

جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية المحروقات و الطاقات المتجددة و علوم الأرض والكون
قسم علوم الأرض والكون



مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي
في: الجيولوجيا
التخصص: جيولوجيا المياه
من إعداد: جعفرور علاء الدين

العنوان

التوازن الجيو كيميائي لشط مروان

نوقشت يوم: 2024/06/27

أمام لجنة المناقشة:

رئيسا	بروفيسور في جامعة ورقلة	حسيني مسعود و حسيني العلمي
مشرفا	أستاذ في جامعة ورقلة	مجاني فتحي
مشرفا	أستاذ في جامعة ورقلة	زعطوط مرزوق

السنة الجامعية : 2023 - 2024

الإهداء

الحمد لله الذي هدا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدا الله الحمد لله الذي ألهمنا القوة والصبر لإتمام هذا العمل المتواضع أما بعد بكل فخر واعتزاز اقدم هذه المذكرة إلى نبع الحنان إلى من تحت قدميهما الجنان إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهدا لي طريق العلم إلى من شقيا لأنجح ويحزنان لأفرح والديا الغاليان أطال الله في عمرهما وأعلى في قدرهما كما لا ننسى أستاذ الفاضل "حسيني مسعود" الى زملاء الدراسة والى جميع الأصدقاء الى كل من ساعدنا في إتمام هذا العمل من قريب أو بعيد الى جميع أساتذة قسم جيولوجيا و الى كل طلبة السنة الثانية ماستر جيولوجيا المياه.

دفعة 2024.

دفعة 2024.

abstract

The Chott Marouane, along with the Tunisian coasts, forms the largest evaporative systems in North Africa, a group of depressions that form a group of closed basins.

The Chott Marouane is located in the state of El Oued, and this region is characterized by a dry desert climate, where temperatures exceed 45 degrees Celsius in the summer, leading to high evaporation rates.

The Chott Marouane is continuously fed by water containing dissolved salts during the period from September to February, through the Wadi Righ drainage channel and the final surface waters of the Mediterranean Sea. The complete evaporation of the beach water also occurs in late June, causing salt deposition. The aim of the study of the geochemical balance of the chott of Marwan is to monitor the development and behavior of chemical elements such as (HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , K^+). And to evaluate the amount of water flowing into the chott. In addition, the study aims to determine the mineral quality of the salts deposited in the beach during March 2024. Therefore, we compared it with the geochemical cycle of 2003. The results obtained reveal that:

- Most of the basic chemical elements have increased in concentration during recent years, and due to the Wadi Righ reaching an advanced stage of maturity, this led to a decrease in the amount of water flowing into the beach through it.
- The chott of Marwan maintained the same sequence of vaporous minerals (salts) in the geochemical cycle of 2003 and in March 2024.

ملخص

يشكل شط مروان مع الشطوط التونسية الأنظمة البخارية الأكبر إمتدادا في شمال إفريقيا، مجموعة من الإنخفاضات تشكل مجموعة أحواض مغلقة.

شط مروان يقع في ولاية الواد، وتتميز هذه المنطقة بمناخ صحراوي جاف، حيث تتجاوز درجات الحرارة 45 درجة مئوية صيفاً، مما يؤدي إلى معدلات تبخر عالية.

شط مروان يتغذى بشكل مستمر على المياه التي تحتوي على أملاح مذابة خلال الفترة من سبتمبر إلى فيفري، وذلك من خلال قناة الصرف وادي ريغ والمياه السطحية للبحر الأبيض المتوسط النهائية. يحدث كذلك تبخراً تاماً لمياه الشط في أواخر جوان، مما يسبب ترسب الأملاح

الهدف من دراسة التوازن الجيو كيميائي لشط مروان هو مراقبة تطور وسلوك العناصر الكيميائية مثل (K^+ ، SO_4^{2-} ، Cl^- ، Na^+ ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، HCO_3^{2-})، وتقييم كمية المياه المتدفقة في الشط، بالإضافة إلى ذلك، تهدف الدراسة إلى تحديد النوعية المعدنية للأملاح المترسبة في الشط خلال شهر مارس 2024 لذلك قمنا بالمقارنة مع الدورة الجيوكيميائية 2003

النتائج المحصل عليها تكشف أن:

- معظم العناصر الكيميائية الأساسية زادت في التركيز خلال السنوات الأخيرة، ونظرا إلى بلوغ وادي ريغ إلى مرحلة متقدمة من النضج أدى ذلك إلى نقص كمية المياه المتدفقة إلى الشط عن طريقه.
- شط مروان أحتفظ بنفس تسلسل المعادن البخارية (أملاح) في الدورة الجيوكيميائية 2003 وفي شهر مارس 2024.

مقدمة عامة

كانت دراسة النظم الايكولوجية للبحيرات موضوعا للعديد من المشاريع البحثية وقد تمت مناقشة مفهوم تكوين المعادن التبخرية من قبل (Garrels et Mackenzie(1967), Hardie et Eugster(1978) , كما تتوفر مجموعة كبيرة من الأبحاث حول التفاعل بين الماء والصخور والعوامل التي تتحكم في هذه التفاعلات (Eugester et Smith(1965), Eugester et Jones(1970), Hardie(1968) ايضا الأبحاث الابجدية التي اجراها Yan وآخرون(2002) أبرز ان النماذج الحالية تتأثر بالظروف المحلية والتغيرات الصخرية وانماط التراكم الترطيب والمعايير الفيزيائية والكيميائية (قادري 2011).

تعتبر السبخات والشطوط أنظمة بيئية طبيعية لها مصالح جيولوجية واقتصادية معينة ويستخدم علماء الجيوكيمياء هذه النظم البيئية لإعادة بناء التواريخ الجيوكيميائية الطبيعية والتي تعتبر بمثابة مختبرات في الهواء الطلق (قادري 2011).

الثورة الاقتصادية مهمة جدا على مستوى التعدين ولكن بشكل خاص على المستوى البيئي كما تجدر الإشارة الى وجود بعض القشريات مثل الارتيما ذات القيمة الاقتصادية العالية وتجدر الإشارة أيضا الى هشاشة هذه النظم البيئية ومخاطر التهديد والتلوث بالمياه الزائدة والنفايات.

الشطوط الملحية هي منطقة طبيعية وبيئات فريدة تتميز بارتفاع مستويات الملوحة في التربة والماء، وهذا يؤثر بشكل كبير على التوازن الجيوكيميائي في هذه البيئة، كما تلعب العوامل الجيوكيميائية دورًا هامًا في تحديد التركيب الكيميائي للتربة والماء في الشطوط الملحية، وبالتالي تؤثر على التنوع البيولوجي والحياة النباتية والحيوانية في هذه البيئة.

شط مروان هي بحيرة قارية موسمية من النوع "أ" (حسيني، 2006)، علما أن امتلاء الشط يبدأ من نهاية شهر أكتوبر ويصل إلى أقصى حد له في نهاية شهر فبراير، مع ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة ومع معدل التبخر، يفقد الشط حجمه من الماء ويصبح جافاً اعتباراً من شهر يوليو، وتترسب العناصر الكيميائية التي كانت في حالتها المائية، في ظروف ديناميكية حرارية متميزة جداً، بعد وصولها إلى درجة التشبع على شكل تبخري، المعادن (الألاح) على كامل سطح الشط (قادري 2011).

دراسة التوازن الجيوكيميائي للشطوط الملحية تهدف إلى فهم التفاعلات الكيميائية والفيزيائية والتفاعلات البيولوجية التي تحدث في هذه البيئة الخاصة. يمكن أن تساعد هذه الدراسة في فهم كيفية تشكل وتطور الشطوط الملحية وكيفية تأثيرها على البيئة المحيطة والكائنات الحية التي تعيش فيها. كما يمكن أن تساعد في تطوير استراتيجيات للحفاظ على هذه البيئة الهامة والتعامل مع التحديات البيئية التي تواجهها وقد تم اجراء تحاليل دقيقة للعناصر الرئيسية في الشط وفي المياه التي تغذيه،نتائج التحليلات سمحت لنا بتطوير تطور سلوك العناصر الكبرى (K^+ ، SO_4^{2-} ، Cl^- ، Na^+ ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، HCO_3^{2-}).

والسؤال الرئيسي هو معرفة السحنات والتركيب الكيميائي للعناصر الرئيسية للمياه المالحة بشط مروان؟ أصلهم؟ وكيف يمكن إذن أن يتطور سلوك كل عنصر خلال الدورة الجيوكيميائية؟ وكيف يمكن ترسيب المعادن في الشط الملحي؟ مع دراسة مقارنة مع الدورة الجيوكيميائية (حسيني 2003).

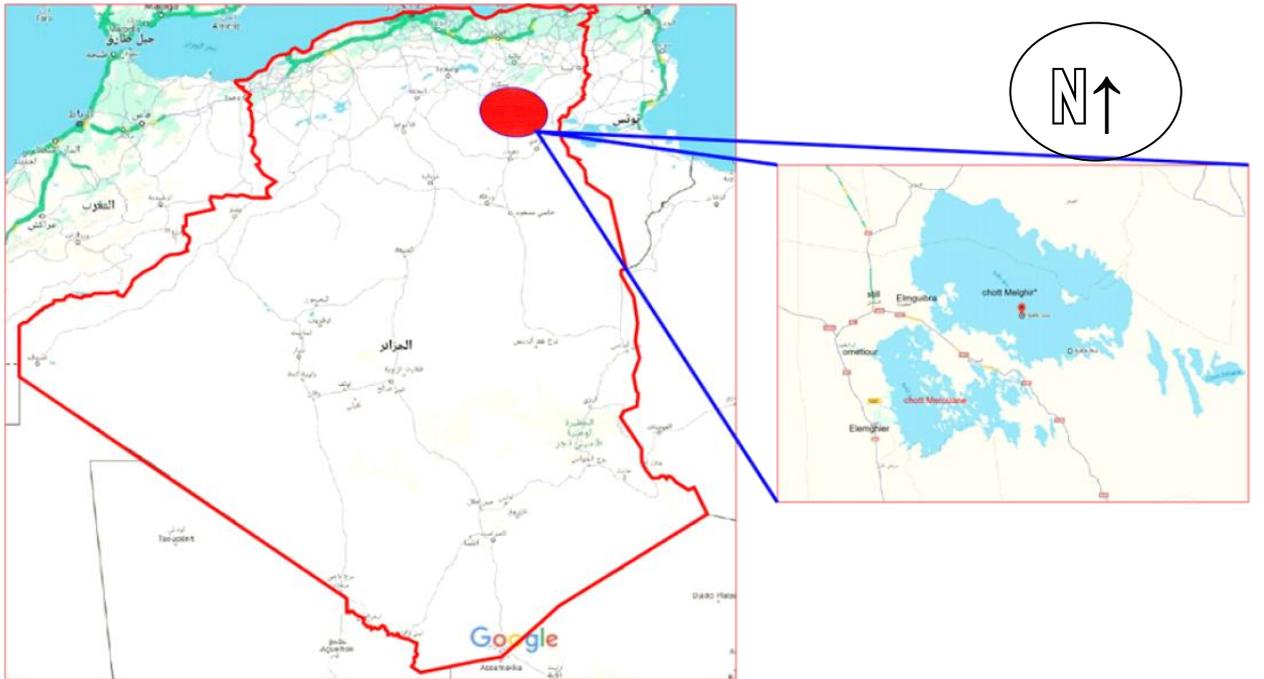
**I الفصل الأول:
الإطار الجغرافي و
الجيولوجي للمنطقة**

1. التعريف بالمنطقة

1-1. شط مروان

يقع شط مروان في الشمال الشرقي للصحراء الشمالية وهي تابعة إداريا لولاية الواد ودائرة المغير وتقع على بعد حوالي 9 كلم من عاصمة الدائرة بقرية نسيغة ويعتبر أدنى ارتفاع في شمال افريقيا 31 متر تحت سطح البحر، وتبلغ مساحته حوالي 333.700 هكتار (حسيني 2006). يصنف شط مروان حسب رامسار ضمن الأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية وهي بحيرة سريعة الزوال أي انها موسمية تغذيها ثلاثة مصادر رئيسية وهي قناة تجميع واد ريغ المعروفة عادة باسم واد خروف ,وايضا المياه الجوفية من طبقة المياه الجوفية في مجمع المحطة ومياه الامطار والتي لا تذكر بشكل عام (حسيني 2006)

ويرتبط أصل الشط بشكل مباشر بالتاريخ الجيولوجي للهضاب الجزائرية العليا، وتتميز هذه المنطقة بأكملها بطبقة صخرية رسوبية موروثه من التجاوزات البحرية الثانوية وبعد الثانوية (balais.j.L.2005).



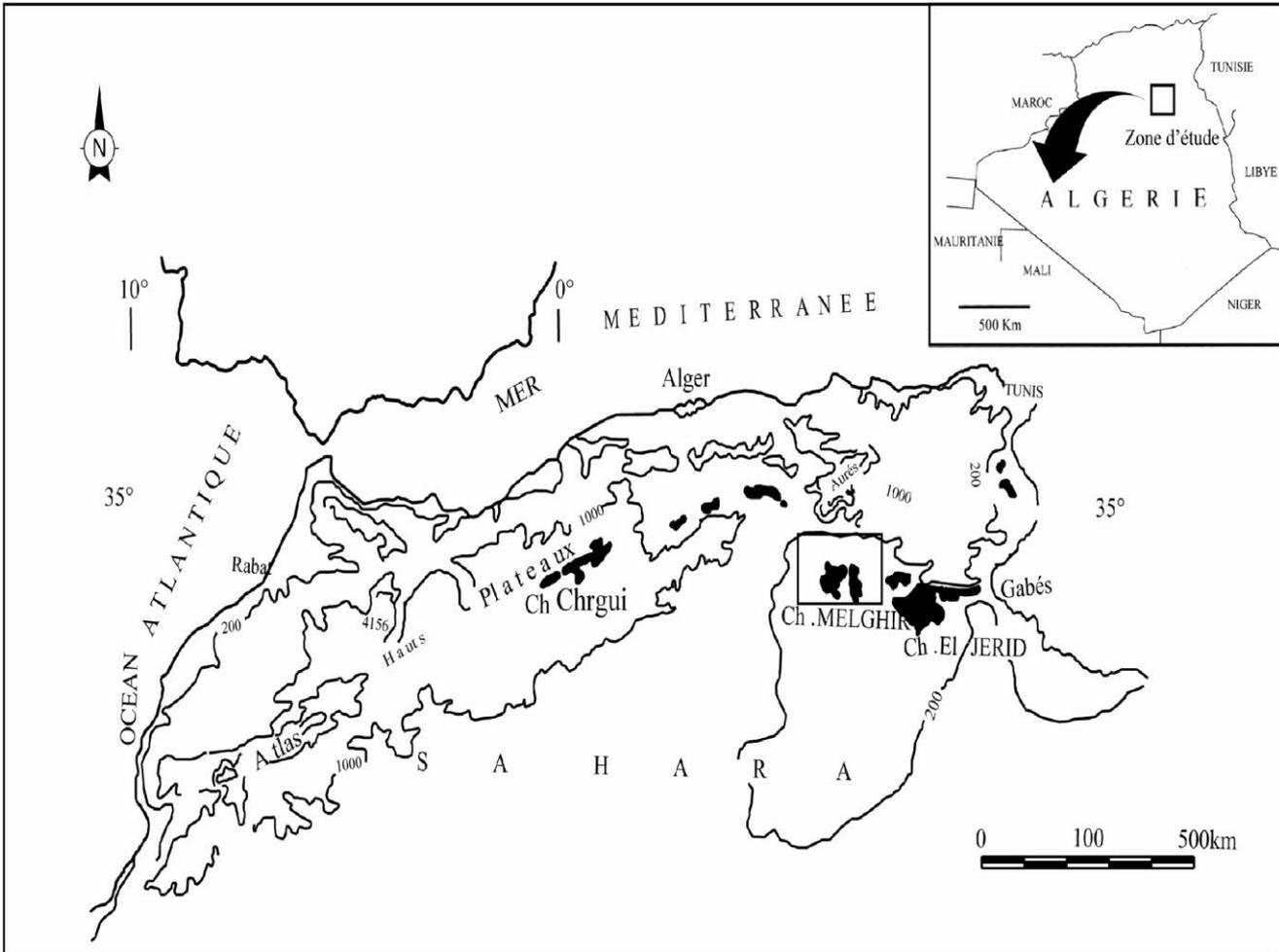
الشكل 1 : الوضع الجغرافي لشط مروان وشط ملغيغ (google map 2024).

2- الوضع الجيولوجي

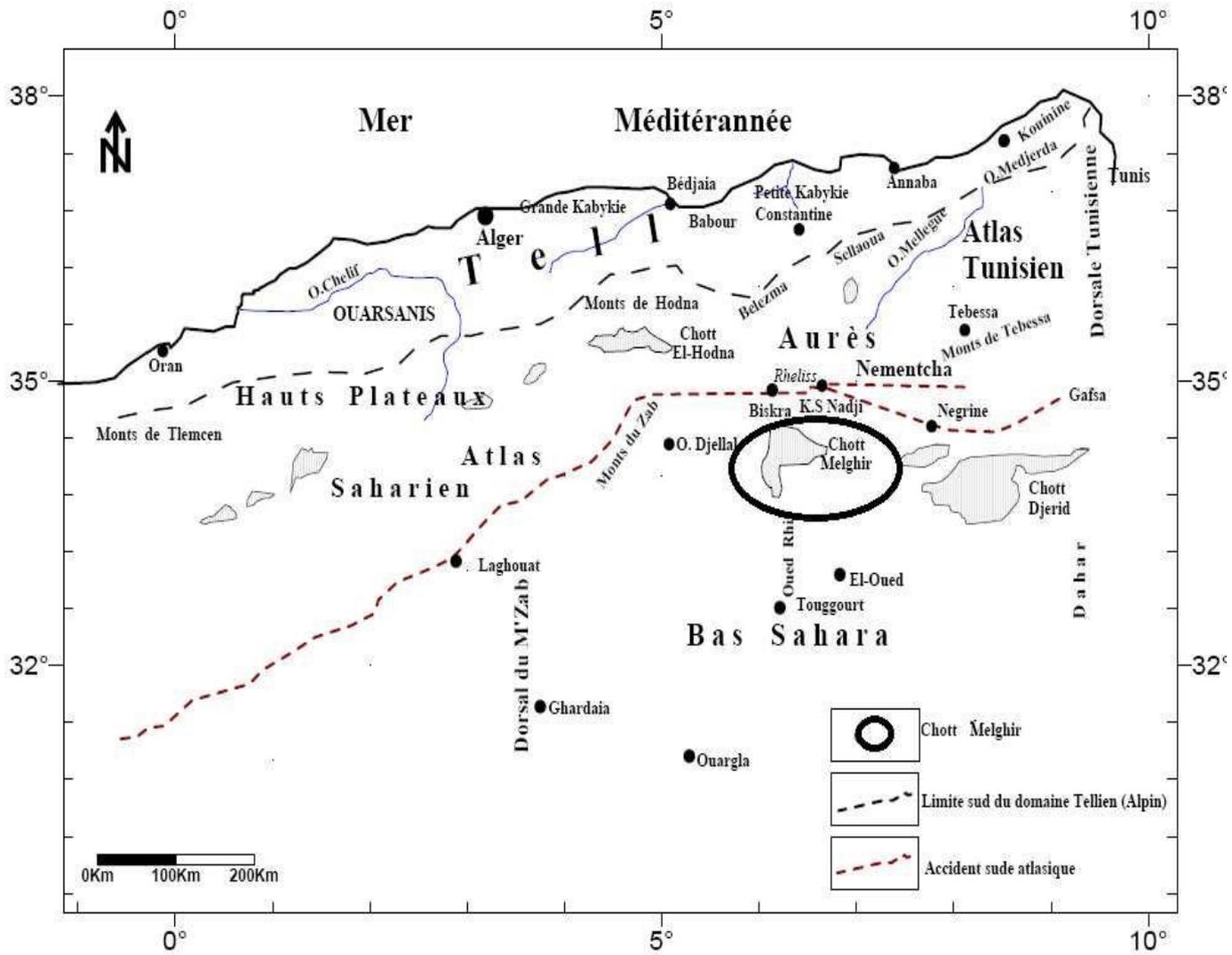
الفصل الأول: الإطار الجغرافي والجيولوجي للمنطقة.

تقع منطقة شط مروان في شمال الصحراء الجزائرية في اتجاه طولي منظم في العصر الحجري القديم، ويقتصر عليه:

- الشمال: عبر جبال الأوراس ونميشا.
- الجنوب: عبر حمادة تادميت و تنغرت.
- شرقاً: عن طريق هضاب الدهار التونسية.
- الغرب: عبر سلسلة جبال مزاب.

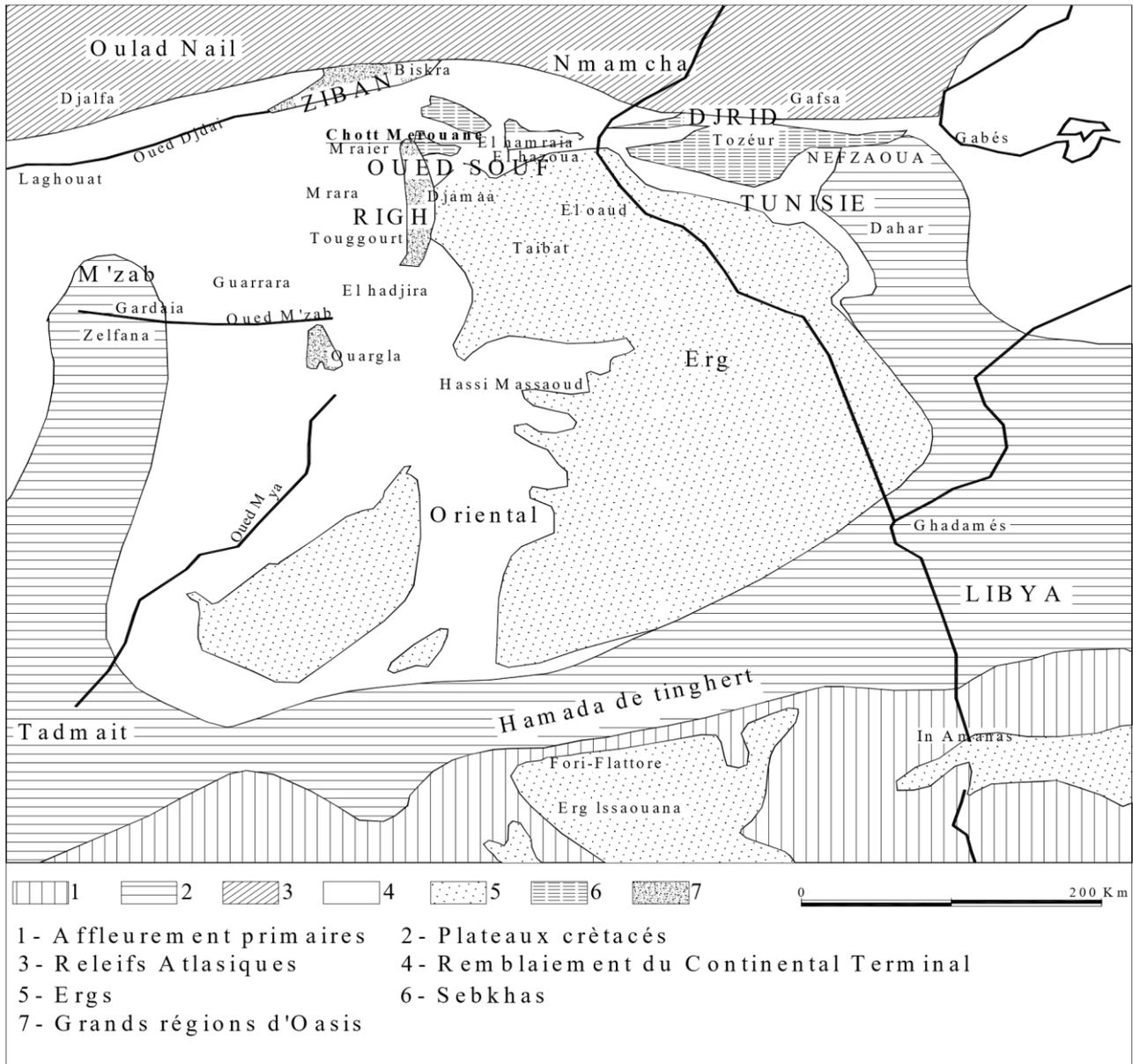


الشكل 2 : الموقع الجغرافي لشطوط في شمال افريقيا (حسيني 2006)



الشكل 3: خريطة الموقع الجغرافي والجيولوجي لشط مروان (استنادا الى الخطة الاصلية لجيرو 1990

.)



