جامعة قاصدي مرباح ورقلة
المكتبة
كلية الرياضيات وعلوم المادة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعـــة ورقلـــة

كـلية العلوم
و العلوم الهندسية

قسـم الهندسـة
شعبة الري و الهندسة المدنية

مذكـرة التخـرج

لنيل شهادة مهندس دولة في الري الصحراوي

المـوضوع:

المساهمة في دراسة فعالية نواة التمر و تثمينها
في نزع ملوحة مياه الطبقة الحرة لحوض ورقلة

من إعداد الطالب :
بن عبد الحفيظ فاتح

المؤطـر :
د. مصيطفى عمار

أعضـاء اللجنـة
رئيس اللجنة : كمـوخ عبد الرحمان
الممتحـن : سكيو فاتح
الأعضـاء : بوجناح صليحة

دفعـة 2002

الإهداء

أهدي هذا العمل ، الذي هو ثمرة هذه المجهودات إلى اللذان يرجع لهما الفضل في تحمل جميع المشاق وأشرفا على تعليمي المتواصل ، والدايَ العزيزين رعاهم الله وحفظهم وجزاهم عني كل خير .

إلى كل الأخوة والأخوات صغيرا وكبيرا ، كل واحد باسمه .

إلى كل الأهل والأقارب دون استثناء وخاصة جدتايَ العزيزتين .

إلى كل الأحباب والأصدقاء وخاصة المقربين مني ، وان لم اذكر أسماءهم فهم في قلبي

إلى زميلي الغني عن التعريف – كمال عبد الله –

إلى زملائي في الدفعة 2001/2002

إلى الثلاثي المرح B14

إلى زملائي في الغرفة F41

إلى صاحب الانطلاقة (مشري معمر)

إلى كل من ساهم في إنجاح هذه المذكرة ولو بدعاء .

وإلى كل هؤلاء تحية حب واخلاص .

وشكـــــرا

بن عبد الحفيظ فاتح

تشكرات

شكري كل الشكر لله الذي منحني القوة ووفقني في إنجاز مثل هذا العمل .

ثم شكري الخاص إلى :

أستاذي و مؤطري الدكتور مصيطفى عمار الذي أشرف على تأطيري وتحمل معي أعباء هذه المذكرة حتى النهاية جزاه الله عني كل خير.

كل أساتذتي الكرام ، من بداية المرحلة الابتدائية وحتى المرحلة الجامعية .

كل عمال مخبر المؤسسة العمومية للإنتاج والتسيير وتوزيع المياه E PEG. بغرداية

كل عمال مخبر مركز الأبحاث والتطوير CRD. بحاسي مسعود وخاصة العروسي

كل عمال مخبر قسم العلوم الزراعية وأخص بالذكر – مصيطفى نور الدين –

مسؤولة المكتبة المركزية السيدة –ونيس –

كل من ساندني وقدم لي العون خاصة الزملاء : كحال عبد الله – مشري معمر – طالبي العلمي

كل من ساهم سواء من قريب أو بعيد في إنجاز هذه المذكرة .

دون أن أنسى الأخ– سوايح شوقي–

الطـالـب بن عبد الحفيظ فاتح

ملخص

الطبقة المائية الحرة ،هي أحد المصادر المائية الغير مستغلة والضعيفة العمق على مستوى حوض ورقلة.
فهي تجمع يوميا حجم معتبر من الماء المستعمل في المدينة وفي صرف مياه الأراضي الفلاحية .من جهة أخرى في السنوات القادمـــة رهان التزويد بالمياه الصالحة للشرب والسقي يزداد شيئا فشيئا في الأهمية.
فإذا كان الماء العامل الرئيسي لكل هذه التطورات ،فهو يشكل مشكل حقيقي بالنسبة لحوض ورقلة .
إذن فموضوعنا هذا يهدف إلى دراسة إمكانية إعادة استعمال هذه الطاقة الكامنة الهيدروليكية بأقل تكلفة من اجل استعمالها في استصلاح وتطوير الفلاحة في المناطق الجافة .

RESUME

La nappe phréatique est l'une des ressources en eaux non exploitée est de faible profondeur dans la cuvette de ouargla .elle reçoit quotidiennement une importante quantité d'eau usée de la ville et de drainage des périmètres agricoles.

Par ailleurs, pour les années à venir, les enjeux d'une alimentation en eau potable et d'irrigation prennent de plus en plus d'importance. Si l'eau est le facteur primordial pour tout de développement, elle constitue par contre un problème réel dans la cuvette de Ouargla.

Le présent thème à pour but d'étudier la possibilité d'une éventuelle réutilisation de ce potentiel hydrique peu coûteux , pour la mise en valeur et le développement de l'agriculture en zone aride.

مقدمة

تعتبر الطبقة الحرة لحوض ورقلة ذات مخزون مائي كبير ، وهو نتيجة الاستعمالات المنزلية اليومية و كذا الاستعمال الغير العقلاني في سقي الأراضي الفلاحية ، وبالتالي فهي أحد المصادر المائية الغير مستغلة . بـــل بالعكس أصبحت تهدد واحات النخيل والمنشات القاعدية للمنطقة .

مساهمة في إيجاد وسيلة ترتكز على أسس علمية لمعالجة هذه المياه وإعـــادة استعمالـــها في الزراعة كمرحلة أولى. نواة التمر كوســـط طبيعي محلي تستعمل في هذا البحث كبديل محتمل للمستبدلات اللأيونية (فحم نشيط ،رزين، ...) ومعرفة مدى فعاليتـــها في نزع ملوحة مياه الطبقة الحرة لحوض ورقلة إلى درجة يسمح بها في مياه السقي . نهدف من خلال هذه المنهجية إلى بعدين :

- بعد اقتصادي وذلك بالإستفادة من مشتقات التمر وتثمينها في تحلية المياه .
- بعد بيئي نهدف من خلاله إلى تخفيض مستوى هذا الخزان الجوفي بإعادة إستعماله في الزراعة

تنقسم هذه الدراسة إلى 6 فصول :

الفصل الأول : ويلخص المميزات الجغرافية والمناخية لمنطقة الدراسة .

الفصل الثاني : يبين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه .

الفصل الثالث : يبرز أهم الطرق لنزع الملوحة .

الفصل الرابع : يلخص طرق ووسائل الكشف الفيزيائي والكيميائي لمياه الطبقة الحرة .

الفصل الخامس : يبرز ما مدى تأثير نواة التمر على نزع ملوحة مياه الطبقة الحرة

الفصل السادس : نناقش من خلاله النتائج المتحصل عليها خلال هذه الدراسة .

الفصل الأول

مميزات منطقة الدراسة

1 ـ تعريف بالمنطقة

تقع منطقة ورقلة على ارتفاع 157م فوق مستوى سطح البحر بين خطى الطول 32°و57° شمالا وخطى عرض 5°و20°شرقا وهى موجودة فوق وادي مية (MYA).

مساحتها تقدرب 163.233 كلم2 يحدها (الشكل 1) شمالا ولاية الجلفة والوادي ومن الشرق جمهورية تونس وولاية تمنراست وولاية إليزي ومن الغرب ولاية غرداية .

جغرافيا تتميز منطقة ورقلة بمايلي:

- العرق الشرقي الكبير : وهو يحتل حوالي 2/3 من مساحتها
- الحمادات : وهي طبقة من الحصى تتمركز في جزء كبير من الغرب إلى الجنوب
- المجاري المائية : وهي عديدة أهمها وادي مية MYA ووادي ريغ RHIR
- المنخفضات : وهي متواجدة عموما ناحية وادي ريغ

2 ـ الوضعية الطبوغرافية

تمتاز المنطقة بأراضي مسطحة ذات انحدارات بسيطة وتضاريسها يسيطر عليها الكثبان الرملية

3 ـ الوضعية المناخية

تمتاز المنطقة بمناخ صحراوي وبأمطار قليلة وأحيانا منعدمة (50ملم كمتوسط سنوي) وبحرارة متفاوتة ، تصل إلى40 م في الصيف و15 م في فصل الشتاء. الرياح قوية و مترددة ، وإشعاع شمسي مفرط وقدرة تبخر جد مرتفعة .

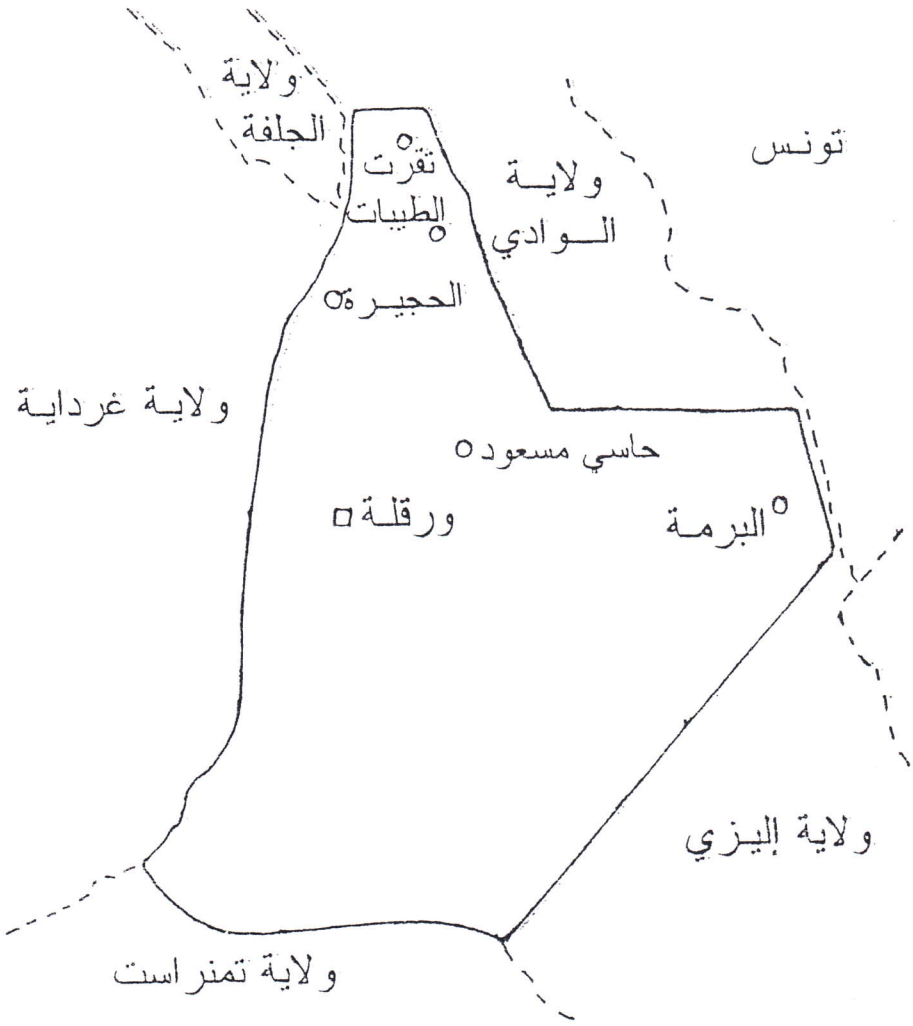
4 ـ السبخات الكبرى الموجودة على مستوى الحوض(الشكل2)

4 ـ 1 ـ سبخة ورقلة

وهي تحد المدينة من ثلاثة جهات :

- الجزء الغربي : بامنديل
- الجزء الشمالي : سعيد عتبة ، بور الهايشة
- الجزء الشرقي : سبخة الشط

ومصدر تغذيتها يعتمد على مياه السقي و مياه الصرف الصحي و الحضري [1]

