

رقم الترتيب: .....

رقم التسلسل: .....

جامعة قاصدي مرباح ورقلة  
كلية العلوم و العلوم الهندسية  
قسم هندسة الطرائق



مذكرة

مقدمة لنيل شهادة

الماجستير

التخصص: هندسة الطرائق

الفرع: هندسة كيميائية

من إعداد الطالب: زغود العيد

تحت عنوان :

المساهمة في دراسة تأثير الحقل المغناطيسي  
على الخصائص الفيزيوكيميائية للماء

نوقشت يوم : 17 / 05 / 2006

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

رئيسا	أستاذ محاضر بجامعة ورقلة	د.سفتي لعجال
مناقشا	أستاذ محاضر بجامعة أم البواقي	د.نور الدين مازة
مناقشا	أستاذ محاضر بجامعة ورقلة	د.جمال بوطوطاوي
مشرفا	أستاذ محاضر بجامعة ورقلة	د.صالح صاوالي

# التشكرات

الحمد و الشكر لله الذي وفقنا إلى إنجاز هذه المذكرة

أتقدم بجزيل الشكر إلى الأستاذ المشرف على هذه المذكرة الدكتور صاولي صالح أستاذ بجامعة قاصدي مرباح ورقلة و الذي ساعدنا بمجهودات كبيرة و أفادنا بمعلومات قيمة.

أشكر البروفيسور العانز التوهامي رئيس قسم هندسة الطرائق ومدير مخبر (VPRS) بجامعة قاصدي مرباح ورقلة على كل التسهيلات و قبوله إنجاز العمل بمخبر (VPRS).

أشكر البروفيسور الحاج محمد محفوظ أستاذ بجامعة قاصدي مرباح ورقلة على المساعدة المقدمة لنا في هذا العمل.

أشكر الدكتور لعجال سقني أستاذ بجامعة قاصدي مرباح ورقلة على قبوله مناقشة هذه المذكرة.

أشكر الدكتور بوطوطاو جمال أستاذ بجامعة قاصدي مرباح ورقلة و الدكتور مازة نور الدين أستاذ بجامعة أم البواقي على قبولهم مناقشة هذه المذكرة.

أشكر السيدة ن علوي و السيدة س حلاب على المساعدة المقدمة لنا في مخبر (VPRS).

أشكر كل الأساتذة المشرفين على دفعة ماجستير هندسة الطرائق 2003 بجامعة قاصدي مرباح ورقلة.

أشكر كل من ساعدني في إنجاز هذا العمل خاصة الأستاذ سعيدات مصطفى أستاذ مساعد بجامعة قاصدي مرباح ورقلة، حوتي أحمد، زغود محمد، دحو عبد العزيز.

أشكر كل زملائي في دفعة ماجستير هندسة الطرائق 2003 بجامعة قاصدي مرباح ورقلة.

# الفهرس

01	الترميز و الوحدات .....
03	قائمة الجداول .....
04	قائمة الأشكال .....
07	مقدمة .....

## الفصل الأول : بحث في المراجع

10	1-1 المعالجة المغناطيسية للماء .....
11	1-1-1 التركيبات المستعملة .....
12	2-1-1 التأثير على شكل البلورات .....
12	3-1-1 التأثير على الخصائص الفيزيوكيميائية للماء .....
13	4-1-1 فعالية المعالجة .....
13	5-1-1 تأثير قوة لورنتز .....

## الفصل الثاني : الحقل المغناطيسي و قوة لورنتز

16	1-2 الحقل المغناطيسي .....
16	1-1-2 الحقل المغناطيسي في دائرة مغناطيسية .....
17	2-1-2 الحقل المغناطيسي في دائرة مغناطيسية ذات فراغ هوائي .....
20	2-2 قوة لورنتز .....
21	1-2-2 فعل قوة لورنتز .....

## الفصل الثالث : التحليل الفيزيوكيميائي للماء

25	1-3 قياس الدليل الهيدروجيني pH .....
25	2-3 قياس الناقلية الكهربائية .....
26	3-3 حساب تركيز الأيونات .....

26	..... الكالسيوم 1-3-3
26	..... المنغيزيوم 2-3-3
26	..... الصوديوم 3-3-3
27	..... البوتاسيوم 4-3-3
27	..... الكبريتات 5-3-3
27	..... الكلور 6-3-3
27	..... الكربونات والبيكربونات 7-3-3
28	..... العناصر غير المرغوب فيها 8-3-3
28	..... قياس القساوة 4-3
28	..... قياس القلوية والحموضة 5-3
29	..... قياس مجموع المواد الصلبة 6-3
29	..... قياسات أخرى 7-3

### الفصل الرابع : العمل التجريبي

31	..... وصف العمل التجريبي 1-4
31	..... التركيبية التجريبية المستعملة 2-4
33	..... 1-2-4 تركيبة تمرير الماء
34	..... 2-2-4 تركيبة الحقل المغناطيسي
36	..... 3-4 الماء المستعمل
37	..... 4-4 الشروط التجريبية و العينات المدروسة
37	..... 1-4-4 السرعات المستعملة لمرور الماء
38	..... 2-4-4 الشدات المستعملة للحقل المغناطيسي
39	..... 3-4-4 العينات المدروسة
40	..... 5-4 طريقة أخذ العينات
40	..... 6-4 تحليل العينات المدروسة

40	.....	1-6-4 قياس الدليل الهيدروجيني
40	.....	2-6-4 قياس الناقلية الكهربائية
41	.....	3-6-4 حساب تركيز الأيونات الموجبة
42	.....	4-6-4 حساب تركيز الكبريتات
43	.....	5-6-4 حساب تركيز الكلور
43	.....	6-6-4 حساب تركيز البيكربونات
44	.....	7-6-4 دقة التحليل

### الفصل الخامس : النتائج و المناقشة

47	.....	1-5 النتائج
51	.....	1-1-5 التمثيل البياني للنتائج
60	.....	2-5 مناقشة النتائج
60	.....	1-2-5 نتائج تركيز الأيونات
61	.....	2-2-5 نتائج الناقلية الكهربائية
61	.....	3-2-5 نتائج الدليل الهيدروجيني
64	.....	الخلاصة
66	.....	المراجع
69	.....	الملحق

## الترميز و الوحدات

- a : التسارع ( $m/s^2$ ).
- $a_t$  : المركبة المماسية للتسارع ( $m/s^2$ ).
- $a_n$  : المركبة الناعمية للتسارع ( $m/s^2$ ).
- B : الحقل المغناطيسي (N/A m) أو (Tesla).
- $B_a$  : الحقل المغناطيسي في الفراغ الهوائي (N/A m).
- $B_i$  : الحقل المغناطيسي في النواة (N/A m).
- e : شحنة الإلكترون ( $1.6 \times 10^{-19} A s$ ).
- F : قوة لورنتز (N).
- $F_v$  : قوة اللزوجة (N).
- H : التحريض المغناطيسي (A/m).
- $H_a$  : التحريض المغناطيسي في الفراغ الهوائي (A/m).
- $H_i$  : التحريض المغناطيسي في النواة (A/m).
- I : شدة التيار الكهربائي (A).
- L : الطول (m).
- $L_a$  : طول الفراغ الهوائي (m).
- $L_i$  : طول النواة المتوسط (m).
- M : الكتلة المولية (g/mol).

- m : الكتلة (kg).
- q : شحنة كهربائية (A s).
- r : نصف القطر (m).
- S : مساحة المقطع (m<sup>2</sup>).
- S<sub>a</sub> : المساحة الظاهرية (m<sup>2</sup>).
- S<sub>i</sub> : مساحة المقطع العرضي للنواة (m<sup>2</sup>).
- T : الطاقة الحركية (J).
- t : الزمن (s).
- V : الحجم (m<sup>3</sup>).
- v : السرعة (m/s).
- Z : تكافؤ الأيون.
- $\Delta x$  : إنتقال لورنتز للأيون (m).
- $\mu_0$  : النفاذية في الخلاء (4 $\pi \times 10^{-7}$  N/A<sup>2</sup>).
- $\mu_r$  : النفاذية المغناطيسية النسبية لمادة النواة.
- $\eta$  : لزوجة الماء (N s/m<sup>2</sup>).
- $\tau$  : زمن إحتباس الماء داخل الحقل المغناطيسي (s).
- $\Phi$  : التدفق المغناطيسي (N m/A).

## قائمة الجداول

- 36 جدول 1.4 : نتائج تحليل عينة من الماء المستعمل في العمل التجريبي .....
- 38 جدول 2.4 : السرعات المستعملة لمرور الماء و توضيح لكيفية حسابها .....
- 38 جدول 3.4 : قيم شدة الحقل المغناطيسي المستعملة في العمل التجريبي .....
- 39 جدول 4.4 : العينات المدروسة عند حقل مغناطيسي شدته معدومة .....
- 39 جدول 5.4 : العينات المدروسة عند حقل مغناطيسي شدته 0.025 تسلا .....
- 39 جدول 6.4 : العينات المدروسة عند حقل مغناطيسي شدته 0.047 تسلا .....
- 39 جدول 7.4 : العينات المدروسة عند حقل مغناطيسي شدته 0.068 تسلا .....
- 41 جدول 8.4 : الأطوال الموجية المناسبة للأيونات .....
- 47 جدول 1.5 : نتائج تحليل العينات عند حقل مغناطيسي شدته معدومة .....
- 48 جدول 2.5 : نتائج تحليل العينات عند حقل مغناطيسي شدته 0.025 تسلا .....
- 49 جدول 3.5 : نتائج تحليل العينات عند حقل مغناطيسي شدته 0.047 تسلا .....
- 50 جدول 4.5 : نتائج تحليل العينات عند حقل مغناطيسي شدته 0.068 تسلا .....



# قائمة الأشكال

- الشكل 1.1 : تركيبة مغناط دائمة ..... 11
- الشكل 1.2: رسم توضيحي لدارة مغناطيسية كهربائية ..... 16
- الشكل 2.2: رسم توضيحي لدارة مغناطيسية ذات فراغ هوائي ..... 18
- الشكل 3.2: إتجاه القوة  $F$  حسب  $q$  (  $F$  عمودية على  $v$  و  $B$  ) ..... 20
- الشكل 4.2: شحنة تنتقل عموديا على حقل مغناطيسي منتظم ..... 22
- الشكل 1.4: التركيبة التجريبية المستعملة ..... 32
- الشكل 2.4 : رسم توضيحي للتركيبة التجريبية المستعملة ..... 32
- الشكل 3.4 : المضخة المستعملة في تركيبة تمرير الماء ..... 33
- الشكل 4.4 : تركيبة الحقل المغناطيسي ..... 34
- الشكل 1.5 : تغير الناقلية الكهربائية بدلالة شدة الحقل المغناطيسي  $B$  ..... 51
- الشكل 2.5 : تغير الناقلية الكهربائية بدلالة سرعة مرور الماء  $v$  ..... 51
- الشكل 3.5 : تغير الدليل الهيدروجيني بدلالة شدة الحقل المغناطيسي  $B$  ..... 52
- الشكل 4.5 : تغير الدليل الهيدروجيني بدلالة سرعة مرور الماء  $v$  ..... 52
- الشكل 5.5 : تغير تركيز الكالسيوم بدلالة شدة الحقل المغناطيسي  $B$  ..... 53
- الشكل 6.5 : تغير تركيز الكالسيوم بدلالة سرعة مرور الماء  $v$  ..... 53
- الشكل 7.5 : تغير تركيز المغنيزيوم بدلالة شدة الحقل المغناطيسي  $B$  ..... 54

- الشكل 8.5 : تغير تركيز المغنيزيوم بدلالة سرعة مرور الماء  $v$  ..... 54
- الشكل 9.5 : تغير تركيز الصوديوم بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B ..... 55
- الشكل 10.5 : تغير تركيز الصوديوم بدلالة سرعة مرور الماء  $v$  ..... 55
- الشكل 11.5 : تغير تركيز البوتاسيوم بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B ..... 56
- الشكل 12.5 : تغير تركيز البوتاسيوم بدلالة سرعة مرور الماء  $v$  ..... 56
- الشكل 13.5 : تغير تركيز الكبريتات بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B ..... 57
- الشكل 14.5 : تغير تركيز الكبريتات بدلالة سرعة مرور الماء  $v$  ..... 57
- الشكل 15.5 : تغير تركيز الكلور بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B ..... 58
- الشكل 16.5 : تغير تركيز الكلور بدلالة سرعة مرور الماء ..... 58
- الشكل 17.5 : تغير تركيز البيكربونات بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B ..... 59
- الشكل 18.5 : تغير تركيز البيكربونات بدلالة سرعة مرور الماء  $v$  ..... 59

مقدمة

## مقدمة:

تعتبر طريقة معالجة الماء بالحقل المغناطيسي إحدى الطرق المتبعة لتحسين نوعية الماء والتقليل من مشكل الترسبات، هاته الترسبات في اغلب الأحيان تتكون من كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$ ، و تمتاز كربونات الكالسيوم بقلّة ذوبانها في الماء، أما تشكلها فيعود إلى تواجد الكالسيوم بنسبة كبيرة في الماء مع توفر عوامل أخرى كارتفاع درجة الحرارة، و بالرغم من ظهور أبحاث عديدة حول موضوع معالجة الماء بالحقل المغناطيسي تبقى معرفة الآلية التي يؤثر بها الحقل المغناطيسي على الماء غامضة نوعاً ما، غير أن معظم الباحثين يروا أن المعالجة المغناطيسية للماء تؤدي إلى تشكيل جزيئات لكربونات الكالسيوم مما يؤدي إلى تراجع نسبة الكالسيوم في الماء، و كربونات الكالسيوم المتشكلة هي قليلة الترسب، أما معرفة بقية التغيرات التي تحدث للماء بعد المعالجة تبقى قليلة الدراسة و البحث، وعلى هذا سنقوم في عملنا المقترح بدراسة تأثير الحقل المغناطيسي على بعض الخصائص الفيزيوكيميائية للماء إضافة إلى إكتشاف علاقة هذا التأثير بالقوة المغناطيسية المعروفة بقوة لورنتز.

سنعتمد في هذا العمل على التحليل الفيزيوكيميائي للماء بغية التعرف على الخصائص الفيزيوكيميائية، و الخصائص المدروسة بطريقة مباشرة تشمل الناقلية الكهربائية، الدليل الهيدروجيني و تركيز الأيونات الأساسية، زيادة على هذه الخصائص يمكن استنتاج الخصائص المتعلقة بتركيز الأيونات كالعسوة و القلوية، و الدراسة تجرى على عينات من الماء تختلف شروطها التجريبية التي تتمثل في شدة الحقل المغناطيسي المطبق و سرعة مرور العينة عبر هذا الحقل، يذكر أن الحقل المغناطيسي المستعمل هو من مصدر كهربائي و الماء المدروس هو ماء عادي من الحنفية، أما لإكتشاف علاقة التأثير الواقع بقوة لورنتز نعتمد على عبارة القوة و التي أساسها الشحنة الكهربائية، فهاته الأخيرة متوفرة في الماء كونه يحتوي على مجموعة من الأيونات.

