

منشأ التركيب الكيميائي للمياه الجوفية في رسوبيات النيوجين القارية والعوامل المؤثرة فيه - العاصي الأوسط - شرق السلمية

الدكتور سليم حميد*

(قبل للنشر في 2005/9/18)

□ الملخص □

تُظهر المياه الجوفية في رواسب النيوجين القارية في منطقة العاصي الأوسط، شرق مدينة السلمية، خصائص كيميائية استثنائية تبعاً لتأثيرات كل من العوامل المناخية والليتولوجية والهيدروديناميكية، فقد تبين من خلال هذا البحث ما يلي :

وجود اتصال هيدروليكي جوفي شرق منطقة الدراسة خلال فترة النهوض، بين حوض العاصي وحوض البادية، محملاً بالشوارد الكيميائية (مثل الكلور والمغنيزيوم)، الناتجة عن غسل رواسب المتبخرات المنتشرة هناك، وذلك تبعاً لقابلية الانحلال العالية لهذه الرواسب، وعن ذوبان بعض الفلزات الجصية الغنية بالكالسيوم والكبريتات، المنتشرة في اللحقيات الرباعية في منطقة الدراسة ومحيطها الشرقي والشمال.

تكتسب المياه الجوفية تركيبها الكيميائي انطلاقاً من الشوارد الكيميائية الناتجة عن غسل رواسب المتبخرات الغنية بالكلور والمغنيزيوم، ومن ذوبان الفلزات الجصية الغنية بالكالسيوم والكبريتات والمنتشرة في منطقة الدراسة وفي محيطها بشكل عام، وكذلك من شاردة البيكربونات والتي تعود بمنشئها إلى الأمطار ذات الطبيعة الحامضية، والمتسربة نحو الصخور الكلسية، لتتقل منحلة، (إضافة لما تحمله المياه الناتجة عن الاتصال الهيدروليكي الجوفي في شرق منطقة الدراسة من شوارد منحلة، وذلك أثناء فترة النهوض الأعظمي لمنسوب المياه الجوفية، والتي تتركز بمعظمها جنوب شرق المنطقة نظراً لضعف نفوذية التوضعات الحاملة من ناحية، ولقرب مياهها الجوفية من السطح من ناحية أخرى) .

هناك تأثير واضح لمختلف العوامل المناخية والليتولوجية والهيدروديناميكية على كيميائية المياه الجوفية وعلى كيفية توزيع شواردها، حيث نجد التركيز العالي للتركيب الكيميائي في المستويات المائية القريبة من سطح الأرض، في حين ينخفض هذا التركيز في المستويات المائية الأعمق .

تميزت التوضعات النيوجينية الحاملة للمياه الجوفية في هذه المنطقة، بمعامل نفوذية ضعيف عموماً مما ساعد على انحلال الشوارد الكيميائية من جهة، وعلى إعاقة انتقال نواتج الانحلال مع حركة المياه الجوفية من جهة أخرى . تتراكم هذه الشوارد مكانياً مؤدية بذلك إلى إعطاء تركيز أعلى لقيمها مقارنةً مما هو عليه في مياه المستويات المائية الأعمق .

أدت الظروف الهيدروجيولوجية لهذه المنطقة (استثمار المياه الجوفية) إلى إعطاء ملوحة أقل تركيزاً في المياه العميقة مقارنة مع ملوحة المياه القريبة من السطح.

ونتيجة لتضايف تأثير مختلف العوامل المدروسة، المناخية والليتولوجية والهيدروديناميكية، نجد أن كيميائية المياه الجوفية للتوضعات النيوجينية القارية في المنطقة، تُبدي سلوكية ظاهرياً متناقضة مع القاعدة العامة لتغير التركيب الكيميائي للمياه الجوفية في الطبقة الحاملة الواحدة .

الكلمات - المفتاحية : الهيدروجيولوجيا، الهيدروكيميا، نوعية المياه، الاتصال الهيدروليكي الجوفي، حوض العاصي، سوريا.

* مدرس في قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة دمشق - دمشق - سوريا.

Origine du Chimisme des Eaux Souterraines du Néogène Continental et les Facteurs Influençant Sur Lui. Est de Al-Salamieh – Bassin Al-Assi - Syrie.

Dr. Salim Hamid*

(Accepté 18/9/2005)

□ Résumé □

Les eaux souterraines du Néogène continental, situé à l'Est de AL SALAMIEH, montrent des caractères chimiques très spéciaux variants suivant l'influence des facteurs climatiques, lithologiques, et hydrodynamiques.