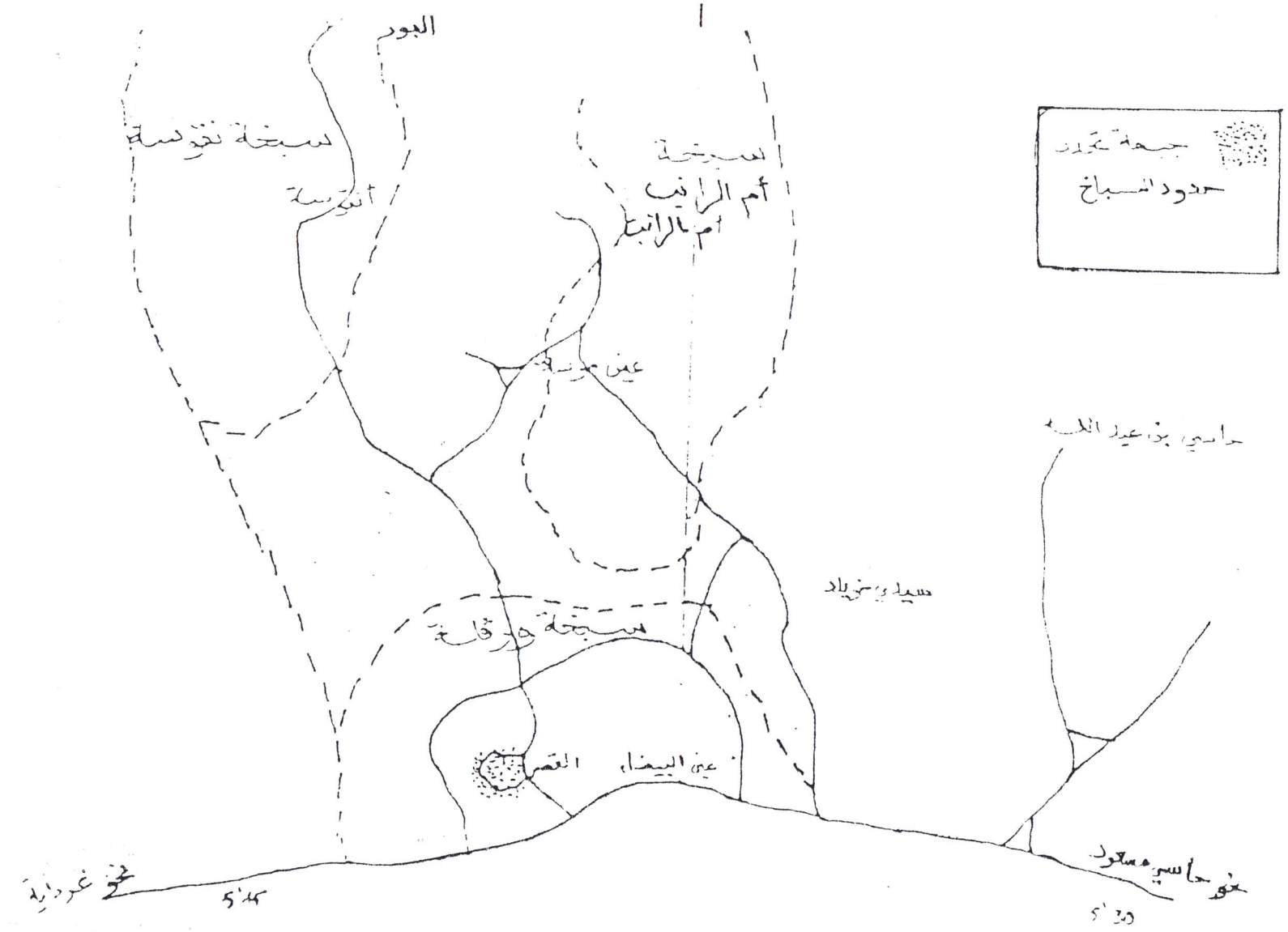


الشكل : (1)

ولاية ورقلة وحدودها الجغرافية (*ANONYME 1988*)

- ▫ مقر الولاية
- ○ مقر الدائرة
- — حدود الولاية
- --- حدود الدولة

0 20 40 60



المصادر: SEDAT (1993)

الشكل (2): حدود السباخ الكبار

2.4 . سبخة أم الرانب

وهى موجودة في الشمال الشرقي للمنطقة بارتفاع يتغير بين 126م و 128م وهي تتغذى بمياه سبخة ورقلة وذلك عن طريق الدفع والجريان الباطني

3.4 . سبخة أنقوسة

موجودة في شمال المنطقة على ارتفاع متوسط يقدر بـــ 131م وهي مغذاة بمياه السقي والتطهير بالإضافة إلى المياه المتسربة من سبخة ملالة (MELLALA) والمغذاة من جريان وادي النساء.

4.4 . سبخة سفيون (Sefionne)

وهي تعتبر كمصب لوادي ميزاب وواد النساء وكذا وادي مية بالإضافة إلى سبخة أنقوسة .

5 . الخصائص الهيدرولوجية للمنطقة

على الرغم من التساقطات الضعيفة ، إلا أن المنطقة تزخر بينابيع وموارد مائية جوفية هائلة ،حيث تقدر الطاقة المائية بحوالي 6000×10^9 م^3 . و أهم الطبقات الجوفية الموجودة على مستوى حوض ورقلة هي :

1.5 .الطبقة الحرة (Nappe phréatique) (الشكل 3 و4)

وهي موجودة في الرمال الغربية للوادي ،حيث تمتد من الجنوب نحو الشمال ،وهي غير مستعملة لتركيز ملوحتها . يتراوح عمقها ما بين 1إلى 8م حسب المكان والفصول .

تقدر نسبة ملوحة هذه المياه حوالي 10غ/ل خاصة في شمال ورقلة وحوض وادي ريــغ.

تتغذى هذه الطبقة عن طريق :

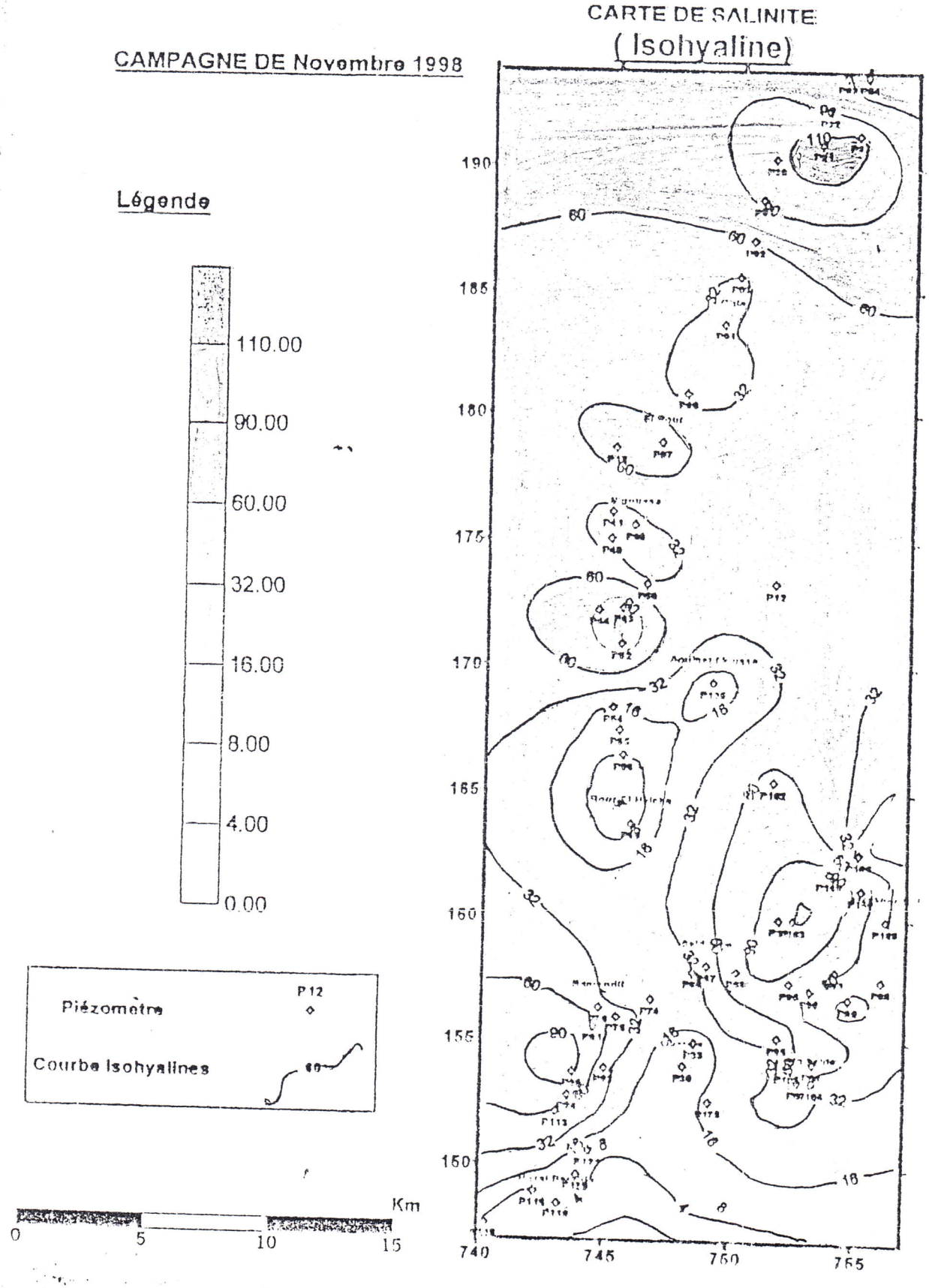
- صعود المياه الجوفية.
- مياه الصرف الحضري والفلاحي .
- تسرب المياه المتساقطة على العرق الشرقي.
- جريان الوديان الموجودة في المنطقة (Crues)

2.5 . طبقة الميوبليوسان(Nappe Miopliocène)

تقع على عمق يتراوح بين 10إلى 65م، وهي جد مستعملة في المنطقة وخاصة في السقي، حيث يفوق تدفقها 30م^3/ ثا.

CARTE DE SALINITE
(Isohyaline)

CAMPAGNE DE Novembre 1998

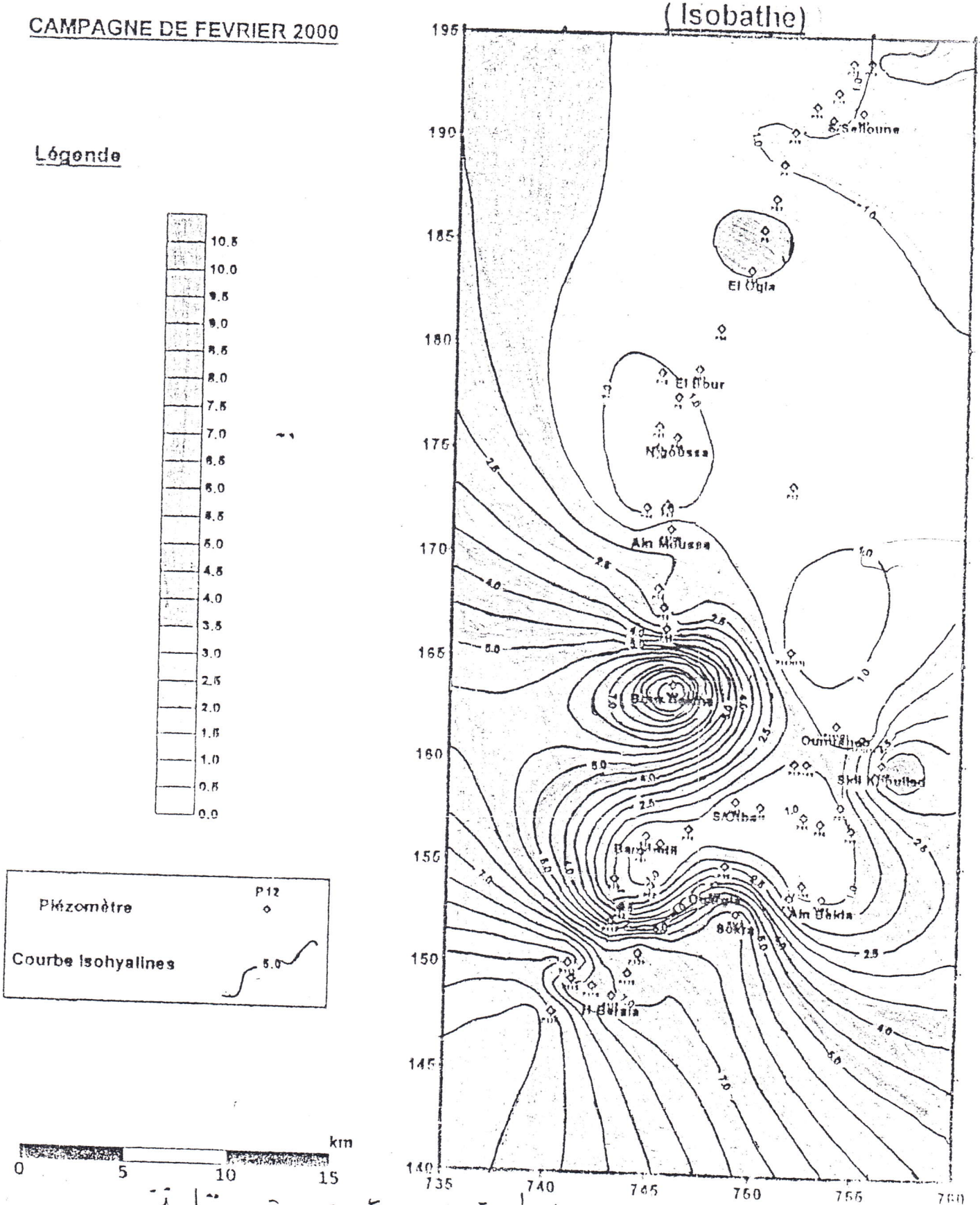


الشكل 4. تحركات الطبقة الحرة في حوض ورقلة
(خريطة الملوحة)