لتوضيح و تقديم الدراسة التي سنقوم بها قسمنا هذه المذكرة إلى خمسة فصول هي:

- الفصل الأول وهو خاص ببحث في المراجع نركز فيه على موضوع المعالجة المغناطيسية للماء.

- الفصل الثاني وهو فصل خاص بالحقل المغناطيسي و قوة لورنتز يتضمن شرح للحقل المغناطيسي في الدارات المغناطيسية كونه الحقل المغناطيسي الذي سنعتمد عليه في العمل التجريبي.

- الفصل الثالث و نتطرق فيه إلى أهم ما يشمل التحليل الفيزيوكيميائي للماء.

- الفصل الرابع و يتضمن تفصيل شامل للعمل التجريبي.

- الفصل الخامس وهو لتقديم النتائج و مناقشتها.

الفصل الأول

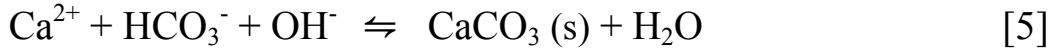
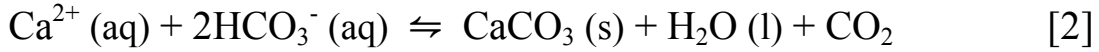
# بحث في المراجع

إن علاقة الماء بالحقل المغناطيسي قديمة جدا، ففي سنة 1873 ظهر أول إبداع لتركيبية تعالج الماء بالحقل المغناطيسي [1]، و من ثم بدأ الإهتمام بموضوع المعالجة المغناطيسية للماء، لذا نجد أغلب الأبحاث التي تدرس تطبيقات الحقل المغناطيسي على الماء تتدرج ضمن هذا الموضوع.

### 1-1 المعالجة المغناطيسية للماء:

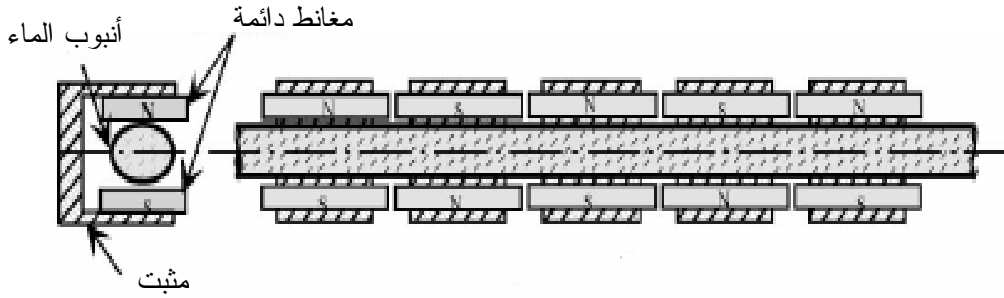
إن مشكل الترسبات ينتج مع الماء القاسي (العسر) لأن ذوبانية كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  تنقص مع زيادة درجة الحرارة، هاته الكربونات تتشكل عند تسخين ماء يحتوي على نسبة كالسيوم أكثر من 120 مغ/ل [2،3]. و تعتبر كربونات الكالسيوم من المكونات الأساسية للترسبات [4]، هذه الترسبات تؤدي إلى عدة مشاكل تقنية و إقتصادية داخل المصانع و المعدات المنزلية، حيث تعرقل مرور الماء داخل القنوات و تحد من إنتقال الحرارة في المبادلات الحرارية [5،6]، لهذا برزت عدة طرق فيزيائية و كيميائية لمعالجة الماء و التقليل من هذا المشكل، و من بين طرق المعالجة الفيزيائية نجد المعالجة بإستعمال الحقل المغناطيسي التي جلبت إنتباها كبيرا نظرا لفعاليتها من جهة و عدم تأثيرها على مكونات الماء من جهة أخرى، عكس المعالجة الكيميائية كإضافة الموانع التي تغير من مكونات الماء [5]. رغم كل هذا تبقى البحوث العلمية حول المعالجة المغناطيسية للماء قليلة نسبيا، و بالتالي الغموض و الجدل حول مبدأ عمل هذه الطريقة [2].

بصفة عامة يتفق الباحثون على أن المعالجة المغناطيسية للماء تؤدي إلى تشكيل جزيئات كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$ ، هذه الجزيئات تمتاز بعدم ترسبها على جدران قنوات التوزيع و المعدات الأخرى [5]، و بطريقة أخرى فسر بعض الباحثون هاته العملية بحدوث تبلور لكربونات الكالسيوم [2،7،8]. أما آلية تشكيل  $CaCO_3$  فهي كما يلي :



### 1-1-1 التركيبات المستعملة:

يوجد عدة أنواع من التركيبات المغناطيسية و الكهرومغناطيسية تباع في العالم للإستعمال المنزلي و الصناعي بغية التحكم في مشكل الترسيبات [2]، و في أغلب التركيبات الصناعية يكون إنتشار الماء عمودي على الحقل المغناطيسي [4]، أما أبرز التركيبات تتكون من إندماج لمغانط دائمة [2]، مثل هذه التركيبات نجد النموذج الذي أستعمل في أحد الأبحاث [5]، حيث تم تركيب خمسة أزواج مغناطيسية بالتجاور، و كل زوج مغناطيسي هو عبارة عن مغناطيسين متقابلين بقطبين مختلفين (شمالي و جنوبي) كما يبينه الشكل التالي :



الشكل 1.1: تركيب مغناط دائمة [5]



### 1-1-2 التأثير على شكل البلورات:

تتبلور كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  على شكل ثلاثة أنواع مختلفة هي الكالسيت (Calcite)، الأراغونيت (Aragonite)، الفاتوريت (Vaterite). و الكالسيت هي عادة التي تسبب الرواسب القاسية بينما الأراغونيت و الفاتوريت تسبب نوع غير قاسي من الرواسب يمكن إزالتها بسهولة. و تبلور كربونات الكالسيوم في الماء القاسي يتأثر تحت تأثير حقل مغناطيسي، حيث لوحظ هذا عند دراسة البلورات المتشكلة في عينتين من نفس الماء إحداهما عولجت بالحقل المغناطيسي و الأخرى لم تعالج، فالعينة التي عولجت وجد أنها تحتوي على نسبة كبيرة من الأراغونيت عكس العينة الأخرى التي تحتوي على نسبة كبيرة من الكالسيت، بينما نسبة الفاتوريت كانت كبيرة في كلتا العينتين، و هذا يعني أن جزيئات كربونات الكالسيوم المتبلورة تحت تأثير الحقل المغناطيسي تكون أغلبيتها خليط بين الأراغونيت و الفاتوريت [9]. و يدوم تأثير الحقل المغناطيسي على شكل البلورات مدة طويلة، حيث وجد في عينة ماء معالجة بالحقل المغناطيسي أن نسبة الأراغونيت تبقى مسيطرة على نسبة الكالسيت و لمدة تفوق 200 ساعة [2].

### 1-1-3 التأثير على الخصائص الفيزيوكيميائية للماء:

تؤثر المعالجة المغناطيسية للماء على تركيز الكالسيوم فيه، ولوحظ هذا من خلال معالجة محلول مائي يحتوي على الكالسيوم محظر انطلاقاً من كربونات الكالسيوم، حيث وجد نقصان لتركيز الكالسيوم بعد المعالجة بسبب تشكل كربونات الكالسيوم [5]. ووجد نفس الشيء عند معالجة محلول مائي مشبع بكبريتات الكالسيوم، في هذا المحلول وجد كذلك نقصان في الناقلية الكهربائية و زيادة في مجموع المواد الصلبة (TSS) بعد المعالجة، وأرجع هذا إلى تشكل بلورات من الجبس [10].

### 1-1-4 فعالية المعالجة:

فعالية المعالجة المغناطيسية للماء تتعلق بعدة معايير أهمها شدة الحقل المغناطيسي المطبق و سرعة تدفق الماء و كذا زمن المعالجة [4]، و تعرف فعالية المعالجة من خلال كمية الكالسيوم المتبقية في الماء، فكلما قلت كمية الكالسيوم زادت الفعالية [5]. و تجريبيا وجد أن فعالية المعالجة تزيد مع زيادة سرعة مرور الماء أو زيادة زمن المعالجة، كما تؤثر نوعية مادة أنبوب مرور الماء على فعالية المعالجة، فمثلا أنبوب من النحاس أكثر فعالية من أنبوب مصنوع من مادة عديد فينيل الكلوريد (PVC) [5].

### 1-1-5 تأثير قوة لورنتز:

عند استعمال تركيبه لمعالجة الماء بالحقل المغناطيسي تظهر قوة  $\vec{F}$  تعرف بقوة لورنتز، هذه القوة تؤثر على الجزيئات أو الذرات الموجودة في الماء و المشحونة كهربائيا ( الأيونات )، و في حالة مرور الماء بشكل عمودي على الحقل المغناطيسي فإنه تعطى هذه القوة المؤثرة على أيون بالعلاقة التالية [4]:

$$F = Z e v B \quad (1-1)$$

حيث:

- B: شدة الحقل المغناطيسي المطبق.
- v: سرعة الأيون و هي نفسها سرعة الماء.
- e: شحنة الإلكترون.
- Z: تكافؤ الأيون.

و تأثير قوة لورنتز على الأيون يكمن في حدوث إنتقال له يسمى بانتقال لورنتز، هذا الانتقال يعارض بواسطة قوة اللزوجة  $\vec{F}_v$  التي تعطى بالمعادلة التالية [4]:

$$F_v = -6 \pi \eta r (\Delta x / \tau) \quad (2-1)$$

حيث:

$\eta$  : لزوجة الماء.

$r$  : نصف قطر الأيون.

$\Delta x$  : إنتقال لورنتز للأيون.

$\tau$  : زمن إحتباس الماء داخل الحقل المغناطيسي.

و إنتقال لورنتز يحسب من خلال تساوي القوتين  $\vec{F}$  و  $\vec{F}_v$  حسب قانون نيوتن، و بذلك تكون عبارة هذا الانتقال كما يلي [4]:

$$\Delta x = (Z e B \tau v) / (6 \pi \eta r) \quad (3-1)$$

يذكر أن إنتقال لورنتز للأيونات صغير جدا و يقدر بالنانومتر [4].

## الفصل الثاني

# الحقل المغناطيسي وقوة لورنتز

1-2 :

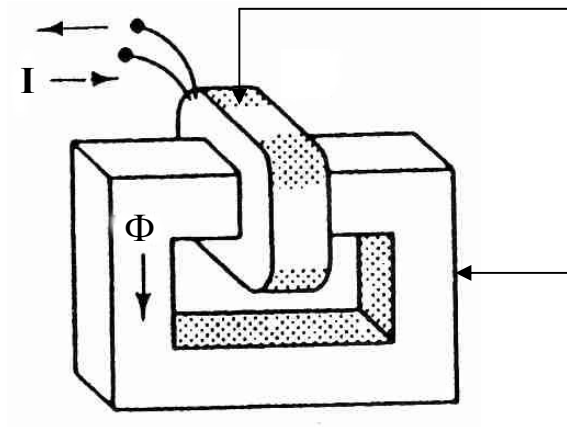
[16]

[11]

1-1-2 :

[12]

[11] 1.2



: 1.2

1.2

N

$\Phi$

« NI »

I

[11]

[16]

B

H

S

$\Phi$

:[11]

$$B = \mu_r \mu_0 H \quad (1-2)$$

$$\Phi = B S \quad (2-2)$$

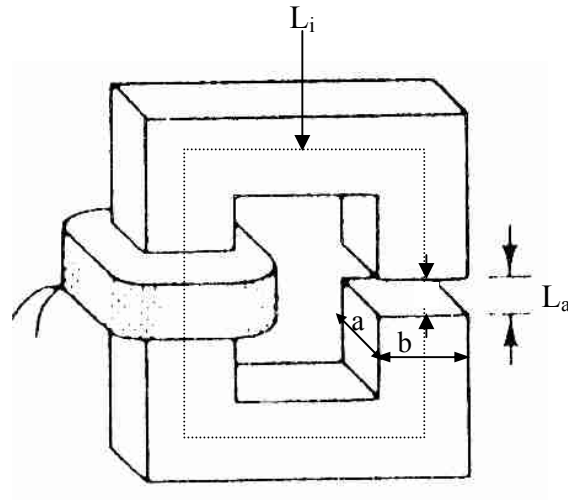
:

$:\mu_0$

$:\mu_r$

**2-1-2**

. 2.2



: 2.2

$S_a$

$L_i$

$L_a$

$b \quad a$

:[11]

$$S_a = (a + L_a) (b + L_a) \quad (3-2)$$

:[11]

$$\Phi = B_a S_a = B_i S_i \quad (4-2)$$

$$B_a = \mu_0 H_a \quad (5-2)$$

$$B_i = \mu_0 \mu_r H_i \quad (6-2)$$

:

:  $H_a, B_a$

:  $H_i, B_i$

:  $S_i$

: [11]

$$N I = \oint H \cdot dL \quad (7-2)$$

: [11]

$$N I = H_a L_a + H_i L_i \quad (8-2)$$

:

$$B = \frac{N}{\frac{L_a}{\mu_0} + \frac{S_a L_i}{S_i \mu_0 \mu_r}} I \quad (9-2)$$

(9-2)

.N



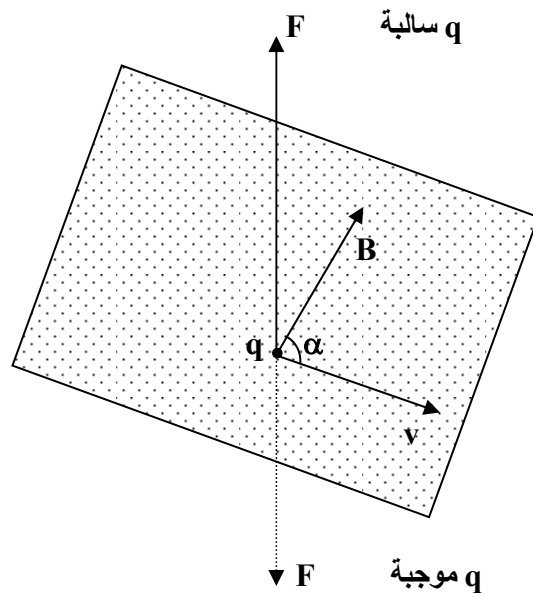
2-2 :

[13]:  $\vec{v}$  q

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} \quad (10-2)$$

$\vec{v}$   $\vec{F}$   $\vec{B}$   $\vec{F}$   $\vec{B}$   $\vec{F}$   $\vec{B}$