Ce travail présente les résultats suivants :

- Existence d'une connexion hydraulique des eaux souterraines, située au sud-est de la région étudiée, avec le bassin AL – Badiya .cette connexion hydraulique amène a la région étudiée, des apports supplémentaires des ions chimiques (comme Ca^{+2} , Mg^{+2} , et Cl^{-1} , So_4^{-2}) résultants du lessivage des sédiments d'origine évaporitique

Tels que : Les roches évaporitiques et les formations gypseuses, existant dans les sédiments du Quaternaire qui couvre des parties de la région et son entour.

- Le chimisme de ces eaux se composent donc a partir de ces ions qui résultent du lessivage des sédiments évaporitique de la région même et ceux amenés en plus, par la connexion déterminée, et de la dissolution des roches carbonates sous l'effet de l'acidité faible des précipitations. Ces ions se concentrent ultérieurement par l'évaporation et s'accumulent ensuite avec les apports supplémentaires amenés par la connexion hydraulique des eaux souterraines, (durant la période des hautes eaux), dans la partie sud – est de la région ou la perméabilité est faible, et la surface des eaux souterraines sont peu profondes.

- Existence d'une influence directe des divers facteurs climatiques, lithologiques, et hydrodynamiques sur le chimisme des eaux souterraines, ainsi que sur la distributions de leurs ions :

La concentration élevée des ions se trouve où la surface piezométrique est peu profonde, tandis que celle moins élevée distingue les eaux profondes.

La faible perméabilité des sédiments étudiés offre la possibilité d'une bonne dissolution des roches, et empêche au même temps le transport de ses résultantes. Ces résultantes s'accumulent sur place pour augmenter la concentration des composants chimiques par rapport aux ceux des eaux profondes.

Les conditions d'exploitation des eaux souterraines dans la région exigent une concentration chimique moins élevée des eaux profondes par rapport aux celles des eaux peu profondes.

Ainsi, le chimisme des eaux souterraines de cette région montrent (à cause de l'influence des divers facteurs précédents) un comportement chimique apparemment, contradictoire avec la règle générale de la variations du chimisme des eaux souterraines dans la même nappe.

Mots-clés: Hydrogéologie, hydrochimie, Qualité eau, connexion hydraulique souterraine, Bassin AL ASSI, Syrie.

*Enseignant au Département de Géologie, Faculté de Sciences, Université de Damas, Damas, Syrie

مقدمة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الأوسط من حوض العاصي، على حدوده الشرقية بين خطي طول (36,54,48 و 37,34,14 شرقاً)، وخطي عرض (34,45,06 و 35,11,30 شمالاً) إلى الشرق من مدينة السلمية شكل (1) تبلغ مساحتها حوالي 1000 كم².

تنتشر التوضعات النيوجينية (البليوسين القاري CN₂) تقريباً في معظم منطقة الدراسة باستثناء الجزء الشمالي الغربي من المنطقة (Dubertret L.1933-BURDON D.J 1958 Ponikarov V.P.1967) مشكلة الطبقة الحاملة للمياه الجوفية الأقرب إلى سطح الأرض.

تتميز المنطقة بهائل مطري ضعيف لا يتجاوز 300 مم سنوياً، وبيومورفولوجية بسيطة حيث ينحدر سطحها الطبوغرافي من 750 م جنوب شرق وحتى 450 م شمال غرب ويميل عام لا يتجاوز الدرجة الواحدة وذلك في منطقة الدراسة (ريشة بشار 1997).

عانت هذه المنطقة من ضعف في غزارة مياهها الجوفية (القريبة من السطح) نتيجة استنزافها الجائر من قبل الأهالي وذلك لسد احتياجاتهم الزراعية والمنزلية خلال السنوات قليلة الهطول التي سبقت تاريخ تحلي العينات ونظراً للدور الهام الذي يؤديه سكان هذا الحوض بكثافته السكانية العالية نسبياً في تطوير الاقتصاد الوطني من خلال مساهمته الفعالة في دعم الإنتاج الزراعي و الحيواني للقطر، كان لا بد من الاهتمام بدراسة مياهه الجوفية كما ونوعاً والعوامل المؤثرة فيها.