CARTE DE PROFONDEUR

(Isobathe)

CAMPAGNE DE FEVRIER 2000



الشكل 3. تحركات الطبقة الحرة في حوض ورقلة
(خريطة العمق)

5.3. طبقة السينونيان-أيوسان

ويتراوح عمقها بالمنطقة بين 140إلى 200م،وهي مستعملة بكثرة في السقي والتزويد بالمياه الصالحة للشرب بتدفق يقدر بـــ 540 ل/ثا و مساحتها تصل إلى 350000 كلم^2

5.4. طبقة الالبيان (Nappe Albien)

وهي موجودة على مستوى الطين الرملي وعمقها يتراوح ما بين (1500و 1800م) وقد يصل حتى 2300م في بعض المناطق ، وجريانها يكون في الجنوب نحو الشمال . مياهها جد ساخنة، وملوحتها تصل إلى 2مغ/ل وهي تتغذى من مياه الأطلس الصحراوي والمياه الجارية تحت الحمادات .تقدر مساحتها بـــ 800 000 كلم^2 وحجم مياهها هو 5000 مليار م^3،أما عن تدفقها فيتراوح ما بين 200 إلى 600 م^3/ثا ويلخص الجدول 1 أهم خصائص الطبقات الموجودة بالمنطقة.

جدول 1 . أهم خصائص الطبقات المائية الموجودة بمنطقة الدراسة .

مديرية الري بور قلة

الطبقة المائية	ميوبليوسان	السينونيان	الالبيان
العمــــــق (م)	50	150 ÷ 50	1800÷1500
تدفق الطبقة(م^3/ثا)	30	30	200
درجة الحرارة(م°)	23	26	55
الاستعمال	شرب ،صناعة ،سقي	شرب ،صناعة ،سقي	شرب ،صناعة ،سقي
نسبة الملوحة مغ/ل	8-2	4-1.7	2-1.7

الفصل الثاني

الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه

يوجد الماء في الطبيعة في البحار والمحيطات والأنهـــار وكذا البحيرات بالإضـــافة لمياه الآبار والأمطار . وعليه فان الماء النقي تماما والخالي من الأملاح والشوائب غير متوفر، وهذا لأن الماء يعتبر محل لكثير من المواد السائلة والصلبة . فمياه الأمطار تتشبع أثناء سقوطها بالغازات المتواجدة في الطبقة الهوائية كغاز ثاني أكسيد الكربون وكبريت الهيدروجيـــن ، أما الميـــاه الجـــارية في باطـــن الأرض أو على سطحها تذيب أملاحا معدنية كثيرة ومركبات عضوية على حسب التركيبية الجيولوجية للطبقات التي تجري بها . وعليه يمكن تقسيم مصادر المياه إلى ثلاثة : مياه الأمطار ، مياه باطنية ، ومياه سطـــحية.

1 ◦ الخصائص الكيميائية للماء

إن بنية جزئي الماء ذو الصيغة H_2O تنتج عن ترابط ذرتي هيدروجين بذرة أوكسجين ، تحصران بينهما زاوية قدرها 105° . لهذا فإن الماء يعتبر من أهم المحلات القطبية نظرا لبنيته التي تعطي عزما قطبيا . كمـــا يعتبر التجمع المضاعف لجزئ الماء $(H_2O)_2$ من اكثر التجمعات ثباتا وذلك لوجود رابطتين هيدروجينيتين بين جزئ الماء .

ترتبط انحلالية العناصر [Ca^{2+} .Mg^{2+} . K^+ . Na^+ .Cl^- . SO_4^{2-}] في الماء مع درجة الحرارة كما يدخل التركيز في تحديد الانحلالية ، (خاصة درجة التشبع) .

2 ◦ الخصائص الفيزيائية للماء

أهم هذه الخصائص

2◦1 ◦ الكثافة

تؤدي ظاهرة التجمعات الجزئية إلى حدوث تحولات في الكثافة بدلالة درجة حرارة الماء، حيث أنها تنخفض أثناء التبريد بين الدرجة4 م ° و 0 م° (جدول 2)

جدول2 . كثافة الماء بدلالة درجة الحرارة [6]

درجة الحرارة (م°)	0	4	20	50	110
كثافة الماء	0.999	1.00	0.998	0.998	0.958

2-2- اللزوجة الحركية

تعبر اللزوجة عن مقاومة السائل للحركة . تتناقص هذه اللزوجة بازدياد درجة الحرارة والأملاح الذائبة (جدول 3و4)

جدول 3 .. تأثير درجة الحرارة على اللزوجة الحركية [8]

درجة الحرارة م°	0	5	10	15	20	25	30	35
معامل اللزوجة الديناميكية (m.Pa. s)	1.797	1.523	1.301	1.138	1.007	0.895	0.800	0.723

جدول 4 . تأثير درجة الملوحة على اللزوجة الحركية [8]

درجة الملوحة غ/ل	0	4	8	12	16	20
معامل اللزوجة الديناميكية (m.Pa.s)	1.007	1.021	1.035	1.052	1.086	1.085

2-3- الكتلة الحجمية

تتغير الكتلة الحجمية بدلالة درجة الحرارة و الضغط (جدول5).

جدول 5 . تأثير درجة الحرارة على الكتلة الحجمية للماء [8]

درجة الحرارة م°	0	4	10	15	20	30	35	100
الكتلة الحجمية كغ/دم^3	0.99987	1.00000	0.99973	0.99913	0.99828	0.99707	0.99567	0.95838

في التطبيقات العملية يعتبر الماء غير قابل للانضغاط ، لكن يعتبر مائع مرن ، فمياه البحر ذات الملوحة 35 غ/ل وكتلة حجمية متوسطة 1.0281كلغ/ل في الدرجة 0 م° . التغير الحاصل في الملوحة بـ 1غ/ل ينتج عنه تغير في الكتلة الحجمية إلى 0.0008 كلغ /ل.

2•4• الخاصية الكهربائية

وتتمثل هذه الخاصية في:

2•4• 1 ثابت العزل الكهربائي

ثابت العزل الكهربائي للماء ذو القيمة 80 يعتبر من الثوابت المرتفعة جدا ونتيجة لذلك ، فان الماء يملك قدرة عالية على تشريد المركبات .

2•4• 2 الناقلية الكهربائية

يعتبر الماء النقي من النواقل الضعيفة جدا للكهرباء ، لكن وجود المواد المنحلة فيه وخاصة الأملاح المعدنية يؤدي إلى ارتفاع تلك الناقلية (مياه البحر مثلا) .تكمن أهمية الناقلية الكهربائية في تصنيف المياه ، كما يبين ذلك الجدول 6 .

جدول 6 . تصنيف المياه حسب صلاحيتها للشرب .
(منظمة الصحة العالمية)

نوعية المياه	الناقلية الكهربائية ميكروسمنس /سم
مياه ممتازة	400-50
مياه جيدة	750-400
مياه متوسطة	1500-750
مياه ذات معدنية عالية	اكبر من 1500

3 • الخصائص الفيزيوكيميائية للماء

تحتوي المياه على أملاح معدنية وعناصر كيميائية وكائنات حية دقيقة بحيث تكون هذه العناصر محدودة ومعلومة التركيز . كما يجب أن لا تكون هذه العناصر مفرطا فيها ، لأنها حتما تحدث أضرارا. ومن بين هذه الخصائص نذكر :

3•1• درجة الحرارة

تتأثر بعض خواص الماء بدرجة الحرارة (الكثافة واللزوجة والتوتر السطحي وانحلالية الغازات وكذا سرعة التفاعلات الكيميائية) . فالماء يتجمد عند الدرجة 0 م° وفي ضغط جوى يقدر بـ 76 سم زئبقي أما درجة الغليان فهي 100م° عند نفس الشروط .

الفصل الثاني ـــ

\[Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{الحرارة}} CaCO_3 + H_2O + CO_2\]

2. 6. 3 . القساوة الدائمة

وهي ناتجة عن وجود (كلوريدات أو كبريتات) المعادن السابقة $Ca\,Cl_2$ ، $Mg\,Cl_2$، $CaSO_4$ ، $MgSO_4$ ولا يمكن أزالتها إلا بالتفاعلات الكيميائية مثل : إضافة أملاح كربونات الصود يوم .

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Ca\,CO_3 \downarrow + Na_2\,SO_4$$

4 . الشوارد الموجبة و الشوارد السالبة المنحلة في الماء

تحتوي المياه الطبيعية مهما كانت نوعيتها علي شوا رد موجبة .وأخرى سالبة بعضها مفيدة إذا وجد بكميات مقبولة و الأخر مضر إذا وجد بكميات زائدة عن معايير صلاحية المياه.[7]

4 . 1 . الشوارد السالبة

4 . 1 . 1 . شاردة الكلور ير (Cl^-)

ويتواجد هذا الأخير في جميع أنواع المياه الطبيعية وتراكيزه متفاوتة ، وهو ناتج عن ذوبان أملاح الكلور ير في المياه المارة ضمن الأراضي الملحية .

4. 1. 2 . شوا رد الكبريتات (SO_4^{2-})

توجد في الماء على شكل مركبات ، حيث ترتبط شوارد $SO_4{}^{2-}$ بالموجبة مثل الكالسيوم والبوتاسيوم وهي ناتجةعن انحلال الجبس وأكسدة الكبريت إلى كبريتات بواسطة الأكسجين الموجود في الهواء ، بالإضافة إلى أملاح الكبريتات التي تطرحها المصانع .

4 .1. 3 . شوا رد النتريت(NO_2^-)

وهي محصلة الانتقال بين شوا رد النترات NO_3^- وشوا رد الأمونيوم NH_4^+ ضمن عملية الأكسدة والإرجاع .

4 .1. 4 . شوا رد النترات (NO_3^-)

وهي ناتجة عن التحلل البيولوجي للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي أو مباشرة باستعمال الأسمدة الزراعية .

4 .1 .5 . شوا رد الفوسفات (PO_4^{3-})

مصدرها هو تفكك المواد الحية وذوبان الأملاح الفوسفاتية و المنظفات وكذا الصناعات الكيمائية .

4 .1 .6 . شوا رد الكربونات و البيكاربونات(HCO_3^- ,CO_3^{2-})

وجود الكربون في الماء ناتج عن ذو بانية CO_2 أو انحلال الصخور الكلسية ($CaCO_3$) مما ينتج عنه شاردتي CO_3^{2-} و HCO_3^- وذلك وفق المعادلات الكيمائية التالية :

$$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CO_3^{2-}$$

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3$$

$$CO_3^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HCO_3^-$$

4 .2 . الشوارد الموجبة

4 .2 .1 . شوا رد الصوديوم (Na^+)

تشكل شوا رد الصوديوم نسبة 2.83 % من تركيز القشرة الأرضية وتمتاز بدرجة انحلالية مرتفعة في الماء ، لذا فهو يتواجد في جميع أنواع المياه السطحية و الجوفية إضافة إلى احتواء مياه الصرف على كميات كبيرة منه ، حيث أن وجودها بنسبة كبيرة في مياه السقي يِؤدي إلى نقصان نفاذية التربة .

4 .2 .2 . شوارد البوتاسيوم (k^+)

تشكل هي الأخرى 2.59 % من تركيز القشرة الأرضية و بالتالي فهي تشبه شاردة الصوديوم في جميع الخصائص و التأثيرات .