الشكل 4 : الوحدات الجيولوجية الكبرى في الصحراء الكبرى

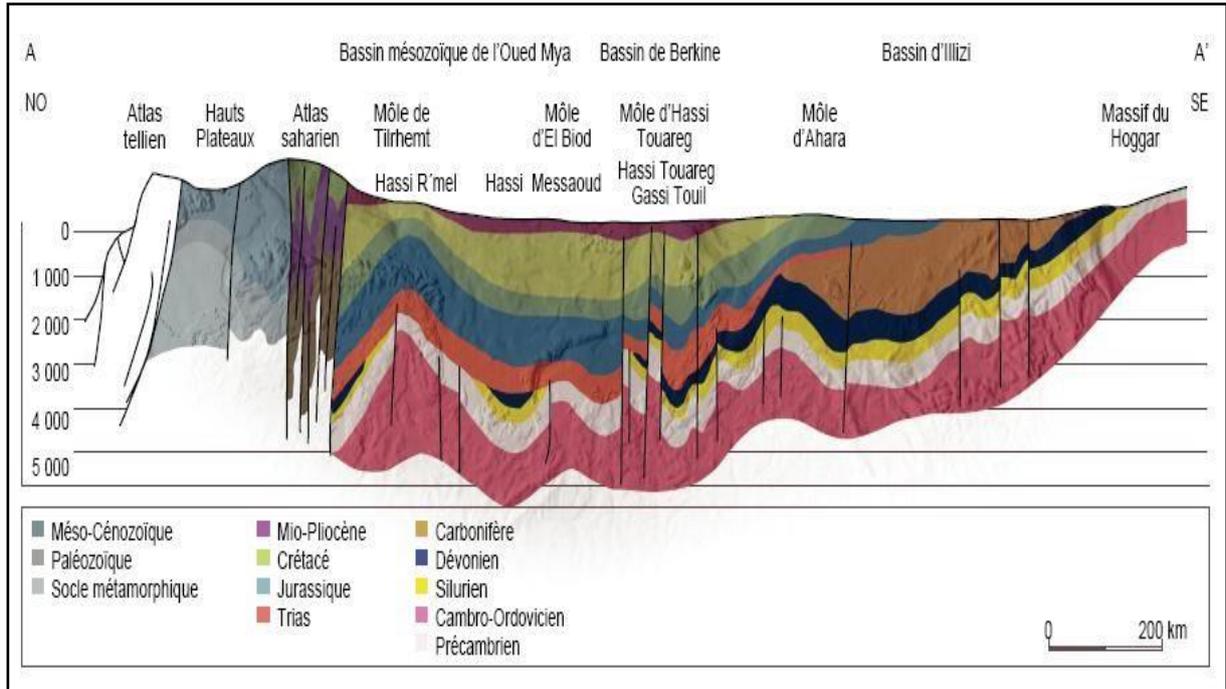
3- علم التشكل المورفولوجيا

تضم البلاد أربع مناطق كبيرة من الشمال إلى الجنوب

- أطلس التل (أو التل) ، ويتكون من نقوش شديدة الانحدار وسهول ساحلية، وأغنى هذه المناطق في الجزائر متيجة في الوسط، والشلف في الغرب وسيبوس في الشرق.
- الهضاب العليا.

• الأطلس الصحراوي ويشكل سلسلة طويلة من النقوش البارزة الموجهة نحو الجنوب الغربي والشمال الشرقي والتي تمتد من الحدود المغربية إلى الحدود التونسية.

- الصحراء، التي تحتوي على معظم الموارد الهيدروكربونية، هي صحراء مكونة من مساحات كبيرة من الكثبان الرملية (العرق الشرقي والعرق الغربي)، والسهول الصخرية (regs) وتنتشر فيها الواحات، وهي كلها مراكز حضرية مثل الوادي وغرداية وجانت (كتلة اجلاب في الغرب وكتلة الهقار في الشرق تشكل عمليا الحد الجنوبي للصحراء الجزائرية).



الشكل 5 : القسم الجيولوجي OW-NE بالجزائر. (المجلس العالمي للطاقة 2007)

4 - المناخ

العامل الحاسم هو هطول الأمطار. وتشهد المناطق الصحراوية نقصا كبيرا في هطول الأمطار. هطول الأمطار منخفض في كل مكان ويظهر تقلبات سنوية وموسمية وإقليمية عالية جدًا كما ان درجات الحرارة مرتفعة، المناخ جاف إلى شديد الجفاف مع اتساع حراري كبير. (ماتي، 2000).

منطقة شط مروان هي جزء من الحوض الهيدرولوجي الكبير للصحراء المعروف بحوض ملغيغ، ويتميز بمناخ من النوع الصحراوي، يتميز بالهطول المنخفض والعشوائي للغاية، وقد تصل درجة الحرارة القصوى إلى 60 درجة مئوية في الصيف، في حين أن الحد الأدنى المطلق لدرجة الحرارة في الشتاء 5 درجات مئوية والرطوبة منخفضة نسبياً.

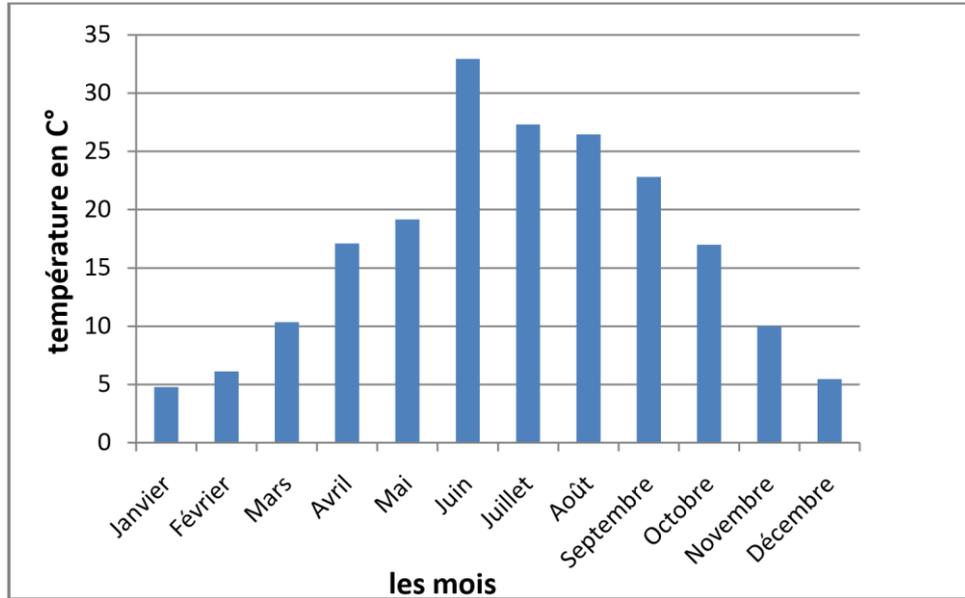
لقد أتاحت لنا المعلومات المناخية المائية التي تم قياسها على مدى الثلاثين سنة الماضية في محطة تقرت توصيف مناخ منطقة دراستنا.

4.1. الحرارة

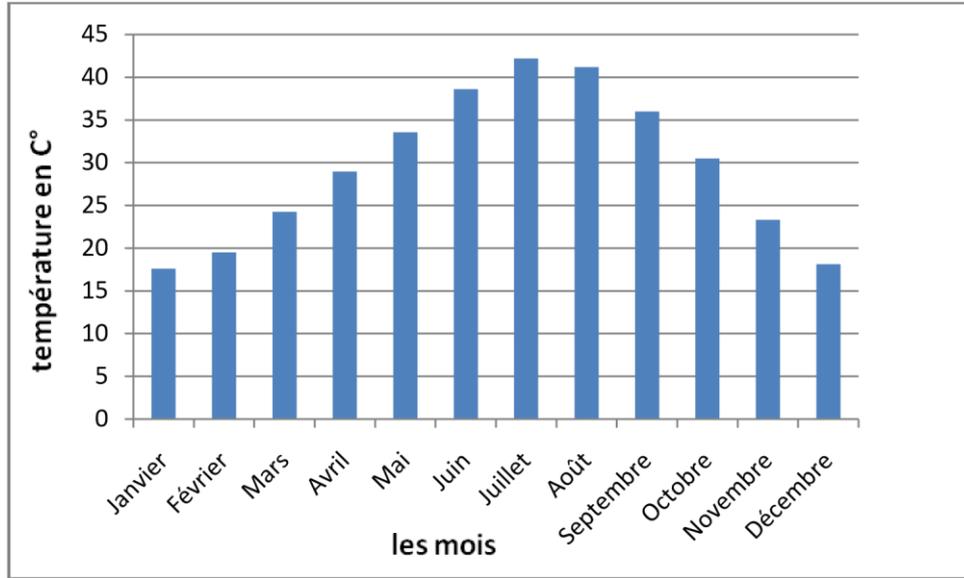
تعتبر درجة الحرارة عاملاً أساسياً في توصيف مناخ المنطقة، فهي ترتبط بالإشعاع الشمسي، ويؤثر تنوعها على تحول الماء إلى بخار سواء على السطح أو في باطن الأرض، وبالتالي يؤثر على ملوحة الماء.

وبتحليل منحنى التباين لمتوسط درجات الحرارة الشهرية خلال الفترة (2005-2014) تبين أن شهر يونيو هو الأكثر سخونة حيث تم تسجيل 33.45 درجة مئوية، وشهر يناير هو الأبرد بمتوسط درجة حرارة 5.18 درجة مئوية.

ويظهر تأثير درجة الحرارة على الجودة الكيميائية خلال فترة الصيف حيث لوحظ تركيز العناصر بالتبخر.



الشكل 6 : المتوسط الشهري والسني لدرجات الحرارة الدنيا خلال فترة الرصد (2005-2014)



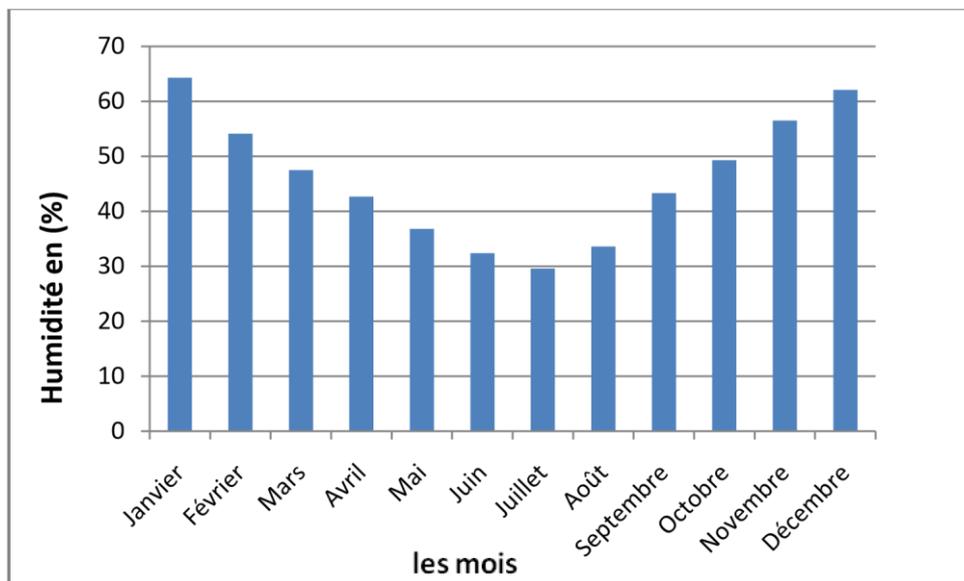
الشكل 7: المتوسط الشهري والسني لدرجات الحرارة القصوى خلال فترة الرصد (2005-2014).

4.2. الرطوبة

خلال فترة المراقبة (2005-2014)، تميزت رطوبة الهواء في المنطقة بفترتين متميزتين للغاية.

من أكتوبر إلى فبراير: وهي فترة رطبة نسبياً حيث سجلت نسب تزيد عن 50% مع نمو من 51.69% إلى حد أقصى 65.85% في يناير.

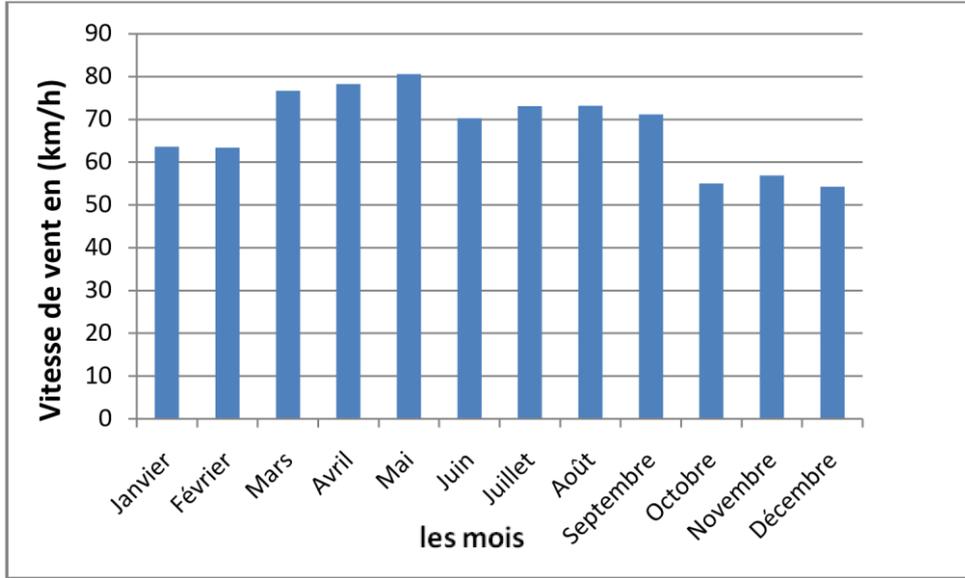
من مارس إلى سبتمبر: وهي فترة جفاف، حيث ينخفض مستوى الرطوبة إلى ما لا يقل عن 29% في يوليو.



الشكل 8: متوسط الرطوبة الشهرية والسنية خلال فترة الرصد (2005-2014).

4.3. الرياح

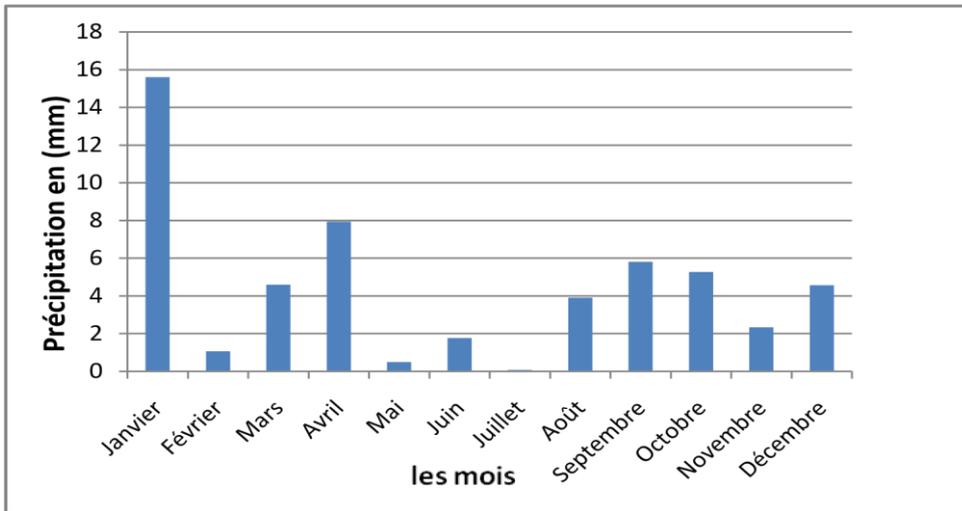
وبملاحظة منحنى تباين سرعة الرياح بدلالة الزمن خلال الفترة (2005-2014)، تبين أن سرعة الرياح مستقرة عند حوالي 65 كم/ساعة، باستثناء الفترة (مارس، سبتمبر) التي شهدت زيادة في وسجلت سرعة الرياح تتراوح بين 78 إلى 80 كم / ساعة.



الشكل 9: متوسط سرعة الرياح الشهرية والسوية خلال فترة الرصد (2005-2014).

4.4. هطول الأمطار

وبملاحظة منحنى التغير لمتوسط الهطول الشهري للمياه خلال الفترة الممتدة من (2005-2014) تبين أن شهر يناير هو الأكثر رطوبة بمعدل 15.5 ملم، وشهر يوليو هو الأكثر جفافاً بمعدل 0 ملم.



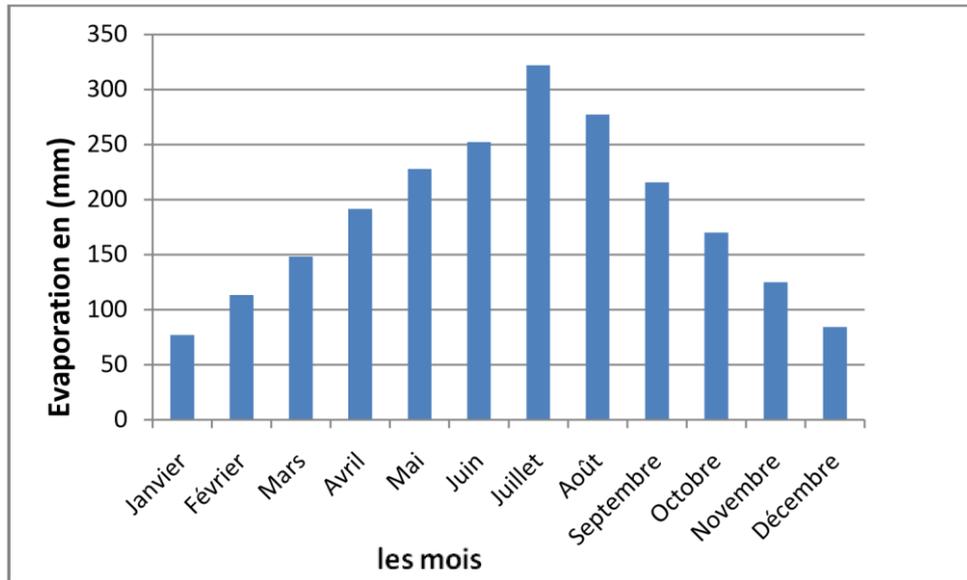
الشكل 10 : متوسط الهطولات الشهرية خلال فترة الرصد (2005-2014).

5.4. التبخر

هي كمية الماء التي تحولت من حالته السائلة إلى الحالة الغازية تحت تأثير درجة الحرارة مما يسبب زيادة في تركيز كمية الماء غير المتحول، وتكون قليلة في المناطق الرطبة وترتفع في المناطق الرطبة، المناطق القاحلة حيث تكون سرعة الرياح عالية.

وفي حالة شط مروان، يتأثر التبخر بالملوحة، فمع ارتفاع الملوحة تكون كمية المواد الصلبة الذائبة مهمة مما يقلل من ضغط تبخر الماء.

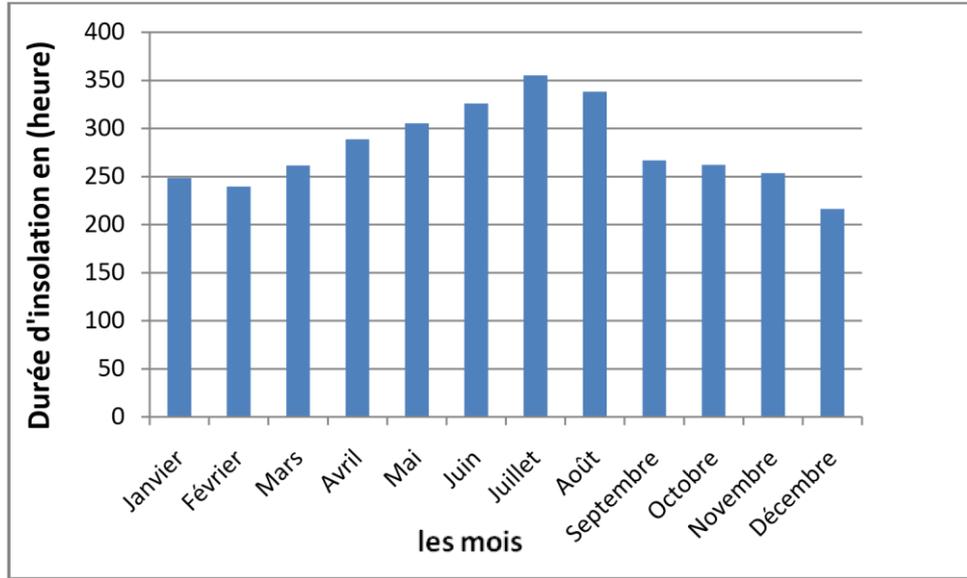
مع سلسلة من الملاحظات (2005-2014) يظهر منحنى التغير لمتوسط التبخر الشهري مظهراً بسيطاً مماثلاً، مع ميل يتناقص نحو أشهر فصل الشتاء يليه نمو مرة واحدة نحو أشهر فصل الصيف، هذا التقلب في التبخر محكوم بدرجة الحرارة



الشكل 11: متوسط التبخر الشهري خلال فترة الرصد (2005-2014)

4.6 مدة التشميس

وفقاً لمنحنى التغير لمدة التشميس خلال فترة المراقبة (2005-2014) نرى أن منطقة شط مروان تستقبل كمية كبيرة جداً من الضوء الشمسي خلال جميع أشهر السنة، بحد أقصى حوالي 358 ساعات في يوليو والحد الأدنى في يناير من 210 ساعة



الشكل 12: مدة متوسط التشميس الشهري والسنوي خلال فترة الرصد (2005-2014).

5. الجيولوجيا الإقليمية

تقع الصحراء الشمالية للجزائر إلى الشمال الشرقي من المنصة الصحراوية، ويحدها من الشمال سلسلة الأطلس الصحراوي ومن الجنوب درع الركيبات والطوارق، وتبلغ مساحتها 720.000 كم² ويبلغ طولها أكثر من 600 كيلومتر، وتمتد من سفح الأوراس شمالاً إلى تاسيليس جنوباً. ويغطي العرق الشرقي الكبير جزءاً كبيراً من الحوض أي بمساحة 125.000 كم².