. [13] 3.2  $\vec{v}$   $\vec{B}$



$(\vec{v} \times \vec{B})$   $\vec{F}$  q  $\vec{F}$  : 3.2

## 1-2-2

:

$$\vec{a} = \frac{q}{m} (\vec{v} \times \vec{B}) \quad (11-2)$$

: [16]

$$\vec{a} = F / m = \frac{q}{m} (\vec{v} \times \vec{B}) \quad (11-2)$$

$$\vec{a}_t = 0 \quad (11-2)$$

: [16]

$$a_t = 0 \quad (12-2)$$

$$\vec{a}_n = \frac{q}{m} (\vec{v} \times \vec{B}) \quad (13-2)$$

: [16]

$$a_t = \frac{dv}{dt} = 0 \quad (14-2)$$

$$\Rightarrow v = \text{Const}$$

: [16]

$$T = m \frac{v^2}{2} = \text{Const} \quad (15-2)$$

(10-2)

)

. [16]

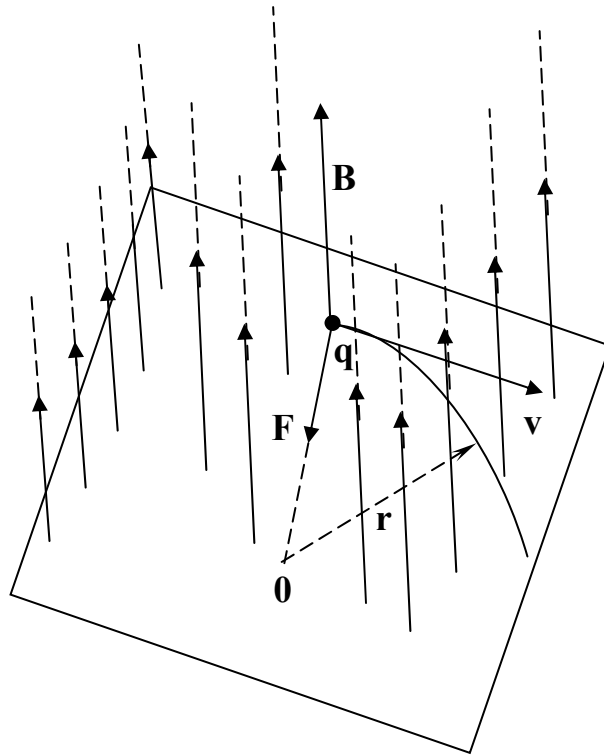
4.2

$\vec{F}$

$\vec{F}$

(

. [13]



: 4.2

r

: [16]

$$a_n = v^2 / r \quad (16-2)$$

$$: \quad \vec{B} \quad \vec{v} \quad r \quad (16-2) \quad (13-2)$$

$$r = \frac{mv}{qB} \quad (17-2)$$

الفصل الثالث

التحليل الفيزيوكيميائي للماء

تجرى للماء عادة مجموعة من التحاليل لأجل معرفة المواصفات التي يمتاز بها وتقييمها من الناحية الصحية وبالتالي الحكم على مدى صلاحيتها، ومن بين هذه التحاليل نجد التحليل الفيزيوكيميائي الذي يشمل عدة قياسات أهمها:

### 3-1 قياس الدليل الهيدروجيني pH :

والغرض من هذا هو تقدير قوة حموضة الماء أو قلويته وذلك بتقدير قوة تركيز الهيدروجين المتأين (أيون الهيدروجين) الموجود في الماء، فإذا قيس pH الماء ووجد أقل من سبعة دل ذلك على حامضيته، وبالعكس إذا وجد أكبر من سبعة دل ذلك على قلويته. ولقوة تركيز أيون الهيدروجين أهمية خاصة في عملية تنقية المياه وكذلك الحكم على خصائص المياه ومدى صلاحيتها للاستعمال، فالمياه ذات pH منخفض قد تضر بالصحة لاحتوائها على أملاح كبريتات الكالسيوم أو المغنسيوم مثلا، كما أن المياه ذات pH مرتفع تحتوي على أملاح كربونات وبيكربونات الكالسيوم المسببة لعسر الماء [17].

### 3-2 قياس الناقلية الكهربائية:

تعتبر الناقلية الكهربائية قياس تقريبي لنسبة الأملاح الذائبة في الماء، وهي أكثر استعمالا لأجل مقارنة عينات الماء المأخوذة من نفس المصدر وعلى فترات متباعدة من الزمن، إذ أن الأملاح الموجودة في هذه العينات غالبا ما تكون واحدة وإن اختلف تركيزها من وقت لآخر [17]. وتعرف الناقلية الكهربائية بأنها ناقلية عمود من الماء طوله 1 سم ومحصور بين قطبين مكونين من صفيحتين من البلاتين سطح كل منهما 1 سم<sup>2</sup>، ويعبر عن الناقلية بوحدة الميكروسيمنس للسنتيمتر (  $\mu \text{ s/cm}$  ) [18].

**3-3 حساب تركيز الأيونات:**

أهم مصدر لتواجد الأيونات في الماء هو الأملاح المعدنية المنحلة، وتقدر كميتها بالمغرام للتر (mg/l)، أما أبرز الأيونات التي يتم تحليلها فهي:

**3-3-1 الكالسيوم:**

تحتوي المياه الطبيعية على أيونات الكالسيوم بنسب مختلفة وذلك تبعاً للطبيعة الجيولوجية للمجرى المائي، وتنتج تلك الأيونات عن التفاعل بين ثاني أكسيد الكربون المنحل في الماء و الصخور الكلسية، أو نتيجة الانحلال المباشر لكبريتات الكالسيوم (الجبس). يتواجد الكالسيوم في المياه الطبيعية على شكل كربونات الكالسيوم الحامضية المنحلة مع وجود نسبة صغيرة من الأملاح الأخرى للكالسيوم (كربونات، كبريتات، كلور)، ويعبر عن تركيز أملاح الكالسيوم في الماء باصطلاح شائع هو قساوة الماء [19].

**3-3-2 المنغيزيوم:**

ينتج المنغيزيوم عن انحلال الصخور المشكّلة لحوض ومجرى المياه، وعادة يكون تركيزه أقل من الكالسيوم، ومثل الكالسيوم يدخل المنغيزيوم كذلك في قساوة الماء [19].

**3-3-3 الصوديوم:**

يشكل الصوديوم 2,83% من تركيب القشرة الأرضية ويتمتع بدرجة انحلال مرتفعة في الماء، لذلك فإنه متواجد في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية بشكل طبيعي [19].

**3-3-4 البوتاسيوم:**

يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية لكونه يدخل في تركيب القشرة الأرضية (2,59%) ومركباته سهلة الانحلال في الماء، غير أن نسبته في المياه السطحية أقل من الصوديوم بسبب امتصاص التربة له بشكل جيد [19].

**3-3-5 الكبريتات:**

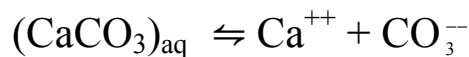
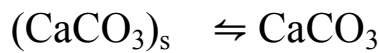
ترتبط الكبريتات بالأيونات الموجبة في الماء مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم، وأهم مصدر طبيعي لها هو انحلال الجبس ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) [19].

**3-3-6 الكلور:**

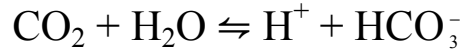
تحتوي جميع أنواع المياه السطحية والجوفية أيونات الكلور بتراكيز مختلفة، وأهم مصادرها ذوبان أملاح الكلور في المياه المارة ضمن الأراضي الملحية [19].

**3-3-7 الكربونات والبيكربونات:**

يتعلق تركيز الكربونات و البيكربونات في الماء بشروط التوازن القائمة بين الوسط المائي من جهة والطورين المحيطين به (الصلب والغازي) من جهة أخرى، وينشأ ذلك التوازن بين أطوار ثلاثة تتمثل بالصخور الصلبة المحيطة بالماء وغاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء والماء ذاته، أما في حالة خلو الصخور من الكربونات فإن التوازن يحدث عند ذلك بين طورين هما السائل والغاز، وفيما يلي أهم التوازنات القائمة في الوسط المائي [19]:







### 3-3-8 العناصر غير المرغوب فيها:

هذه العناصر إن وجدت يجب أن تكون بتركيز ضعيفة جداً، وتواجهها في مياه الشرب يؤثر على الحالة الصحية، من بين هذه العناصر نجد النترات و النترت، الفوسفات، الحديد والمنغنيز.

### 3-4 قياس القساوة:

ترجع قساوة الماء إلى مدى احتوائه على الأيونات المعدنية الثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم، المغنيزيوم، الحديد والمنغنيز، وأكثر هذه الأيونات سببا في قساوة الماء هي أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم. وتقسم قساوة الماء حسب تواجد الأيون إلى قساوة كلسية وقساوة مغنيزية، كما تقسم كذلك إلى قساوة كربوناتية وقساوة غير كربوناتية حسب الأيونات المرتبطة بأيوني الكالسيوم والمغنيزيوم. أما القساوة الكلية للماء (TH) فتمثل مجموع القساوتين الكلسية والمغنيزية، وتقاس بالدرجة الفرنسية (°F) التي تعادل 4 غ/ل من تركيز الكالسيوم في الماء و 2,4 غ/ل من تركيز المغنيزيوم في الماء كذلك [19,14].

### 3-5 قياس القلوية والحموضة:

يكون الماء قلويا إذا احتوى على أملاح الكربونات أو البيكربونات أو الهيدروكسيد، وأملاح الكربونات والبيكربونات هي الأكثر تواجد في المياه بينما أملاح الهيدروكسيد فنادرًا ما تتواجد في المياه الطبيعية [17]، أما حموضة الماء فتنتج عن وجود ثاني أكسيد الكربون المنحل أو الأحماض المعدنية [18].

لقلوية الماء علاقة بكمية الهيدروكسيد والكربونات والبيكربونات، حيث تتعلق القلوية البسيطة للماء ( TA ) بكمية الهيدروكسيد والكربونات، بينما تتعلق القلوية الكاملة للماء (TAC) بكمية الهيدروكسيد والكربونات والبيكربونات معا. ويعتبر الدليل الهيدروجني pH دليلاً لقلوية الماء، حيث تتعدم القلوية البسيطة للماء في حالة pH الماء أقل من أو يساوي 8,3، وهذا يعني أن تركيز الهيدروكسيد والكربونات معدوماً، في هذه الحالة تصبح القلوية الكاملة للماء متعلقة فقط بكمية البيكربونات. وتقدر قلوية الماء بالدرجة الفرنسية (°F) [18].

### 3-6 قياس مجموع المواد الصلبة:

تقسم المواد الصلبة في الماء إلى مواد صلبة عالقة (TSS) ومواد صلبة ذائبة (TDS)، وتقدر كميتها بالمغرام للتر (mg/l)، حيث تشمل هذه المواد كل المركبات المعدنية أو العضوية [19].

### 3-7 قياسات أخرى:

بالإضافة إلى القياسات السابقة تضاف قياسات أخرى إلى التحليل الفيزيوكيميائي للماء مثل قياس درجة الحرارة، قياس درجة العكارة، تقدير الطعم والرائحة وكذا اللون.

الفصل الرابع

# العمل التجريبي

#### 4-1 وصف العمل التجريبي:

قمنا في هذا العمل بتمرير عينات من الماء عبر حقل مغناطيسي و بشروط تجريبية معينة، هذه الشروط تتمثل في شدة الحقل المغناطيسي المطبق و سرعة مرور الماء (العينة) عبر هذا الحقل المغناطيسي. لهذا الغرض إستعملنا شدات مختلفة للحقل المغناطيسي و سرعات مختلفة كذلك لمرور الماء من أجل الحصول على مجموعة من العينات تختلف عن بعضها البعض من حيث الشروط التجريبية الموفرة لكل عينة، و قبل مرور العينات عبر الحقل المغناطيسي يجب أن تكون كلها مأخوذة من نفس المصدر (نفس الماء).

بعد الحصول على العينات المختارة قمنا بتحليلها تحليل فيزيوكيميائي، حيث شمل هذا التحليل مايلي:

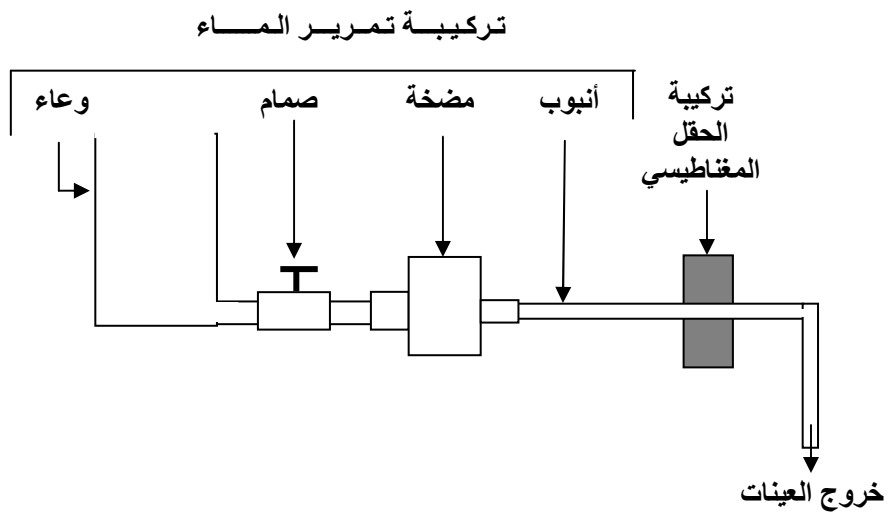
- ♦ قياس الناقلية الكهربائية
- ♦ قياس الدليل الهيدروجيني pH
- ♦ حساب تركيز الأيونات الأساسية الموجبة ( $\text{Ca}^{2+}$ ،  $\text{Mg}^{2+}$ ،  $\text{Na}^+$ ،  $\text{K}^+$ )
- ♦ حساب تركيز الأيونات الأساسية السالبة ( $\text{SO}_4^{2-}$ ،  $\text{Cl}^-$ ،  $\text{HCO}_3^-$ )

#### 4-2 التركيبة التجريبية المستعملة:

لإنجاز العمل الموصوف سابقا قمنا بإستعمال التركيبة الموضحة في الشكل 1.4، هذه التركيبة بدورها تتكون من تركيبتين إحداهما لتمرير الماء و الأخرى للحقل المغناطيسي (الشكل 2.4).