4 .2 .3 . شوارد الكالسيوم (Ca^{2+})

تتواجد في المياه الطبيعية بنسب مختلفة ، و تنتج عن التفاعل بين غاز(CO_2) المنحل في الماء و الصخور الكلسية التي يمر بها الماء أو عن طريق الانحلال المباشر للجبس ($CaSO_4$) .

4 .2 .4 . شوارد المغنزيوم (Mg^{2+})

تنتج عن انحلال الصخور المشكلة للمجرى المائي غير أن تركيزها يكون عادة أقل من تركيز شوارد الكالسيوم ، لكن يشبه هذا الأخير في جميع تأثيراته .

4 .2 .5 . شوارد الأمونيوم (NH_4^+)

إن إرجاع شوارد النترات يعطي شوارد الأمونيوم ، و تعتبر البقايا النباتية و الحيوانية المتواجدة في التربة مصدر الأمونيوم.

وجودها في المياه المعتدلة أو الخفيفة القاعدية يقلل من سمميتها بالمقارنة من وجودها في المياه القاعدية على شكل NH_4OH [7].

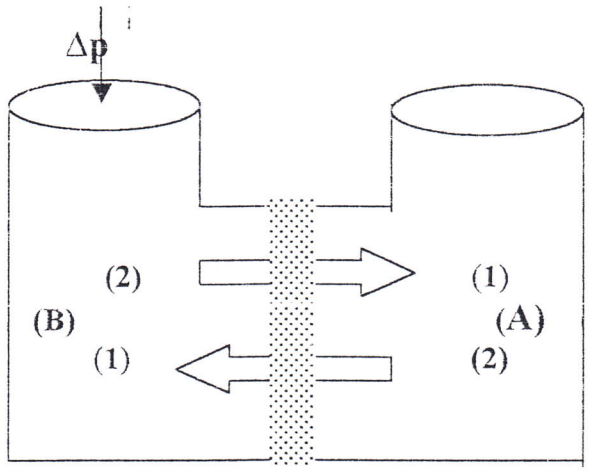
الفصل الثالث

أهم الطرق والوسائل المستعملة في نزع ملوحة المياه

من اجل نزع ملوحة المياه أو التخفيف منها يستدعي الأمر تطبيق الطرق التالية :

1. الأسموزي المعاكس

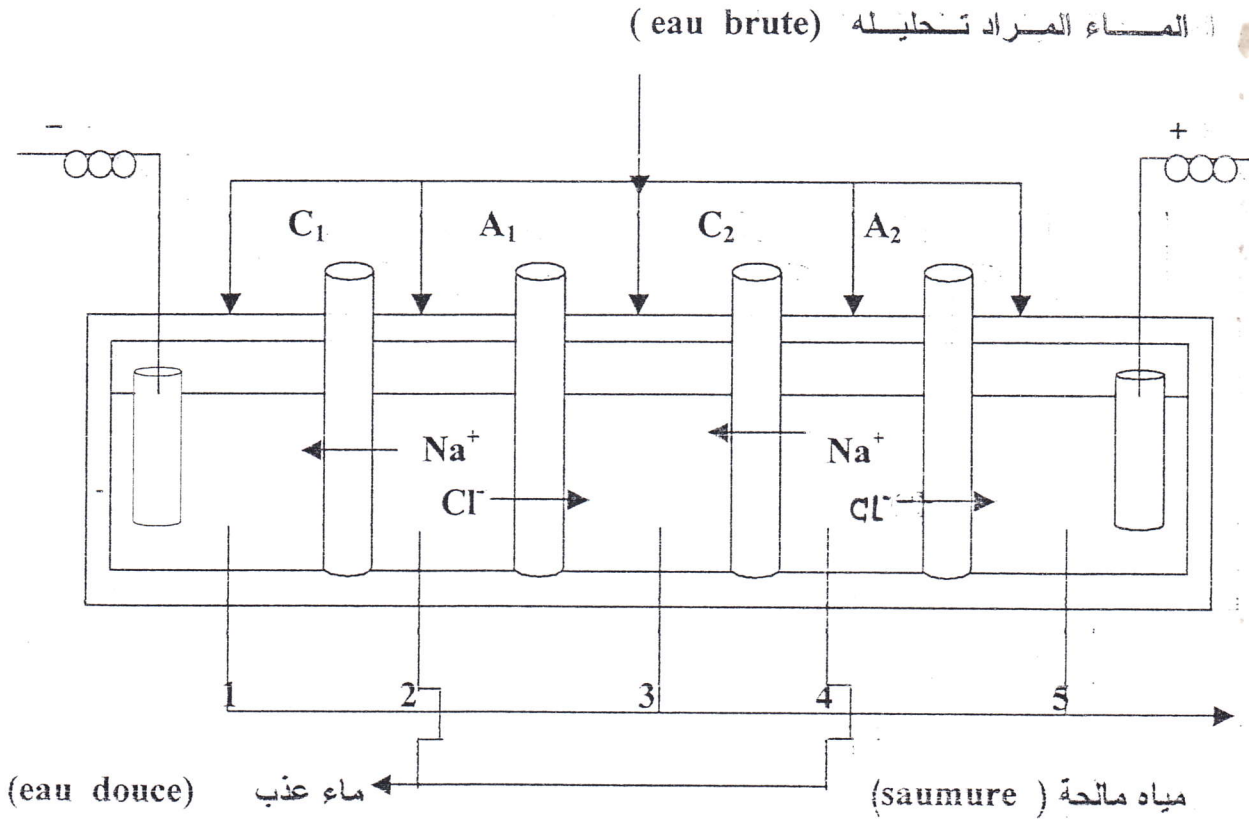
تعتمد هذه الطريقة على خاصية الفصل بين السوائل وذلك باستعمال غشاء نصف نفوذ يمرر الماء في إتجاهين . يتكون الجهاز من وعاءين يفصل بينهما غشاء (membrane) هذا الجهاز متعدد الخلايا (شكل5) حيث أن مياه كل وعاء تختلف عن الأخرى ، الأول (A) يحتوى على ماء عذب والثاني (B) يحتوي على ماء مالح . إن مرور الماء عبر الغشاء إلى الوعاء الثاني ينتج عنه رفع للضغط يدعي الضغط الأسموزي. عندما نطبق ضغط ΔP على الوعاء (B) يترشح الماء في الاتجاه المعاكس مما يؤدي الحصول على مياه صالحة الاستعمال [4].



شكل 5 . وحدة الأسموز العكسي أو المعاكس

2 . طريقة القطبية الكهربائية (ELECTODIALYSE)

تعتمد على تحويل الشوارد (d'ions) تحت تأثير تيار كهربائي مستمر (− ، +) عبر غشاء نفوذ للشوارد وغير نفوذ للمذيب (solvant) حيث أن الشوارد السالبة تتجه نحو القطب الموجب (anode) و الشوارد الموجبة تتجه نحو القطب السالب (cathode) .[4] (الشكل 6).



شكل6 . وحدة القطبية الكهربائية .

للعلم أنه يوجد أغشية تؤدي دورين : تمرر شوارد الموجبة من جهة و شوارد السالبة من الجهة الأخرى ،ونرمز لها بـــ : (− ، +) أو (a , c) . كما يوجد أغشية تؤدي دور واحد وهو إما تمرير الشوارد السالبة (C) أو تمرير الشوارد الموجبة (A) .

تستعمل هذه الطريقة في حالة التراكيز الخفيفة في نزع ملوحة المياه السطحية.

3 . طريقة التبادل الأيوني (Echangeurs d'ions)

ترتكز هذه الطريقة على خاصية استبدال الشوارد ، سواء كانت موجبة مثل : Ca^{2+} ,Na^{+}, Mg^{2+} أو سالبة مثل SO_4^{2-}, Cl^- بمثيلتها في المحلول .

نعرف سعة التبادل الايوني على أنها عدد المكافئات الغرامية من الأيونات أو الشوارد التي نستطيع حجزها في كل1 كلغ من المبادل ،وعليه فان سعة المبادل الأيوني(échangeur) واحتجازه للشوارد تتربط بتركيز الشوارد الموجودة في المحلول .[3]

ويتمثل هذا المبدل الايوني في الأنواع التالية :

- polymères organique باستعمال الفحم النشيط charbone Actif
- Résine
- الغضار(l 'argile)

وتكون معضمها على شكل كريات صغيرة ذات أقطار 0.5 مم وبكتلة حجمية 1200كغ/م^3 وسعة تبادلها 1500eq .g/m^3

من أهم تطبيقاتها:

- تحلية المياه
- نزع المعادن
- نزع الشوارد السامة أو الإشعاعية
- نزع السليس .

4 . الخلاصة

بالرغم من أن الطرق المستعملة في نزع الملوحة أو التخفيف منها ذات مر دودية جيدة إلا أنها تعتبر مكلفة جدا بالنظر إلى أهمية المورد الطبيعي بالإضافة إلى أنها :

- جد حساسة (الأغشية)
- ذات نفاذية كبيرة
- تتأثر بتغير الـ pH ودرجة الحرارة
- حساسية للانسداد والبكتيريا.

وبالتالي فهي تتطلب إمكانيات كبيرة من اجل صيانتها ومتابعتها ،كما أنها تستوجب عمليات معالجة أولية للمياه .

بعض من هذه السلبيات ساعد على اقتراح طريقة فحم نواة التمر كبديل ممكن للطرق سابقة الذكر .

هذه المادة الخام متواجد بكثرة في الطبيعة وغير مكلفة في تحضيرها . وبالتالي فهي مساهمة في تثمين الثروات الطبيعية الموجودة في المنطقة لحل مشكلة المياه الطبيعية الحرة واعادة استعمالها في السقي .

الفصل الرابع
طـــرق ووســـائل

إن معرفة الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه ضروري . والكشف عنها يمكننا من التمييز بين مختلف أنواع المياه (صالحة للشرب أو السقي أو الصناعة) وبالتالي اتخاذ التدابير اللازمة لمعالجتها عند الضرورة .

في بحثنا هذا سنتطرق إلى معرفة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الطبقة الحرة لحوض ورقلة وهذا قصد إمكانية معالجتها واستعمالها في السقي . للعلم أن مياه هذه الطبقة تشكل عائقا كبيرا في المنطقة خاصة وأنها متسببة في ملوحة التربة مما يؤثر على المر دودية الإنتاجية ، كما أن صعود هذه المياه وتجمعها على شكل مستنقعات وشطوط يسبب أثارا غير مرغوب فيها من الناحية البيئية.

إن مصدر هذه المياه هو الإستعمال الغير عقلاني لمياه السقي والصرف الحضري مما يطرح إشكالية، والتفكير في كيفية إعادة إستغلال هذه الثروة المائية السطحية في تطوير المنطقة .

1 . أخذ العينة

تحليل المياه عملية مهمة تتطلب الدقة وتطبيق معايير في أخذ العينات وحفظها قبل التحليل.أمـــا التحليل في حد ذاته يتطلب خطوات وطرق تختلف من عنصر إلى آخر وذلك حسب عمليات التحليل المستعملة .

إن التحليلات المخبرية لا يكون لها أية أهمية أو قيمة علمية إلا إذا كانت ملائمة ومستوفية للشروط .

في حالة الأحواض المائية المفتوحة والوديان والخزانات المائية المغلقة ، تؤخذ العينة بغمر القارورة المخصصة لذلك داخل الوسط المائي على مسافة من القاع والسطح وبعيدا عن الجدران حتى نتجنب دخول المواد المترسبة. في حالة البحيرات من الضروري في هذه الظروف اختيار عدة نقاط للأخذ ، وبعدها يتم مزج كل العينات للحصول على عينة نموذجية[7].

2 . مكان أخذ العينة

قمنا بأخذ العينات من قناة الصرف الفلاحي الرابطة بين بامنديل والشط.

3 . التحاليل المطلوبة

3 . 1 . الخصائص الكيميائية

الشوارد الموجبة : الكالسيوم(Ca^{2-}) ،المنغزيوم (Mg^{2+})، البوتاسيوم (K^{+})الصوديوم (Na^{+}).

الشوارد السالبة : الكلور ير (Cl^{-}) ، (HCO_3^{-}) ، (NO_3^{-}) ، (SO_4^{-2})

3. 2 . الخصائص الفيزيائية

الدليل الهيدروجيني ، الناقلية الكهربائية ، القساوة ، الملوحة .