تشتمل على قاعدة ما قبل الكمبري التي يتركز عليها بشكل غير متسق غطاء رسوبي قوي، تم تنظيمه في العصر القديم في عدة أحواض تفصل بينها مناطق مرتفعة تتحدر بلطف نحو الأجزاء المنخفضة التي تشكل اتجاهاً من السروج، يتجسد في المحور SSW-NNE الذي تشغله الشطوط والذي يقع قاعه تحت مستوى سطح البحر.

5.1. رسم الطبقات الحجرية

5.1.1 الفراكونية

Vraconian هو الممر بين Albian الرملي (أعلى الطبقة البينية القارية) و Cenomanian الطيني والكربوني (قاعدة المجمع الطرفي). الفراكوني هو تناوب للطين الدولوميتي، وأحياناً طين رملي، مع انتقال جيد من الحجر الرملي إلى الأسمنت الكربوني.

5.1.2 السينوماني

وتمثلها سلسلة بحيرات من المارل والجبس مع طبقات الأنهيدريت وضاف الكربونات في جميع أنحاء الحوض الشرقي للصحراء الجزائرية.

5.1.3 التورونية

تتكون من مجموعة من الحجر الجيري الأحفوري على جزء كبير من الحوض، والمقاومة الكهربائية العالية للكربونات مقارنة بالمتبخرات والطين تسهل التعرف على التورونيين من السينومانيين عن طريق قطع الأشجار.

5.1.4 السينونية

وهي مقسمة إلى ثلاثة مستويات هي من الأسفل إلى الأعلى:

5.1.4.1 اللعاب السينوني

هذا المصطلح موجود فقط في الجزء الأوسط من الحوض، وهو يتكون بشكل أساسي من الملح الصخري الذي يتركز على ضفة لا مائئة تمتد نحو الشرق الشرقي، وتتحرك نحو الجنوب الغربي فتصبح طينية.

5.1.4.2 البحيرة السينونية

هناك ثلاث فترات زمنية متميزة تميز بحيرة سينونيان الشاطئية:

• لا مائي في القاعدة.

• كربونات في الجزء الأوسط.

• لا مائي بشكل عام.

وغالباً ما لا تكون هذه المستويات فردية بشكل جيد، كما أن مستويات الطين بشكل عام لا تتجاوز 1 إلى 2 متر مع وجود آثار من الملح.

5.1.4.3 الكربونات السينونية

تتكون كربونات السينونية بشكل أساسي من مستويات الدولوميت مع الحجر الجيري الدولوميتي، مع إقحام الطين المرل، مع طبقات الأنهدريت النادرة.

الحدود بين السينونية الشاطئية والكربونات السينونية ليست واضحة دائماً، على الرغم من أن الحد الأعلى للكربونات السينونية أكثر غموضاً.

في الواقع، هناك استمرارية عمليا من وجهة نظر ليثولوجية بين السينونيين والإيوسين الكربوني، حيث يتكون المستويان من الحجر الجيري من نفس الطبيعة. فقط وجود النوموليت يجعل من الممكن التعرف على العصر الأيوسيني.

5.1.5 العصر الأيوسيني

في العصر الأيوسيني، نميز بين تكوينين صخريين، كما هو الحال في السينونية.

• الأيوسين المكربن في القاعدة.

• الأيوسين المتبخر في الأعلى.

5.1.5.1 الأيوسين الكربوني

وهو عبارة عن تناوب الدولوميت من الحجر الجيري، مروراً بالحجر الجيري الدولوميتي باتجاه القاعدة، وهي سلسلة نوموليتية مكتملة بسلسلة من سحنة البحيرة (المتبخرة)، ووجود الحجر الجيري.

5.1.5.2 التبخر الأيوسيني

تناوب الطين الجيري، الأنهدريت مارلس، المرتبط بالحيوانات الدقيقة، من العصر الأيوسيني، ويتكون من نوموليت، ميلبول وجلوبيجيرينس.

5.1.6 الميو- بليوسين

هذه المجموعة، غير مؤرخة بشكل جيد، قد تشمل تضاريس الأيوسين في قاعدتها والرباعية في قمته، وهي تتكون أساساً من الرمل وبعض الطين وغالباً ما تكون كربونات الحجر الرملي. ونظراً للاهتمام الذي يتوقعه في تسجيل المراحل التكتونية الثلاثية، سيتم وصف الجزء الاصطناعي من نتوءات الحافة الشمالية للحوض بإيجاز استناداً إلى عمل BECIP-SONATRACH (1970). من الأسفل إلى الأعلى
نميز:

أ) المستوى م1

وهي مكونة من الحجر الرملي والتكتل والمارل من عصر Oligo-Miocene. وهي تقع بشكل غير متوافق على الشروط المختلفة للعصر الطباشيري أو الأيوسيني.

ب) المستوى م2

وهي بدورها تنقسم إلى مجموعتين فرعيتين:

• يتكون المصطلح "أ" بشكل أساسي من التكتلات والمارل والأحجار الجيرية، والتي تتركز بشكل غير مطابق على المستوى m1

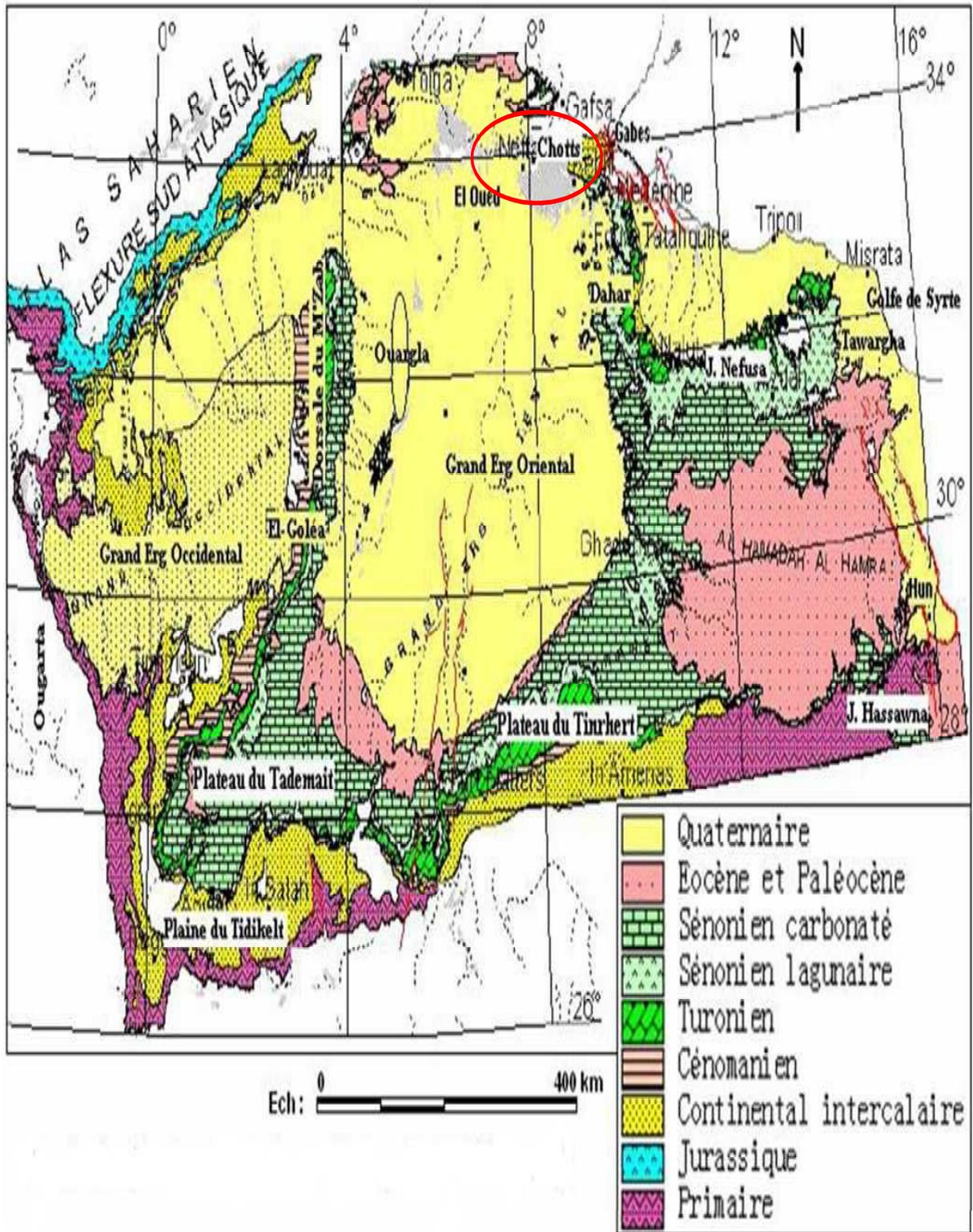
• أعلاه، يحتوي المصطلح "ب" على التكتلات والأحجار الرملية والطين والجبس واللوماتشيل في أوستريا كراسيسيمما. غالباً ما يكون الاتصال السفلي عبارة عن عدم توافق في الوادي.

ج) المستوى م3

وهي مكونة من المارل والجبس والحجر الرملي وفي بعض الأحيان التكتلات.

د) المستوى ص

بعد أن قام التكتل بتزويد تونس وهضبة قسنطينة بالثدييات، سيكون عمره بالتالي هو العصر البليوكواترناري.



الشكل 13: الخريطة الجيولوجية الإقليمية للصحراء الشمالية (OSS 2003).

6. الجيولوجيا المحلية

إن التكوينات الجيولوجية التي تميز منطقة شط مروان على السطح هي إلى حد كبير من العصر الرباعي وهي ناتجة عن التآكل القاري لرواسب الميولوسين.

وهي تتكون من مواد الغرينية أو الإيولية، والكثبان الرملية المدمجة من الطمي الرملي الناعم للغاية (حوالي 10 أمتار) والتي تم تثبيتها في العمق بواسطة الجبس، وسمك الرمال مهم للغاية حيث تساعد النباتات على استقرار الرياح الصحراوية، هذه الرمال الناعمة، نجد ما يقرب من 70 مترا من الطين والتي بدورها تستقر على ما يقرب من 35 مترا من الحجر الرملي والرمل، وتشكل جزءا من طبقة المياه الجوفية الأكثر أهمية، مجمع المحطة (CT)

تحمل الرواسب الغرينية مختلف الأودية، وبعضها قريب نسبيا من الرواسب الإيولية الموجودة على مستوى الكثبان الرملية المنتشرة في الشط، وهي ذات أصول مختلفة:

في نهاية العصر الميوسيني، يستمر الترسيب ويغطي الوشاح القاري ذو الأصل الحطامي الهضبة الصحراوية المكونة من الطين والرمل والحصى والمارل، ويغطيها البليوسين ولا يبرز بشكل عام، إلا في مستوى الضفاف والمدرجات واد تل.

تم التغلب على القشرة الصحراوية في العصر البليوسيني، مما أدى إلى ولادة الحمادة الواقعة في الجزء الغربي من شط ملغيع ومروان، والتي تكونت من عجينة جيرية جبسية غالبًا ما تشتمل على كتل من الحصى والرمل والحصى تستقر على رمال الطين الأحمر في المنطقة. التعليم العالي الذي ينقطع فجأة في الجزء الشرقي منه عند برج ستيل تحت تأثير التآكل (كورنيت؛ 1951، 1952؛ جوسكوف، 1964).

على الحواف الشمالية للصحراء الشرقية، أدى حفر آبار المياه التي يكون هدفها الرئيسي هو طبقة المياه الجوفية الألبانية إلى التعرف على عمود طبقي يتكون أساسًا من رواسب الدهر الوسيط والسينوزويك، ويستقر في عدم توافق كبير على أراضي العصر الباليوزوي والانتشار الحطامي للعصر الرباعي تقع في حالة انقطاع على حلبة الحياة الحديثة

تم الكشف عن الوصف الحجري للتكوينات الجيولوجية التي تم عبورها أثناء الحفر في العمود الطبقي التالي:

6.1 الدهر الوسيط

6.1.1 باريميان

يوجد تناوب من الطين والرمل المتوسطة إلى الناعمة بسماكة تبلغ حوالي 143 مترًا بشكل غير متوافق في تكوينات العصر الحجري القديم.

6.1.2 أبتيان

يتم تجسيده من الحجر الجيري إلى الحجر الجيري الدولوميتي، مع عجينة ناعمة من المارل، يتم التعرف عليها بسماكة 46 م.

6.1.3 ألبان

هذه التناوبات من الطين والأحجار الرملية، ذات مستويات مارلي دقيقة، يبلغ سمكها 202 م.

6.1.4 فراكوني

ويمثل الفراكوني تناوب الطين والحجر الجيري مع وجود الجبس والأنهيدريت، ويبلغ سمكه حوالي 90 م.

6.1.5 سينوماني

تمثل هذه الطبقة بداية المرحلة البحرية النهائية للصحراء السفلى، والتي تتميز بتكوينات المرل والأنهيدريت والجبس وأحيانًا الدولوميت؛ بسمك 236 م.

6.1.6 تورونيان

وهي عبارة عن شريط من الحجر الجيري مميز للغاية في الصحراء الوسطى مع مستويات من الأنهيدريت، ويبلغ سمك هذه الطبقة 46 م.

6.1.7 سينونيان

يبلغ سمك السينونيان 1065 مترًا، وينقسم إلى سلسلتين رئيسيتين:

6.1.7.1 البحيرة السينونية: ويبلغ سمكها 413 م، وتتكون من الرواسب المتبخرة.

6.1.7.2 الكربونات السينونية: تتمثل في ضفاف من الحجر الجيري والحجر الجيري الدولوميتي، مع طبقات ناعمة من المرل والمتبخرات، ويبلغ سمك هذا المستوى حوالي 652 م.

6.2 حقب الحياة الحديثة

6.2.1 الأيوسين: ويبلغ سمكها حوالي 85م، ويميزها الحجر الجيري الدولوميتي، مع وجود بعض آثار الجبس والأنهيدريت.

6.2.2 يمثل الميولوسين: نهاية المجمع الطرفي، ويبلغ سمكه حوالي 307 مترًا، ويتميز برمال خشنة إلى متوسطة الخشنة محليًا، ويمر إلى أحجار رملية معتدلة التماسك مع أسمنت كربونات، مقحمة بالطين.

6.3 العصر الرباعي

يتكون العصر الرباعي من رمال إيولائية مقحمة محليًا بعدسات من الطين الرملي والجبس. وتشكل هذه الرمال تراكمات هائلة في العرق الشرقي الكبير. عند هذا المستوى نواجه منسوب المياه السطحية الذي يتغذى بشكل رئيسي عن طريق تسرب المياه المفقودة أثناء الري. سمكها متغير ويمكن أن يصل محليًا إلى حوالي عشرة أمتار.

ERE	ETAGES	PROFONDEUR	CHRONO	LITHOLOGIE	
			STRATIGRAPHIE		
QUATERNAIRE		10 m	SABLE		
			ARGILE		
			ÉVAPORITE		
CÉNOZOÏQUE	MIO-PLIOCÈNE	317m	SABLE		
			ARGILE		
			GRES		
			ARGILE		
	ÉOCÈNE	402m	CALCAIRE DOLOMITIQUE		
			MARNE		
	MÉSOZOÏQUE (CRÉTACÉ)	LE SÉNONIEN	1054m	CALCAIRE	
		CARBONATÉ		MARNE	
		LE SÉNONIEN LAGUNAIRE	1467m	CALCAIRE	
				ANHYDRITE	
SEL MASSIF					
TURONIEN		1513m	MARNE		
			CALCAIRE		
CÉNOMANIEN		1749m	CALCAIRE		
			GYPSE		
			ANHYDRITE		
			DOLOMIE		
VARCONIEN		1839m	MARNE		
	CALCAIRE				
ALBIEN	2041m	ARGILE			
		GRES			
		ARGILE			
		GRES			
APTIEN	2087m	ARGILE			
		CALCAIRE			
BARRÉMIEN	2230m	ARGILE			
		SABLE			
		ARGILE			
		SABLE			

الشكل 14: السلم الطبقي الاصطناعي لمنطقة شط مروان.

II الفصل الثاني

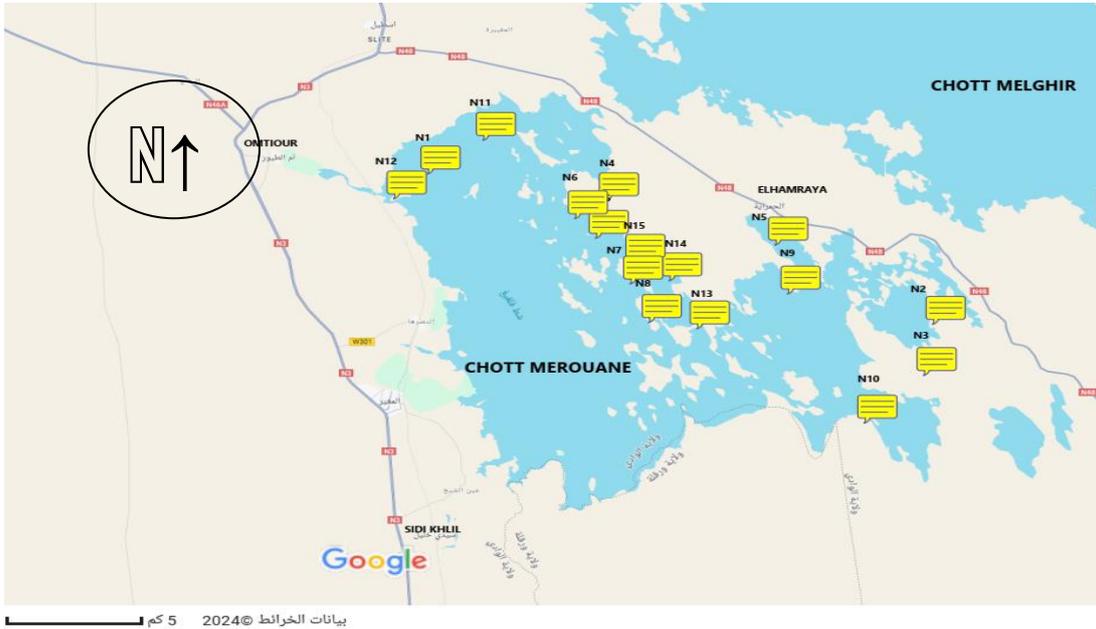
الطرق والاساليب

1. الجدول المكاني لأخذ العينات

تعتمد الدراسة الجيوكيميائية لشوتس أساساً على التحليلات الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه وتحليلات حيود الأشعة السينية لعينات الملح، والعينات المأخوذة وفقاً لتسلسل لستة مناطق مختلفة تابعة لشط مروان مع نوع العينة.

المنطقة من شط مروان	العينات
عين الصفراء	1
حفري وليد	2
الحمرايا	3
كوم شط	4
الرصفة	5
مقبرة	6

جدول 1 : جدول مناطق العينات المأخوذة للدراسة.



الشكل 15 : خريطة مواقع العينات المأخوذة من شط مروان مارس 2024 التي قمنا بدراستها (google map2024)

2. طرق جمع العينات

2.1 أخذ عينات المياه

تحمل عينات المياه في زجاجات بلاستيكية بحجم 1.5 لتر، وبمجرد وصولنا إلى موقع أخذ العينات (الشط، قناة التجميع، حفر البيان)، تم اتباع الإجراءات الفنية التالية:

1. شطف الزجاجات بالمياه المجمعة.
2. تغلق الزجاجات بإحكام، وتحفظ بعيداً عن الضوء وفي درجة حرارة منخفضة
3. التسجيل على الزجاجات برقم العينة وتاريخ أخذ العينات وزمن أخذ العينات

2.2 عينات الملح

تم أخذ عينات الملح باليد حيث اننا قمنا، بإزالة عينة من الأملاح عند كل طبقة، وتوضع الأملاح في أكياس بلاستيكية مع رقم النواة.

3. التحاليل المخبرية

3.1 تحليل المياه

تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية للمياه التي أجريت خلال دراستنا في مخبر جيولوجيا الصحراء قبل إجراء التحاليل، سيتم تخفيف الماء شديد الملوحة (المحلول الملحي من شط مروان) نظراً لحساسية أجهزة القياس.

نقوم بقياس درجة الحرارة وPH عن طريق جهاز في المخبر

يتم تحديد تركيزات الكاتيونات الرئيسية (K^+ ، Na^+) بواسطة مضواء اللهب، ويتم تحديد الأنيونات الرئيسية (SO_4^{2-}) بالطريقة الكلاسيكية يتم تحليل بيكربونات HCO_3 الحجمية بواسطة النترات، ويتم تحديد Ca وMg بطريقة المعايرة بـEDTA كما يتم تحديد الكلوريد CL^- عن طريق جهاز القياس.

1 الترشيح

الترشيح يجعل من الممكن إزالة الجزيئات الصلبة العالقة في الماء والحصول على سائل متجانس (انظر الشكل 16). تم أخذ الماء من خلال مرشح من النوع ذو الحلقات المزدوجة بقطر 0.45 ميكرومتر. الهدف من هذا الفلتر هو إزالة غالبية البكتيريا ومعظم جزيئات الطين، السائل الذي يتم الحصول عليه بعد عملية الترشيح، والذي يسمى الترشيح، يكون واضحاً: فهو سائل متجانس لأنه لم يعد يحتوي على جزيئات صلبة حيث ستكون نتائج التحليل أكثر موثوقية



الشكل 16 : مبدأ الترشيح.

2 تقنيات القياس والتحليل

ما يسمى بالتحليلات الروتينية تشمل قياسات المتغيرات التالية لمياه الشط قياس في الموقع على الأرض لدرجة الحرارة في درجة مئوية، ودرجة الحموضة PH يتم بواسطة معلمة متعددة المجالات باستخدام مسبار إلكتروني. المعلمة المتعددة هي أجهزة تسمح بقياس المعلمة الكيميائية المختلفة مثل قياس الرقم الهيدروجيني أو التوصيلية الكهربائية. يقوم الجهاز بتغيير الوضع حسب المسبار المتصل به. يتيح هذا الجهاز المدمج والمحمول إجراء قياسات سريعة وموثوقة، سواء داخل المختبر أو خارجه وفي دراستنا هذه قمنا بالقياس في المخبر تم استخدام جهازين متعددي المعلمة PH و cond Hanna HI 9829 انظر الشكل:



الشكل 1.17: معامل PH وميتروهم. كوند هانا هاي 9829 . الشكل 2.17: معامل PH متعدد المعلمة.

3. التحديد الوزني لأيونات الكبريتات (SO_4^{2-})

1. الاجراء المأخوذ

. نقوم بأخذ 10 مل من العينة (15/15) نضيف لها 0.5 من hcl ذو تركيز % 0.5

. نضيف لها 200 ملي من الماء المقطر .

. نضعها على درجه حرارة 40° درجه لمدته 20 دقيقه

. نضيف اليها 40 مل من $BaCl_2$ ذو تركيز %5 ثم تغلق بورق الالمنيوم وتضع على السخان لمدته ساعتين حتى تغلي

. نأخذ ورق سيليلوزي قمنا بوزنه مسبقا ونقوم بالتصفية باستخدام جهاز الترشيح الفراغي

. نضع كتلة الترسيب الناتجة ونضعها في الفرن طوال الليل عند درجة حرارة 105° درجة مئوية، هذه هي الكتلة

يُطلق على الأنواع الكيميائية التي تتم إضافتها للحث على تفاعل الترسيب اسم كاشف الترسيب يتم بعد ذلك فصل الراسب المتكون عن المكونات السائلة الأخرى عن طريق عملية الترشيح باستخدام جهاز الترشيح الفراغي الشكل 18، ونستخدم كتلة هذه المادة الصلبة، وكذلك معادلة توازن التفاعل، لحساب كمية أو تركيز المواد الأيونية المركبات في الحل.