وفي هذه الورقة نسلط الضوء على منشأ التركيب الكيميائي للمياه الجوفية في هذه الرسوبيات، وعلى العلاقة المتبادلة بين هذا التركيب ومختلف العوامل المناخية والليتولوجية والهيدروديناميكية في منطقة الدراسة لما لها من خصوصية ولتكون موجهة لدراسات قادمة في مختلف مناطق الحوض.

ليتولوجية منطقة الدراسة:

تتألف رسوبيات المنطقة، النيوجينية القارية البليوسينية، والحاملة للمياه الجوفية، عموماً من الحجر الكلسي والكلسي الغضاري والكونغلواميرا، بسماكات متفاوتة تتراوح من 20م وحتى 100 م طبقاتاً لمعطيات البروفيلات الجيوكهربائية المنفذة في المنطقة .

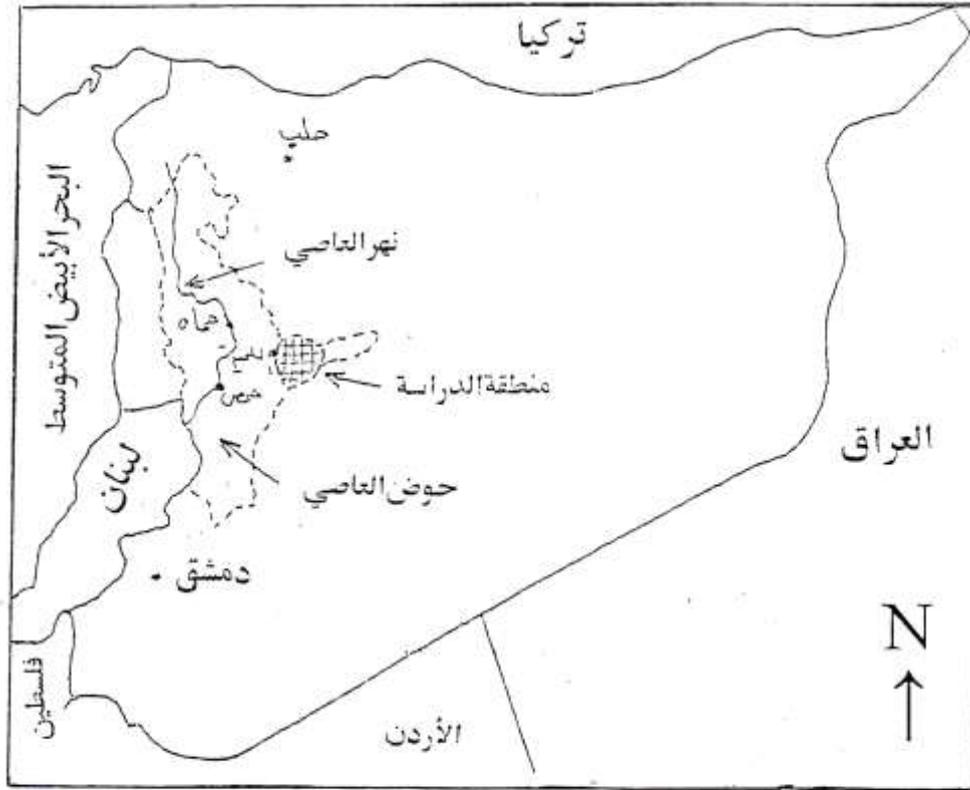
تتغذى هذه الرسوبيات، بتربة زراعية غضارية حصوية ذات سماكات قليلة ومتغيرة.

تنتشر رواسب المتبخرات والفلزات الجصية في المنطقة عموماً ويزداد تواجدتها كلما اتجهنا شرقاً

[BILAL A., KASSEM A . (1998)].

يشكل النيوجين بسحنته المارلية و الغضارية، وبسماكاته الكبيرة، مستوي الأساس للحامل المائي النيوجيني

CN₂



شكل (1) موقع منطقة الدراسة.

0 100 200 Km

هيدروجيولوجية منطقة الدراسة:

تبين خريطتنا مناسيب المياه الجوفية الموضوعتان اعتماداً على القياسات المنفذة خلال شهري نيسان وأيلول عام 1997 (الشكل B، A 2)، أن هنالك اتجاه عام لحركة المياه الجوفية من جنوب شرق منطقة الدراسة (حيث يقع الفاصل المائي الشرقي لحوض العاصي) باتجاه الشمال الغربي (حيث تتمركز آبار الاستثمار المركزية) ويتدرج هيدروليكي بسيط لا يتجاوز 0.01 على كامل منطقة الدراسة.