الشكل 1.4 : التركيبة التجريبية المستعملة



الشكل 2.4 : رسم توضيحي للتركيبة التجريبية المستعملة

## 4-2-1 تركيبية تمرير الماء :

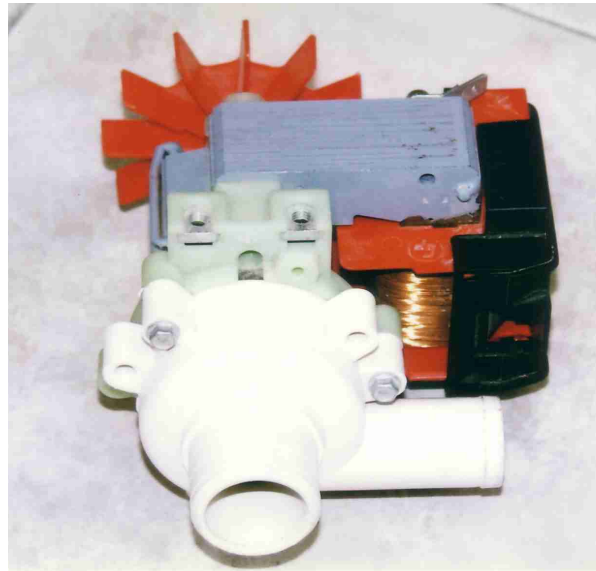
هذه التركيبية تضمن مرور الماء عبر الحقل المغناطيسي و بسرعة محددة، و هي تتكون من ما يلي:

## • الوعاء :

يستعمل الوعاء لإحتواء الماء قبل مروره عبر الحقل المغناطيسي، يتسع لحوالي 10 لترات و هو من الزجاج.

## • المضخة :

دور المضخة في التجربة هو ضخ الماء من جهة و التحكم في سرعة مرور الماء من جهة أخرى. و المضخة المستعملة في التركيبية موضحة في الشكل 3.4، هذه المضخة يمكن تشغيلها بواسطة تيار كهربائي متناوب و بفرق كمون يتراوح ما بين 120 و 220 فولط، و على هذا نوصل المضخة بمولد مغير للتوتر.



الشكل 3.4 : المضخة المستعملة في تركيبية تمرير الماء

- الصمام :

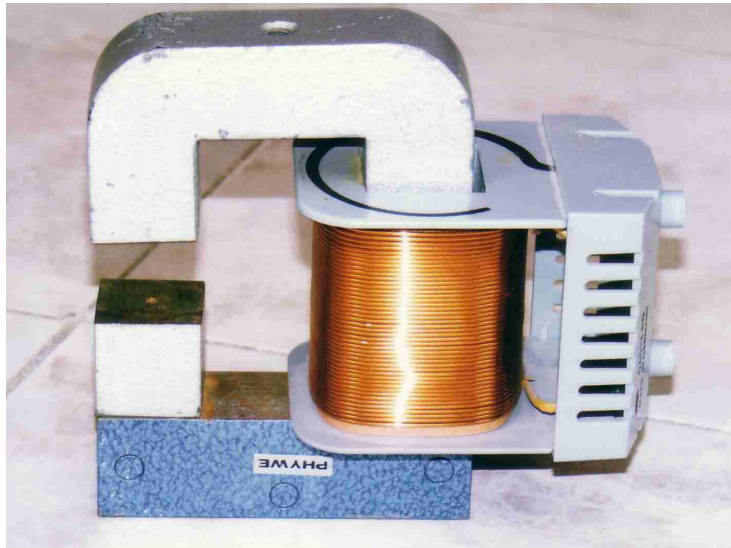
الصمام في التركيبة يربط بين الوعاء و المضخة، و نستعمله لتوقيف مرور الماء خاصة عند ملء الوعاء.

- الأنبوب :

الأنبوب المستعمل لمرور الماء هو من مادة عديد فينيل الكلوريد (PVC)، و هذا الأنبوب من النوع الرقيق إذ يقارب سمكه 1 ملم. طول الأنبوب من المضخة إلى نهايته هو 85 سم بينما قطره الداخلي يساوي 16 ملم.

#### 4-2-2-4 تركيب الحقل المغناطيسي :

للحصول على الحقل المغناطيسي المناسب للعمل التجريبي نقوم بإستعمال تركيبه مصممة وفق شكل الدارة المغناطيسية ذات الفراغ الهوائي كما يوضحه الشكل التالي:



الشكل 4.4 : تركيب الحقل المغناطيسي

وتظهر تركيبة الحقل المغناطيسي في الشكل 1.4 حيث يخترق الأنبوب فراغها الهوائي بشكل عمودي ليكون إتجاه الحقل المغناطيسي عمودي على إتجاه مرور الماء، أما مكوناتها فهي نواة حديدية و وشيعة موصلة بمولد.

#### • النواة الحديدية :

النواة المستعملة يمكن تفكيكها إلى جزئين ليتم تركيب الوشيعة في أحد الجزئين ثم إعادة تثبيتهما، أما أبعاد هذه النواة فهي :

- ♦ الإرتفاع 13,7 سم
- ♦ العرض 10 سم
- ♦ المقطع 3سم x 3سم
- ♦ طول الفراغ الهوائي 2,4 سم

و حسب هذه الأبعاد فإن طول منطقة الحقل المغناطيسي التي يجتازها الماء هي 3 سم، و هذا بإهمال خطوط الحقل الجانبية.

#### • الوشيعة :

الوشيعة المستعملة تحتوي على 300 لفة و تغذى بتيار مستمر أقصاه 4 أمبير، لهذا نستعمل مولد للتيار المستمر بغية تشغيل الوشيعة.



## 3-4 الماء المستعمل :

الماء المستعمل في العمل التجريبي هو ماء عادي من الحنفية، و للحفاظ على نفس خصائص الماء نقوم بتخزين الكمية الكافية للتجربة في خزان خاص ليصبح هذا الأخير هو مصدر العينات المدروسة. و نتائج تحليل عينة من هذا الماء مبينة في الجدول 1.4 ، حيث تم التحليل بنفس كيفية تحليل العينات المدروسة (الفقرة 4-6).

7,78	الدليل الهيدروجيني pH
4,89 ميلي سيمنس /سم	الناقلية الكهربائية
289 مغ/ل	الكالسيوم $Ca^{2+}$
156 مغ/ل	المغنيزيوم $Mg^{2+}$
352 مغ/ل	الصوديوم $Na^+$
29 مغ/ل	البوتاسيوم $K^+$
890 مغ/ل	الكبريتات $SO_4^{2-}$
720 مغ/ل	الكلور $Cl^-$
224 مغ/ل	البيكربونات $HCO_3^-$
43,3 ميلي مكافئ / ل	مجموع الأيونات الموجبة
42,4 ميلي مكافئ / ل	مجموع الأيونات السالبة

جدول 1.4 : نتائج تحليل عينة من الماء المستعمل في العمل التجريبي

## 4-4 الشروط التجريبية و العينات المدروسة :

## 1-4-4 السرعات المستعملة لمرور الماء :

يتم التحكم في سرعة مرور الماء بواسطة المضخة التي تشتغل حسب التوتر المطبق عليها، و للحصول على سرعات مختلفة لمرور الماء يكفي فقط تشغيل المضخة بتوترات مختلفة. أما حساب قيمة السرعة فيكون عن طريق ملء حجم من الماء و تطبيق العلاقتين الآتيتين :

$$Q = V / t \quad (1-4)$$

$$v = Q / S \quad (2-4)$$

حيث :

Q : التدفق (م<sup>3</sup>/ثا)

V : حجم الماء المملوء (م<sup>3</sup>)

t : زمن ملء الحجم V (ثا)

S : مقطع أنبوب مرور الماء (0,2 × 10<sup>-3</sup> م<sup>2</sup>)

v : سرعة مرور الماء (م / ثا)

في عمادنا هذا نختار ثلاثة سرعات متفاوتة لمرور عينات الماء، هذه السرعات مبينة ضمن الجدول 2.4.

206	177	143	توتر تشغيل المضخة (فولط)
$3^{-10} \times 4,8$	$3^{-10} \times 4,2$	$3^{-10} \times 3,8$	V (م <sup>3</sup> )
8	10	17	t (ثا)
$3^{-10} \times 0,6$	$3^{-10} \times 0,42$	$3^{-10} \times 0,22$	Q (م <sup>3</sup> /ثا)
3,0	2,1	1,1	v (م / ثا)

جدول 2.4 : السرعات المستعملة لمرور الماء و توضيح لكيفية حسابها

#### 2-4-4 الشدات المستعملة للحقل المغناطيسي :

لقياس شدة الحقل المغناطيسي نستعمل جهاز التسلامتر، و طريقة القياس تتم بوضع صوندة الجهاز في مركز الفراغ الهوائي و قراءة القيمة المقاسة على جهاز الغلفانومتر الموصل بالتسلامتر. أما قيم شدة الحقل المغناطيسي المختارة في عملنا هذا فهي أربعة قيم متفاوتة، و يتم الحصول على هذه القيم بالتغيير في شدة التيار الكهربائي المغذي للوشيعنة كما يوضحه الجدول التالي :

3,98	2,74	1,52	0	شدة التيار المغذي للوشيعنة (أمبير)
68	47	25	0	شدة الحقل المغناطيسي B (ميلي تسلا)

جدول 3.4 : قيم شدة الحقل المغناطيسي المستعملة في العمل التجريبي

## 3-4-4 العينات المدروسة :

حسب الشروط التجريبية المختارة سابقا نحصل على 12 عينة للدراسة، هذه العينات موضحة في الجداول التالية :

رقم العينة	1	2	3
الشروط التجريبية	$0=B$ تسلا $1,1 = v$ م/ثا	$0=B$ تسلا $2,1 = v$ م/ثا	$0=B$ تسلا $3 = v$ م/ثا

## جدول 4.4 : العينات المدروسة عند حقل مغناطيسي شدته معدومة

رقم العينة	4	5	6
الشروط التجريبية	$0,025=B$ تسلا $1,1 = v$ م/ثا	$0,025=B$ تسلا $2,1 = v$ م/ثا	$0,025=B$ تسلا $3 = v$ م/ثا

## جدول 5.4 : العينات المدروسة عند حقل مغناطيسي شدته 0,025 تسلا

رقم العينة	7	8	9
الشروط التجريبية	$0,047=B$ تسلا $1,1 = v$ م/ثا	$0,047=B$ تسلا $2,1 = v$ م/ثا	$0,047=B$ تسلا $2,3 = v$ م/ثا

## جدول 6.4 : العينات المدروسة عند حقل مغناطيسي شدته 0,047 تسلا

رقم العينة	10	11	12
الشروط التجريبية	$0,068=B$ تسلا $1,1 = v$ م/ثا	$0,068=B$ تسلا $2,1 = v$ م/ثا	$0,068=B$ تسلا $2,3 = v$ م/ثا

## جدول 7.4 : العينات المدروسة عند حقل مغناطيسي شدته 0,068 تسلا

**4-5 طريقة أخذ العينات :**

لأخذ عينة واحدة نقوم بملء وعاء التركيبة بماء الخزان ثم ضبط الشروط التجريبية المختارة، بعد هذا نفتح الصمام و مباشرة نشغل المضخة، و عند وصول الماء في الوعاء إلى مستوى معين مسبقا نقوم بأخذ العينة، و لأخذ بقية العينات نقوم بتكرار نفس الخطوات، علما أن العينات تؤخذ في قارورات بلاستيكية خاصة.

الكيفية المتبعة لأخذ العينات في عملنا هذا تعتمد على تثبيت سرعة مرور الماء عند قيمة معينة و التغيير في شدة الحقل المغناطيسي من أجل الحصول على أربعة عينات في مرحلة واحدة، و هكذا تؤخذ كل العينات خلال ثلاثة مراحل.

**4-6 تحليل العينات المدروسة :****4-6-1 قياس الدليل الهيدروجيني:**

لقياس الدليل الهيدروجيني pH نستعمل الجهاز المخصص لذلك (pHmètre)، و قبل بداية التحليل يجب ضبط الجهاز بإستعمال محلولين عياريين. أما كيفية القياس فتبدأ بغسل مسرى الجهاز بالماء المقطر و تجفيفه ثم غمسه في اليبشر الذي يحوي كمية من العينة المدروسة، و القيمة المقاسة تؤخذ بعد إستقرارها جيدا.

**4-6-2 قياس الناقلية الكهربائية :**

نقيس الناقلية الكهربائية بإستعمال جهاز الناقلية (Conductimètre)، و قبل بداية التحليل نضبط الجهاز بإستعمال محلولين عياريين. أما كيفية القياس فهي نفس الكيفية المتبعة عند قياس الدليل الهيدروجيني، و يمكن بذات الجهاز معرفة درجة حرارة العينة لهذا يجب أن نحرس على تحليل العينات في نفس درجة الحرارة.

## 4-6-3 حساب تركيز الأيونات الموجبة :

لمعايرة الأيونات الموجبة نستعمل طريقة الإمتصاص الذري التي تعتمد على إمتصاص الذرات الحرة لكمية من الطاقة عند تعرضها لإشعاع معين (طول موجي معين)، و يستعمل لهذه الطريقة الجهاز الطيفي للإمتصاص الذري (Spectrophotomètre d'absorption atomique). و لمعرفة تركيز أيون في عينة مجهولة تستعمل محاليل عيارية مختلفة التراكيز للأيون و تقاس إمتصاصية هذه المحاليل عند الطول الموجي المناسب للأيون، و من خلال المنحنى العياري الذي يربط الإمتصاصية بالتركيز يمكن معرفة تركيز الأيون في العينة المجهولة و هذا بقياس إمتصاصية العينة عند نفس الطول الموجي، وعادة في هذه الطريقة تمدد المحاليل العالية التراكيز [18].

لحساب تركيز أحد الأيونات الموجبة في العينات المدروسة نحضر محاليل عيارية مختلفة التراكيز إنطلاقاً من محلول رئيسي خاص بالأيون و نقيس إمتصاصياتها في الجهاز الطيفي للإمتصاص الذري و عند الطول الموجي المناسب للأيون (جدول 8.4)، و لمعرفة تركيز الأيون في العينات المدروسة نقوم بترشيح كمية كافية من كل عينة و تمديدها ثم قياس إمتصاصيتها عند نفس الطول الموجي السابق، و النتائج نتحصل عليها بواسطة الجهاز الطيفي للإمتصاص الذري.

K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	الأيون
766,5	589,0	285,2	422,7	الطول الموجي المناسب للأيون (نانومتر)

جدول 8.4 : الأطوال الموجية المناسبة للأيونات

## 4-6-4 حساب تركيز الكبريتات :

لمعايرة الكبريتات نستعمل طريقة قياس شفافية الوسط المعلق، هذه الطريقة تعتمد على ترسيب الكبريتات على شكل كبريتات الباريوم في وسط من حمض كلور الماء و من ثم تثبيت الراسب على شكل معلق بإستعمال مادة مثبتة، بعد هذا تقاس امتصاصية المعلق باستخدام الجهاز الطيفي [18].

لمعايرة الكبريتات في العينات المدروسة نستعمل الجهاز الطيفي اللوني (Colorimètre) و المحاليل التالية :

- محاليل عيارية مختلفة التراكيز لأيون الكبريتات تحضر إنطلاقاً من محلول كبريتات الأمونيوم  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$  .
- محلول حمض كلور الماء (1 ن) .
- محلول كلور الباريوم و الجيلاتين يحضر بإذابة 10 غ من كلور الباريوم  $(\text{BaCl}_2)$  في لتر من الماء المقطر مع إضافة كمية قليلة من الجيلاتين.