يتم التقدير الوزني لأيونات الكبريتات (SO_4^{2-}) بعد التحميض والتسخين وإضافة فائض من محلول كلوريد الباريوم ($BaCl_2$) وفق التفاعل التالي:



2. الحسابات

تتيح كتلة كبريتات الباريوم المترسبة حساب مستوى الكبريتات في العينة التي تم تحليلها. يتم التعبير عن محتوى الكبريتات بـ ميلغرام/لتر بالعلاقة التالية:

$$[SO_4^{2-}] = \frac{M_{BaSO_4} \times M_{SO_4^{2-}}}{M_{BaSO_4} \times V_p} \times 1000$$

V_p : حجم جزء الاختبار (بالمل)

M_{BaSO_4} : كتلة $BaSO_4$ المتكونة.



الشكل 18 : جهاز ترشيح فراغي زجاجي مع وصلة أرضية.

4. تحديد الصوديوم والبوتاسيوم عن طريق قياس ضوء اللهب

يتم تحليل الصوديوم +Na والبوتاسيوم +K بواسطة مقياس مضواء اللهب، ماركة Sherwood. مقاييس ضوئية اللهب موديل JENWAY PFP7 انظر الشكل 19

الدقة: أكبر 0.2 جزء في المليون



الشكل 19: مقياس الطيف الضوئي لانبعث اللهب من النوع JENWAY PFP7

1 الاجراء الماخوذ

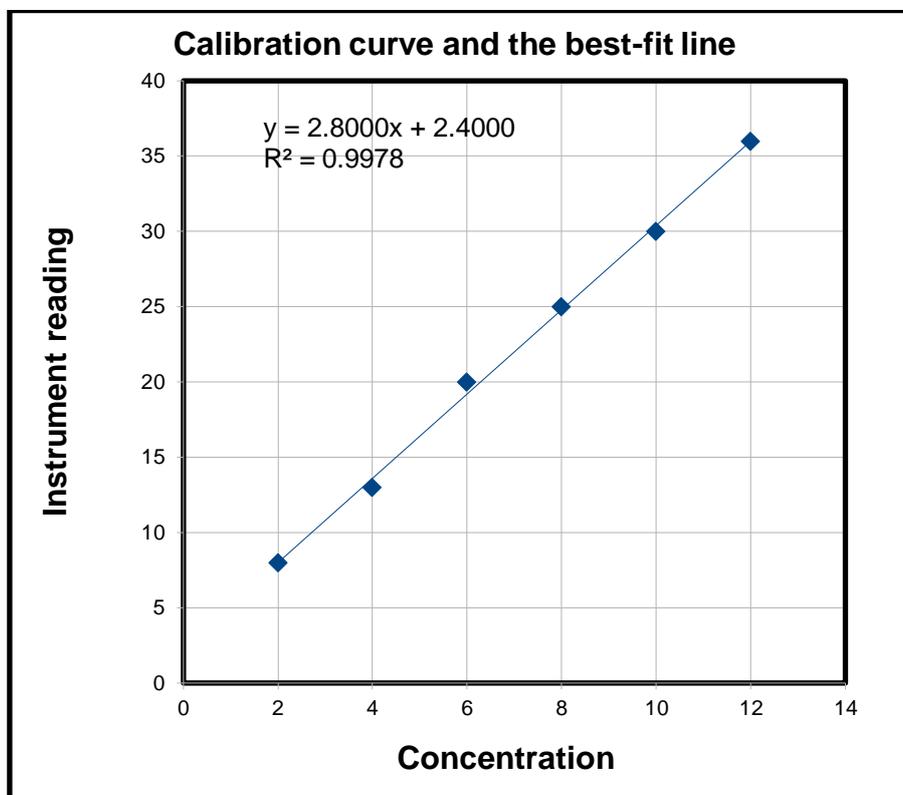
نقوم باخذ 0.1 مل من العينة (1000*) ونمدها بالماء المقطر الى غاية 0.25 مل

ناخذ العينة ونضعها على جهاز القياس

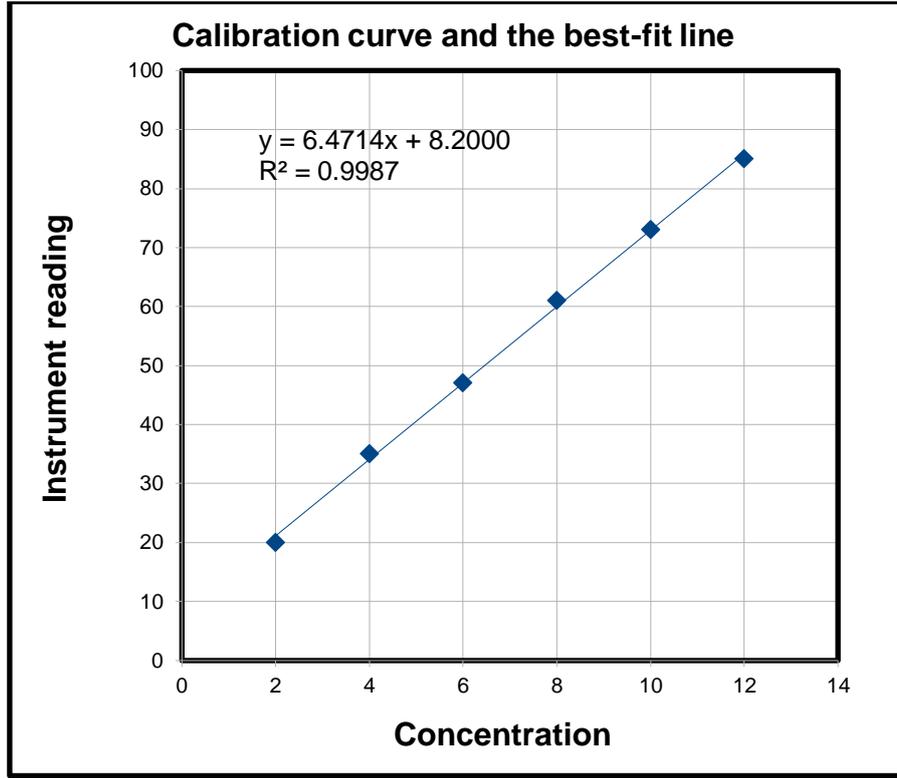
2 الحسابات

يتم تحديد تركيز البوتاسيوم والصوديوم مباشرة على الجهاز

الكواشف عبارة عن محاليل قياسية لكل عنصر، والتي يتم تحضيرها أو على مستوى مختبر جيولوجيا الصحراء بجامعة ورقلة (UKMO). وتمثل منحنيات المعايرة المقابلة لجرعة هذه العناصر في الشكل 19 و 20.



الشكل 20: منحنى معايرة الصوديوم Na.



الشكل 21 : منحنى معايرة الكالسيوم K.

5. قياس المعايرة

قياس المعايرة هي العملية التي تتكون من تحديد تركيز النوع الكيميائي (Ca, Mg) في المحلول باستخدام التحول الكيميائي.

قبل المعايرة، يتم فصل الكواشف إلى محلولين. وفي أحدهما النوع الذي لا يعرف تركيزه، وهذا هو المحلول المعاير. وفي الآخر كاشف تركيزه معروف تماما، وهذا هو محلول المعاير. أثناء المعايرة، يتم إضافة أحد المحاليل تدريجيا إلى الآخر. للقيام بذلك، ضع حجماً معروفاً تماماً لأحد المحاليل في كوب. يتم وضع المحلول الآخر في سحاحة متدرجة تسمح لك بإضافة حجم قابل للقياس إلى الدورق.

بالإضافة إلى ذلك، يتم توفير التحريك المغناطيسي لمحلول الدورق بحيث يكون متجانساً دائماً. بشكل عام، يتم وضع محلول المعايرة في الدورق ومحلول المعايرة في السحاحة

تم قياس المغنيسيوم والكالسيوم باستخدام طريقة المعايرة.

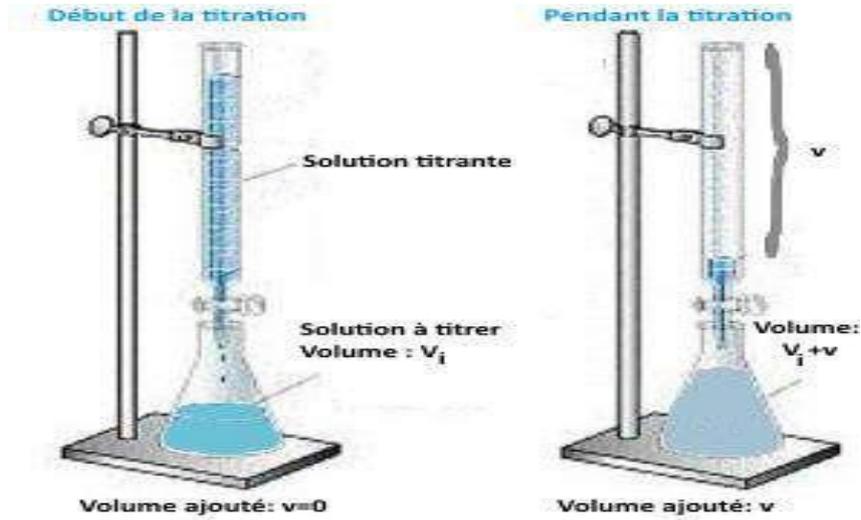
- بروتوكول تجريبي نموذجي للمعايرة

• نأخذ من كوب باستخدام ماصة مُقاسة أو مدرجة، تحديد حجم VA للمحلول المائي الذي يحتوي على النوع الكيميائي A المطلوب معايرته، بتركيز غير معروف CA الشكل 21.

• يتم سكب محلول مائي لكاشف المعايرة B، ذو التركيز المعروف CB، ويسمى محلول المعايرة، تدريجياً في الدورق باستخدام سحاحة مدرجة.

• نتوقف عن صب محلول المعايرة عندما نصل إلى معادلة المعايرة (انظر تعريف التكافؤ) لقياس الألوان إذا تغير اللون.

نقوم بعد ذلك بقياس الحجم المكافئ V_{equiv} ، وهو ما يعني حجم محلول المعايرة المصبوب



الشكل 22: الوضع النموذجي للمعايرة

6. جرعة مجموع المغنيسيوم والكالسيوم بطريقة المعايرة ب EDTA

1. الاجراء الماخوذ

ناخذ 0.25 مل من العينه نمددها الى 25 ميلي بالماء المقطر نضيف لها 2 مل من سولسي طومبو + القليل من مسحوق (EN)، يجب ان يتحول المحلول الى اللون الوردي

تسخين المحلول على 60 درجة مئوية لبضع دقائق

نقوم بالمعايرة بمحلول EDTA حتى يتغير اللون من الوردي الى الأزرق

نقوم بقراءة حجم EDTA المستخدم عند تحول اللون

2. الحسابات

يتم الحصول على محتوى المغنيسيوم المعبر عنه بالملغم / لتر من خلال المعادلة:

$$MG = \frac{V_2 * C_1 * A * 1000 * F}{V_0} \text{ mg/l}$$

هنا المعادلة اكتب

V_2 : حجم محلول EDTA بالمليتر المستخدم في الجرعة

C_1 : تركيز EDTA بالمول/التر، أي 0.05

A : الكتلة الذرية للكالسيوم (24g)

V_0 : حجم جزء الاختبار بالملي لتر أي 25 مل

F : عامل التخفيف

7. جرعة الكالسيوم طريقة المعايرة ب EDTA

1. الاجراء الماخوذ

ناخذ 0.25 مل من العينة نمددها الى 25 ميلي بالماء المقطر نضيف لها 2 مل من (NaOH) + مسحوق Méroixide NaCl
ثم نعاير ب محلول EDTA حتى يتغير لون المحلول من الوردي الى اللون البنفسجي

2. الحسابات

يتم الحصول على محتوى الكالسيوم المعبر عنه بالملغم / لتر من خلال المعادلة:

$$Ca = \frac{V1 * C1 * A * 1000 * F}{V0} \text{ mg/l}$$

هنا المعادلة اكتب

V_1 : حجم محلول EDTA بالمليتر المستخدم في الجرعة

8. جرعة الكربونات والبيكربونات

1. الاجراء الماخوذ

نقوم باخذ 10 ملم من العين

نضيف لها قطرتين من الروج المثال (Rojede Méchile) ونخلط المحلول جيدا حتى يتحول الى اللون الأصفر

ثم نعاير بحمض الهيدروكلوريك 0.02% HCl حتى يتغير لون المحلول من الأصفر الى الوردي

نسجل حمض الهيدروكلوريك المستخدم عند نقطة التحول

2. الحسابات

يتم الحصول على محتوى HCO_3^- المعبر عنه بالملغم / لتر من خلال المعادلة:

$$MG = \frac{[HCL] * 61000 * V(HCL)}{V(PE)} \text{ mg/l}$$

V_{PE} : حجم المحلول الماخوذ للاختبار

V_{HCl} : حجم حمض الهيدرو كلوريك المستخدم

9. تقدير الكلوريد عن طريق معايرة فرق الجهد باستخدام معدات من نوع ميتروم

مقياس الجهد هو طريقة كهروكيميائية تسمح بقياس القوة الدافعة الكهربائية لبطارية مكونة من قطب كهربائي محدد وقطب مرجعي مغمور في محلول ليتم تحديد جرعته.

يتبع معايرة الجهد قياس تطور الجهد كدالة للحجم المضاف للمحلول باستخدام جهاز برنامج المعايرة (نترات الفضة $AgNO_3$) الشكل 23.

ترتبط هذه الإمكانية ارتباطاً مباشراً بتركيز Cl^- الذي يتغير أثناء التفاعل التالي:



الشكل 23 : مقياس جهد أوتوماتيكي من نوع ميتروم.

1. الاجراء الماخوذ

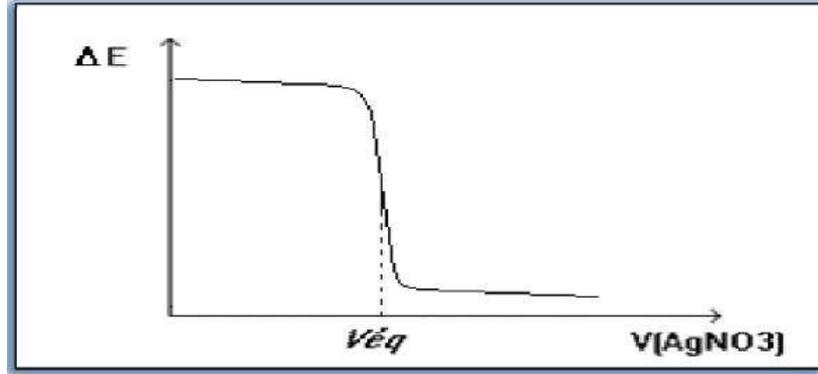
نقوم باخذ 0.25 من العينه نمددها الى 50 مل بالماء المقطر

نضيف 2 ميلي من محلول HNO_3

نضعها على جهاز القياس

2. الحساب

يتم تحديد تركيز الأيونات مباشرة عن طريق جهاز القياس.



الشكل 24 : تطور الإمكانيات كدالة للحجم المضاف للنترات .

3.2 تحليل الملح

1. طحن العينات لتحليل DRX

تم طحن العينات من أجل الهضم الحمضي في جميع الحالات في ملاط العقيق. تضمن مدافع الهاون العقيق طحن العينات دون تلوثها. اعتمادًا على نوع العينة وصلابتها وكميتها، تم استخدام مدافع هاون مختلفة.

بالنسبة لكميات الصغيرة والمواد الضعيفة، تم استخدام الملاط اليدوي.

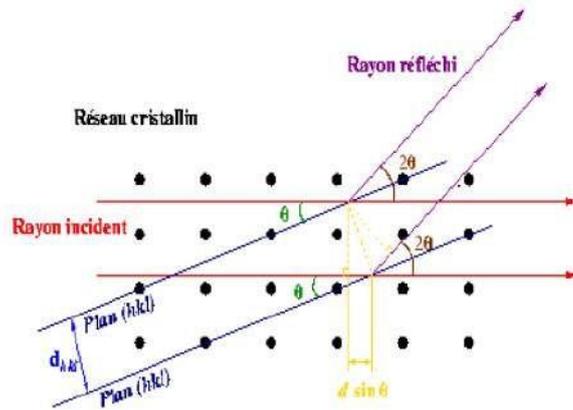
في جميع الحالات، بين كل عينة، تم تنظيف ملاط العقيق المختلفة بعناية بقطعة قماش ورقية ثم عدة مرات. هذا الإجراء يزيل التلوث بين العينات المسحوقة.

2. حيود الأشعة السينية (DRX)

علم البلورات بالأشعة السينية أو قياس حيود الأشعة السينية (نستخدم أيضًا في كثير من الأحيان الاختصار الإنجليزي DRX لحيود الأشعة السينية) هو أسلوب تحليل يعتمد على حيود الأشعة السينية على المادة. وبما أن الحيود يحدث فقط على المواد البلورية، فإننا نتحدث أيضًا عن علم البلورات بالأشعة السينية.

بالنسبة للمواد غير البلورية، فإننا نتحدث عن الانتشار، الحيود هو إحدى طرق الانتشار المرنة. تستخدم هذه الطريقة شعاعًا من الأشعة السينية يضرب البلورة مما يؤدي إلى تشتت شعاع الضوء في اتجاهات محددة. يتكون تحليل DRX من تفسير العلاقة بين شدة الانعراج. كل مرحلة بلورية لها نمط حيود فريد، وبالتالي فإن DRX هو المعيار الذهبي لتحديد المواد (المعادن في مجال الجيولوجيا).

في طريقة المسحوق للأملح التي تم الحصول عليها من منطقة دراستنا نستخدم الإشعاع أحادي اللون، هذا الإشعاع على عينة مكونة من عدد كبير من البلورات الدقيقة بأحجام تتراوح من 0.01 إلى 0.001 ملم. لكل مستوى شبكي (hkl) توجد بالضرورة بلورات دقيقة في موضع الانعكاس في العينة، لذلك فهي تعطي حزمًا منحرفة بمقدار 2θ مقارنة بالحزم الأولية.



الشكل 25 : هندسة براج-برينتانو تشرح قانون براج عن طريق القياس على الانعكاس.

في هذه الدراسة، تم إجراء توصيف الأملاح بواسطة تقنية DRX وهي طريقة تجريبية لفحص جميع الخصائص ذات الصلة بالمبخرات والأملاح. تم الحصول على أنماط DRX للأملاح بواسطة مقياس حيود الأشعة السينية لنمط مسحوق Rigaku مع إشعاع Cu K alpha (انظر الشكل). يستخدم DRX لتحديد التركيب المعدني للمتبخرات والأملاح المترسبة في أحواض شمال الصحراء الكبرى وتحديد مكوناتها بالإضافة إلى التحليل المرحلي النوعي والكمي للمخاليط.



الشكل 26 : مقياس حيود الأشعة السينية من نوع ريجاكو.

4. البرامج المستعملة

4.1. مخطط بايبر

تم إنشاء المخطط بواسطة H. Schoeller في عام 1932، وقام بيركالوف بمراجعته في عام 1952، وهو يتكون من سبعة مقاييس لوغاريتمية رأسية تتوافق مع الأيونات الرئيسية التي تم تحليلها في الماء. في هذا المخطط الذي يتكون من مثلثين مع المعين. تتم ترجمة نتائج التحليلات إلى نسبة مئوية

من الميلي مكافئ ثم يتم رسمها على هذا الرسم البياني، حيث يتم حجز أحدهما للأنيونات والآخر للكاتيونات.

باستخدام هذا البرنامج، يمكننا رسم نتائج التحليل الجيوكيميائي للمياه في مخطط بايير هذا للتمييز بين السحنات الكيميائية المختلفة للمياه، ومدى ملاءمتها لإمدادات مياه الشرب، والري.

X pert high-score Plus.4.1

يعد خيار High-Score with Plus أداة شاملة لتحليل مسحوق النماذج. فهو يوحد تحديد الطور، والتحليل البلوري، وتحليل التصنيف غير المحدود، وملاءمة الملفات الشخصية، ومطابقات البنية بالإضافة إلى ذلك في برنامج واحد ضمن واجهة مستخدم مشتركة. يتم دعم تنسيقات XRDML وASCII وملفات التحليل الثنائي من جميع البائعين الرئيسيين. تم استخدام برنامج الدرجات العالية. وفي جميع الحالات، تم الحصول على الإحداثيات الذرية من ملف PDF-4+. قاعدة البيانات، والتي تم الحصول عليها من هيكل حسابات البداية. في High-Score Plus، تم استخدام الإعدادات الافتراضية طوال العملية، يتيح لك استخدام الإعدادات الافتراضية ضبط القياس.

III الفصل الثالث

النتائج والتفسير

1. المظهر العام للشط

الشكل العام لشط مروان يعطي شكلاً آخر للأنظمة البيئية المائية الصحراوية لأنه عبارة عن منخفض داخلي كبير ومنفذ طبيعي لمستجمع مياه الصحراء الشرقية، وهذا الوضع يجعل من الممكن خلق ظروف خاصة، حيث بنية المسطح المائي؛ هي بحيرة كبيرة جداً. صورة 1. بحدود بعيدة عن التجمعات البشرية (حوالي 2 كم عن بلدية نسيغا) وعن بساتين النخيل بسبب قرب استغلال الملح (ENASEL) من الغرب والذي يمتد على مساحة كبيرة بمحطة ضخه وتبخيره. يلعب الأخير دوراً أساسياً في الأداء البيوجيوكيميائي لنهر الشوت. أما الحدود الشمالية والشرقية للبحيرات فهي أرض مسطحة وفارغة ذات تربة رملية اسمنتية تمتد على مساحة كبيرة.

إن ملامح شط مروان متغيرة للغاية وتعمل بشكل أساسي مع مراحل الامتلاء بالمياه العادمة والفقد بسبب التبخر، حيث ينخفض مسطح الماء إلى مد متوسط صغير خلال فترة الصيف.

يغطي الشط عادة بطبقة من الهاليت والجبس، صورة 2 تشكل هذه الأملاح بعد ذلك قشوراً ومنصات بيضاء اللون أحياناً باللون الوردي البنفسجي بسبب الكائنات الحية الدقيقة المائية المحبة للملوحة مثل البكتيريا الزرقاء والسيبرولينا التي تعطي لونها الوردي الأحمر لرواسب الماء والملح (Allain, 2008).

كما يتم استغلال شط مروان لاستخراج كميات كبيرة من الملح عبر آلات تصفية الماء المالح المستخرج من الشط، صورة 3.



الشكل 27 : الجسم المائي في الشط (مارس 2024).



الشكل 28 شواطئ شط مروان بالسهل الملحي (مارس 2024) .



الشكل 29 : تصفية المياه المالحة واستخراج الملح (مارس 2024).

2. مصادر المياه الرئيسية للشط

يتغذى شط مروان من ثلاثة مصادر رئيسية وهي:

- تصريف المياه من قناة تجميع واد ريغ

- مياه الأمطار

- المياه الجوفية لمجمع المحطة.