في حين أننا نلاحظ نهوض لمنسوب المياه الجوفية بحوالي 40 متر (جنوب شرق منطقة الدراسة عما هو عليه خلال شهر أيلول)، بالقرب من الفاصل المائي السطحي لحوض العاصي وذلك في منطقة آبار (مكسر الحصان والمسعودية ودويعر الغربي)، ليبليغ التدرج الهيدروليكي في هذا النطاق حتى 0.017، وقد يكون هذا الميل نتيجة الاتصال الهيدروليكي الجوفي أثناء فترة النهوض من ناحية، ولضعف معامل النفوذية في هذا القطاع من ناحية أخرى.

يتناقص هذا التدرج بشكل واضح بالاتجاه شمال غرب نتيجة للاستنزاف الكبير لمياه هذا الحامل عن طريق آبار الاستثمار المتعددة والمنتشرة في النطاق المركزي والمتجهة جنوب غرب-شمال شرق وذلك للأغراض الزراعية أو المنزلية.

تتراوح أعماق تواضع المياه الجوفية بين 10 م (جنوب شرق و شمال غرب منطقة الدراسة) و 40 م في منطقة الصرف، حيث تتمركز الكثافة العالية للآبار - تل الشيخ علي - تل التوت - أبو جيبيلات - أبو حنايا (شكل C) (2)

يتميز الحامل المائي لهذه المنطقة بمعامل نفوذية ضعيف بشكل عام لاتتجاوز قيمته 0.5 م/يوم في معظم أجزاء منطقة الدراسة، باستثناء بعض الآبار المتواجدة شمال وغرب المنطقة المدروسة، كما نلاحظ في الجدول(1):

الجدول (1) : قيم معامل النفوذية للرسوبيات النيوجينية - من خلال تجارب ضخ - [ريشة بشار 1997] .

العينة	معامل النفوذية م / يوم	العينة	معامل النفوذية م / يوم
بركان	19.68	مسعدة	0.2
المبعوجة	2.69	عقيريات	0.067
مرج مطر	0.32		

كيمياء المياه الجوفية:

أجريت تحاليل كيميائية بهدف تحديد الشوارد الرئيسة $Ca, Mg, Na+K, Cl, SO_4, HCO_3$ وكذلك النترات على 23 بئراً، تخترق التوضعات النيوجينية الحاملة للمياه الجوفية، موزعة على كامل منطقة الدراسة. وسيصار إلى تقييمها اعتماداً على خرائط متساويات قيم هذه الشوارد [محمد أ 2002,2003 DEBIECHE T,et GOUAIDIA L.]

أظهرت خرائط متساويات قيم هذه الشوارد، كل على حده التي تم وضعها، سلوكاً متشابهاً لكل الشوارد، حيث لوحظ التركيز المرتفع في المناطق ذات الأعماق القليلة نسبياً للحامل المائي، في حين أن التركيز المنخفض يميز النطاقات التي يزداد فيها عمق تواضع هذا الحامل، وقد يعود ذلك لضعف معامل النفوذية للطبقة الحاملة ولشدة تأثير البحر من جهة، ولضخ المياه الجوفية المستمر من آبار الاستثمار من جهة أخرى.

- **الكالسيوم** : تتأرجح قيم شوارد الكالسيوم في المياه الجوفية في منطقة الدراسة بين 28 و 116 ملغ/ل، وينتشر التركيز العالي نسبياً لهذه الشاردة (< 50 ملغ / ل) في القطاعات الشرقية (مكسر الحصان 112 ملغ / ل - المسعودية 96 ملغ / ل - دويعر الغربي 68 ملغ / ل) و الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة (تل خزنة 52 ملغ / ل - أم العمدة 84 ملغ / ل) والقطاع الشمالي الغربي (جدوة 52 ملغ / ل - تل سنان 60 ملغ / ل)، حيث يقل عمق تواضع المياه الجوفية عن 20 م، في حين أن التركيز المنخفض للكالسيوم (> 40 ملغ / ل) تتمركز في الآبار) مسعدة 28 ملغ / ل - أبو حنايا 36 ملغ / ل - أبو جيبيلات 32 ملغ / ل - بركان 36 ملغ / ل) حيث أعماق تواضع المياه الجوفية تتراوح ما بين 20 و حتى 45 م (شكل 3A) .