و نبدأ التحليل بأخذ حجم قدره 50 مل من كل محلول عياري نضيف له 1 مل من محلول حمض كلور الماء و 20 مل من محلول كلور الباريوم و الجيلاتين مع تحريك للمستحضر و تركه مدة 20 دقيقة للترقيد، بعد هذا نقيس إمتصاصية المستحضر في الجهاز الطيفي اللوني و عند طول الموجة 500 نانومتر للحصول على المنحنى العياري الذي يربط الإمتصاصية بالتركيز. و لحساب تركيز الكبريتات في العينات المدروسة نقوم بمعاملة هذه العينات نفس معاملة المحاليل العيارية إلى أن نقيس إمتصاصياتها، و من خلال قيمة الإمتصاصية لكل عينة يمكن معرفة التركيز بالرجوع إلى المنحنى العياري ، يذكر أنه يجري تمديد للعينات قبل تحليلها نظراً لتركيز الكبريتات العالي في الماء المدروس.

**4-6-5 حساب تركيز الكلور :**

لمعايرة الكلور نستعمل طريقة موهر (MOHR) التي تعتمد على ترسيب أيونات الكلور بإضافة محلول نترات الفضة ( $AgNO_3$ ) و بوجود كرومات البوتاسيوم ( $K_2CrO_4$ ) حتى ظهور اللون الأحمر المميز لكرومات الفضة [18].

لمعايرة الكلور في العينات المدروسة نأخذ حجم قدره 50 مل من كل عينة ثم نضيف له 1 مل من محلول كرومات البوتاسيوم (10%)، بعد هذا نعاير الأحجام السابقة بواسطة محلول نترات الفضة (0,1 ن) إلى غاية نقطة تغير اللون من الأصفر إلى الأحمر، عندئذ يمكن حساب تركيز الكلور في العينات بتطبيق العلاقة التالية :

$$Cl^-(mg/l) = (V_2 \times 35,5 \times 1000 \times N) / V_1 \quad (3-4)$$

حيث :

$V_1$  : حجم العينة المأخوذ (مل).

$V_2$  : حجم محلول نترات الفضة اللازم للمعايرة (مل).

$N$  : نظامية محلول نترات الفضة.

**4-6-6 حساب تركيز البيكربونات :**

نعاير البيكربونات وفق طريقة قياس القلوية الكاملة للماء، و تقاس القلوية الكاملة للماء بإضافة محلول عياري من حمض معدني حتى تصل قيمة الدليل الهيدروجيني للماء إلى 4,3، و من خلال حجم الحمض اللازم للمعايرة يمكن حساب تركيز البيكربونات في الماء حسب العلاقة التالية [15] :

$$HCO_3^-(mg/l) = (V_2 \times N \times 61 \times 1000) / V_1 \quad (4-4)$$



حيث :

V<sub>1</sub> : حجم الماء المستعمل للتحليل (مل).V<sub>2</sub> : حجم الحمض اللازم للمعايرة (مل).

N : نظامية الحمض المعايير.

و العلاقة (4-4) تستعمل عندما لا يزيد الدليل الهيدروجيني للماء عن القيمة 8,3 قبل المعايرة.

لمعايرة البيكربونات في العينات المدروسة نستعمل جهاز قياس الدليل الهيدروجيني (pHmètre)، و التحليل يتم بأخذ حجم قدره 50 مل من كل عينة ثم نظيف له حمض الكبريت (0,02 ن) حتى الحصول على pH يساوي 4,3، عند هذا نسجل حجم الحمض المستهلك و نحسب تركيز البيكربونات بواسطة العلاقة (4-4).

#### 4-6-7 دقة التحليل :

في الماء يكون مجموع الأيونات الموجبة مساويا إلى مجموع الأيونات السالبة بوحدة الملي مكافئ للتر (التوازن الأيوني)، وعليه تكون نتائج التحليل أكثر دقة كلما تقاربت نتيجة حساب المجموعين السابقين. أما التحويل بين الوحدات فيتم وفق العلاقة التالية :

$$C \text{ (még / l)} = \frac{C \text{ (mg / l)}}{M / E} \quad (5-4)$$

حيث :

C : تركيز العنصر.

M : الكتلة المولية للعنصر.

E : تكافؤ العنصر.

و حسب العلاقة (4-5) نجد :

$$\sum CA = \frac{Ca^{++} (mg/l)}{20} + \frac{Mg^{++} (mg/l)}{12,15} + \frac{Na^{+} (mg/l)}{23} + \frac{K^{+} (mg/l)}{39}$$

$$\sum NA = \frac{SO_4^{-} (mg/l)}{48} + \frac{Cl^{-} (mg/l)}{35,5} + \frac{HCO_3^{-} (mg/l)}{61}$$

حيث :

 $\sum CA$  : مجموع الأيونات الموجبة (ميلي مكافئ / ل). $\sum AN$  : مجموع الأيونات السالبة (ميلي مكافئ / ل).

الفصل الخامس

# النتائج و المناقشة

1-5 النتائج :

نتائج تحليل العينات مبينة في الجداول التالية :

3	2	1	رقم العينة	
0=B تسلا v = 3,0 م/ثا	0=B تسلا v = 2,1 م/ثا	0=B تسلا v = 1,1 م/ثا	الشروط التجريبية	
7,79	7,77	7,78	pH	نتائج تحليل العينات
4,89	4,89	4,89	الناقلية الكهربائية (ميلي سيمنس/سم)	
289,1	288,6	290,1	الكالسيوم $Ca^{2+}$ (مغ/ل)	
155,9	158,2	156,6	المغنيزيوم $Mg^{2+}$ (مغ/ل)	
351,8	351,5	353,1	الصوديوم $Na^+$ (مغ/ل)	
29,0	29,5	28,1	البوتاسيوم $K^+$ (مغ/ل)	
892	889	891	الكبريتات $SO_4^{2-}$ (مغ/ل)	
720,6	724,2	724,2	الكلور $Cl^-$ (مغ/ل)	
225,7	223,2	224,4	البيكربونات $HCO_3^-$ (مغ/ل)	
43,3	43,4	43,4	مجموع الأيونات الموجبة (ميلي مكافئ/ل)	
42,5	42,5	42,6	مجموع الأيونات السالبة (ميلي مكافئ/ل)	

جدول 1.5 : نتائج تحليل العينات عند حقل مغناطيسي شدته معدومة

6	5	4	رقم العينة	
0,025=B تسلا 3,0 = v م/ثا	0,025=B تسلا 2,1 = v م/ثا	0,025=B تسلا 1,1 = v م/ثا	الشروط التجريبية	
7,72	7,74	7,76	pH	
4,85	4,87	4,89	الناقلية الكهربائية (ميلي سيمنس/سم)	
284,0	286,1	289,3	الكالسيوم $Ca^{2+}$ (مغ/ل)	
157,1	157,5	158,1	المغنيزيوم $Mg^{2+}$ (مغ/ل)	
353,1	350,0	349,7	الصوديوم $Na^+$ (مغ/ل)	
28,5	29,1	29,1	البوتاسيوم $K^+$ (مغ/ل)	
889	892	887	الكبريتات $SO_4^{2-}$ (مغ/ل)	
717,1	724,2	720,6	الكلور $Cl^-$ (مغ/ل)	
211,0	215,9	220,8	البيكربونات $HCO_3^-$ (مغ/ل)	
43,2	43,2	43,4	مجموع الأيونات الموجبة (ميلي مكافئ/ل)	
42,1	42,5	42,4	مجموع الأيونات السالبة (ميلي مكافئ/ل)	

جدول 2.5 : نتائج تحليل العينات عند حقل مغناطيسي شدته 0,025 تسلا

9	8	7	رقم العينة	
0,047=B تسلا 3,0 = v م/ثا	0,047=B تسلا 2,1 = v م/ثا	0,047=B تسلا 1,1 = v م/ثا	الشروط التجريبية	
7,67	7,70	7,73	pH	
4,80	4,85	4,88	الناقلية الكهربائية (ميلي سيمنس/سم)	
280,1	282,9	287,1	الكالسيوم $Ca^{2+}$ (مغ/ل)	
158,1	156,7	155,8	المغنيزيوم $Mg^{2+}$ (مغ/ل)	
351,0	353,1	350,3	الصوديوم $Na^+$ (مغ/ل)	
28,2	29,4	28,9	البوتاسيوم $K^+$ (مغ/ل)	
887	887	889	الكبريتات $SO_4^{2-}$ (مغ/ل)	
724,2	720,6	724,2	الكلور $Cl^-$ (مغ/ل)	
200,0	207,4	214,7	البيكربونات $HCO_3^-$ (مغ/ل)	
43,0	43,1	43,1	مجموع الأيونات الموجبة (ميلي مكافئ/ل)	
42,1	42,1	42,4	مجموع الأيونات السالبة (ميلي مكافئ/ل)	

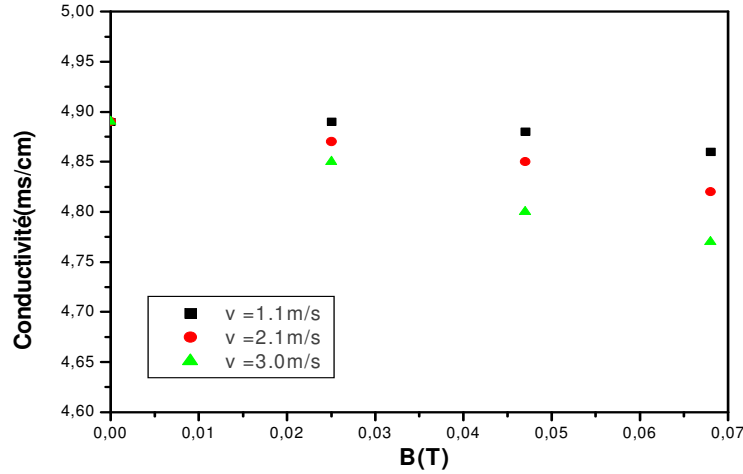
جدول 3.5 : نتائج تحليل العينات عند حقل مغناطيسي شدته 0,047 تسلا

12	11	10	رقم العينة
0,068=B تسلا 3,0 = v م/ثا	0,068=B تسلا 2,1 = v م/ثا	0,068=B تسلا 1,1 = v م/ثا	الشروط التجريبية
7,62	7,66	7,70	pH
4,77	4,82	4,86	الناقلية الكهربائية (ميلي سيمنس/سم)
275,4	279,2	284,4	الكالسيوم $Ca^{2+}$ (مغ/ل)
157,8	155,5	156,4	المغنيزيوم $Mg^{2+}$ (مغ/ل)
349,1	349,9	352,4	الصوديوم $Na^+$ (مغ/ل)
29,4	28,8	28,2	البوتاسيوم $K^+$ (مغ/ل)
890	891	888	الكبريتات $SO_4^{2-}$ (مغ/ل)
720,6	717,1	717,1	الكلور $Cl^-$ (مغ/ل)
186,6	196,4	207,4	البيكربونات $HCO_3^-$ (مغ/ل)
42,6	42,7	43,1	مجموع الأيونات الموجبة (ميلي مكافئ/ل)
41,9	41,9	42,1	مجموع الأيونات السالبة (ميلي مكافئ/ل)

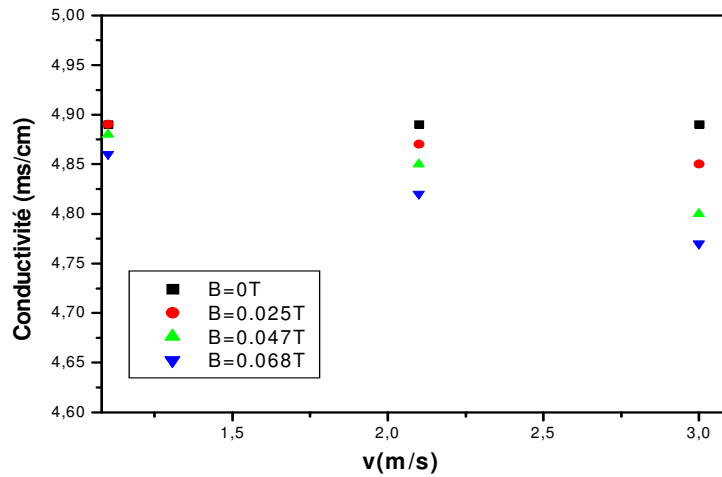
جدول 4.5 : نتائج تحليل العينات عند حقل مغناطيسي شدته 0,068 تسلا

### 1-1-5 التمثيل البياني للنتائج :

لمعرفة تغيرات النتائج السابقة بدلالة شدة الحقل المغناطيسي  $B$  و سرعة مرور الماء  $v$  نقوم بالتمثيل البياني لهاته النتائج، و الأشكال الموالية تبين كيفية هذا التمثيل.