1.2 قناة تجميع واد ريغ

تعمل المياه الجارية على تجريف الوديان التي تنتشوه بمرور الوقت. تمثل قناة واد ريغ واديا وصل إلى مرحلة النضج لأنه أوسع بكثير من أوسع تعرجات المجرى المائي. ويتجلى هذا الجانب أكثر في جزئها الجنوبي لأن هذه القناة خضعت لإعادة تطوير في جزئها الشمالي من قبل الشركة الوطنية للأعمال الهيدروليكية عام 1980.

يمتد على طول 136 كلم مع انحدار يبلغ حوالي 1‰، من فوق (دائرة تماسين) إلى الوصول إلى شط مروان وملغيغ (ولاية الوادي).

ولحساب حجم المياه التي تساهم بها هذه القناة، تم تركيب ثماني محطات قياس بواسطة (NARCH) في جميع أنحاء القناة من الجوج إلى بوقاقوسة. مكان التلامس مع الشط علما أن كميات المياه خلال فترات الشتاء تكون كبيرة جدا مقارنة بفترات الصيف (Saltec-Lavalin; 1983).

2.2. مياه الأمطار

كما رأينا سابقا، تتميز منطقة شط مروان بمناخ شديد الجفاف، أو موسم الجفاف الممتد طوال العام والذي يتميز بانخفاض معدل هطول الأمطار وارتفاع معدل التبخر، مما يعني عدم وصول مياه الأمطار إلى الأرض، لذلك هناك دائما عجز.

تم تأكيد هذه الفرضية من خلال حساب التوازن الهيدرولوجي بطريقة SERRA من السلسلة (1975-2010)، والتي تستخدم ETP (التبخر المحتمل) كعامل محدد في تقييم التوازن المائي لمنطقة ما.

3.2. المياه الجوفية

يحدث تدفق المياه الجوفية بسبب القوى الفيزيائية المؤثرة في البيئة الجوفية والبيئة الجيولوجية لهذه البيئة. وتتسلل هذه المياه أولاً إلى سطح الأرض وتندفق إلى البيئات الجيولوجية على مسافات متفاوتة، ثم تعود إلى السطح بطرق مختلفة.

يستقبل الشط كمية من المياه الجوفية عن طريق الصرف، وهو تدفق يحدث بشكل عمودي على الطبقات التي تحمل المياه نحو الطبقات المجاورة.

يعتمد تقدير حجم المياه التي تصرفها طبقة المياه الجوفية على قيم نفاذية طبقة المياه الجوفية تحت وحدة التدرج الهيدروليكي.

لقد أتاحت لنا المراقبة التي قام بها السيد الحسيني خلال سنة 2003 تحديد كميات المياه المتدفقة إلى الشط عبر مصادر الإمداد المختلفة كما هو موضح في الجدول 2(قادري 2011).

حجم المياه (m ³ /an) x10 ⁶	مصادر الطاقة
–	الامطار
130.19	قناة واد ريغ
62.24	المياه الجوفية

جدول 2 : الميزان المائي لشط مروان 2003 (قادري 2011).

إذن معادلة الميزان المائي لشط مروان هي كما يلي:

الميزان المائي = كمية المياه من وادي ريغ + كمية المياه الجوفية – كمية المياه المتبخرة.

: $B = Vd' \text{ eau de drainage} + Vd' \text{ eau de la nappe} + V \text{ d'eau des précipitations}$

B : توازن الماء

$Vd' \text{ eau de drainage}$: حجم تصريف قناة تجميع وادي ريغ

$Vd' \text{ eau de la nappe}$: حجم المياه الجوفية

$V \text{ d'eau des précipitations}$: حجم مياه الامطار

$$B_{\text{chott}} = 130190000 + 62400000$$

$$B_{\text{chott}} = 192.59 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an} \text{ (قادري 2011)}$$

3. المعلمات الفيزيائية والكيميائية

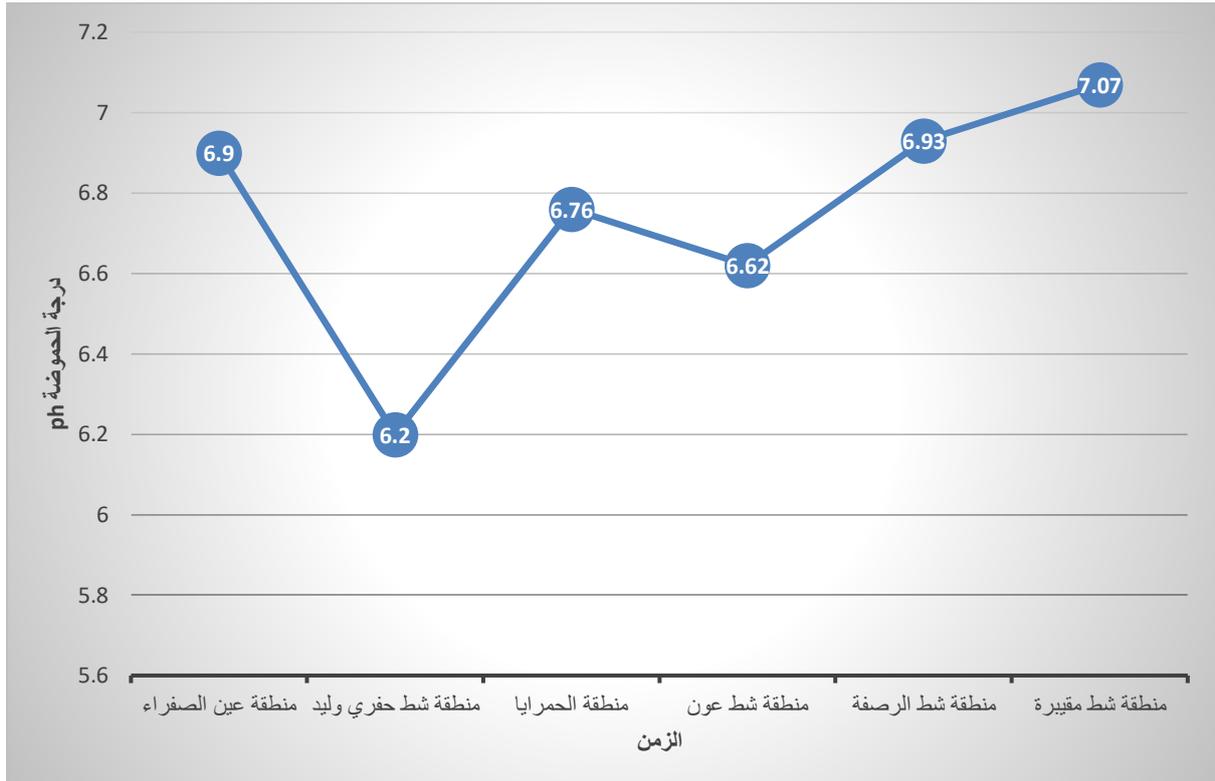
بعد الدراسات التحليلية الفيزيوكيميائية والجيوكيميائية لمياه شط مروان في شهر مارس 2024 في مناطق مختلفة من الشط خضعت النتائج المتحصل عليها للمعالجة البيانية والإحصائية، الهدف منها تفسير هذه النتائج وفهمها، الأداء الجيوكيميائي لهذه النظم البيئية المائية ورسم علامات تدهورها.

توفر المعلمات الفيزيائية والكيميائية مؤشرات لجودة المياه، ولكنها تخضع للتغيرات بسبب الأنشطة البشرية التي تعدل خصائص المياه (كاروش، 2007).

1.3. تحديد الرقم الهيدروجيني PH

الرقم الهيدروجيني يقيس تركيز أيونات الهيدروجين في الماء. وهذا يعني حموضة الماء على مقياس من 0 إلى 14.

تتميز المياه المالحة لشط مروان برقم هيدروجيني محايد يتراوح بين 6.2 و 7.07 (الشكل 30).

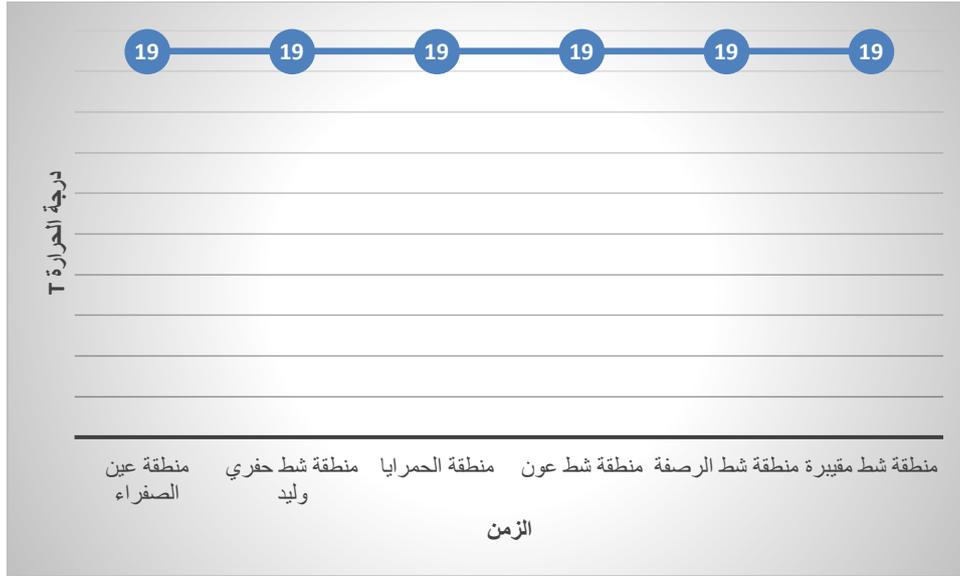


الشكل 30 : التغيرات في درجة حموضة الماء في مناطق مختلفة من شط مروان (مارس 2024)

2.3. درجة حرارة الماء

تلعب درجة الحرارة دوراً هاماً جداً في ذوبان الأملاح، وفي التوصيل الكهربائي وفي تحديد الرقم الهيدروجيني للماء، فهي تجعل من الممكن التمييز بين الماء الذي يدور على السطح وبين الماء الذي يدور في العمق، والذي يتأثر بالتدرج الحراري الأرضي (1 درجة مئوية لحوالي 33 م).

يتم قياس درجة الحرارة في الموقع بواسطة مقياس الحرارة في كل مرة يتم فيها أخذ عينة من الماء المالح، حيث ان درجة الحرارة كانت 19 درجة مئوية (الشكل 31).



الشكل 31 : التغيرات في درجة حرارة الماء في مناطق مختلفة من شط مروان (مارس 2024)

3.3. كثافة المحلول الملحي

يتم قياس الكثافة في كل عينة، ويمكن أن نخبرنا عن معدل تركيز العناصر الكيميائية في المحلول، وتطور الكثافة كدالة للوقت (الشكل 12) تتميز بالمرحلة التالية:

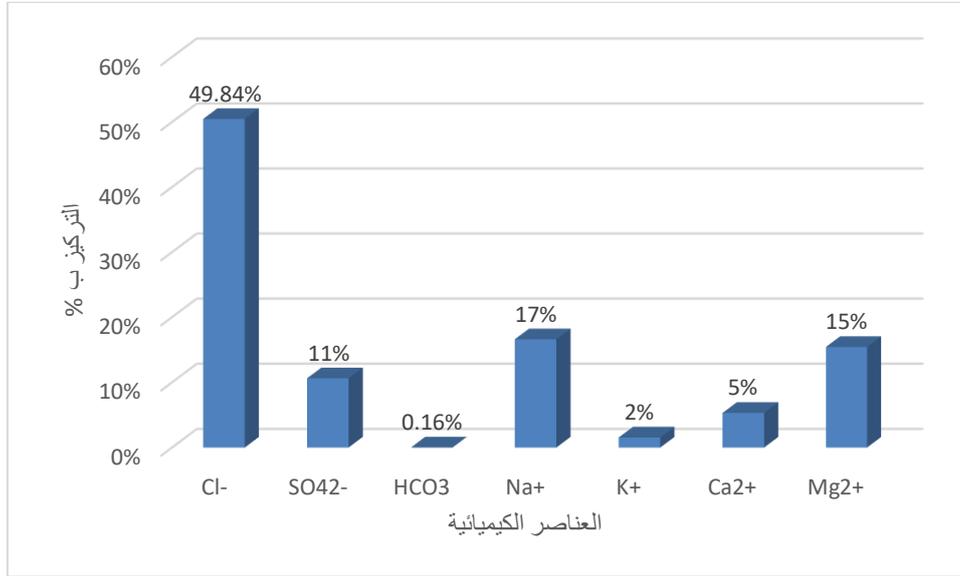
نلاحظ ان الكثافة تتراوح بين 1.17 الى 1.19 هذا يعني ان تركيز الملوحة في المحلول مرتفع نسبيا ويمكن ان يكون ذلك مؤشرا على تركيز مرتفع من المواد المذابة في الماء.



الشكل 32 : التغيرات في كثافة المحلول الملحي في مناطق مختلفة من شط مروان (مارس 2024)

4. السحنات الكيميائية للمياه المالحة بشط مروان

في جميع العينات المأخوذة، لوحظ وجود وفرة من الكلور (Cl=49.84%)، والصوديوم (Na = 17%)، والكبريتات (So4 = 11%) والمغنيسيوم (Mg=15%)، والبوتاسيوم (K)، والكالسيوم (Ca)، والبيكربونات (Hco3)، موجودة أيضاً ولكن بتركيزات منخفضة.

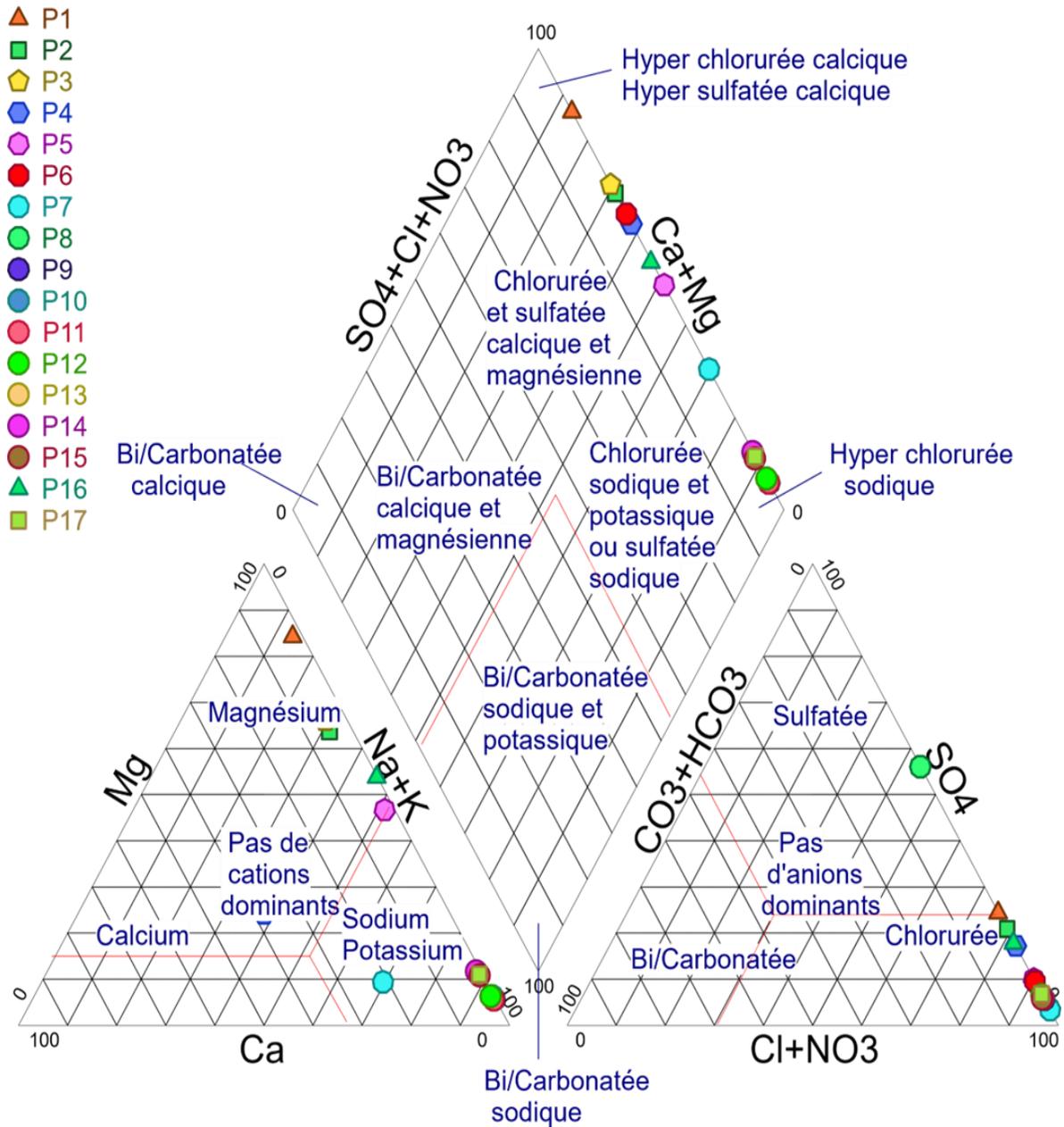


الشكل 33 : التركيب الكيميائي للمياه المالحة من شط مروان خلال شهر مارس 2024

يتم تمثيل التركيب الكيميائي لمياه الشط على مخطط بايبر، حيث تعتبر المياه في هذا المخطط عبارة عن محاليل تحتوي على ثلاثة كاتيونات وثلاثة أنيونات ممثلة بـ mg/L. وقد أدى تفسير التحليلات الكيميائية باستخدام المخطط إلى تحديد سحنة كيميائية واحدة التي تهيمن:

- سحنة كلوريد الصوديوم مما يعني كثرة الهاليت (Na Cl).

تؤكد نتائج التحليل الموضحة في مخطط بايبر الأصل المشترك لهذه المياه. وهي تتجمع معاً في قطب واحد وتتأثر بالذوبان الموجود مسبقاً للمعادن المتبخرة في الشط، وقد أدى هذا الذوبان إلى توليد العديد من العناصر الكيميائية، بما في ذلك الكبريتات والكلوريدات والمغنيسيوم والكالسيوم والصوديوم زائد البوتاسيوم.



الشكل 34: تمثيل التركيب الكيميائي للمياه المالحة لشط مروان في مخطط بايبيير.

5. سلوك العناصر الرئيسية الكبرى

1.5. سلوك الكالسيوم

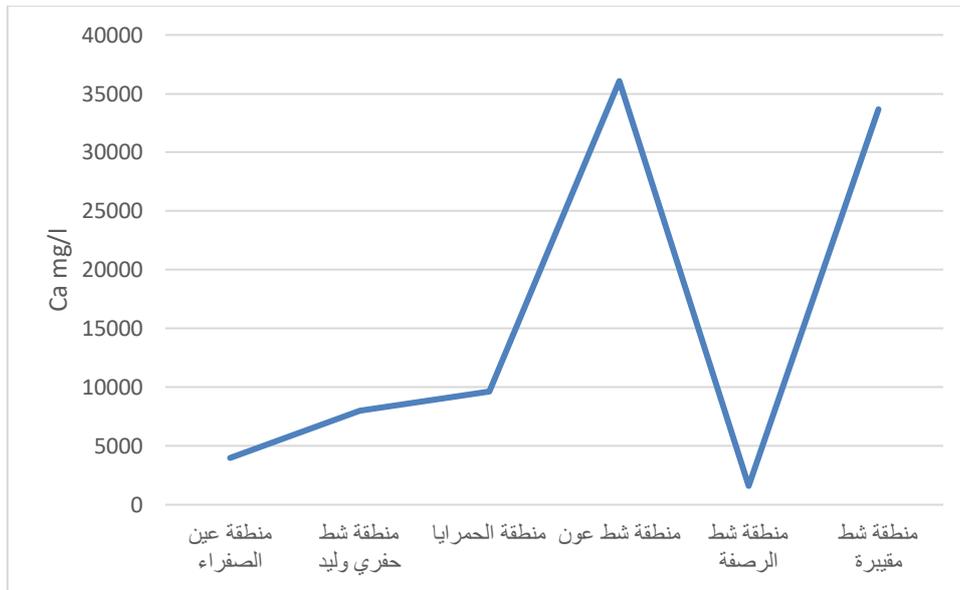
يأتي من انحلال الصخور الكربونية، وكذلك التربة الجبسية ($(CaSO_4) 2H_2O$)، ويمكن تقسيم تطور تراكيز الكالسيوم كدالة للمنطقة إلى مرحلتين:

- في منطقتي شط عون ومقبيرة هناك زيادة ملحوظة في التراكيز 36072 و 33667.2 ملجم/لتر.
- انخفاض في التركيزات بشكل واضح في باقي المناطق يصل الى 1603.2 ملجم/لتر في منطقة شط الرصفاة

يمكن تفسير سلوك الكالسيوم على النحو التالي:

• الزيادة في التراكيز بسبب ذوبان الأملاح الموجودة مسبقا من الشط وبمساهمة المياه التي تحتوي على الكالسيوم المذاب عبر قناة تجميع وادي ريغ أو عن طريق الصرف من منسوب المياه الجوفية (المحطة المركبة).

• يرتبط انخفاض محتوى الكالسيوم يمكن ان يكون بسبب تفاعل الكالسيوم مع معادن أخرى.



الشكل 35: التباين في تركيز الكالسيوم في الماء في شط مروان كدالة للمنطقة .

2.5. سلوك المغنيسيوم

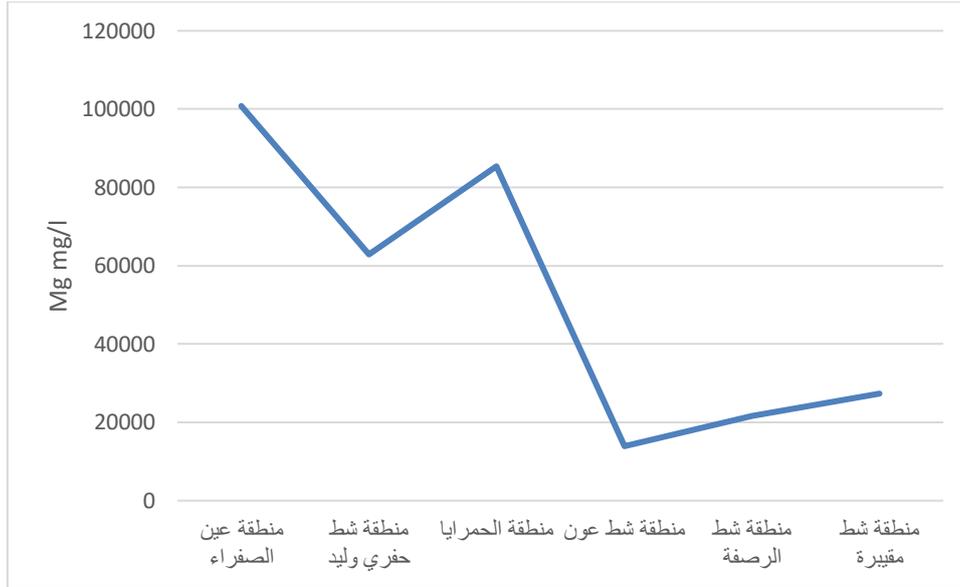
ويمكن توفيره عن طريق إذابة صخور المغنيسيوم، وإطلاق المغنيسيوم عن طريق هجوم الماء في وجود ثاني أكسيد الكربون.

وفقاً لمنحنى تباين تراكيز المغنيسيوم تم ذكر مرحلتين:

• في الثلاث مناطق الأولى هناك ارتفاع كبير في التركيز يصل الى 100800 ملغم/لتر في منطقة عين الصفراء.