4 . التحليل الفيزيائي للمياه

4 . 1 . الكشف عن الدليل الهيدروجيني (pH)

نستعمل لهذا الغرض جهاز الــ pH، و لمعايرة الجهاز نستعمل محلولين مختلفين في درجة الــ pH ، (pH =4.1 و pH= 10) عند درجة حرارة معينة .

بعد مراقبة الجهاز نقوم بقراءة pH للعينات عن طريق إدخال إلكترود الجهاز في القارورة العينة ثم نقرأ القيمة بعد ثبوت مؤشر الجهاز .

4 .2 . الكشف على الناقلية الكهربائية (CE)

نستعمل لذلك جهاز قياس الناقلية الكهربائية ، حيث نقوم بمراقبة الجهاز ، ثم ندخل الالكترود في القارورة ، و نسجل كما في جهاز الــ pH القيمة العددية .

4 . 3 . الكشف عن الملوحة(Salinité)

باستعمال نفس الجهاز السابق ،نتحصل على درجة الملوحة وذلك بالضغط على المفتاح الخاص .

4 . 4 . الكشف على البقايا الجافة (RS)

باستعمال فرن و مجفف، نقيس حجم من العينة (50مل) في حوجلة ونضعها في الفرن تحت درجة حرارة 105م° لمدة 24 ساعة. بعد وزن الإناء وهو فارغ (M_0)، نقوم بوزن النتائج بعد عملية التجفيف(M_1)

ونحسب قيم البقايا الجافة وفق العلاقة التالية :

$$R_S = \frac{M_1 - M_0}{V} \cdot 100 \quad mg/l$$

5 . التحليل الكيميائي للمياه

كان ذلك بمخبر(EPEG) بغرداية و(CRD) بحاسي مسعود ، حيث قمنا بما يلي:

5 . 1 . تعين تركيز الكلورير(Cl^-)

باستعمال طريقة موهر (MOHER) التي تتطلب الكواشف التالية :

- نترات الفضة ($AgNo_3$) ذات النظامية (0.1N) والناتجة من المزج بين 16.99 غ من ($AgNo_3$) ولتر من الماء .
- كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_4$) (10%) والناتجة عن ذوبان 50غ من $K_2Cr_2O_4$ في لتر من الماء
- حمض النتريك (HNO_3).

أ) طريقة العمل

بعد عملية تمييه العينة ، بإضافة 100مل من الماء المقطر إلى 10مل من الماء المراد معيارته ، نضيف من 2 إلى 3 قطرات من حمض النتريك مع قرصة من $CaCO_3$ واخيرا نضيف 3 قطرات من كرومات البوتاسيوم فنحصل على مزيج ذو لون اصفر .

باستعمال قطب مغناطيسي (barreau magnétique) وجهاز الرج . نبدأ عملية المعايرة بإضافة محلول نترات الفضة . عند ظهور المنعرج اللوني وتحول اللون الأصفر إلى لون الأحمر الاجوري نقوم بتوقيف العملية ونسجل حجم ($AgNO_3$) الداخل في المزيج .

ب) تحديد تركيز الكلورير (Cl^-)

لتحديد تركيز Cl^- نستعمل العلاقة التالية :

$$NCl . V_1 = N_2 . V_2$$

$$NCl = \frac{N_2 . V_2}{V_1} \quad \text{(Milimole /l)}$$

حيث:

N_{Cl} : نظامية الكلور المراد إيجادها .

N_2 : نظامية نترات الفضة .(N= 0.1N)

V_2 : حجم محلول نترات الفضة المضافة .

V_1 : حجم العينة المستعملة .

و من أجل الحصول على تركيز Cl^-بمغ /ل نطبق العلاقة التالية :

$$C_{Cl^-} = V_{AgNO3} . 35 ,50 .D \qquad \text{mg/l}$$

حيث : V_{AgNO3} : حجم نترات الفضة المضافة (بالمل)

D : درجة التمييه المستعملة

5 . 2 . تعين تركيز المغنزيوم و الكالسيوم

لمعرفة تركيز شوا رد المغنزيوم في العينة المدروسة ، نلجأ إلى تعيين قيمة تركيز كل من شوا رد الكالسيوم و المغنزيوم معا ، ثم نعين تركيز شوا رد الكالسيوم لوحدها (Ca^{2+}).

نستعمل نفس الخطوات لتحديد تركيز ($Mg^{2+} + Ca^{2+}$) وكذا Ca^{2+} لوحدها وذلك باستعمال الكواشف التالية :

* محلول الامونياك

* محلول ملون (noire)

* محلول EDTA القاعدي.

أ) طريقة العمل

نأخذ 10مل من العينة ونضعها في البيشر ثم نضيف الماء المقطر حتى الوصول إلى القيمة 50مل .
نصب الناتج في حوجلة ثم نضيف 4 مل من حمض الامونياك وقطرتين من الملون، فنتحصل على لون بنفسجي . نضع القطب المغناطيسي في الحوجلة ونضع الكل فوق جهاز الرج المغناطيسي ثم نبدأ عملية المعايرة باستعمال محلول EDTA .

بتطبيق العلاقة التالية يمكن معرفة مجموع تراكيز Mg^{2+} و Ca^{2+}

$$TH = Sel_{Mg^{2+}} + Sel_{Ca^{2+}}$$

حيث TH : القساوة الكلية (Titre Hydrotimétrique)

$$N_{Ca^{2+}+Mg^{2+}} = N_1 . V_3 / V_0$$ (Milimole /l) .

حيث N_1 : نظامية EDTA والتي تساوي إلي 10ميلي مول /ل

V_0 : حجم العينة المراد الكشف عنها ب (مل)V0

V_3 : حجم محلول EDTA المضاف بـــ (مل)

بعد التحويلات نستنتج تركيز $C_{ca^{2+}+Mg^{2+}}$

$$C_{ca^{2+}+Mg^{2+}} = C_{TH} = V_3 . 20 . F$$ mg / l

حيث :

F معامل التمييه.

ب) تحديد تركيز (Ca^{2+})

باستعمال نفس العلاقة السابقة

$$Ca^{2+} = C_1 . V_3 . A / V_0$$ mg / l

بحيث :

A : العدد الكتلي للكاليسوم (40.08)

إذن :

$$Ca^{2+} = 10 . V_3 . 40.08/50$$

$$Ca^{2+} = 8.016 \quad V_3.F \quad mg/l$$

ج) تحديد تركيز (Mg^{2+})

لدينا :

$$TH = Mg^{2+} + Ca^{2+}$$

$$V_{TH} = V_{Mg}{}^{2+} + V_{Ca}{}^{2+}$$

وباستخدام نفس العلاقات السابقة نجد :

ml

$$\boxed{V_{Mg2+} = V_{TH} - V_{Ca}{}^{2+}}$$

$$C_{Mg}{}^{2+} = 10.V_3 . 24.30/50$$

$$\boxed{C_{Mg}{}^{2+} = 4.86 . V_{Mg}{}^{2+}}$$

5. 3 . الكشف عن السولفات (الكبريتات) ($SO_4{}^{2-}$)

أ) الكواشف المستعملة

محلول كلور الباريوم $BaCl_2$ 10% (25غ من $BaCl_2 \, 2H_2O$ في 212,5مل من الماء مقطر ونضيف12.5مل من HCl مركز). [7].

ب) طريقة العمل

نأخذ من 10 إلى 15 مل من العينة في بيشر حجمه 250مل ثم نضع العينة في حمام مائي درجة حرارته بين 60الى65 م° ثم نضيف قطرات من كلور الباريوم $BaCl_2$ حتى يتغير اللون .

نبقي العينة في الحمام المائي حتى تتوضع السولفات ، ثم نقوم بترشيحها باستعمال ورق الترشيح .

نضيف من 30إلى 40مل من الماء المقطر المغلي ونرجع العينة إلى الحمام المائي حتى تتوضع السولفات. نكرر العملية 3مرات ثم نأخذ قمع الترشيح إلى حوجلة صغيرة معروفة الوزن، نضع الكل في فرن درجة حرارته 500 م° لمدة ساعة. بعد عملية التبريد نقوم بوزن الحوجلة ونحسب كمية SO_4^{2-} وفق العلاقة التالية :

$$SO_4^{2-} = B.8,56.1000.(A/V).96 \quad mg/l$$

حيث:

B : الوزن $Baso_4$

V : حجم العينة

A : الذوبانية A=1

5 . 4 . الكشف عن شاردتي الصوديوم(Na^+) والبوتاسيوم (K^+)

نستعمل لهذا الغرض جهاز Photomètre a flame والذي يحتوي على خطين : الأحمر يدل على تركيز شوارد البوتاسيوم (K^+) والأخضر يدل على تراكيز شوارد الصوديوم (Na^+).[7]

* منهجية الطريقة

نحضر قارورات ذات تراكيز معلومة لشوارد الصوديوم وأخرى لشوارد البوتاسيوم وقارورة ماء مقطر كشاهد.

الجهاز يحتوي على أنبوب رقيق به مصفاة يقوم بامتصاص محتوى العينات المراد معايرتها . مما يمكننا في البداية من معرفة ورسم المنحنى البياني للتراكيز بدلالة القراءات ، ونعين التركيز المجهول من المنحنى بإسقاط القراءات المسجلة لكل العينات و بالتالي نحصل على التركيز المطلوب .

5.5 . الكشف عن شاردة النترات No_3^-

من اجل ذلك نستعمل جهاز الكلور ومتري colorimétrie ، حيث يتم تحضير محاليل معلومة من تراكيز شوارد النترات ، وعينة من الماء المقطر كشاهد . طول الموجة المناسبة لمعرفة NO_3 هي 520 ن. م ، نأخذ 1مل من كل محلول معلوم التركيز ، ونضعه في حوجلات مختلفة ونضيف 5مل من (NaOH) ذو عيارية 0.05 و 5 مل من ($CuSO_4 + NH_2\ H_2SO_4$) ذو عيارية 5N .

نترك العينات لمدة ساعة من الزمن ،ثم نضيف 40 مل من المزيج :

- 20 مل anaphtylamine sulfanilique
- 20 مل من solution
- 20 مل من solution EDTA
- 1 ل من eau distille
- 10 مل من Acétone

ونترك التفاعل لمدة 5 دقائق ثم نستعمل الجهاز الكلور ومتري colorimètre ، حيث توضع العينات المعلومة التركيز في وعاء خاص بالجهاز مع الأخذ بعين الاعتبار تنظيف الوعاء بالماء بعد كل عملية قياس .

5. 6 . الكشف عن البيكاربونات (HCO_3^-)

نستعمل لهذا الغرض حمض الكبريت (H_2SO_4) ذو النظامية 0.01N

* طريقة العمل

نأخذ 20 مل من عينة الماء المراد تحليته ونضعها في بيشر مثبت فوق حامل ونقوم بعملية الرفع حتى يصـل إلكـترود جهاز الــ pH إلى قاع البيشر .عنـدها نترك الجهــاز ليسجـل قيمة الــ pH إلى قيمة 4.40 ،وعندها نأخذ حجم الحمض المضاف . نعرف تركيز هذا العنصر باستعمال العلاقة التالية:

$$N_1\ V_1 = N_2\ V_2$$

$$N_{H\,2So4} \cdot V_{H\,2So4} = N_{Ech} - V_{Ech}$$

$$N_{EH} = \frac{N_{H\,2So4} \cdot V_{H\,2So4}}{V_{Ech}}$$

$$N_{Ech} = \frac{13,5\ .0,01}{20}\ .1000 = 6.75\ méq/l$$

ولحساب HCO_3^- بالـــ مغ/ل نكتب :

$$HCO_3^- = 6,75\ .\ 61 = 412\ \ (mg/l)$$

$$HCO_3^- = 412\ \ mg/l$$

لدينا $PH = 4.40 < 8.4$ هذا نستلزم أن :

$CO_3^{2-}=0$ و $OH^- = 0$ أي انه لا يوجد لهما أي اثر في المحلول.