- **المغنيزيوم** : يتراوح تركيز شوارد المغنيزيوم في المنطقة من 43 وحتى 117 ملغ / ل حيث تصادف القيم العالية للتركيز في آبار القطاعات الجنوبية (تل جديد 117 ملغ / ل - مكسر الحصان 98 ملغ / ل - دويعر الغربي 81 ملغ / ل - المسعودية 72 ملغ / ل - تل خزنة 60 ملغ / ل - أم العمدة 69 ملغ / ل - مخرم تحتاني 74 ملغ / ل) و الشمالية الغربية و الغربية (المبعوجة 64 ملغ / ل - تل سنان 79 ملغ / ل - بركان 45 ملغ / ل - خنيفس 72 ملغ / ل)، حيث عمق تواضع المياه الجوفية دون 20م، في حين أن التركيز المنخفض كان في الآبار (

عكش 48 ملغ / ل - أبو جيبيلات 38 ملغ / ل - مسعدة 43 ملغ / ل) حيث عمق توضع المياه أكبر من ذلك (شكل 3B).

- **الصوديوم** : هنالك تجانساً واضحاً لقيم تركيز الصوديوم على كامل المنطقة، فهي تتراوح من 10 وحتى 20 ملغ / ل . مع ملاحظة بعض القيم المرتفعة في الآبار ذات الأعماق الأقل نسبياً للمياه الجوفية (تل سنان 35 ملغ / ل - المسعدية 34 ملغ / ل - جدوة 28 ملغ / ل - تل جديد 27 ملغ / ل). شكل (3C) .

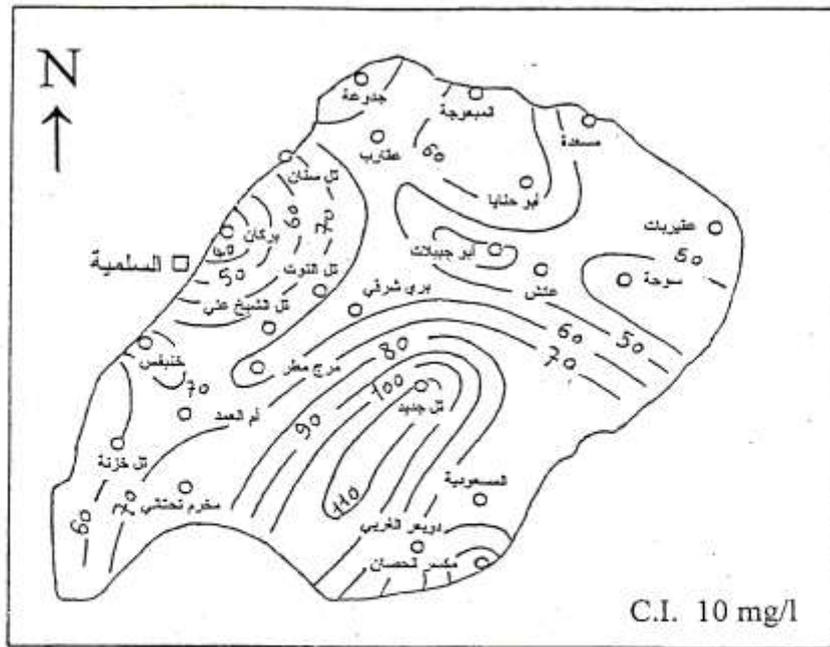
- **البوتاسيوم** : تتساوى قيم تركيز البوتاسيوم في كل أنحاء المنطقة متأرجحةً بين 1 و 3 ملغ / ل، لترتفع قليلاً إلى 4 ملغ / ل في كل من جدوة وتل جديد، و 6 ملغ / ل في المسعدية .

- **الكلور** : يبلغ تركيز الكلور قيمةً عاليةً في المنطقة، حيث تتغير من 60 إلى 350 ملغ/ل . ويتوافق توزع تركيز هذه الشاردة بنفس الكيفية التي وجدناها عند الكالسيوم و المغنيزيوم . حيث نجد أن التركيز العالي يوجد في الآبار (المسعدية 355 ملغ / ل - تل جديد 325 ملغ / ل - مكسر الحصان 250 ملغ / ل - دوير الغربي 200 ملغ / ل) في شرق المنطقة وجنوبها الشرقي، وفي الآبار (بركان 150 ملغ / ل - تل سنان 285 ملغ / ل - خنيفس 140 ملغ / ل) في حين توجد القيم المنخفضة للتركيز في الآبار (مسعدة 170 ملغ/ل - أبو حنايا 145 ملغ/ل - أبو جيبيلات 165 ملغ/ل - تل التوت 135 ملغ/ل). (شكل 4A).