• اما في المناطق الأخرى نلاحظ تركيز منخفض جدا يصل الى 13920 ملجم/لتر في منطقة شط عون

ويرجع الانخفاض في التركيزات بشكل رئيسي إلى تخفيف الماء المالح عن طريق إضافته من خلال المصادر المختلفة التي تزود الشط. وترتبط الزيادة بشكل مباشر مع ارتفاع درجات الحرارة والذي سيؤثر بدوره على معدل التبخر ونظراً لقابليته العالية جداً للذوبان اما في هذه الحالة يمكن ان يكون بسبب حدوث تفاعل كيميائي بين المغنيسيوم وايونات اخرى، يبقى المغنيسيوم في الحالة السائلة حتى مراحل متقدمة.

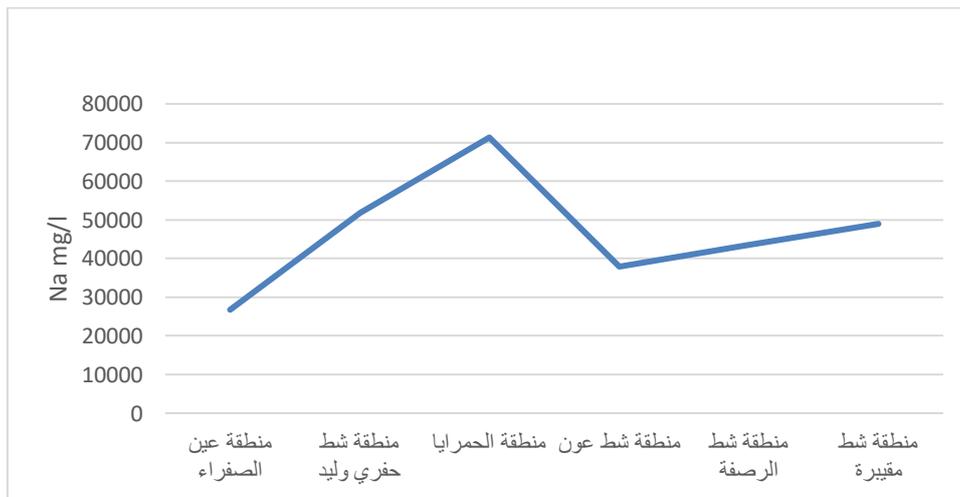


الشكل 36 تباين تركيزات المغنيسيوم في مياه شط مروان كدالة للمنطقة .

3.5. سلوك الصوديوم

وهو موجود بكميات معتبرة نسبيا حيث نلاحظ ان التراكيز محصورة بين 1162.73 و 2252.8 ملجم / لتر، الا في منطقة الحمرايا يصل التركيز الى 3100.62 ملجم/لتر ويمكن تفسير هذا السلوك على النحو التالي:

- انخفاض التركيزات نتيجة تخفيف الماء بإضافة المياه العذبة سواء عن طريق الامطار او المياه العذبة مع العلم أن الصوديوم
- إن الزيادة الطفيفة في تركيزات الصوديوم في منطقة الحمرايا ترتبط بظاهرة نوبان الأملاح الموجودة مسبقاً.

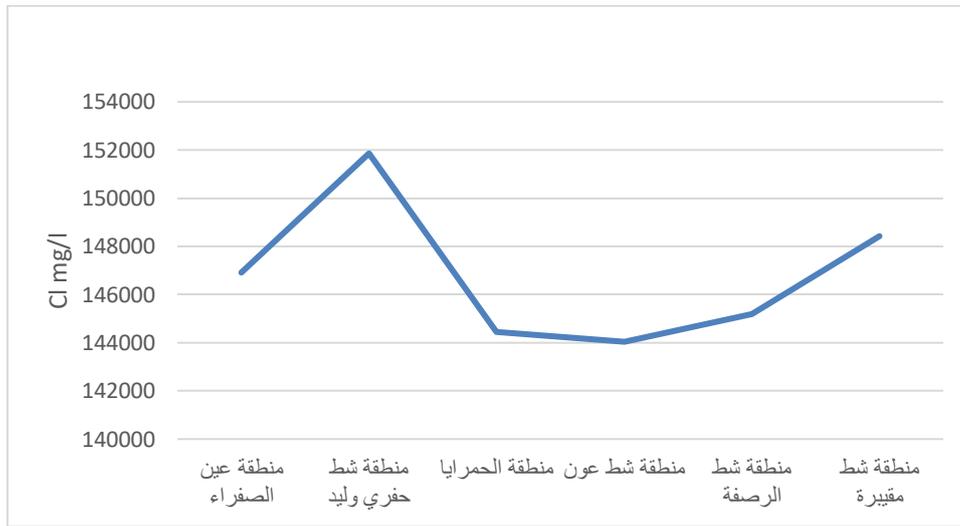


الشكل 37 : تباين تركيزات الصوديوم في مياه شط مروان كدالة للمنطقة .

4.5. سلوك الكلور

السبب الرئيسي لتوفر الكلور في الشط الملحي هو تبخر المياه، عند تبخر المياه من الشط تتبخر المياه العذبة وتترك الاملاح خلفها مما يؤدي الى زيادة تركيز الاملاح المتبقية في الماء، كلوريد الصوديوم (NaCl) الذي يحتوي على الكلور

يعتبر الكلور هو الأكثر وفرة في الشط حيث انه يتواجد بنسب عالية في الماء المالح حيث ان تركيز الكلور وصل الى 151860 ملجم / لتر في منطقة شط حفري وليد؛ اما باقي التراكيز فهي تتراوح بين 144040 و 148420 ملجم/لتر ولهذا السبب يمكننا استخدام الكلور كمتتبع للدورة الجيوكيميائية من أجل الحصول على فكرة عن العناصر التي تميل إلى الترسيب والعناصر التي تبقى في حالتها المائية في المراحل المتقدمة من التبخر.



الشكل 38: تباين تركيزات الكلور في مياه شط مروان كدالة للمنطقة.

5.5. سلوك البوتاسيوم:

وهو موجود بكميات صغيرة في المياه المالحة لشط مروان ويمكن تقسيم تطور تركيزات البوتاسيوم مع مرور الوقت إلى مرحلتين متميزتين:

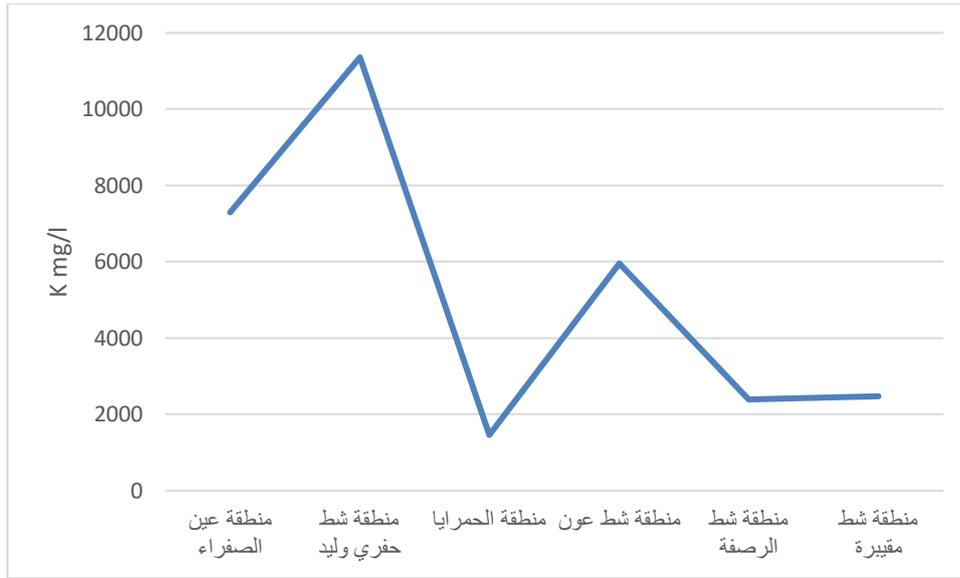
- في المنطقتين الأولى والثانية هنالك ارتفاع في التركيز حتى 11357.61 ملجم/ لتر في منطقة شط حفري وليد.

- اما في باقي المناطق في تراكيز منخفضة تصل الى 1460 ملجم/لتر في منطقة الحمرايا.

ويمكن تفسير هذا السلوك على النحو التالي:

- بما أن تركيزات البوتاسيوم في المنطقتين الأولى والثانية كانت في حدها الأدنى بالفعل، فإن تركيزها لم يتأثر بتخفيف الماء المالح.

- يرتبط النمو بشكل مباشر بارتفاع درجة الحرارة التي تصل إلى 19 درجة مئوية.



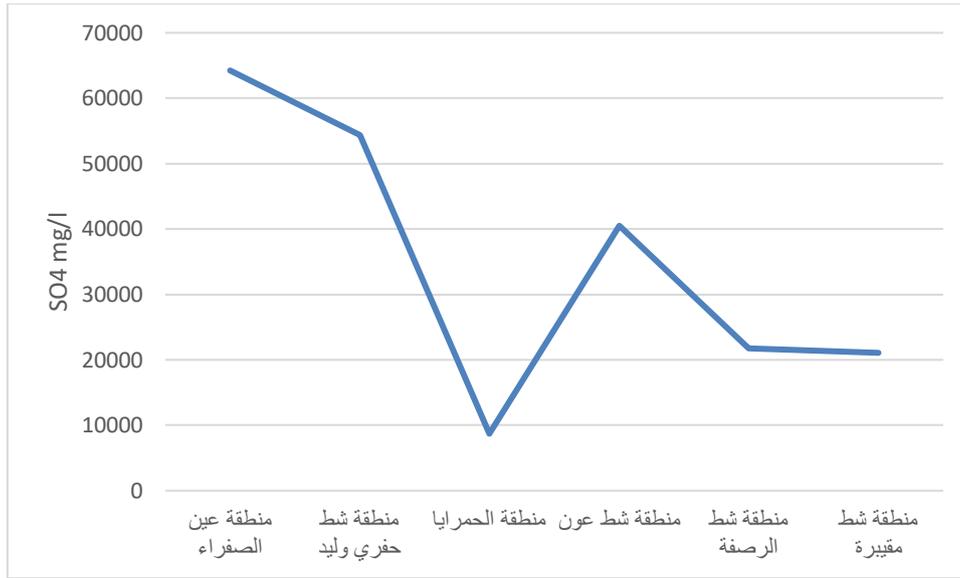
الشكل 39: تباين تركيزات البوتاسيوم في مياه شط مروان كدالة للمنطقة.

6.5. سلوك الكبريتات

توجد مع الكلوريدات والصوديوم والمغنيسيوم، العناصر الأكثر وفرة في المياه المالحة لشط مروان، وتظهر ملاحظات التباين في تركيزات الكبريتات في المياه ارتفاعا في منطقتين فقط (عين الصفراء، شط حفري وليد 64239.04 و 54375.76 ملجم/لتر) اما في باقي المناطق فهو منخفض نسبيا .

سلوك الكبريتات في المناطق التي شهدت تركيزا منخفضا تأثر بإضافتها مما أدى إلى تخفيف مياه الشط المالحة، وترتبط الزيادة في التركيزات بتغير حجم التدفق المائي إلى الشط الملحي في فصل الربيع، سواء بسبب الأمطار الزائدة أو العناصر المغذية للشط، هذا التغير في التدفق المائي يمكن أن يؤدي إلى تخفيف تركيز الملوحة وبالتالي زيادة تركيز الكبريتات نتيجة لتفريغ الشط من الماء ذو التركيز المنخفض.

وأیضا قد تحدث تغيرات في التربة أو الصخور المحيطة بالشط الملحي، مما يؤدي إلى إضافة كميات إضافية من الكبريتات إلى الماء.



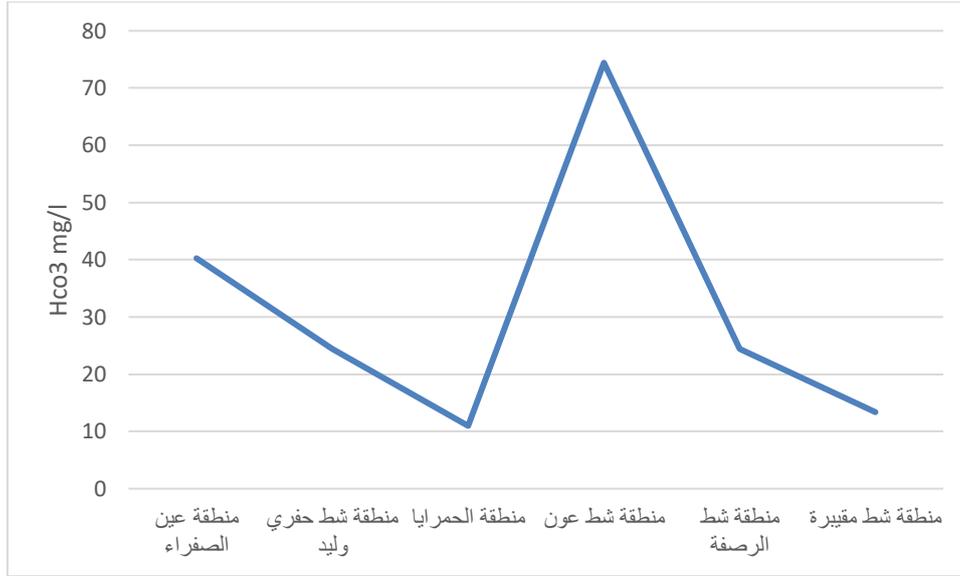
الشكل 40: تباين تركيزات الكبريتات في مياه مروان كدالة للمنطقة.

7.5. سلوك البيكربونات

يظهر منحنى تباين تراكيز البيكربونات في المياه المالحة لشط مروان نسب متفاوتة في التركيز تتراوح بين 10.98 ملجم/لتر / لتر و 40.26 ملجم / لتر الا في منطقة شط عون فقط نلاحظ زيادة في التركيز حتى 74.42 ملجم/لتر.

نفس هذه النتائج بان التغير في الظروف البيئية خلال فصل الربيع، مثل درجات الحرارة العالية وتبخر المياه بسبب زيادة الحرارة، إلى تركيز ملحي متزايد في المياه، مما يؤدي إلى انخفاض pH المياه.

يمكن أن تحدث تفاعلات كيميائية مع المعادن الأخرى الموجودة في المياه، مثل تفاعلات تبادل الأيونات، مما يؤدي إلى تغيرات في تركيز البيكربونات هذه هي بعض العوامل التي قد تسهم في انخفاض تركيز البيكربونات في المياه في الشط الملحي خلال شهر مارس 2024، وقد يكون السبب الدقيق يتطلب دراسة أو تحليل متخصص.



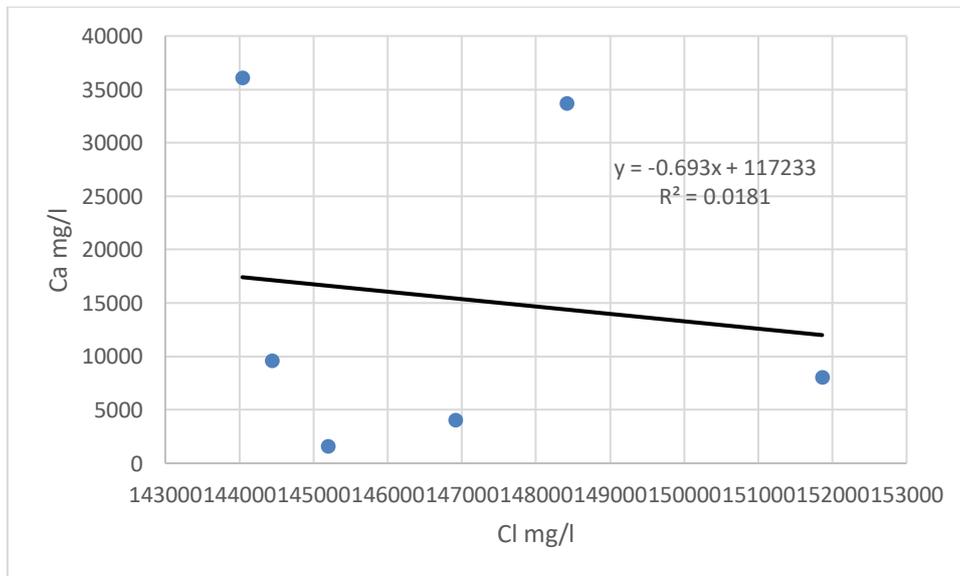
الشكل 41: تباين تركيزات البيكربونات في مياه مروان كدالة للمنطقة.

6. سلوك العناصر الكيميائية اعتمادا على الكلور

أظهرت نتائج التحليل الفيزيوكيميائي للمياه المتبقية من شط مروان أن الكلور هو العنصر الأكثر وفرة، أي أنه يبقى في حالته المائية في مراحل متقدمة من التبخر.

إن التباين في تركيزات العناصر المقاسة كدالة للكلور سوف يخبرنا عن العناصر التي من المحتمل أن تترسب خلال الدورة

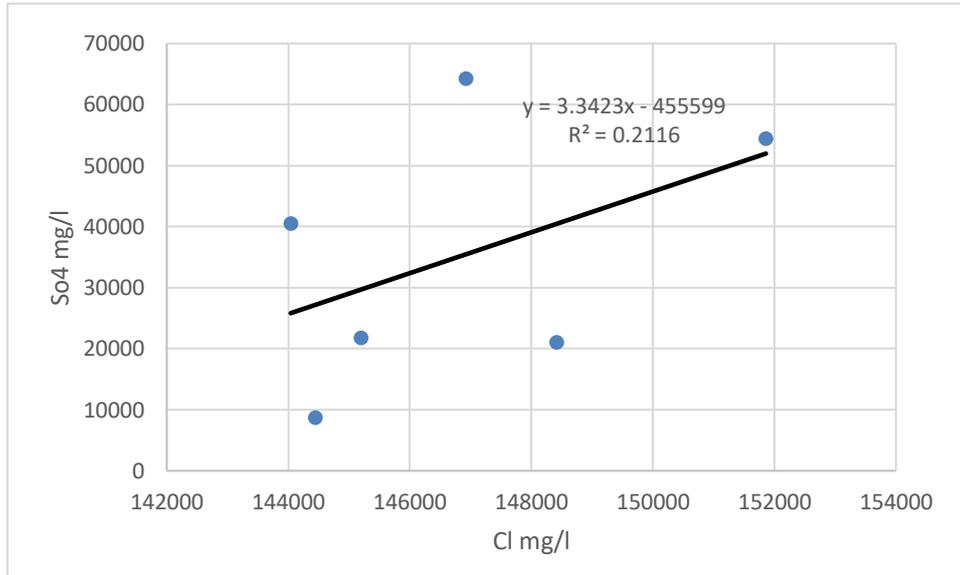
1.6 الكالسيوم



الشكل 42 : التباين في تركيز الكالسيوم تبعا للكلور .

تكون تركيزات الكالسيوم منخفضة جدا بالنسبة الى تركيزات الكلور الا بالنسبة الى منطقتين (عين الصفراء، شط الرصفة) , ويشير هذا السلوك إلى عدم وجود إمداد بالكالسيوم من خلال مصادر التغذية المختلفة في باقي المناطق، والذي سيتم ترسيبه لتكوين الكالسيت (CaCO_3) والجبس (CaSO_4)، $2\text{H}_2\text{O}$ ، الأنهدريت (CaSO_4).

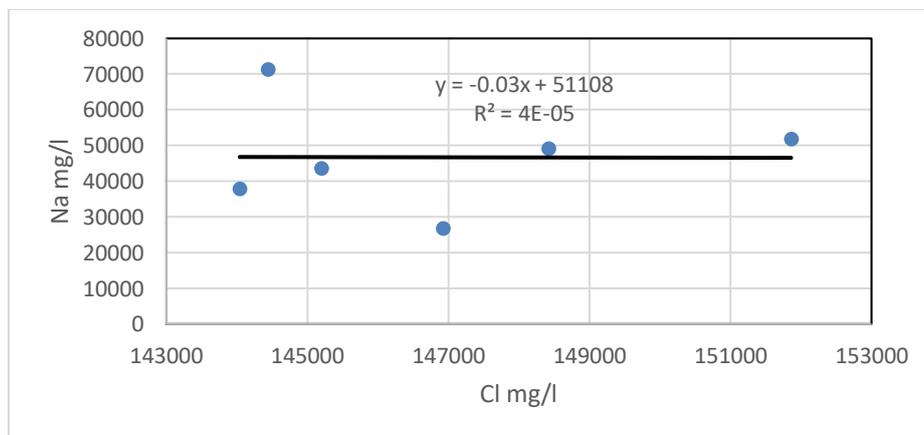
2.6. الكبريتات



الشكل 43 : التباين في تركيز الكبريتات تبعا للكلور .

تظهر الكبريتات علاقة إيجابية جيدة مع الكلور حيث ان الزيادة في الكبريتات تقابلها زيادة في الكلور، وعندما تقترب من التراكيز العالية تترسب الكبريتات لتكوين أملاح كبريتية مثل: الجبس (CaSO_4)، الإبسوميت ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)، الميرابيلايت ($\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

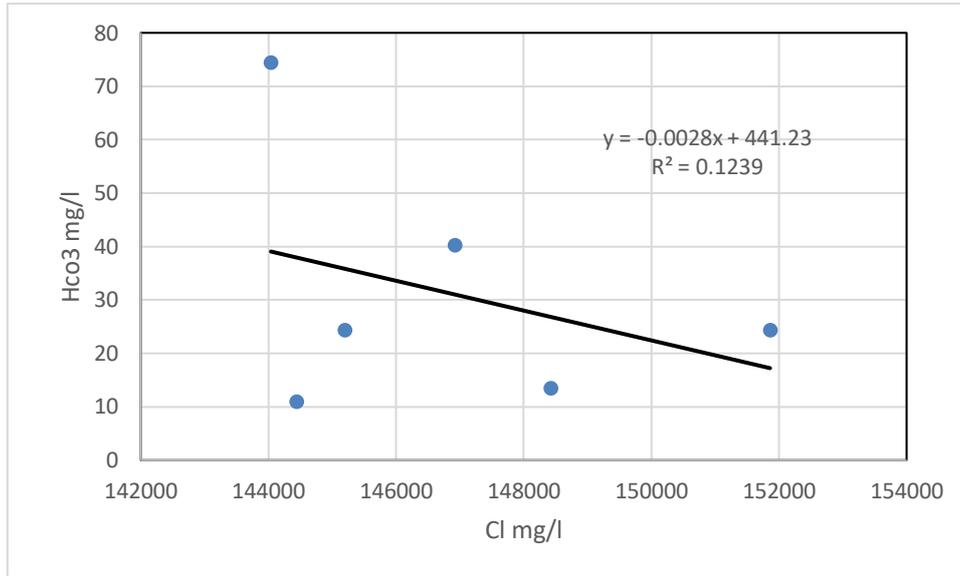
3.6. الصوديوم



الشكل 44 : التباين في تركيز الصوديوم تبعا للكلور .

الصوديوم والكلور هما العنصران الأكثر وفرة في المياه المالحة في الشط، ويؤكد الارتباط الإيجابي الجيد أن الصوديوم يبقى في حالته المائية بالقرب من الكلور في المراحل المتقدمة من التبخر، أو لوحظت تركيزات كبيرة في المياه المتبقية في الشط، حيث يترسب هذان العنصران في نفس الوقت لتكوين الهاليت (NaCl).