جملة النتائج المتحصل عليها نلخصها في الجدولين 7 و 8

جدول 7. الخصائص الفيزيائية لمياه الطبقة الحرة

الملوحة Salinité g/L	الدليل الهيدروجيني pH	الناقلية الكهربائية ms/cm	المتبقي الجاف mg/l	الخصائص
24,3	7 ,90	31,69	29242	القيم

جدول 8 . الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة

Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	$Ca^{2+} + Mg^{2+}$ (F°)	NO_3^-	SO_4^{2-}	العناصر
8734	734	848.77	8970	217	412	423 F°	13	7200	التركيز mg/l

6 . صلاحية المياه للسقي

من اجل معرفة ما مدى صلاحية هذه المياه للسقي اعتمدنا خاصية معامل امتصاص الصوديوم Coefficient d' adsorption du sodium(CAS)

الذي يحسب بالعلاقة التالية :

$$CAS = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\dfrac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$$

الفصل الرابع ـــ

\[\text{[C] meq/l} = \frac{\text{[C] mg/l}}{\frac{\text{masse molaire}}{\text{valence}}} \]

حيث :

من خلال هذه العلاقة نحسب :

\[[Na^+] = \frac{8970}{\frac{23}{7}} = 390 \quad \text{méq/l} \]

\[[Mg^{2+}] = \frac{848.77}{\frac{24,31}{2}} = 69.82 \quad \text{méq/l} \]

\[[Ca^{2+}] = \frac{734}{\frac{40,08}{2}} = 36,59 \quad \text{meq/l} \]

\[CAS = \frac{390}{\sqrt{\frac{69,82 + 36,63}{2}}} = 390/6,44 = 53,46 \]

بما أن قيمة هذا المعامل أكبر بكثير من 8 وهي القيمة المعيارية لصلاحية المياه للزراعة فإننا نستنتج بسهولة أن هذه المياه غير صالحة للسقي . حيث أن قيمة CAS تساوي تقريبا 7 مرات اكبر من معيار صلاحية المياه للزراعة (8) و من خلال ذلك نحاول عن عدة تجارب تخفيض هذه النسبة إلى قيمة مقبولة والتي تمكننا من إستعمال هذه المياه في السقي .

7. الخلاصة

من خلال هذه النتائج المتحصل عليها نستخلص ما يلي :

مياه هذه الطبقة الحرة ذات ملوحة عالية وهو الملاحظ بالنسبة لتركيز شوا رد الكلورير والصوديوم الموجودة فيها بالإضافة إلى أنها قاسية جدا وهو ما يفسره تركيز Ca^{+} وMg^{2+} ، وكذا القساوة الكلية TH.

وبصفة عامة ومن الجانب الهيدروليكي فان مصدر هذه الملوحة مرتبط أساسا في ظاهرتن هما :

الانحلالية و التبخر (dissolution - évaporation) على مستوي الطبقة .

ومن اجل التخفيف من نسبة الشوارد المرتفعة جدا اقترحنا لهذا الصدد استعمال طريقة الاستقطاب الأيوني وذلك باستعمال مصدر طبيعي وهو نواة التمر .

الفصل الخامس

المساهمة في معرفة خصائص نواة التمر

على تخفيض ملوحة مياه الطبقة الحرة

يبين هذا الفصل أهمية ومدى تأثير نواة التمر على الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة لحوض ورقلة ، وذلك بالاعتماد على عدة تجارب مخبرية لمعرفة الشروط المثلى للتقليل من عدوانية الملوحة لمياه هذه الطبقة .

1 . التجربة الأولى

تهدف هذه التجربة إلى معرفة درجة الحرارة المثلى لتحضير فحم نواة التمر .

في هذه التجربة تم تحضير النواة وذلك بغسلها جيدا بالماء العادي عدة مرات و بالماء المقطر في الأخير ثم نضعها في فرن درجة حرارته نغيرها عند الضرورة بين 100 م° و 700 م°.

بعد تحضير القارورات ،عن طريق غسلها جيدا بالماء العادي عدة مرات ثم بالماء المقطر لإزالة كل الشوائب. نضع 5 غ من مسحوق فحم نواة التمر المجفف في درجات الحرارة المذكورة سابقا ، ثم نضيف اليه 250مل من مياه الطبقة الحرة ، بحيث أن الوزن / الحجم يبقي ثابتا في كل العينات .

بعد رج خفيف وتفاعل مدته 24 ساعة بين مسحوق فحم نواة التمر و مياه الطبقة الحرة ، نقوم بعملية الترشيح . عند الانتهاء من ترشيح كل العينات ، تغلق القارورات ، وتؤخذ إلى المخبر لإجراء التحاليل .

لكن و نظرا للتركيز المرتفع للصوديوم في مثل هذه المياه من جهة ، وارتكازا على خاصية الانتقائية للعناصر وخاصة ذوات التكافؤ الكبير، بمعني أن إمكانية التشبع السريع لجزئيات فحم نواة التمر واردة جدا مما يصعب معاينة الفرق في تركيز شوا رد الصوديوم .وبما أن تركيز الكالسيوم ضعيف جدا مقارنة مع تركيز الصوديوم فان الفرق بعد عملية التفاعل يمكن معرفته بسهولة .

يبين الجدول 9 نتائج معايرة تأثير خاصية فحم نواة التمر في إستقطاب شوا رد الكالسيوم .

جدول 9 . نتائج تحاليل تفاعل فحم نواة التمر مع تراكيز كل من الكالسيوم والبوتاسيوم

درجة حرارة حرق نواة التمر	تركيز شوا رد الكالسيوم مغ/ل	تركيز شوا رد البوتاسيوم مغ/ل
درجة حرارة الجو	521.04	760
°100	513.02	800
°150	505.01	820
°200	503.20	835
°300	500.27	850
°400	465.73	1600
°500	444.49	1700
°600	352.30	2380
°700	282.96	3600

من خلال هذه التجربة نستنتج أن درجة حرارة حرق نواة التمر المثلى هي عند الدرجة 700°م وذلك بدليل أن تركيز شوارد الكالسيوم نقص إلى كثر من 61 % عن تركيزه الأصلي الموجود في مياه هذه الطبقة (734 مع/ل).

هذه التجربة تعتبر مهمة جدا في معرفة درجة الحرارة المثلى لتحضير فحم نواة التمر الذي نسعى إلى استعماله كمادة طبيعية محلية عوض الفحم النشيط أو الطرق الأخرى في تحلية المياه المالحة .

2 . دراسة تأثير عامل الزمن في عملية التحلية باستعمال فحم نواة التمر

بعد معرفة درجة الحرارة المثلى لتحضير فحم نواة التمر، كان لزاما و من الضروري تحديد سرعة الاستقطاب والزمن اللازم لتشبع أماكن الاستقطاب الموجودة على مساحات جزيئات فحم نواة التمر .

هذه التجربة تهدف إلى تحديد دور فعالية الفحم في تحلية المياه ومن ثم معرفة مدة استعماله.

ترتكز هذه التجربة على معرفة مدى تأثير الزمن على سرعة استقطاب أيونات مياه الطبقة الحرة (Na^+ ، Mg^+ ، Ca^{2+} ، K^+) على مسحوق نواة التمر .

باعتماد نفس خطوات التجربة الأولى نترك التفاعل وفق أزمنة مختلفة من 5 دقائق إلى 24 ساعة .

وعند انقضاء الوقت المخصص لكل عينة ،نقوم بعملية الترشيح ثم المعايرة في المخبر .

جملة النتائج المتحصل عليها يبينها الجدول 10 التالي :

جدول 10 . تأثير زمن التفاعل على بعض الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة

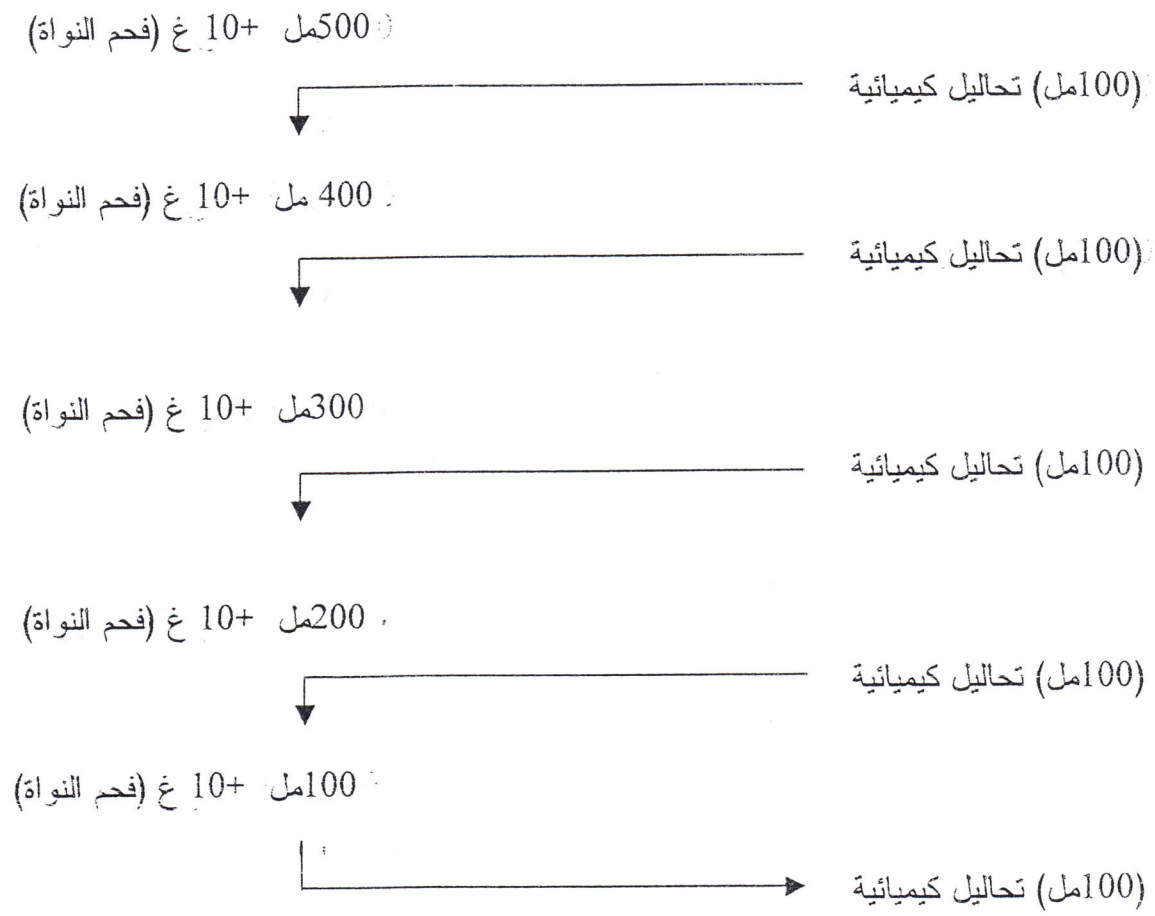
العينة	زمن التفاعل (دقيقة)	تركيز الصوديوم (مغ/ل)	تركيز البوتاسيوم (مغ/ل)	تركيز الكالسيوم (مغ/ل)
1	5	8850	3125	201.20
2	10	8475	2950	202.00
3	20	8725	2900	172.34
4	30	8750	2800	216.43
5	60	8900	2678	216.43
6	120	8725	2950	216.43
7	180	8525	2800	226.85
8	240	8800	2950	220.44

من خلال هذه النتائج نلاحظ أولا أن هناك تقارب في قيم التركيز مما يدل على أن السرعة الاستقطاب لا تخضع للزمن . وهي نتيجة جد هامة إذ تمكننا من تمرير كميات هائلة من مياه الطبقة الحرة عبر الوسيط النفوذ (فحم النواة) خلال فترة وجيزة أما الملاحظة التالية فتتمثل في أن تراكيز كل من (Na^+ ، Ca^{2+}) قد انخفضت مقارنة مع تركيزها الأصلية في مياه الطبقة الحرة على التوالي : 8970 مغ/ل ، 848.77 مغ/ل . لكن على العكس من ذلك فان شوا رد K^+ قد ازدادت وبصفة ملحوظة في المياه المعالجة ، مما يدل عن نواة التمر تحتوي في تركيبها على تراكيز معتبرة من هذا العنصر .

لكن تجدر الملاحظة على أن تناقص تركيز الصوديوم ضعيف جدا بالمقارنة مع تناقص تركيز الكالسيوم الذي يتراوح تناقصه ما بين 69 و 76 % وهي نتيجة تبرهن على الفرضيـــة التي اعتمدناها سابقا بخصوص الصوديوم ذو التركيز المرتفع في مثل هذه المياه .