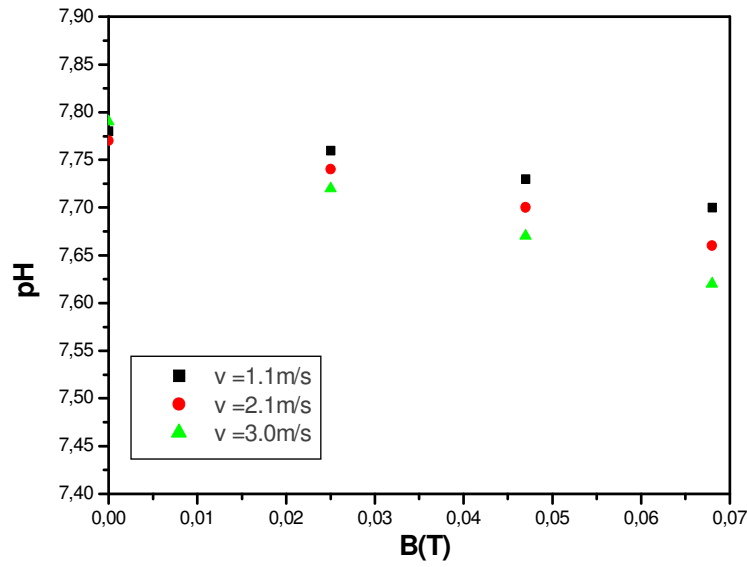


الشكل 1.5 : تغير الناقلية الكهربائية بدلالة شدة الحقل المغناطيسي  $B$

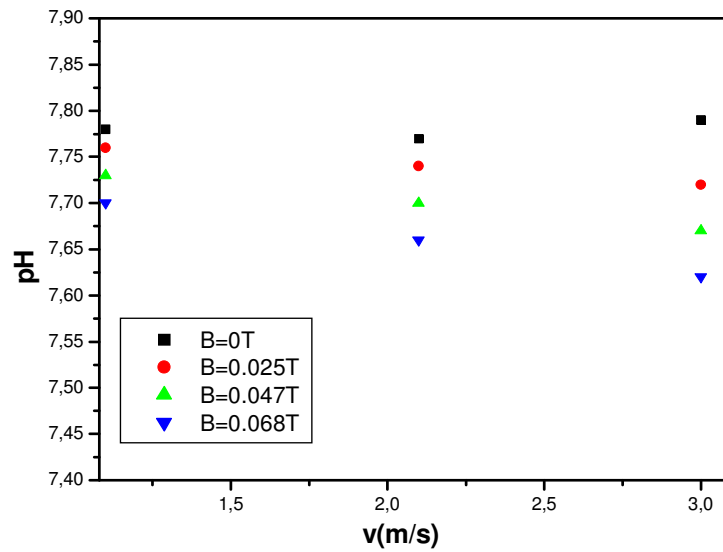


الشكل 2.5 : تغير الناقلية الكهربائية بدلالة سرعة مرور الماء  $v$

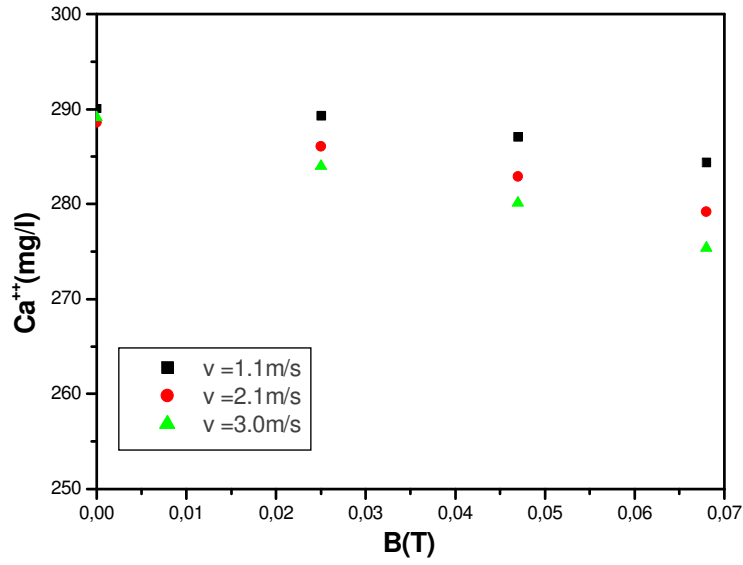




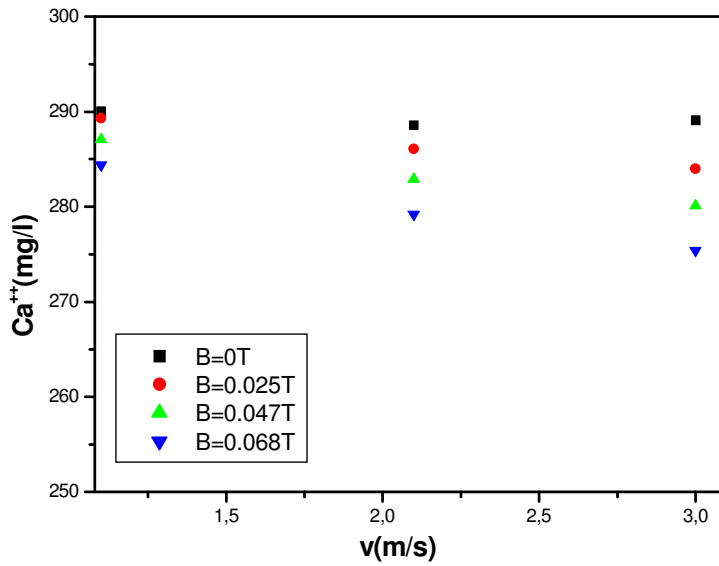
الشكل 3.5 : تغير الدليل الهيدروجيني بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B



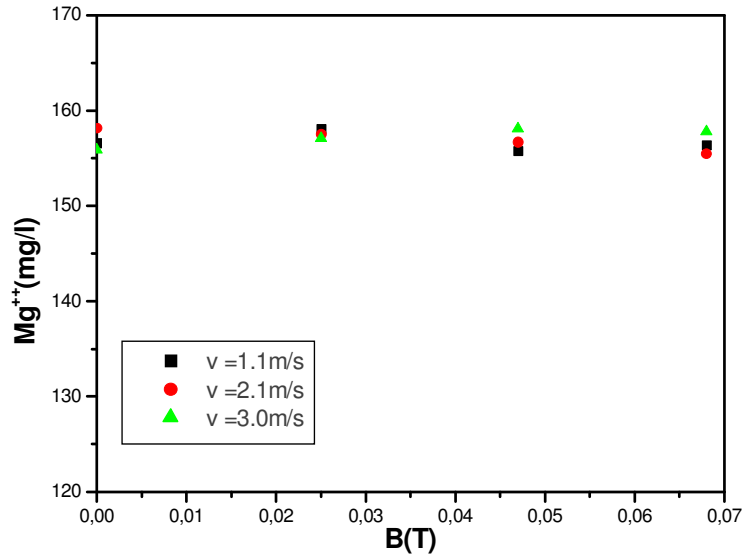
الشكل 4.5 : تغير الدليل الهيدروجيني بدلالة سرعة مرور الماء v



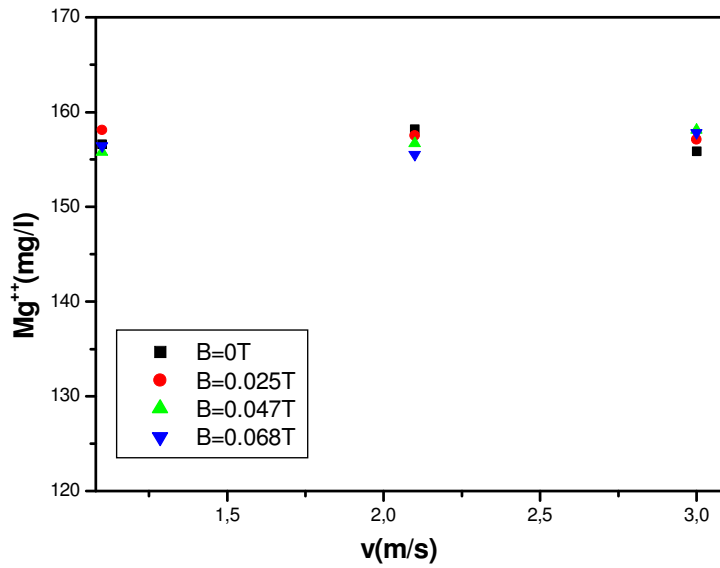
الشكل 5.5 : تغير تركيز الكالسيوم بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B



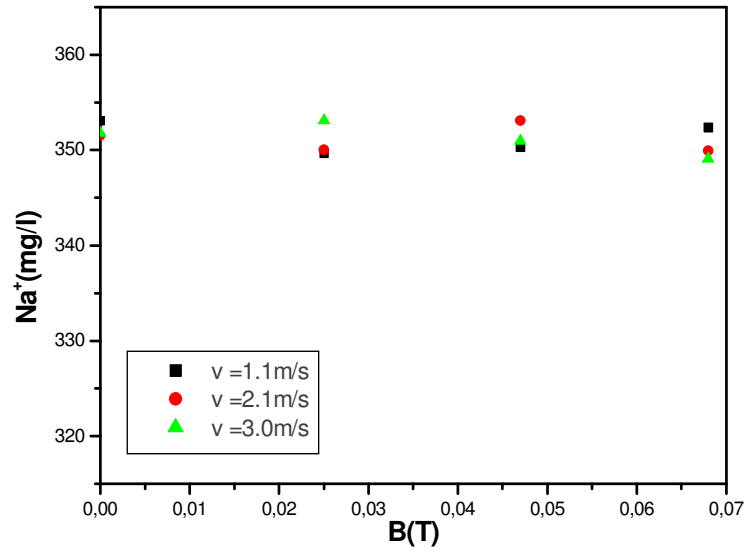
الشكل 6.5 : تغير تركيز الكالسيوم بدلالة سرعة مرور الماء v



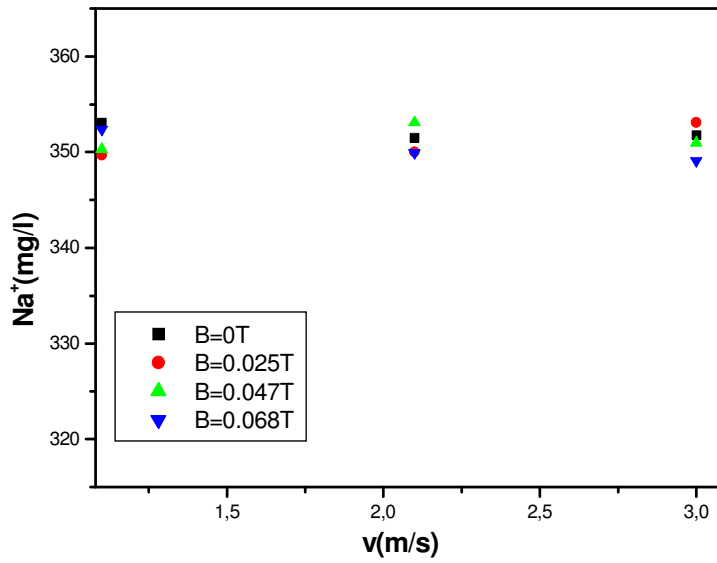
الشكل 7.5 : تغير تركيز المغنيزيوم بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B



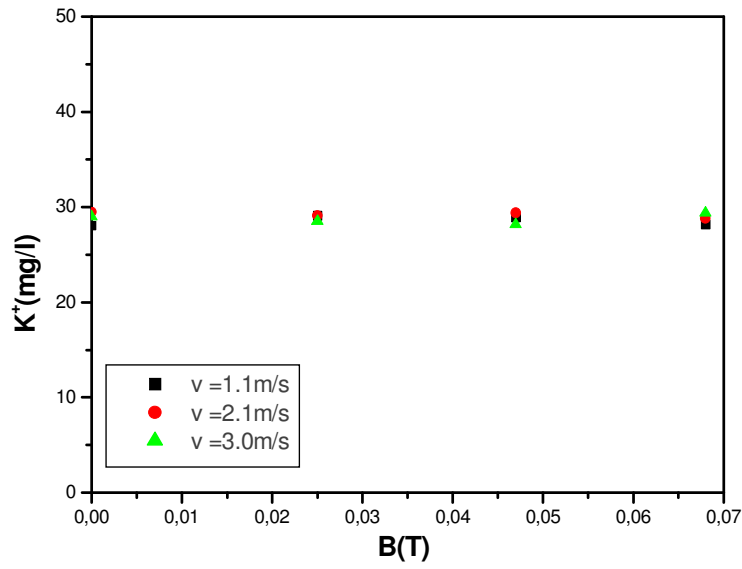
الشكل 8.5 : تغير تركيز المغنيزيوم بدلالة سرعة مرور الماء v



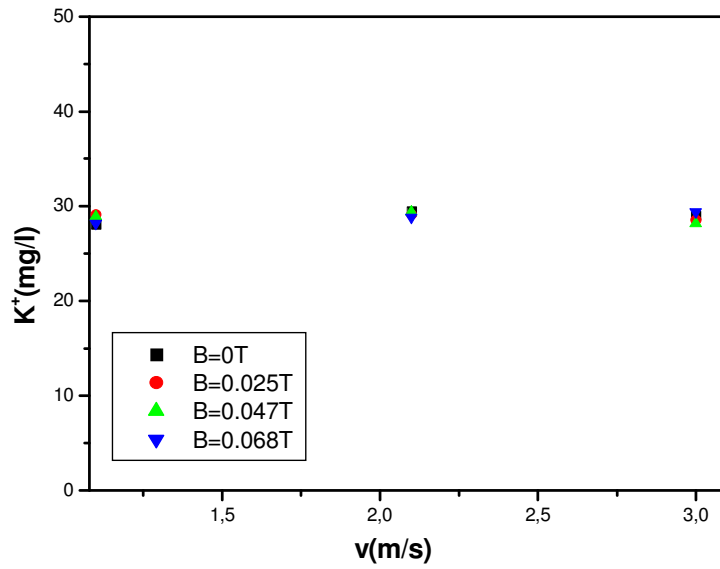
الشكل 9.5 : تغير تركيز الصوديوم بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B



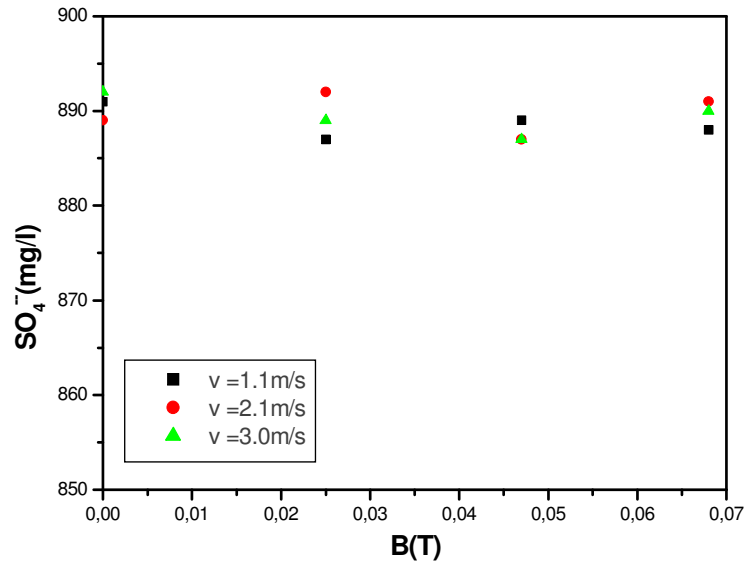
الشكل 10.5 : تغير تركيز الصوديوم بدلالة سرعة مرور الماء v



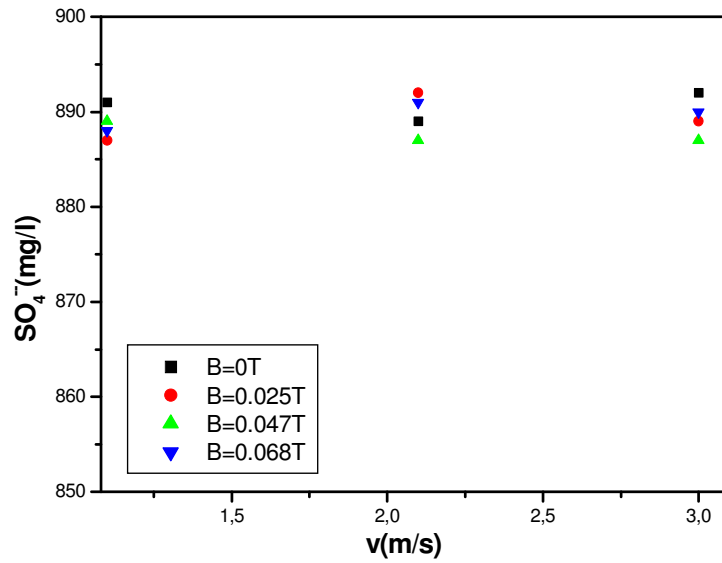
الشكل 11.5 : تغير تركيز البوتاسيوم بدلالة شدة الحقل المغناطيسي  $B$