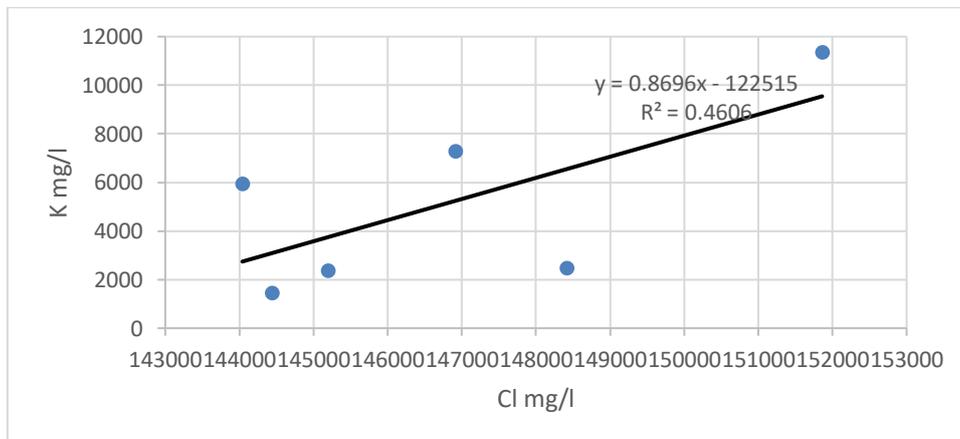
4.6. بيكربونات



الشكل 45: التباين في تركيز البيكربونات تبعاً للكلور.

إن سلوك البيكربونات كدالة للكلور منخفض جداً، ويتم الوصول إلى التركيزات العالية من البيكربونات عند تركيزات الكلور المنخفضة حتى نقطة حرجة حيث تحدد تركيزات الكلور هذه المستويات القصوى، وتبدأ البيكربونات في الانخفاض، مما يؤدي إلى وجود مخزون من البيكربونات التي سيتم ترسيبها على شكل كالسيت (CaCO₃).

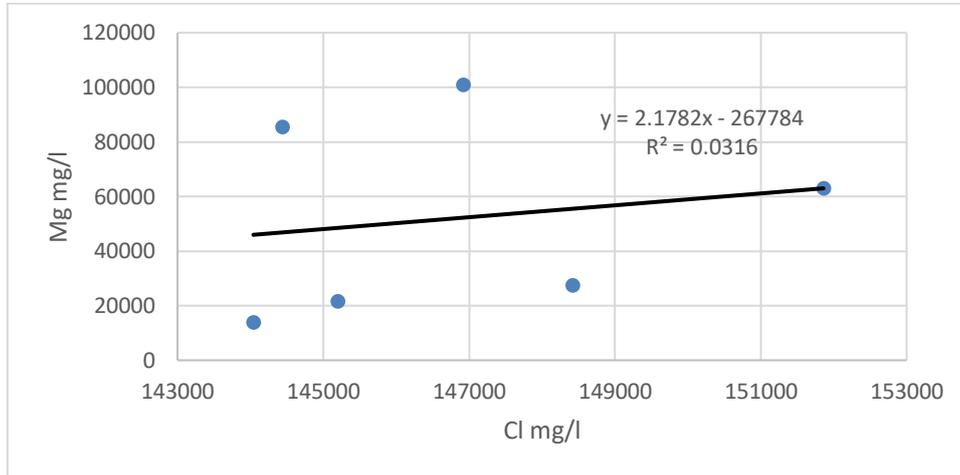
5.6. البوتاسيوم



الشكل 46: التباين في تركيز البوتاسيوم تبعاً للكلور.

سلوك البوتاسيوم كدالة للكلور يشبه كثيرا سلوك الكالسيوم، في البداية ارتباطًا إيجابيًا طفيفًا بمجرد زيادة تركيزات الكلور، يبدأ البوتاسيوم في الانخفاض، ويشير هذا السلوك إلى أن البوتاسيوم يترسب بشكل جيد أثناء الدورة المكثفة لتشكيل سيلفيت (KCL).

6.6. المغنيسيوم

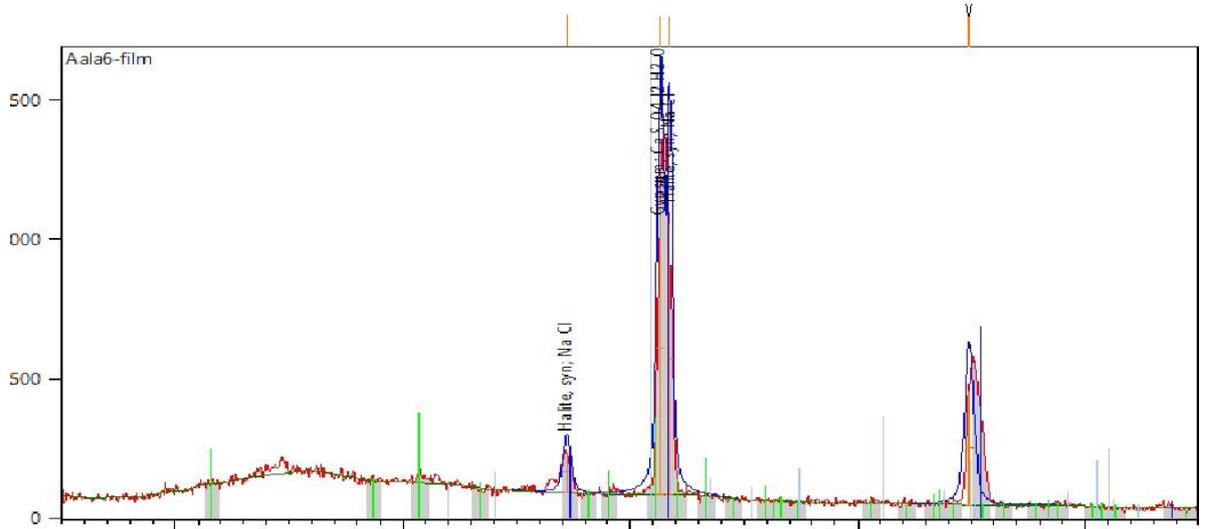
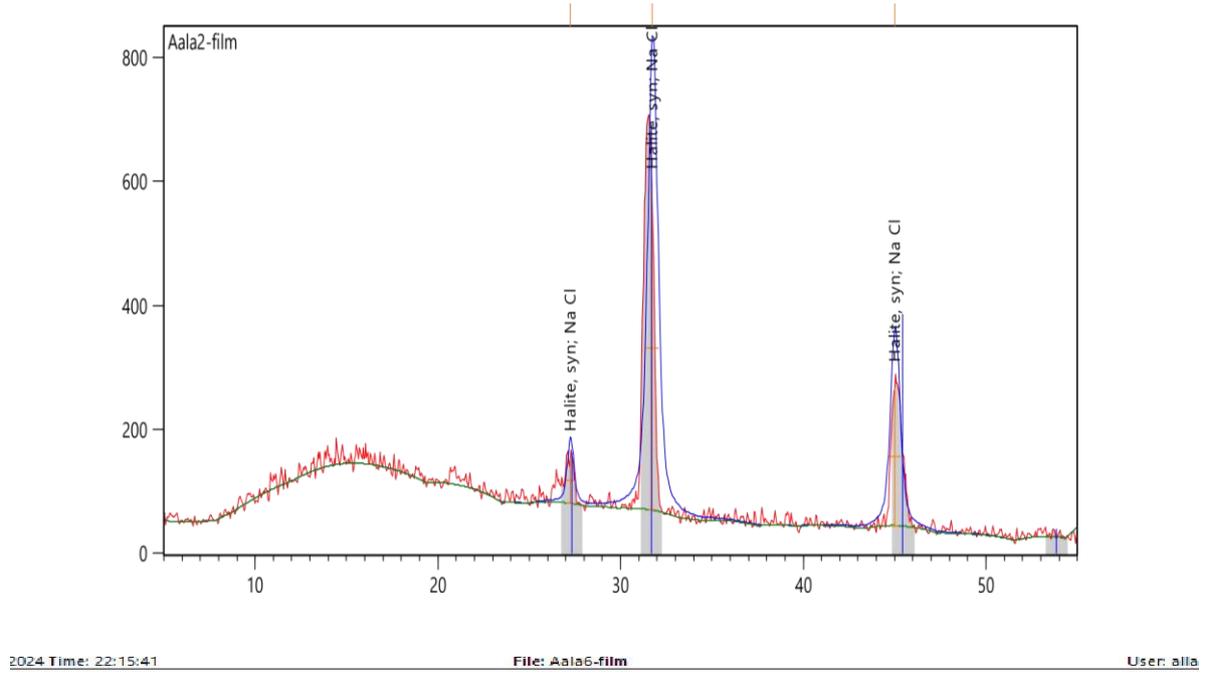


الشكل 47: التباين في تركيز المغنيسيوم تبعاً للكلور.

يظهر منحنى سلوك المغنيسيوم كدالة للكلور علاقة معقدة ومتنوعة بسبب التفاعلات الكيميائية التي تحدث مثل ترسبات كلوريد المغنيسيوم ($MgCl_2$)، حيث ان المغنيسيوم يمكن ان يأتي من التكوينات الجيولوجية الموجودة في المنطقة مثل الصخور النارية والرسوبية.

7. مناقشة نتائج DRX

تحديد المعادن التي تترسب في الشط يهدف عادة الى دراسة تكوين وتركيب هذه البيئة الطبيعية، بالإضافة الى ذلك فان فهم تواجد وتركيب المعادن في الشط يمكن ان يكون ذا أهمية كبيرة في مجالات كثيرة مثل الجيولوجيا والتشكل الجيولوجي والموارد الطبيعية مثل الملح معادن الأملاح التي تم جمعها من منطقة دراستنا سواء من الحقل أو من التبخير متساوي الحرارة. المعادن التي تم التعرف عليها بواسطة DRX هي: الهاليت، دولوميت، الجبس، وكميات قليلة من الإليت والكاولينيت-كلوريت.



الشكل 48 : DRX للاملاح بمنطقة الدراسة.

على وجه الخصوص، يمكن تمييز كلوريدات الصوديوم بسهولة من خلال أنماط حيود الأشعة السينية الخاصة بها اعتمادًا على وفرتها في المياه المحملة بالكلوريد والصوديوم والتي تساعد على تبلورها.

8. دراسة مقارنة الدورة الجيوكيميائية (2003) والعينات المأخوذة في شهر مارس 2024

من أجل دراسة التوازن الجيوكيميائي لشط مروان 2024 قمنا بمقارنة النتائج المتحصل عليها في شهر مارس 2024 مع الدورة الجيو كيميائية 2003 وكانت المقارنة كما يلي:

1.8 المعلمات الفيزيائية والكيميائية

1.1.8 درجة الحموضة pH

درجة حموضة الماء في شط مروان سنة 2003 (حسب الدراسات التي اجراها حسيني) تتراوح بين 6.5 و7.35 أي انها مرتفعة بالنسبة لعينات شهر مارس 2024.

2.1.8 درجة الحرارة T

درجة الحرارة في دورة 2003 تتراوح بين 12 و19 درجة مئوية مع اختلاف في تاريخ اخذ العينات كما انها تساعدنا في الدراسة لان درجة الحرارة مهمة جدا في دراسة التوازن الجيوكيميائي للمنطقة.

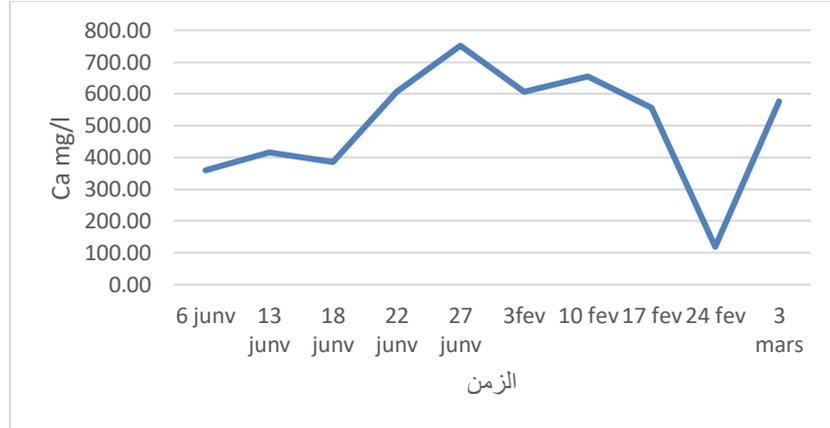
3.1.8 كثافة المحلول الملحي

نلاحظ انا الكثافة تتراوح بين 1.15 و1.21 أي انها مشابهة للكثافة في عينات شهر مارس 2024 كما يمكن ان يكون ذلك مؤشرا على تركيز مرتفع من المواد المذابة.

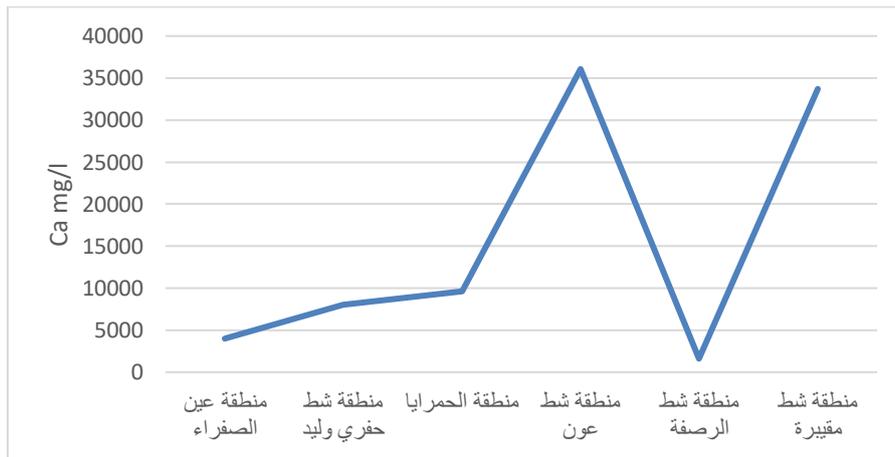
التاريخ	درجة الحموضة Ph	درجة الحرارة T	الكثافة
6/1	7.12	19	1.21
13/1	7.19	19	1.2
18/1	7.35	16	1.16
22/1	7.23	16	1.16
27/1	6.9	17	1.15
3/2	6.08	17	1.17
10/2	7.06	12	1.18
17/2	7.06	18	1.19
24/2	6.5	18	1.16
3/3	7.34	19	1.19

جدول 3 : التغيرات في درجة الحرارة , درجة الحموضة PH وكثافة المحلول الملحي (حسيني 2003).

2.8. سلوك العناصر الرئيسية 1.2.8. الكالسيوم



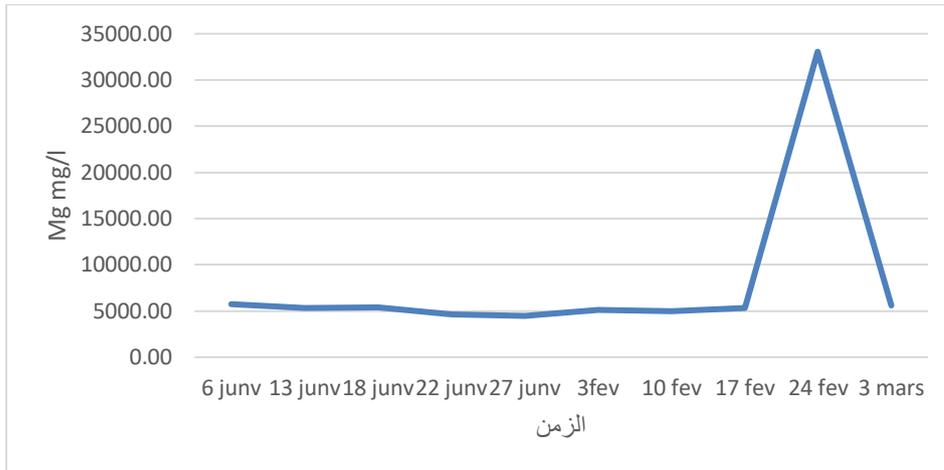
الشكل 49 : التباين في تركيز الكالسيوم كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003).



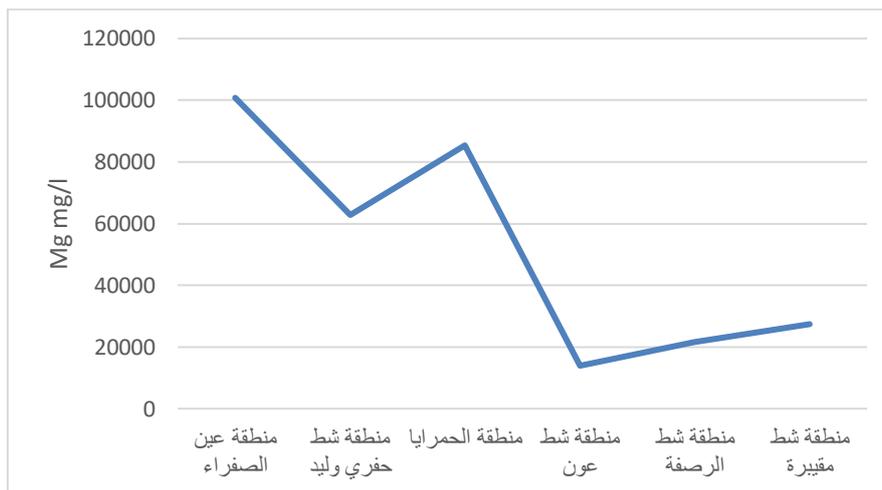
الشكل 50 : التباين في تركيز الكالسيوم كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024).

يظهر سلوك الكالسيوم ارتفاعا كبيرا في عينات مارس 2024 بالنسبة لدورة 2003 وهذا راجع الى عدة عوامل منها التغير في المناخ وتاريخ اخذ العينات وغيرها حيث انا تركيز عينات مارس 2024 يصل الى 36072 ملجم/لتر كحد اقصى في منطقة شط عون.

2.2.8. المغنيسيوم



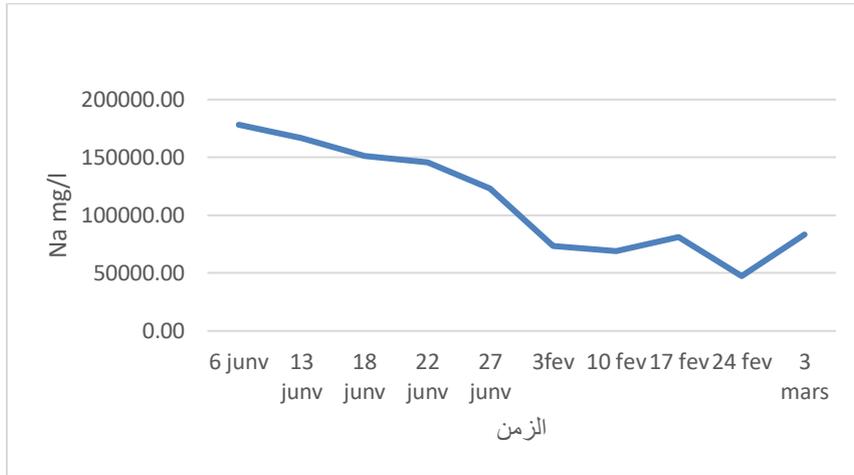
الشكل 51 : التباين في تركيز المغنيسيوم كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003).



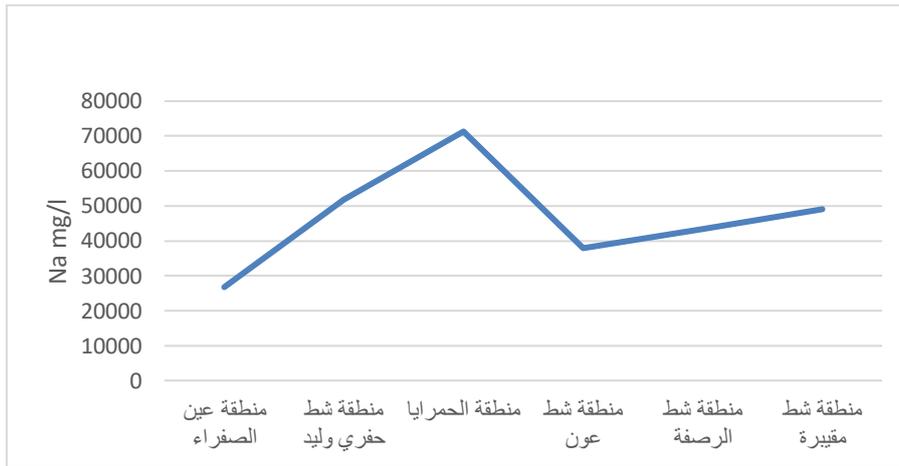
الشكل 52 : التباين في تركيز المغنيسيوم كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024).

يظهر منحنى تطور المغنيسيوم ارتفاعا كبيرا في عينات مارس 2024 بالنسبة لدورة 2003 الا في أواخر فيفري دورة 2003 فقد شهدت ارتفاعا في تركيز المغنيسيوم وصل الى 33057.04 ملجم/لتر كما ان أدنى تركيز في عينات مارس 2024 وصل 13920 ملجم/لتر.

3.2.8. الصوديوم



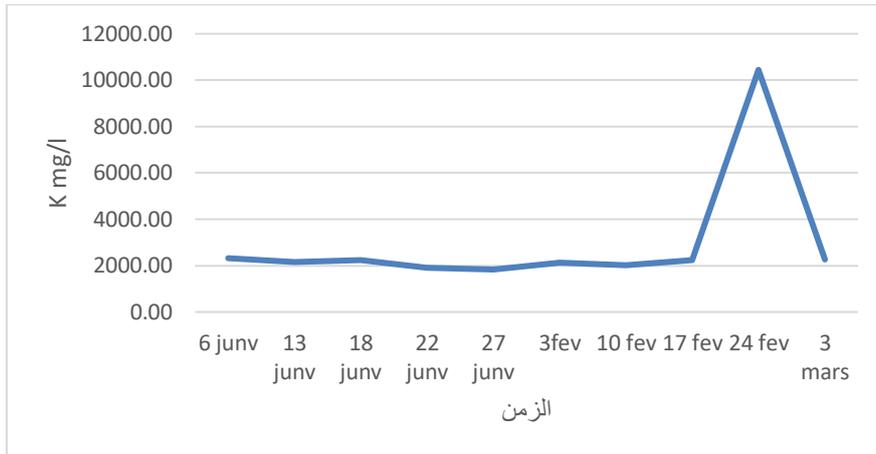
الشكل 53 : التباين في تركيز الصوديوم كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003).



الشكل 54 : التباين في تركيز الصوديوم كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024).

يظهر تطور سلوك الصوديوم علاقة جيدة نوعا ما حيث التركيز متقارب بين دورة 2003 وعينات مارس 2024 الا في بداية دورة 2003 (شهر جانفي) فقد شهدت ارتفاعا كبيرا في التركيز يصل الى 178253.6 ملجم/لتر.