لكن لمعرفة إمكانية تخفيض نسبة تركيز الصوديوم إلى الحد المسموح به في مياه السقي ،قمنا بتجربة إضافية و التي نهدف من خلالها إلى معرفة الكمية او الوزن الأمثل لفحم النواة التمر والذي من شأنه تخفيض تركيز الصوديوم .

باعتماد الطريقة المستعملة في التجارب السابقة ، قمنا بوضع 500 مل من مياه الطبقة الحرة مع 10 غ من فحم نواة التمر . نترك التفاعل لمدة معينة (4 ساعات) ثم نقوم بعملية الترشيح ، ننزع كل مرة 100مل من الماء المرشح والباقي (400مل) نضيف له 10 غ من فحم النواة ثم نرشح من جديد. نستمر في العملية حتى نحصل على الحجم النهائي للماء و يساوي 100مل كما يوضحه المخطط التجريبي التالي :



- المخطط التجريبي العملي -

*** النتائج**

نتائج التحاليل التي أجريت بمخبر الـــ (CRD) هي موضحة في جدول 11

جدول 11 . الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة بدلالة وزن فحم نواة التمر

العينة	كمية الفحم (غ)	الدليل الهيدروجيني (pH)	تركيز البوتاسيوم (مغ/ل)	تركيز الصوديوم (مغ/ل)	تركيز المغنزيوم (مغ/ل)	تركيز البيكاربونات (مغ/ل)
1	10	8.34	2800	3250	2437.84	458.72
2	20	8.17	3800	3220	2347.32	471.99
3	30	8.17	6500	3210	2282.68	617.63
4	40	8.42	9500	2100	1925.17	996.13
5	50	8.38	17500	2960	1345.38	1231.74

من خلال هذه النتائج نلاحظ أن تركيز شوارد الصوديوم والكالسيوم وكذا المغنزيوم ، نقصت بالمقارنة مع قيمها في المياه الخام للطبقة الحرة . يدل ذلك على أن جزيئات فحم نواة التمر كهروسلبية وقابلية استقطابها للأيونات الموجبة كبيرة . لكن يجب الإشارة إلى أن ظاهرة اللإستقطاب فضولية بالنسبة للعناصر ثنائية التكافؤ(Ca^{2+}، Mg^{2+}) عنها في العناصر الأحادية التكافؤ (مثل Na^{+}) . مع الملاحظة أن شوارد الكالسيوم اكثر انتقاءا من شوارد المغنزيوم، حيث أن نسبة اللإستقطاب على التسلسل هي 68.63 % و 44.81 % .

لفصل السادس

منـــاقشـــة النتـــائج

1 . الخصائص الفيزيائية لمياه الطبقة الحرة

من خلال تحليل بعض العينات التي قمنا بها في شهر فيفري على مياه الطبقة الحرة لحوض ورقلة يتبين مايلي :

- أن الناقلية الناقلية الكهربائية مرتفعة جدا (31.69 ميلي سمنس/ سم) ومقارنة بالقيم المبينة في الجدول 6 نستنتج أن هذه المياه ذات تمعدن عالي .
- أن المتبقي الجاف مرتفع جدا بسبب الملوحة العالية للمياه . وإذا ما قورنت بقيم الجدول 12 فإن هذه المياه تصنف بالمياه القوية الملوحة حيث ملوحتها (24.3 غ/ ل) تقارب ملوحة مياه البحر (30غ/ل) .

جدول 12 . تصنيف الطبقات الحرة بدلالة المتبقي الجاف[5] .

نوع طبقة المياه	المتبقي الجاف (غ/ل)
طبقة عذبة	< 0.5
طبقة جد ضعيفة الملوحة	4.5 –0.5
طبقة ضعيفة الملوحة	10 – 4.5
طبقة متوسطة الملوحة	25 – 10
طبقة قوية الملوحة	45 – 25
طبقة جد قوية الملوحة	100 – 45
طبقة متناهية الملوحة	100 <

أما من الناحية الكيميائية فإننا نستنتج :

• القساوة TH ، تقدر انطلاقا من تركيز المنغنيز يوم والكالسيوم في الماء بـــ 423F° وهي قيمة عالية بالمقارنة مع معيار المياه الصالحة للشرب .

• بالنسبة للكلور ير (Cl^-) والصوديوم (Na^+) ، تركيزهما على التوالي 8734مغ/ل 8970 مغ/ل وهو من المتوقع نتيجة ارتفاع الناقلية الكهربائية لهذه المياه .

• الوجود المرتفع للكالسيوم (Ca^{2+}) و المغنزيوم (Mg^{2+}) في هذه الطبقة على التسلسل 734 مغ/ل و 848.77 مغ /ل يرجع إلى الطبيعة الجيولوجية للأرضية والى مياه الصرف الصحي .

• أن الكبريتات (SO_4^{2-}) مرتفعة التركيز (7200 مغ /ل) بالنسبة لهذه المياه ويرجع سببها إلى مياه الصرف الصحي والزراعي والى تحلل الجبس

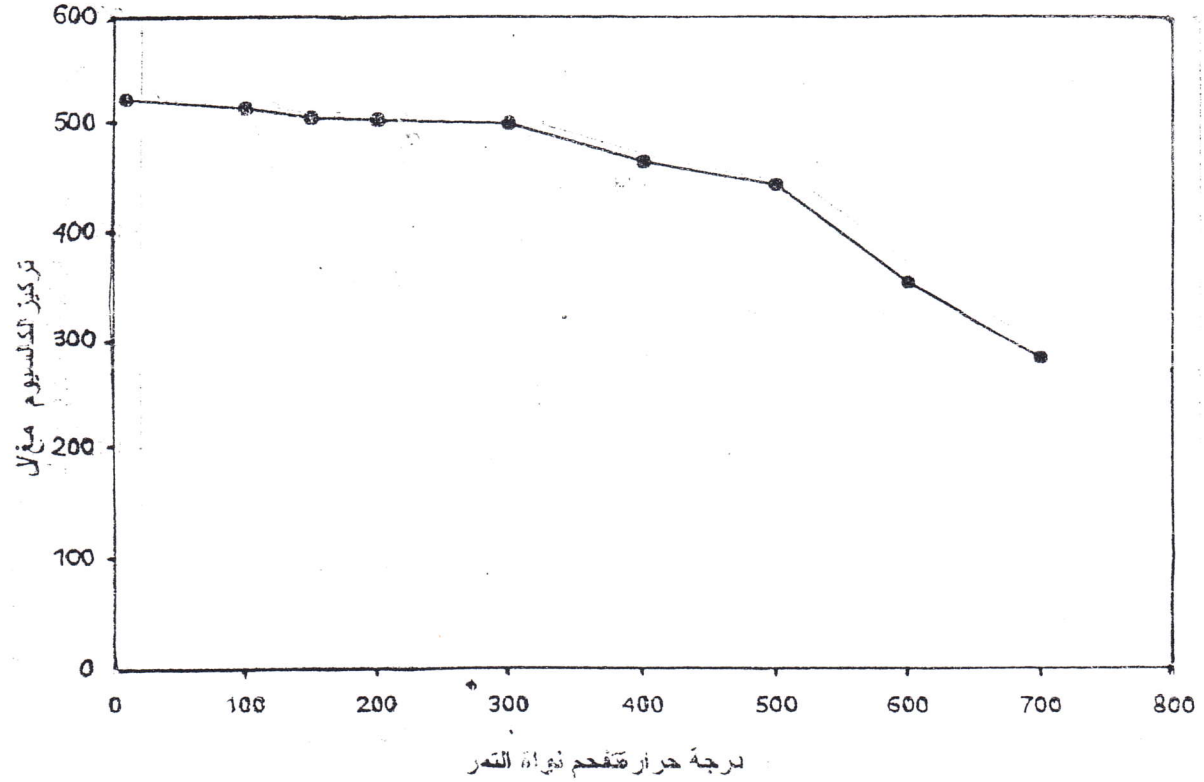
2 . تأثير فحم نواة التمر على ملوحة مياه الطبقة الحرة

من خلال نتائج تحاليل العينات (جدول 9) نلاحظ أن تراكيز شوارد الكالسيوم في المحلول نقصت من عينة إلى أخرى ، فمن 734 مغ/ل في مياه الطبقة الحرة إلى 282.96 مغ/ل (جدول 8) . أي أن تركيز الكالسيوم نقص إلى ما يقارب 3 مرات (منحني 1). على العكس ، فان تركيز شوارد البوتاسيوم ترتفع من عينية إلى أخرى فمن 217 مغ/ل قبل التجربة إلى 3600 مغ/ل بعد التفاعل مع فحم نواة التمر التجربة (منحني 2)، ذلك ما يفسر وجوده في نواة التمر بكميات كبير ة ، وعلى هذا الأساس فإن اختيارنا انصب على درجة الحرارة 700م° كمبدأ لتحضير فحم نواة التمر .

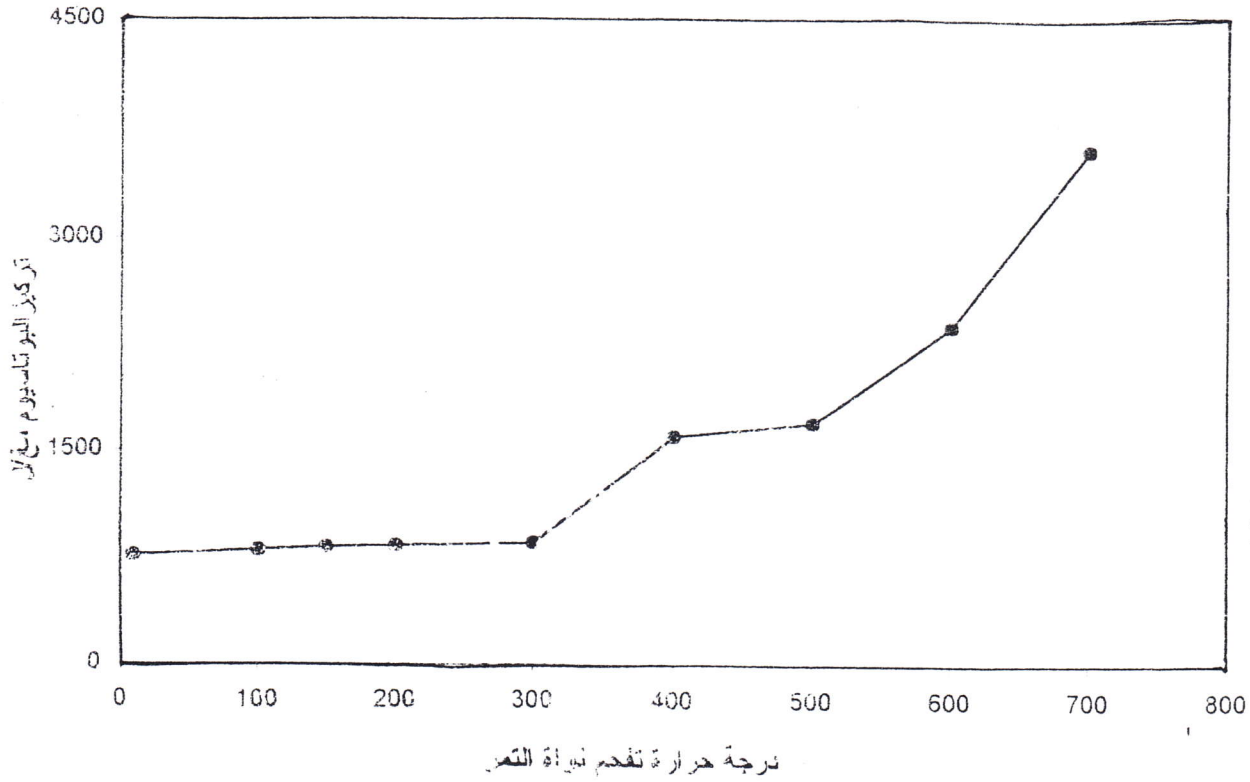
3 . تجربة عامل الزمن

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول 10 نستنتج مايلي :

. تغير شوارد الصوديوم كان ضعيفا (متقاربا) ، فمن 8850مغ/ل في مرشح العينة الموضوعة لمدة 5دقائق إلى 8475 مع / ل في العينة الموضوعة لمدة 10 دقائق ، ونفسه يطبق على عينية 3ساعات (8525 مغ/ل) بالمقارنة مع القيمة الأولي لهذا المياه 8970مغ/ل .