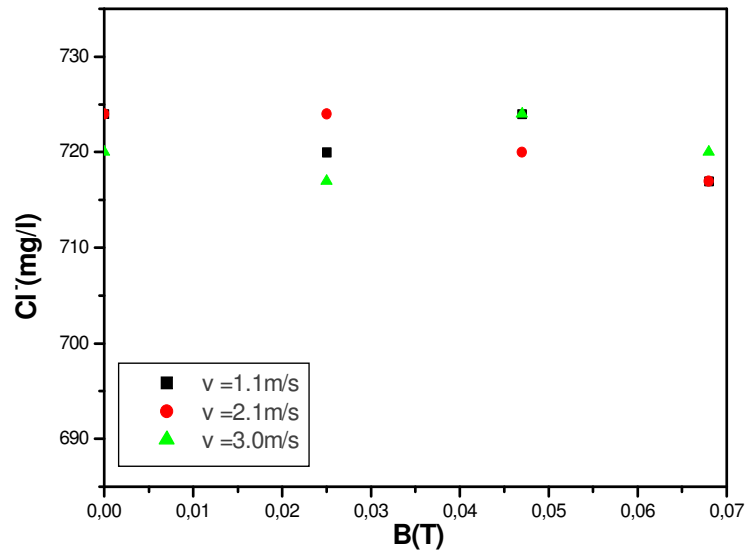
الشكل 12.5 : تغير تركيز البوتاسيوم بدلالة سرعة مرور الماء  $v$



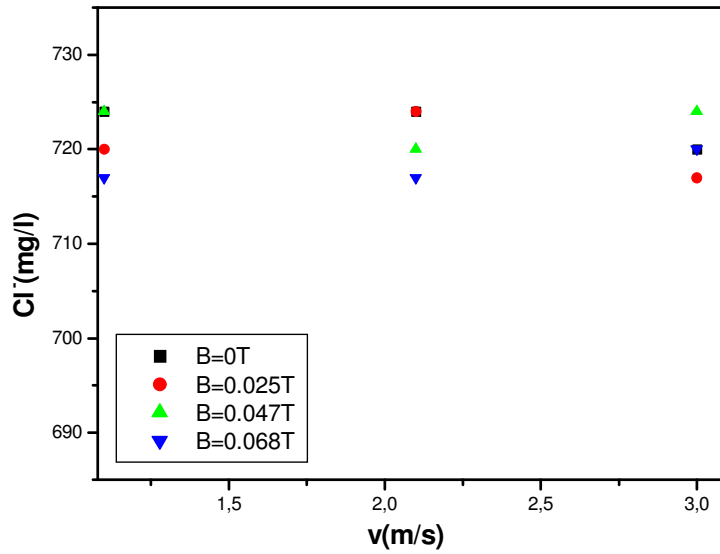
الشكل 13.5 : تغير تركيز الكبريتات بدلالة شدة الحقل المغناطيسي  $B$



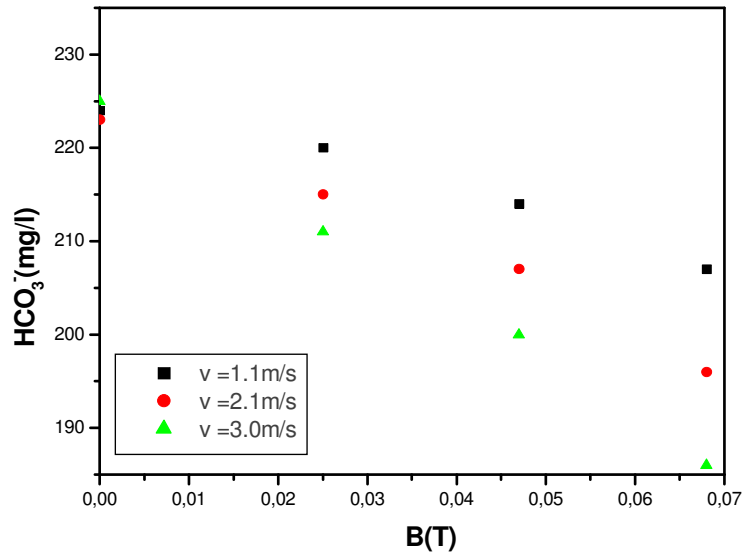
الشكل 14.5 : تغير تركيز الكبريتات بدلالة سرعة مرور الماء  $v$



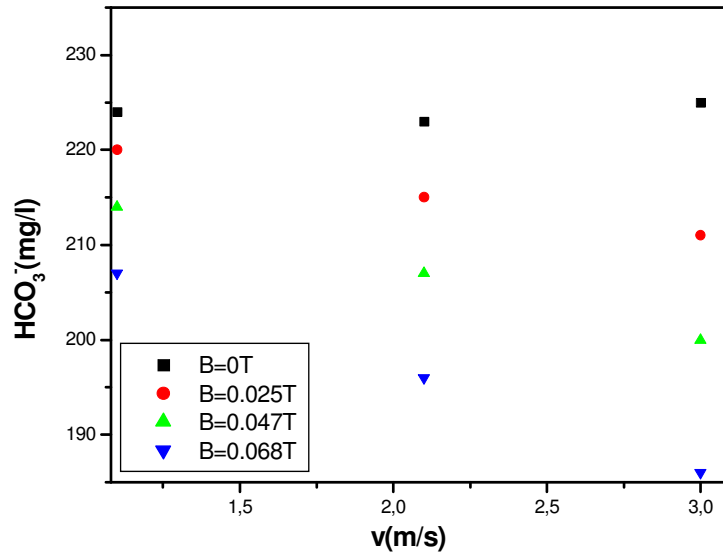
الشكل 15.5 : تغير تركيز الكلور بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B



الشكل 16.5 : تغير تركيز الكلور بدلالة سرعة مرور الماء v



الشكل 17.5 : تغير تركيز البيكربونات بدلالة شدة الحقل المغناطيسي B



الشكل 18.5 : تغير تركيز البيكربونات بدلالة سرعة مرور الماء v

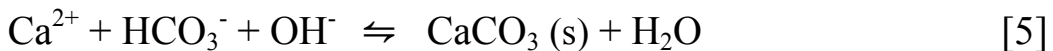
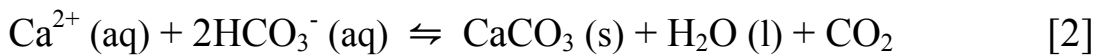


## 2-5 مناقشة النتائج :

### 1-2-5 نتائج تركيز الأيونات :

نتائج تركيز الأيونات المبينة في الجداول السابقة تبين أن التحليل كان دقيقا بالنظر إلى التقارب الكبير بين مجموع الأيونات الموجبة و مجموع الأيونات السالبة بوحدة الملي مكافئ للتر. أما التمثيل البياني لذات النتائج فيبين أنه مهما كانت شدة الحقل المغناطيسي أو سرعة مرور الماء فإنه لا يوجد تغير واضح على تركيز كل من المغنيزيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، الكبريتات و الكلور، في حين نلاحظ أنه يوجد تغير واضح على تركيز كل من الكالسيوم و البيكربونات، وهذا التغير في نفس الإتجاه لكلا الأيونين و هو إتجاه النقصان، حيث وصل تركيز الكالسيوم إلى 275,4 مغ/ل كأبزر تغير بعدما كان في حدود 289 مغ/ل عند البداية، و سجل هذا التغير عند الشروط التجريبية القصوى، في نفس هذه الشروط وصل تركيز البيكربونات إلى 186,6 مغ/ل كأبزر تغير بعدما كان في حدود 223 مغ/ل عند البداية. و لشدة الحقل المغناطيسي و سرعة مرور الماء تأثير على تغير تركيز الأيونين، حيث نلاحظ من خلال التمثيل البياني لتركيز الأيونين أن نسبة النقصان في التركيز تزيد مع الزيادة في شدة الحقل المغناطيسي أو الزيادة في سرعة مرور الماء، غير أنه عند إنعدام الحقل المغناطيسي نلاحظ أن تركيز الأيونين لا يتأثر.

إن النقصان المتوافق لتركيز أيوني الكالسيوم و البيكربونات نرجعه إلى تشكل كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  إنطلاقا من الأيونين، و هو نفس الشيء الذي يحدث عند المعالجة المغناطيسية للماء حسب رأي أغلب الباحثين [5]، أما آلية ذلك فهي كما يلي:



حسب التفاعل الأول تكون كتلة البيكربونات المساهمة في تشكيل كربونات الكالسيوم أكبر بثلاث مرات من كتلة الكالسيوم المساهمة في نفس التشكيل، و بالعودة إلى نتائج التحليل في الجدول نلاحظ أنه عند كل عينة تكون كمية البيكربونات التي نقصت أكبر من كمية الكالسيوم الناقصة وبحوالي ثلاث مرات تقريبا في معظم العينات، هذا إذن ينطبق مع التفاعل الأول.

### 5-2-2 نتائج الناقلية الكهربائية:

من خلال التمثيل البياني لنتائج الناقلية الكهربائية نلاحظ أنها تغيرت بشكل واضح، و غيرها كان دوما في نفس الاتجاه و هو إتجاه النقصان، حيث وصلت قيمتها إلى 4,77 ميلي سيمنس/ سم كأكبر تغير بعدما كانت في حدود 4,89 ميلي سيمنس/ سم عند البداية، و سجل هذا التغير مع الشروط التجريبية القصوى.

إن النقصان في الناقلية الكهربائية نرجعه إلى النقصان في كمية الكالسيوم و البيكربونات بإعتبار أن الناقلية الكهربائية تتعلق بكمية الأيونات المتواجدة [19]، وما يدعم ذلك هو التشابه و التوافق في تغير الناقلية الكهربائية و تغير تركيز الكالسيوم و البيكربونات حسب التمثيل البياني للنتائج.

### 5-2-3 نتائج الدليل الهيدروجيني:

يظهر من خلال التمثيل البياني لنتائج الدليل لنتائج الدليل الهيدروجيني أن هذا الاخير تغير بشكل واضح، و التغير هذا كان دوما في نفس الاتجاه و هو إتجاه النقصان ، حيث و صلت قيمته إلى 7,62 كأكبر تغير بعدما كانت في حدود 7,78 عند البداية، و سجل هذا التغير عند الشروط التجريبية القصوى.

إن النقصان في قيمة الدليل الهيدروجيني نرجعه إلى النقصان في كمية البيكربونات طالما أن البيكربونات تعتبر من بين مسببات قلوية الماء [17،18]، و بنقص كمية البيكربونات تنقص معها قلوية الماء مما يؤدي إلى نقص في قيمة الدليل الهيدروجيني، و ما يؤكد هذا كذلك هو التشابه و التوافق في تغير الدليل الهيدروجيني و تغير تركيز البيكربونات حسب التمثيل البياني للنتائج.

الخلاصة

## الخلاصة:

من خلال الدراسة التي قمنا بها وفي حدود الشروط التجريبية المستعملة وجدنا تأثير للحقل المغناطيسي على بعض الخصائص الفيزيوكيميائية للماء المدروس، و التأثير تمثل في تناقص لتركيز أيوني الكالسيوم والبيكربونات، هذا التناقص تزيد نسبته مع زيادة شدة الحقل المغناطيسي المطبق أو زيادة سرعة مرور الماء عبر الحقل المغناطيسي، أما تركيز بقية الأيونات فلم يتأثر بشكل واضح، هذه الأيونات تشمل المغنيزيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، الكبريتات و الكلور. ويعود سبب النقصان في تركيز الكالسيوم و البيكربونات إلى تشكل كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  إنطلاقاً من ذات الأيونين. أما فيما يخص الناقلية الكهربائية و الدليل الهيدروجيني وجدنا أنهما يتناقصان بالتوافق مع تناقص تركيز الكالسيوم و البيكربونات بسبب تعلق الناقلية الكهربائية بتركيز الأيونات وتعلق الدليل الهيدروجيني بكمية البيكربونات في الماء. وإنطلاقاً من هذا التأثير الذي حدث للماء تتغير كذلك خصائص أخرى لم ندرسها و لكن يمكن إستنتاجها كونها تتعلق بتركيز الأيونات مثل القلوية الكاملة و القساوة الكلية، حيث تنقص القلوية الكاملة للماء بسبب نقص كمية البيكربونات وتنقص كذلك القساوة الكلية للماء بسبب نقص كمية الكالسيوم.

من خلال التأثير المسجل على الماء و بالنظر إلى عبارة قوة لورنتز يمكن القول بأن قوة لورنتز لها علاقة بالتأثير الواقع للماء، فهذه القوة تتغير بتغير شدة الحقل المغناطيسي أو السرعة طالما أن الشحنة الكهربائية ثابتة لإحتواء الماء على نفس الأيونات، و الزيادة في شدة الحقل المغناطيسي أو سرعة مرور الماء وجدنا أن لها علاقة بنسبة نقصان تركيز أيوني الكالسيوم و البيكربونات، كذلك عند غياب القوة نتيجة إنعدام الحقل المغناطيسي لم نسجل أي تغير على خصائص الماء المدروسة.

المراجع

## المراجع:

[1] Busch K.W., Busch M.A., Laboratory on magnetic water treatment and their relationship to a possible mechanism for scale reduction, *Desalination*. 109 (1997) 131-148.

[2] Coey J.M.D., Cass S., Magnetic water treatment, *J. Magnetism and Magnetic Materials*. 209 (2000) 71-74.

[3] Strum W., Morgan J.P., *Aquatic chemistry*, Wiley, New York, 1970.

[4] Lipus L.C., Krope J., Crepinsek L., Dispersion destabilization in magnetic water treatment, *J. Colloid and Interface Science*. 236 (2001) 60-66.

[5] Gabrielli C., Jaouhari R., Maurin G., Keddou M., Magnetic water treatment for scale prevention, *Wat. Res.* 35 (2001) 3249-3259.

[6] Legrand L., Leroy P., *Prevention of corrosion and scaling in water supply systems*, Ellis Horwood Series in Water and Waste Water Technology, New York, 1990.

[7] Barrett R.A., Parsons S.A., The influence of magnetic fields on calcium carbonate precipitation, *Water Res.* 32 (1998) 609-612.

[8] Wang Y., Babchin A.J., Chernyl L.T., Chow R.S., Sawatzky R.P., Rapid onset of calcium carbonate crystallisation under the influence of a magnetic field, *water Res.* 31 (1997) 346-350.