4.2.8. البوتاسيوم



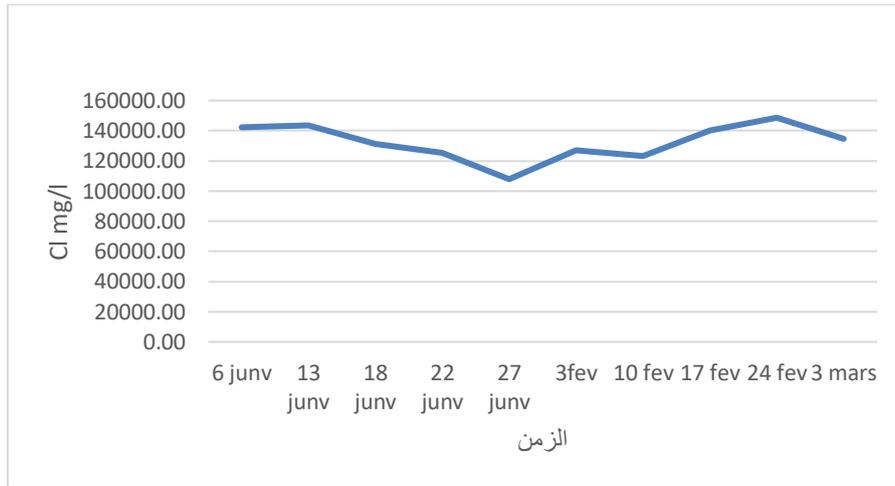
الشكل 55 : التباين في تركيز البوتاسيوم كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003).



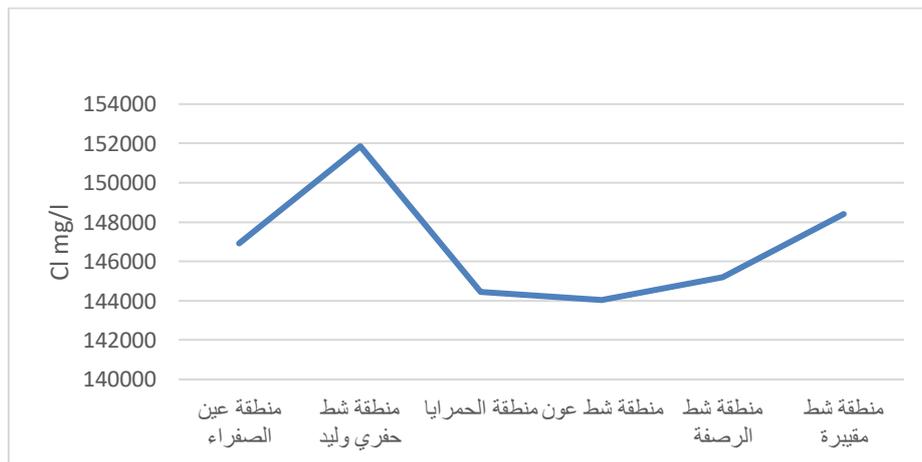
الشكل 56 : التباين في تركيز البوتاسيوم كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024).

يظهر منحنى سلوك البوتاسيوم تذبذب في التركيز في عينات شهر مارس 2024 اما دورة 2003 نلاحظ انا هناك ثبات في التركيز حتى أواخر شهر فيفري ارتفع الى 10442.46 ملجم/لتر كأقصى قيمة ثم ينخفض في شهر مارس من الدورة.

5.2.8. الكلور



الشكل 57 : التباين في تركيز الكلور كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003).

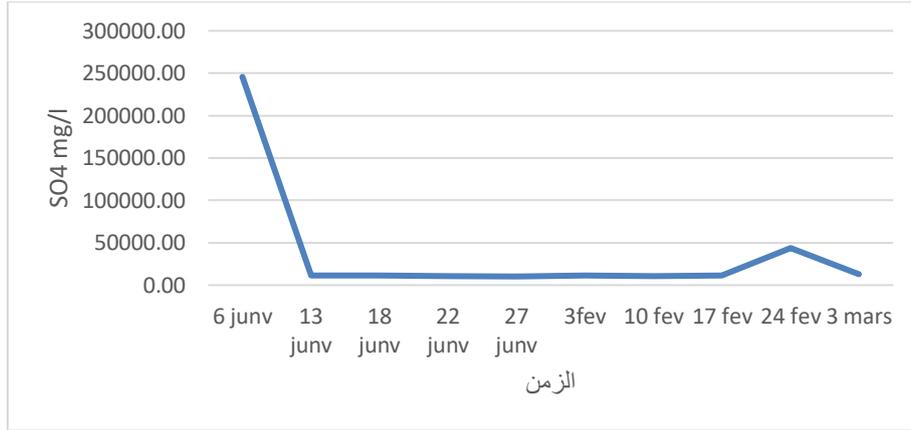


الشكل 58: التباين في تركيز الكلور كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024).

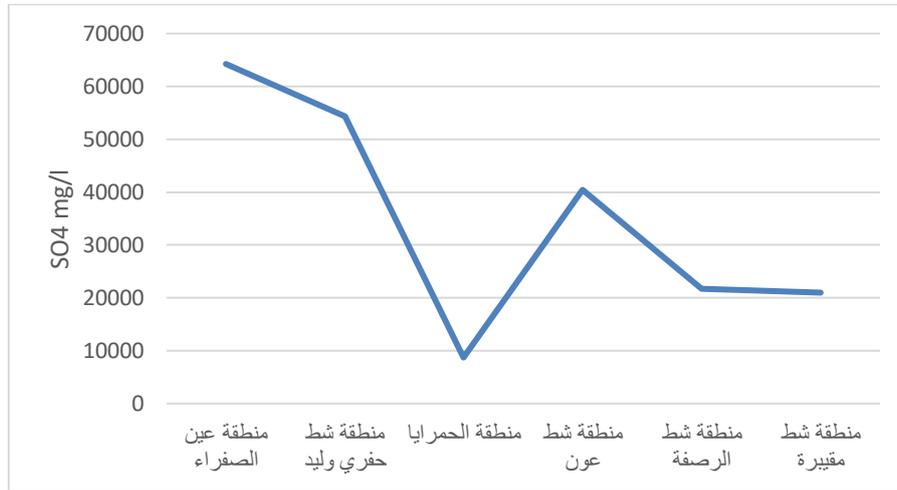
يظهر سلوك الكلور نمط تطابق كبير بين عينات شهر مارس 2024 ودورة 2003 الا ان تركيز الكلور في عينات مارس 2024 شهد ارتفاعا طفيف نسبيا وصل الى 151860 في منطقة شط حفري وليد.

6.2.8. الكبريتات

سلوك الكبريتات معقد نوعا ما حيث انه في عينات شهر مارس 2024 نلاحظ ارتفاعا وانخفاض في التركيز على حسب المنطقة اما في دورة 2003 فقد شهدت ارتفاع كبير في التركيز في بداية الدورة ثم يثبت في حدود 10000 و13500 ملجم/لتر حتى أواخر الدورة.



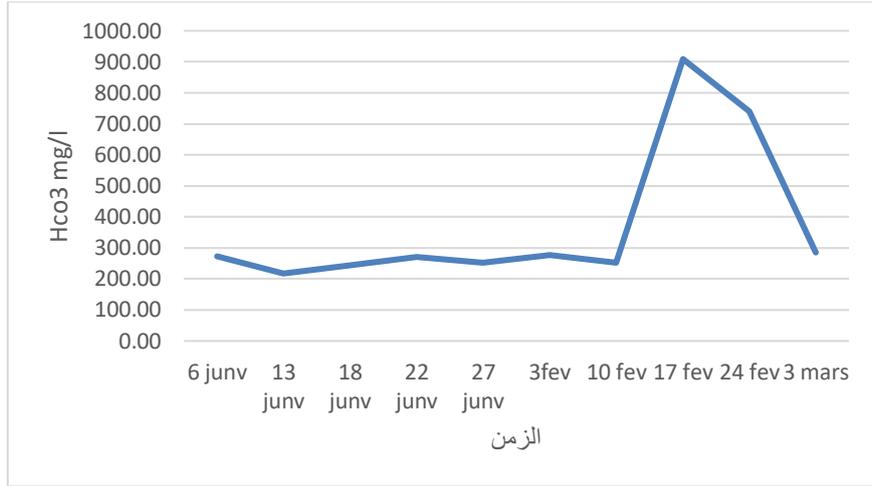
الشكل 59: التباين في تركيز الكبريتات كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003).



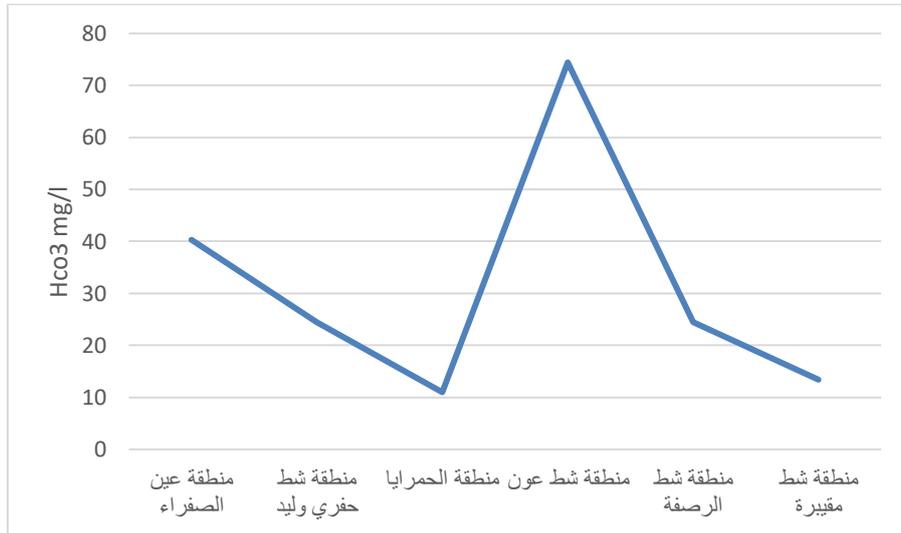
الشكل 60: التباين في تركيز الكبريتات كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024).

7.2.8. البيكربونات

يظهر منحنى سلوك البيكربونات نمط متطابق بين عينات شهر مارس 2024 ودورة 2003 ولكن التراكيز غير متطابقة حيث انا تراكيز عينات شهر مارس 2024 منخفضة جدا بالنسبة الى دورة 2003.



الشكل 61 : التباين في تركيز البيكربونات كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003).



الشكل 62 : التباين في تركيز البيكربونات كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024).

3.8. علم المعادن من الأملاح المترسبة

إن تفسير أطياف XRD لعينات الملح المأخوذة من منطقة الشط في كلا الموسمين (2003، 2009) كشف عن نفس التسلسل المعدني، وترتيب تراكب هذه المعادن هو حسب درجة ذوبانها.

تم التعرف على عدة معادن مترابكة من الأسفل إلى الأعلى بالترتيب التالي:

الكالسيت (CaCo3).

الكبريتيدات (CaSO4).

الهاليت (كلوريد الصوديوم).

بيشوفيت (MgCl2.6H20).

المعادن الأقل ذوباناً هي أول من يترسب متأثراً بالتغير الطفيف في درجة الحرارة، بينما تبقى المعادن الذائبة في حالاتها المائية في مراحل التبخر المتقدمة، وبالتالي تترسب عند درجات حرارة متزايدة (قادري 2011).

9. المناقشة والاستنتاجات

يشكل شط مروان نظام بيئي متميز كما انه يوجد علاقة واضحة بين حالة البيئة والمظهر العام ونوعية المياه والاملاح المترسبة في الشط حيث انها تدرس في دورات تطويرية طويلة نوعية المياه هي عامل ونتيجة في نفس الوقت، تظهر خصائصها عندما تحدد الخصائص الفيزيائية والكيميائية وأيضا سلوك العناصر الكيميائية الكبرى كما ان نتائج أظهرت تغير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية وأيضا تطور السلوك بين عينات شهر مارس 2024 والدورة الجيوكيميائية 2003 حيث ان تركيز العناصر الكيميائية عموما كان أكبر في شهر مارس 2024 وهذا راجع الى عوامل مناخية بالدرجة الأولى وأيضا مصادر المياه المغذية للشط الغير ثابتة. الاملاح المترسبة في الشط أظهرت اختلافا بين شهر مارس 2024 ودورة الجيوكيميائية 2003 حيث ان نتائج تفسير أطياف DRX أظهرت لنا معادن لم تظهر في شهر مارس 2024 مثل الكالسيت (CaCo3) الذي يتوفر في دورة 2003.

خاتمة عامة

منطقة شط مروان تقع في الجزء الشمالي من الصحراء الجزائرية، وهي حوض داخلي على شكل منخفض تكتوني ناتج عن التأثير المشترك لعدة حركات تكتونية من العصور الثانوية. السلسلة الطبقيّة في المنطقة تتكون أساساً من الدهر الوسيط ورواسب حقبة الحياة الحديثة، وتظهر عدم توافقاً كبيراً مع تضاريس عصر حقبة الحياة القديمة. هناك تدفق حطامي يعود إلى العصر الرباعي، ويتميز بانقطاع في حقبة الحياة الحديثة.

لدراسة التوازن الجيوكيميائي لشط مروان قمنا بدراسة المقارنة بين الدورة الجيوكيميائية (2003) وشهر مارس 2024.

لتكشف النتائج التالية:

1. معظم العناصر الرئيسية التي تم تحليلها في مياه الشط المالحة خلال دورة 2003 وشهر مارس 2024 لم تحافظ على نفس نمط السلوك
2. حساب مؤشر التشبع يظهر أن المياه المالحة لشط مروان (مارس 2024) مفرطة التشبع بالهاليت والجبس والدولوميت مقارنة بعام 2003، التي اقتربت مياه الشط من التشبع بالجبس والأنهيدريت، مشبعة بالكالسيت، غير مشبعة بالهاليت في البداية لتصل إلى التشبع عند نهاية الدورة.

هذه الملاحظات التي ميزت الفرق بين دورة 2003 وشهر مارس 2024 التي فقط نحتاجها لدراسة التوازن الجيوكيميائي سوف تبرر وتجادل كلاً من النتائج التي توصلنا إليها فيما يتعلق بالأصل الرئيسي لملوحة مياه شط مروان وأنها بصدد استهلاك الأملاح المعاد تدويرها في السنوات الأخيرة.

أما على الصعيد الاقتصادي، فصحيح أن لدينا ثروة معدنية تتطور مع مرور السنين، ولكن من الناحية العلمية هناك عدد لا يحصى من الأسئلة التي تطرح: هل هذه الثروة مستدامة؟ وما هي العوامل التي تؤثر على تطور هذه الثروة؟ إلخ.

وأخيراً، يشكل شط مروان تراثاً صناعياً يجب الحفاظ عليه وحمايته من التدهور البيئي، الأمر الذي يتطلب دراسات معمقة ورصد صارم لتطور الشط

الفهرس

فهرس العناوين

3	الإهداء
5	ملخص
1	مقدمة عامة
2	I الفصل الاول: الاطار الجغرافي والجيولوجي للمنطقة
3	1. التعريف بالمنطقة
3	1-1 شط مروان
3	2- الوضع الجيولوجي
7	3- علم التشكل المورفولوجيا
7	4- المناخ
8	4.1 الحرارة
9	4.2 الرطوبة
10	34. الرياح
10	4.4 هطول الأمطار
11	5.4 التبخر
11	4.6 مدة التشميس
12	5. الجيولوجيا الإقليمية
12	5.1 رسم الطبقات الحجرية
16	6. الجيولوجيا المحلية
16	6.1 الدهر الوسيط
17	6.2 حقبة الحياة الحديثة
17	6.3 العصر الرباعي
20	1. الجدول المكاني لأخذ العينات
21	2. طرق جمع العينات
21	2.1 أخذ عينات المياه
21	2.2 عينات الملح
21	3. التحاليل المخبرية
21	3.1 تحليل المياه
30	3.2 تحليل الملح
31	4. البرامج المستعملة

31.....	4.1 مخطط بايبر
32.....	X pert high-score Plus 4.1
33.....	III الفصل الثالث: النتائج والتفسير
34.....	1. المظهر العام للشط
36.....	2. مصادر المياه الرئيسية للشط
37.....	1.2 قناة تجميع واد ريغ
37.....	2.2 مياه الأمطار
37.....	3.2 المياه الجوفية
38.....	3. المعلمات الفيزيائية والكيميائية
41.....	4. السحنات الكيميائية للمياه المالحة بشط مروان
42.....	5. سلوك العناصر الرئيسية الكبرى
48.....	6. سلوك العناصر الكيميائية اعتمادا على الكلور
48.....	1.6 الكالسيوم
49.....	2.6 الكبريتات
49.....	3.6 الصوديوم
50.....	4.6 بيكرونات
50.....	5.6 البوتاسيوم
51.....	6.6 المغنيسيوم
51.....	7. مناقشة نتائج DRX
52.....	8. دراسة مقارنة الدورة الجيوكيميائية (2003) والعينات الماخوذة في شهر مارس 2024
53.....	1.8 المعلمات الفيزيائية والكيميائية
54.....	2.8 سلوك العناصر الرئيسية
60.....	3.8 علم المعادن من الأملاح المترسبة
61.....	9. المناقشة والاستنتاجات
62.....	خاتمة عامة

فهرس الاشكال والصور

- الشكل 1 : الوضع الجغرافي لشط مروان وشط ملغيع (google map 2024)..... 3
- الشكل 2 : الموقع الجغرافي لشطوط في شمال افريقيا (حسيني 2006) 4
- الشكل 3 :خريطة الموقع الجغرافي والجيولوجي لشط مروان (استنادا الى الخطة الاصلية لجيرو 1990..... 5
- الشكل 4 : الوحدات الجيولوجية الكبرى في الصحراء الكبرى 6
- الشكل 5 : القسم الجيولوجي OW-NE بالجزائر. (المجلس العالمي للطاقة 2007)..... 7
- الشكل 6 : المتوسط الشهري والسنوي لدرجات الحرارة الدنيا خلال فترة الرصد (2005-2014)..... 8
- الشكل 7 : المتوسط الشهري والسنوي لدرجات الحرارة القصوى خلال فترة الرصد (2005-2014)..... 9
- الشكل 8 : متوسط الرطوبة الشهرية والسنوية خلال فترة الرصد (2005-2014)..... 9
- الشكل 9 متوسط سرعة الرياح الشهرية والسنوية خلال فترة الرصد (2005-2014)..... 10
- الشكل 10 : متوسط الهطولات الشهرية خلال فترة الرصد (2005-2014)..... 10
- الشكل 11 :متوسط التبخر الشهري خلال فترة الرصد (2005-2014)..... 11
- الشكل 12 :مدة متوسط التشميس الشهري والسنوي خلال فترة الرصد (2005-2014)..... 12
- الشكل 13 : الخريطة الجيولوجية الإقليمية للصحراء الشمالية (2003 OSS) 15
- الشكل 14 : السلم الطبقي الاصطناعي لمنطقة شط مروان. 18
- الشكل 15:خريطة مواقع العينات الماخوذة من شط مروان مارس 2024 التي قمنا بدراستها(google map2024) (..... 15
- 20..... 20
- الشكل 16 : مبدأ الترشيح..... 22
- الشكل 1.17: معامل PH وميتروهم. كوند هانا هاي 9829 . الشكل 2.17: معامل PH متعدد المعلمات. 22
- الشكل 18 : جهاز ترشيح فراغي زجاجي مع وصلة أرضية. 24
- الشكل 19 :مقياس الطيف الضوئي لانبعاث اللهب من النوع JENWAY PFP7..... 24
- الشكل 20 :منحنى معايرة الصوديوم Na..... 25
- الشكل 21 : منحنى معايرة الكالسيوم K..... 26
- الشكل 22 :الوضع النموذجي للمعايرة..... 27
- الشكل 23 : مقياس جهد أوتوماتيكي من نوع ميتروم..... 29
- الشكل 24 : تطور الإمكانيات كدالة للحجم المضاف للنترات 30
- الشكل 25 : هندسة برج-برينتانو تشرح قانون براج عن طريق القياس على الانعكاس. 31
- الشكل 26 :مقياس حيود الأشعة السينية من نوع ريجاكو..... 31
- الشكل 27 : الجسم المائي في الشط (مارس 2024)..... 34
- الشكل 28 شواطئ شط مروان بالسهل الملحي(مارس 2024)..... 35
- الشكل 29 : تصفية المياه المالحة واستخراج الملح (مارس 2024)..... 36
- الشكل 30 : التغيرات في درجة حموضة الماء في مناطق مختلفة من شط مروان (مارس 2024)..... 39

- الشكل 31 : التغيرات في درجة حرارة الماء في مناطق مختلفة من شط مروان (مارس 2024) 40
- الشكل 32 : التغيرات في كثافة المحلول الملحي في مناطق مختلفة من شط مروان (مارس 2024) 40
- الشكل 33 : التركيب الكيميائي للمياه المالحة من شط مروان خلال شهر مارس 2024 41
- الشكل 34 : تمثيل التركيب الكيميائي للمياه المالحة لشط مروان في مخطط بايبيير. 42
- الشكل 35: التباين في تركيز الكالسيوم في الماء في شط مروان كدالة للمنطقة. 43
- الشكل 36 تباين تركيزات المغنيسيوم في مياه شط مروان كدالة للمنطقة. 44
- الشكل 37 : تباين تركيزات الصوديوم في مياه شط مروان كدالة للمنطقة. 44
- الشكل 38: تباين تركيزات الكلور في مياه شط مروان كدالة للمنطقة. 45
- الشكل 39: تباين تركيزات البوتاسيوم في مياه شط مروان كدالة للمنطقة. 46
- الشكل 40: تباين تركيزات الكبريتات في مياه مروان كدالة للمنطقة. 47
- الشكل 41: تباين تركيزات البيكربونات في مياه مروان كدالة للمنطقة. 48
- الشكل 42 : التباين في تركيز الكالسيوم تبعاً للكلور. 48
- الشكل 43 : التباين في تركيز الكبريتات تبعاً للكلور. 49
- الشكل 44 : التباين في تركيز الصوديوم تبعاً للكلور. 49
- الشكل 45: التباين في تركيز البيكربونات تبعاً للكلور. 50
- الشكل 46: التباين في تركيز البوتاسيوم تبعاً للكلور. 50
- الشكل 47: التباين في تركيز المغنيسيوم تبعاً للكلور. 51
- الشكل 48 : DRX للاملاح بمنطقة الدراسة. 52
- الشكل 49 : التباين في تركيز الكالسيوم كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003). 54
- الشكل 50 : التباين في تركيز الكالسيوم كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024). 54
- الشكل 51 : التباين في تركيز المغنيسيوم كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003). 55
- الشكل 52 : التباين في تركيز المغنيسيوم كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024). 55
- الشكل 53 : التباين في تركيز الصوديوم كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003). 56
- الشكل 54 : التباين في تركيز الصوديوم كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024). 56
- الشكل 55 : التباين في تركيز البوتاسيوم كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003). 57
- الشكل 56 : التباين في تركيز البوتاسيوم كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024). 57
- الشكل 57 : التباين في تركيز الكلور كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003). 58
- الشكل 58: التباين في تركيز الكلور كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024). 58
- الشكل 59: التباين في تركيز الكبريتات كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003). 59
- الشكل 60: التباين في تركيز الكبريتات كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024). 59
- الشكل 61 : التباين في تركيز البيكربونات كدالة للوقت (جانفي, فيفري, مارس 2003). 60
- الشكل 62 : التباين في تركيز البيكربونات كدالة للمنطقة (شهر مارس 2024). 60

فهرس الجداول

- جدول 1 : جدول العينات الماخوذة للدراسة.....20
- جدول 2 : الميزان المائي لشط مروان 2003 (قادري 2011).....38
- جدول 3 : التغيرات في درجة الحرارة , درجة الحموضة PH وكثافة المحلول الملحي (حسيني 2003).....53