منحنى(1) علاقة شوارد الكالسيوم بدلالة درجة حرارة تفحيم نواة التمر



منحنى(2) علاقة شوارد البوتاسيوم بدلالة درجة حرارة تفحيم نواة التمر

• تباين شوارد البوتاسيوم يقدر في كل الأوقات بقيم متقاربة ، حيث نجدها تتغير من 3125 مغ/ل في مدة 5 دقائق إلى 2950 مغ/ل لمدة 4 ساعات. مما يبرهن الوجود القوي لهذه الشاردة في فحم نواة التمر.

• شوارد الكالسيوم من خلال الجدول 10 نلاحظ أن قيمها متقاربة ، حيث تتغير من 201.2 مغ/ل لمدة 5 دقائق ، و 172.34 مغ /ل لمدة 20 دقيقة 226.85 مغ / ل لمدة 3 ساعات .

وعلى هذا الأساس فإن مدة التفاعل ليس لها علاقة بالمبادل الايوني .

4 . تأثير كمية فحم النواة على الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة

نستخلص من النتائج المبينة في الجدول 11 أن زيادة كمية الفحم ، ينتج عنها نقصان في شوارد كل من الصوديوم والكالسيوم و المغنزيوم إلى القيم الآتية ، حسب التسلسل التالي : 2960 مغ/ل ، 143.09 مغ/ل ، 1345.38 مغ/ل. مما يدل على أن فحم نواة التمر ذات قابلية كبيرة لاستقطاب هذه الشوارد وخاصة شاردة الكالسيوم التي انخفضت من 734 مغ/ل في المياه الخام للطبقة الحرة إلى 143.09 مغ/ل بعد التفاعل ، أي بنقصان يقدر بـــ : 6 مرات وهي نتيجة مشجعة .

إن قرب الشوارد من المبادل (جزئيات الفحم) يتعلق بحجمها وبالشحنة التي تحملها . وبالتالي تصنف الشوارد كالأتي :[3]

$$H^+ < Na^+ < k^+ < NH_4^+ < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+} < Fe^{3+}$$

$$OH^- < HCO_3^- < Cl^- < No_3^- < SO_4^{2-}$$

كما نستخلص أن شوارد كل من البوتاسيوم والبيكربونات في المحلول تزداد بازدياد كمية فحم النواة ، وهذا متوقع ويرجع كما ذكرنا سابقا إلى وجود هاذين الآخرين بكثرة في فحم النواة .

5 . دراسة قابلية استعمال المياه المعالجة في السقي

بالاعتماد على خاصية معامل امتصاص الصوديوم

Coefficient d'adsorption de sodium (CAS)

$$CAS = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\dfrac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$$

وبالاعتماد على تركيز هذه العناصر بالمكافئ في كل من المياه الخام للطبقة الحرة وفي مياه الطبقة الحرة المعالجة ، يمكن معرفة ما مدى صلاحية استعمال هذه المياه في الزراعة كالأتي :

$$[Na^{+}] = \frac{2960}{\frac{23}{7}} = 128,69 \quad méq/l$$

$$[Mg^{2+}] = \frac{1345,38}{\frac{24,31}{2}} = 110,68 \quad méq/l$$

$$[Ca^{2+}] = \frac{128,69}{\frac{40,08}{2}} = 7,14 \quad meq/l$$

$$CAS = \frac{128,69}{\sqrt{\frac{110,68+7,14}{2}}} = 16,81$$

وبالرغم من نقص معامل امتصاص الصوديوم (CA) إلي قيمة (16.82) كما لاحظنا ، مقارنة بقيمته في الماء الخام (53.46) إلا انه يبقي هذا المعامل اكبر بمرتين عن الحد الأدنى المسموح به في معايير المياه الصالحة للزراعة (8).

وبالتالي يبقي البحث مفتوحا ، لإيجاد الكمية المثلي من وزن فحم نواة التمر للوصول إلى معامل يناسب المعايير المسموح بها في مياه السقي ، لكن نعتقد أنه ليس فقط للوزن الدور الفعال للوصول إلى ذلك ، بل البحث عن خصائص أخرى في فحم نواة التمر ذو أهمية كبيرة في المستقبل.

الخاتمة

التفكير في استغلال الثروات الطبيعية المحلية في حد ذاته يعتبر نتيجة إيجابية ومهمة من منظور البحث العلمي . فالتفكير والمساهمة في إيجاد بديل للأساليب المتبعة : كالميز الكهربائي ، الأسموز العكسي، إستعمال الفحم المنشط الإصطناعي ... قد مكننا وبالإرتكاز على الوسائل البسيطة المتاحة من معرفة ما مدى فعالية هذه المادة الطبيعية (نواة التمر) المتواجدة بكثرة في المنطقة على التخفيف من حـــدة ملوحة مياه الطبقة الحرة التي تهدد الأراضي الزراعية والمنشآت القاعدية والمباني .

هذا البحث إذن مكننا من معرفة :

- فعالية فحم نواة التمر في تحلية مياه الطبقة الحرة وهذا ما لاحظناه في فروق التراكيز الناتجة عن إستعمال هذه الثروة .
- عامل الزمن ليس له علاقة بعملية المبادل.
- زيادة كمية وزن الفحم ينتج عنها نقصان في التراكيز .

ومن تم تعتبر هذه النتائج إنطلاقة ونقلة نوعية لتجارب أخرى في المستقبل ،عن طريق البحث عن الخصائص المثلى الموجودة لدى فحم نواة التمر للوصول إلى إعادة إستعمال مياه الطبقة الحرة في الزراعة كمرحلة أولى ولم لا كمصدر للتزويد بالمياه الصالحة للشرب في المستقبل المتوسط.

المراجع

1-**MEMOIRE DE D 'ETUDE** (1997). gestion de l'eau potable de la ville de ouargla.(57p)

2 -**GEAN LOUIS BRAULT** (1989) . mémento technique de l'eau tome (1) ED . France .(592 p)

3 – **MOHAND SAID OUALI** (2001) . cours de procédés unitaire biologiques et traitement des eaux .ED .Alger (155 p)

4 – **RAYMAND DESJARDINS** (1990) ,le traitement des eaux .ED. Montréal (304p).

5 – **M.CHERGUI ABDLHALIM.** (1995) . aperçu sur la remontée de la nappe phréatique dans la cuvette de ouargla (59p)

6- **نصر الحايك** (1989) . تلوث المياه وتنقيتها ، ديوان المطبوعات الجامعية . الجزائر (173ص)

7-**نصر الحايك** (1989) . طرق تحليل المياه ، ديوان المطبوعات الجامعية . الجزائر (179ص)

8_MEMENTO TECHNIQUE DE L'EAU ... (1989) . TOME.1 . (591P)

الفـــــهرس

ملـــخص 01
مقدمـــة 02
الفصل الأول . مميزات منطقة الدراسة 03
1 . تعريف بالمنطقة 03
2. الوضعية الطبوغرافية 03
3. الوضعية المناخية 03
4 .السبخات الكبرى الموجودة على مستوى الحوض 03
4 . 1 . سبخة ورقلة 03
4 . 2- سبخة أم الرانب 06
4-3- سبخة أنقوسة 06
4-4- سبخة سفيون 06
5- الخصائص الهيدرولوجية للمنطقة 06
5-1 الطبقة الحرة 06
5-2- طبقة الميوبليوسان 06
5-3-طبقة السينونيان-أيوسان 09
5-4-طبقة الالبيان 09
الفصل الثاني . الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه 10
1- الخصائص الكيميائية للماء 10
2- الخصائص الفيزيائية للماء..... 10
2 -1- الكثافة 10
2-2- اللزوجة الحركية 11
2-3- الكتلة الحجمية 11
2-4- الخاصية الكهربائية 12
3- الخصائص الفيزيوكيميائية للماء 12
3-1 - درجة الحرارة..... 12
3 - 2- الدليل الهيدروجيني 13
3-3- اللون 13
3-4- العكارة 13

3-5- الرائحة والطعم 13
3-6- قساوة الماء 13
4 . الشوارد الموجبة و الشوارد السالبة المنحلة في الماء 14
4 .1 . الشوارد السالبة 14
4 .2 . الشوارد الموجبة 15
الفصل الثالث . أهم الطرق والوسائل المستعملة في نزع ملوحة المياه 17
1. الأسموزي المعاكس..... 17
2 . طريقة القطبية الكهربائية..... 17
3 . طريقة التبادل الأيوني..... 18
4 . الخلاصة..... 19
الفصل الرابع . طرق ووسائل 20
1 . أخذ العينة 20
2 . مكان أخذ العينة 21
3 .1 . الخصائص الكيميائية 21
3 .2 . الخصائص الفيزيائية..... 21
4 . التحليل الفيزيائي للمياه..... 21
4 .1 . الكشف عن الدليل الهيدروجيني (pH) 21
4 .2 . الكشف على الناقلية الكهربائية..... 21
4 .3 . الكشف عن الملوحة..... 21
4 .4 . الكشف على البقايا الجافة..... 21
5 . التحليل الكيميائي للمياه..... 22
5 .1 . تعين تركيز الكلور 22
5 .2 . تعين تركيز المغنزيوم و الكالسيوم..... 23
5 .3 . الكشف عن السولفات 25
5 .4 . الكشف عن شاردتي الصوديوم(Na^+) والبوتاسيوم..... 26
5 .5 . الكشف عن شاردة النترات..... 27
5 .6 . الكشف عن البيكاربونات..... 27
6 . صلاحية المياه للسقي..... 28
7. الخلاصة..... 30
الفصل الخامس . المساهمة في معرفة خصائص نواة التمر على تخفيض ملوحة مياه الطبقة الحرة 31
1 . التجربة الأولى 31

2 . 2 . دراسة تأثير عامل الزمن في عملية التحلية باستعمال فحم نواة التمر 32
الفصـــل الســـادس . مناقشة النتائج 36
1 . الخصائص الفيزيائية لمياه الطبقة الحرة 36
2 . تأثير فحم نواة التمر على ملوحة مياه الطبقة الحرة..... 37
3 . تجربة عامل الزمن 37
4 . تأثير كمية نواة الفحم على الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة 39
5 . دراسة قابلية استعمال المياه المعالجة في السقي 39
الخاتمة 41
المراجع 42
الفهرس 43

قائمـــــة الجــداول

جدول 1 . أهم خصائص الطبقات المائية الموجودة بمنطقة الدراسة 09

جدول 2 . كثافة الماء بدلالة درجة الحرارة 10

جدول 3 . تأثير درجة الحرارة على اللزوجة الحركية 11

جدول 4 . تأثير درجة الملوحة على اللزوجة الحركية 11

جدول 5 . تأثير درجة الحرارة على الكتلة الحجمية للماء 11

جدول 6 . تصنيف المياه حسب صلاحيتها للشرب 12

جدول 7. الخصائص الفيزيائية لمياه الطبقة الحرة 28

جدول 8 . الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة 28

جدول 9 . نتائج تحاليل تفاعل فحم نواة التمر مع تراكيز كل من الكالسيوم والبوتاسيوم 32

جدول 10 . تأثير زمن التفاعل على بعض الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة 33

جدول 11 . الخصائص الكيميائية لمياه الطبقة الحرة بدلالة وزن فحم نواة التمر 34

جدول 12 . تصنيف الطبقات الحرة بدلالة المتبقي الجاف 36

قـــائمـــة الأشـــكال

شكل .1 ولاية ورقلة وحدودها الجغرافية 05

شكل .2 حدود السبخات الكبار 05

شكل .3 تحركات الطبقة الحرة في حوض ورقلة (خريطة العمق) 07

شكل .4 تحركات الطبقة الحرة في حوض ورقلة (خريطة الملوحة)..... 08

شكل .5 وحدة الاسموز العكسي أو المعاكس 17

شكل .6 وحدة القطبية الكهربائية 18

قائمة المنحنيات

منحني 1• علاقة شوارد الكالسيوم بدلالة درجة حرارة تفحيم نواة التمر 38

منحني 2• علاقة شوارد البوتاسيوم بدلالة درجة حرارة تفحيم نواة التمر. 38