisie répond aux exigences techniques et économiques pour les dimensions de cette installation afin de retirer le fer des eaux souterraines de la région de Sidi Bouslah, dans le willaya de Illizi .

Mots clés: fer, oxydation, décantation , filtration, désinfection , stockage

Summary:

The water consumption of Illizi is loaded with iron, the existing ironing station is no longer sufficient. So our job is to size a new station in the region of Sidi Bouslah to eliminate or reduce the amount of iron water used for daily human consumption using oxidation methods (oxidation towers, decantation, filtration, disinfection , Storage). For this we studied two variants and chose the most economical: **2.20 DA / m 3**

The chosen method meets the technical and economic requirements for the dimensions of this installation in order to remove iron from the groundwater of the region of Sidi Bouslah, in the Illizi willaya.

Key words: iron, oxidation, decantation, filtration, disinfection, storage

المراجـــــــــع

المراجع بالفرنسية :

[01]- Seddiki Amor. Etude d'amélioration de la qualité des eaux de consommation de la ville d'Illizi ; mémoire ,master , université Ouargla,2014-1015.

[02]- CH . Mohamed Shaltout .Eng . Mohamed Ghonam . Drinking WaterTreatment Technology **;** November 2008

[03]- Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à Faible Coût . La désferrisation des eaux de forage ; document technique ; N°1-1996 .

[04]- François. Marie-Paule SAMBOU . Etude de faisabilité d'une station de désertisation ;

[05]- lopoukhine .Le traitement des eaux ; 2 édition revue et améliorée raymond Desjardins ; Editions de l'Ecole poly technique de Montréal .

[06]- Le traitement du fer et manganèse ; du service public du BRGM 98-J-104 ,Avril 1999

[07]- Kateb Samir . Système de désferrisation physique des eaux potables de la ville d'ILLIZI ;document .

مراجع العربية :

[08] –د . أحمد .رأفت . وليد عبد الحليم . مراجعة تصميم محطات تنقية مياه الشرب .

[09]– بن عكشة نجيب . دراسة مخطط شغل الأراضي رقم 16 لبلدية إيليزي ، مكتب الدراسات و الإنجازات في التعمير بباتنة وحدة بسكرة .

[10]– جمال عبد الله . تعقيم مياه الشرب.

[11] –د . كاخيا طارق إسماعيل . عنصر الحديد .وجوده.مركباته.إستخداماته .

[12]– الخولي سعيد . الإدراة الهندسة ، لمحطات تنقية مياه الشرب الجزء الأول.

[14] – سلمان المامون . محمد سعد النور . إزالة الحديد من الماء عن طريق أكسدته بالهواء و الكلور، أكتوبر 2016 .

[14]– د . محمد جاسم محمد. تقييم أداء مشروع الوحدة لمعالجة المياه.

[15] – د. محمد الشريف عجبين . الثلوت المخاطر و الحلول، 2002 .

[16]– د. الحايك نصر . مدخل إلى كيمياء المياه . تلوث . معالجة . تحليل ،سنة 2017 .

[17]– نيران عبد عبادة الزبيدي . دراسة نوعية في محطة مياه الجزائر و البحث في وجود الطالب فيها .

[18]– تشغيل و صيانة محطات تنقية مياه الشرب وروافعها كود رقم .1/104. الجزء الأول.

[19] – تطهير مياه الشرب . الأكسدة الكيميائية في معالجة مياه الشرب .

[20]– تكنولوجيا تنقية مياه الشرب ، دليل المتدرب ، البرنامج التدريبي كيميائي ، مياه، الدرجة الثالثة .

[21] – منهجية الجرد و الإستلام لمحطات تنقية مياه الشرب .

[22]– معلومات من مصلحة حشد الموارد المائية بمديرية الموارد المائية بولاية إيليزي .

[24]– وحدة الجزائرية للمياه بولاية إيليزي . محطة تصفية المياه .

الملاحـــــــــــــق

ملحق رقم 01 : التراكيز المسموح بها في مياه الشرب لبعض المواد [01].

العنصر	الوحدة	النظام العالمي OMC	النظام الاوربي CEE	النظام الجزائري
العكارة	NTU	10	4	10
الحرارة	م°	25	25	25
الاس الهيدروجيني PH	PH	8,5 _ 6,5	9 _6,5	8,5 _ 6,5
الناقلية الكهربائية	(ميكروسيمنس/سم)	2800	2800	1250
العسارة Dureté	F°	50	45 – 10	50
الكلورايد Cl^-	ملغ /ل	250	200	200
الكبريتات SO_4^-	ملغ /ل	400	250	200
الكالسيوم Ca^{2+}	ملغ /ل	200	100	200 _ 75
المغنيزيوم Mg^{2+}	ملغ /ل	50	50	150 _ 40
الصوديوم Na^+	ملغ /ل	200	150	200
البوتاسيوم K^+	ملغ /ل	12	12	20
النترات NO_4^-	ملغ /ل	44	50	0
النيتريت NO_2	ملغ /ل	4	0,1	0,1
الآمونيوم NH_4^-	ملغ /ل	–	0,5	0,5
الفحوم الهيدروجينية	ميكروغرام/ل	_	10	_
الحديد Fe	ميكروغرام/ل	400	200	_
المنغنزيوم Mn	ميكروغرام/ل	100	200	_
النحاس Cu	ميكروغرام/ل	1000	_	_
الزئبق Hg	ميكروغرام/ل	5000	5000	_

الفلوريد F	ميكروغرام/ل	1500	1500_700	_
المواد العالقة MES	ميكروغرام/ل	_	_	_
النيكل Ni	ميكروغرام/ل	_	50	_
الكاديوم Cd	ميكروغرام/ل	_	5	_
الرصاص Pb	ميكروغرام/ل	_	50	_

ملحق رقم 02 : أجهزة المراقبة و القياس بمخبر محطة المعالجة

جهاز قياس العكارة

خزان حقن الكلور

جهاز قياس الـ PH الـ O_2

جهاز تركيز عن نسبة الحدين في الماء

جهاز الـ PH و O_2

كاشف الحديد