[9] Kobe S., Drazic G., McGuinness P.J., Strazisar J., The influence of the magnetic field on the crystallisation form of calcium carbonate and the testing of a magnetic water-treatment device, *J. Magnetism and Magnetic Materials*. 236 (2001) 71-76.

[10] Gehr R., Zhai Z.A., Finch J.A., Rao S.R., Reduction of soluble mineral concentrations in CaSO<sub>4</sub> saturated water using a magnetic field, *Wat. Res.* 29 (1995) 933-940.

[11] Edminister J.A., *Electromagnetisme*, McGraw-Hill, Paris, 1985.

[12] Pérez J.P., Carles R., Fleckinger R., *Electromagnetisme*, Dunod, Paris, 2002.

[13] Alonso M., Finn E.J., Physique générale, Inter Editions, Paris, 1986.

[14] Desjardins R., Le traitement des eaux, Ecole Polytechnique de Montréal, Canada, 1988.

[15] Rodier J., L'analyse de l'eau, Dunod, Paris, 1984.

### المراجع بالعربية:

[16] عبد الله موسى،، الكهرباء و المغناطيسية، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1989.

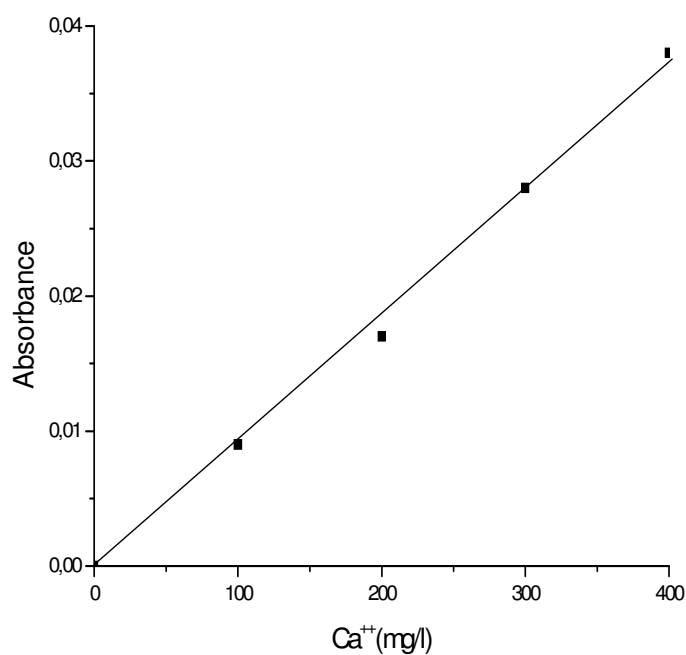
[17] محمد علي فرج،، الهندسة الصحية، جامعة الاسكندرية، مصر، 1990.

[18] نصر الحايك،، طرق تحليل المياه، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1989.

[19] نصر الحايك،، تلوث المياه و تنقيتها، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1989.



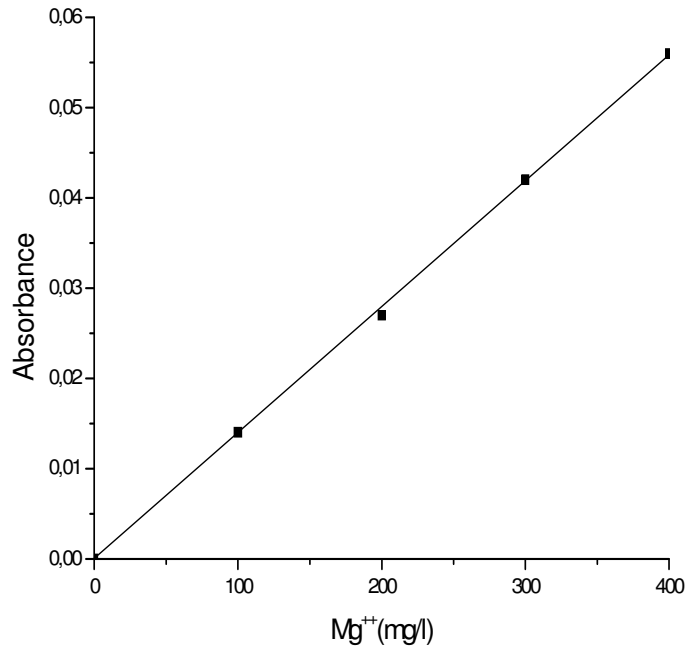
المحقق



المنحنى العياري للكالسيوم

<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	رقم العينة
0.256	0.259	0.263	0.262	0.261	0.264	الإمتصاصية (10 ×)
284.0	286.1	289.3	289.1	288.6	290.1	تركيز الكالسيوم (مغ/ل)
<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	رقم العينة
0.247	0.251	0.257	0.252	0.254	0.260	الإمتصاصية (10 ×)
275.4	279.2	284.4	280.1	282.9	287.1	تركيز الكالسيوم (مغ/ل)

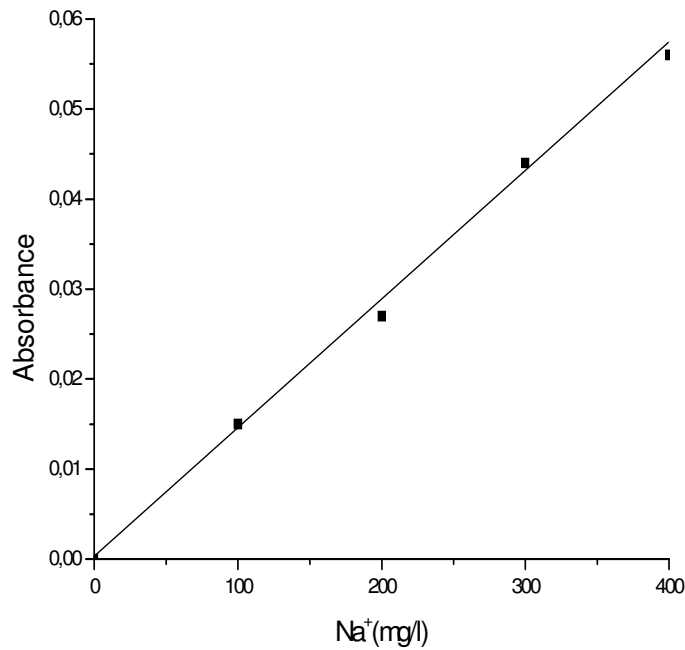
إمتصاصية العينات و تركيز الكالسيوم فيها



المنحنى العياري للمغنيزيوم

<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	رقم العينة
0.220	0.221	0.223	0.216	0.224	0.218	الإمتصاصية (10 ×)
157.1	157.5	158.1	155.9	158.2	156.6	تركيز المغنيزيوم (مغ/ل)
<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	رقم العينة
0.222	0.214	0.217	0.223	0.219	0.215	الإمتصاصية (10 ×)
157.8	155.5	156.4	158.1	156.7	155.8	تركيز المغنيزيوم (مغ/ل)

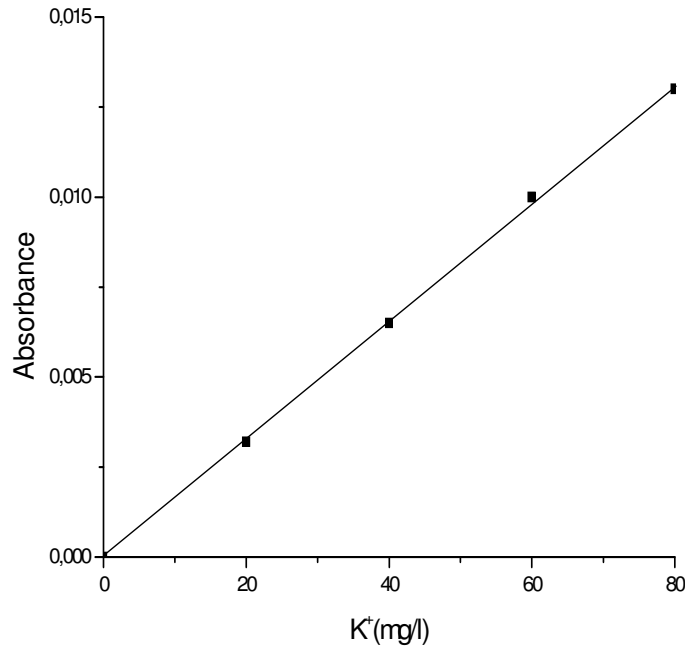
إمتصاصية العينات و تركيز المغنيزيوم فيها



المنحنى العياري للصوديوم

<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	رقم العينة
0.495	0.489	0.487	0.493	0.492	0.495	الإمتصاصية (10 ×)
353.1	350.0	349.7	351.8	351.5	353.1	تركيز الصوديوم (مغ/ل)
<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	رقم العينة
0.486	0.488	0.494	0.491	0.495	0.490	الإمتصاصية (10 ×)
349.1	349.9	352.4	351.0	353.1	350.3	تركيز الصوديوم (مغ/ل)

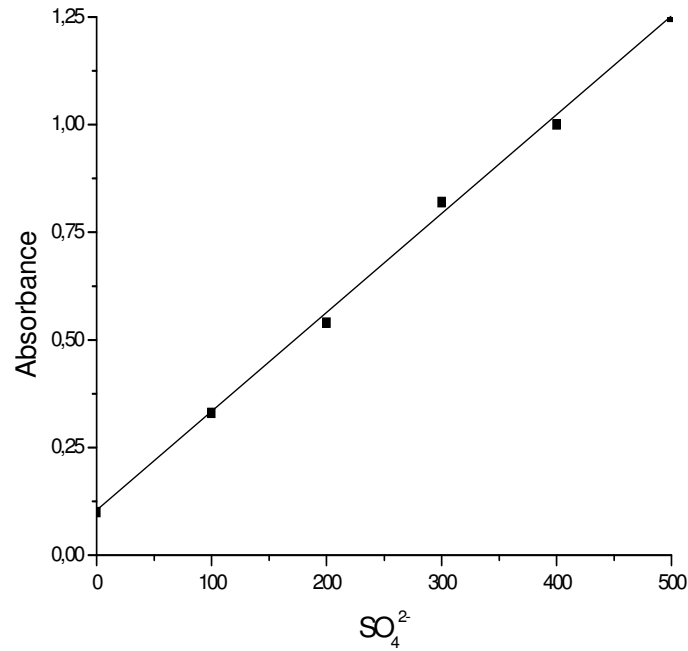
إمتصاصية العينات و تركيز الصوديوم فيها



المنحنى العياري للبوتاسيوم

<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	رقم العينة
0.044	0.048	0.048	0.047	0.050	0.042	الإمتصاصية (10 ×)
28.5	29.1	29.1	29.0	29.5	28.1	تركيز البوتاسيوم (مغ/ل)
<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	رقم العينة
0.049	0.045	0.043	0.043	0.049	0.046	الإمتصاصية (10 ×)
29.4	28.8	28.2	28.2	29.4	28.9	تركيز البوتاسيوم (مغ/ل)

إمتصاصية العينات و تركيز البوتاسيوم فيها



المنحنى العياري للكبريتات

<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	رقم العينة	
1.07	1.10	1.05	1.10	1.07	1.09	الإمتصاصية	
444.5	446.0	443.5	446.0	444.5	445.5	التركيز بالتخفيف	الكبريتات (مغ/ل)
889	892	887	892	889	891	التركيز الحقيقي	
<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	رقم العينة	
1.08	1.09	1.06	1.05	1.05	1.07	الإمتصاصية	
445.0	445.5	444.0	443.5	443.5	444.5	التركيز بالتخفيف	الكبريتات (مغ/ل)
890	891	888	887	887	889	التركيز الحقيقي	

إمتصاصية العينات و تركيز الكبريتات فيها

6	5	4	3	2	1	رقم العينة
10.10	10.20	10.15	10.15	10.20	10.20	الحجم اللازم للمعايرة (مل)
717.1	724.2	720.6	720.6	724.2	724.2	تركيز الكلور (مغ/ل)
12	11	10	9	8	7	رقم العينة
10.15	10.10	10.10	10.20	10.15	10.20	الحجم اللازم للمعايرة (مل)
720.6	717.1	717.1	724.2	720.6	724.2	تركيز الكلور (مغ/ل)

## حساب تركيز الكلور

6	5	4	3	2	1	رقم العينة
8.65	8.85	9.05	9.25	9.15	9.20	الحجم اللازم للمعايرة (مل)
211.0	215.9	220.8	225.7	223.2	224.4	تركيز البيكربونات (مغ/ل)
12	11	10	9	8	7	رقم العينة
7.65	8.05	8.50	8.20	8.50	8.80	الحجم اللازم للمعايرة (مل)
186.6	196.4	207.4	200.0	207.4	214.7	تركيز البيكربونات (مغ/ل)

## حساب تركيز البيكربونات

## ملخص:

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير الحقل المغناطيسي على بعض الخصائص الفيزيوكيميائية للماء و إكتشاف علاقة التأثير الواقع بالقوة المغناطيسية المعروفة بقوة لورنتز، والخصائص المدروسة تشمل الدليل الهيدروجيني، الناقلية الكهربائية و تركيز الأيونات الأساسية. فبعد تطبيق حقل مغناطيسي على عينات من الماء لم نجد تغير على تركيز الأيونات عدا تناقص في تركيز الكالسيوم والبيكربونات صحبه تناقص في الناقلية الكهربائية و الدليل الهيدروجيني، نسبة التناقص هذه تزيد مع زيادة شدة الحقل المغناطيسي أو زيادة سرعة تدفق الماء، وعلى هذا توصلنا إلى أن التأثير الواقع له علاقة بقوة لورنتز.

**الكلمات المفتاحية:** الحقل المغناطيسي، قوة لورنتز، الماء، التحليل الفيزيوكيميائي.

## Résumé :

Le but de ce travail est l'étude de l'influence d'un champ magnétique sur quelques propriétés physico-chimique de l'eau et la déduction de l'action de la force magnétique connue sous le nom de la force de Lorentz. Les caractéristiques étudiées concernent le pH, la conductivité électrique et la concentration des ions essentiels. Après l'application du champ magnétique sur les échantillons d'eau il est apparu que seules les concentration du calcium et des bicarbonates diminuent. Cette diminution est proportionnelle au champ magnétique et à la vitesse d'écoulement. Et de ce fait, l'action produite est due à la force de Lorentz.

**Mots clés :** Analyse physico-chimique, champ magnétique, eau, force de Lorentz.

## Abstract :

The aim of this work is the study of the influence of a magnetic field on some physical-chemical properties of water and the deduction of the action of the magnetic force known as Lorentz's force. The studied characteristics are the pH, electric conductivity and the concentration of some ions. After applying the magnetic field on water samples, it appeared that only the concentration of calcium and bicarbonates decrease. This diminution is proportional to the magnetic field and the flow velocity. This produced action is due to Lorentz's force.

**Key words :** Lorentz's force, magnetic field, physical-chemical analysis, water.