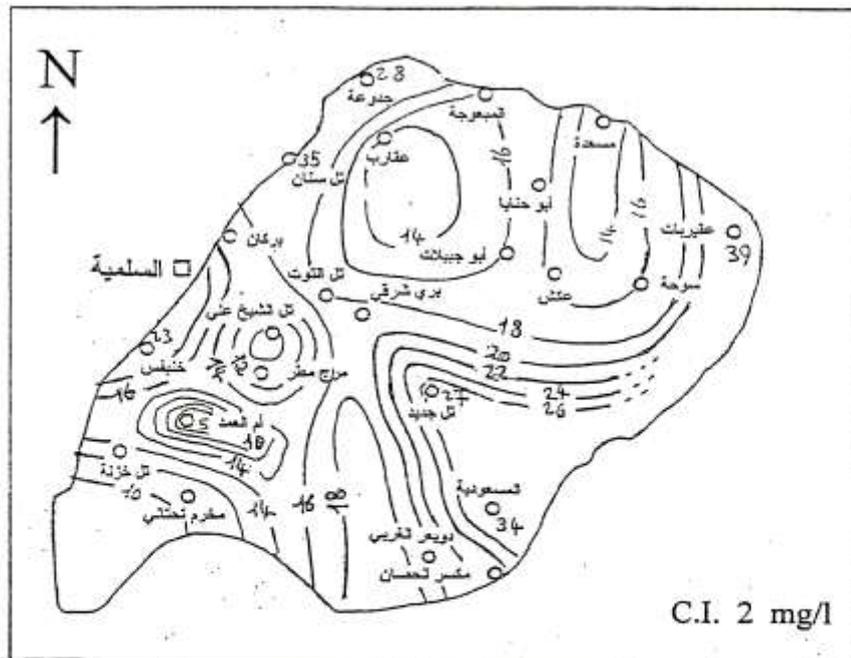
- **السلفات** : تتراوح قيم تركيز السلفات من 10 وحتى 100 ملغ / ل وتأخذ أيضاً الكيفية نفسها من حيث التوزيع مثل العناصر السابقة . والقيم العالية لتركيز السلفات تلاحظ في الآبار الموافقة للأعماق القليلة للمياه الجوفية، وهي آبار (المسعدية 54 ملغ / ل - دوير الغربي 61 ملغ / ل - مخرم تحتاني 62 ملغ / ل - أم العمد 90 ملغ / ل - خنيفس 80 ملغ / ل - تل التوت 51 ملغ / ل - تل سنان 44 ملغ / ل - جدوة 40 ملغ / ل) في حين نجد أن التركيز المنخفض للسلفات توافق الآبار ذات التوضع الأعمق للمياه الجوفية، وهي آبار (عكش 19 ملغ / ل - أبو جيبيلات 10 ملغ / ل - أبو حنايا 23 ملغ / ل - مسعدة 20 ملغ / ل) (شكل 4B).

- **البيركربونات** : تتميز المياه الجوفية في منطقة الدراسة بتركيز عالي أيضاً للبيركربونات الذي يتراوح بين 130 و 360 ملغ / ل . وجد التركيز العالي شرقاً في الآبار (المسعدية 260 ملغ / ل - دوير الغربي 360 ملغ / ل - تل الجديد 290 ملغ / ل) وجنوب غرب وغرب المنطقة بالآبار (مخرم تحتاني 200 ملغ / ل - تل خزنة 220 ملغ / ل - خنيفس 220 ملغ / ل - بركان 290 ملغ / ل) وكذلك في الآبار الشمالية والشمالية الغربية (مسعدة 220 ملغ / ل - أبو حنايا 220 ملغ / ل - المبعوجة 220 ملغ / ل - جدوة 250 ملغ / ل - عقارب 260 ملغ / ل - تل سنان 270 ملغ / ل)، في حين أننا نجد ميلاً لانخفاض التركيز في آبار المركز (عكش 210 ملغ / ل - أبو جيبيلات 200 ملغ / ل - أبو حنايا 220 ملغ / ل - مسعدة 220 ملغ / ل) حيث يزداد عمق توضع المياه (شكل 4C).

- **النترات** : تظهر قيم النترات توزعاً متجانساً في كامل منطقة الدراسة متأرجحةً بين 20 و 50 ملغ / ل باستثناء آبار (تل الجديد - مكسر الحصان) حيث تتراوح قيمته بين 150 و 160 ملغ / ل.

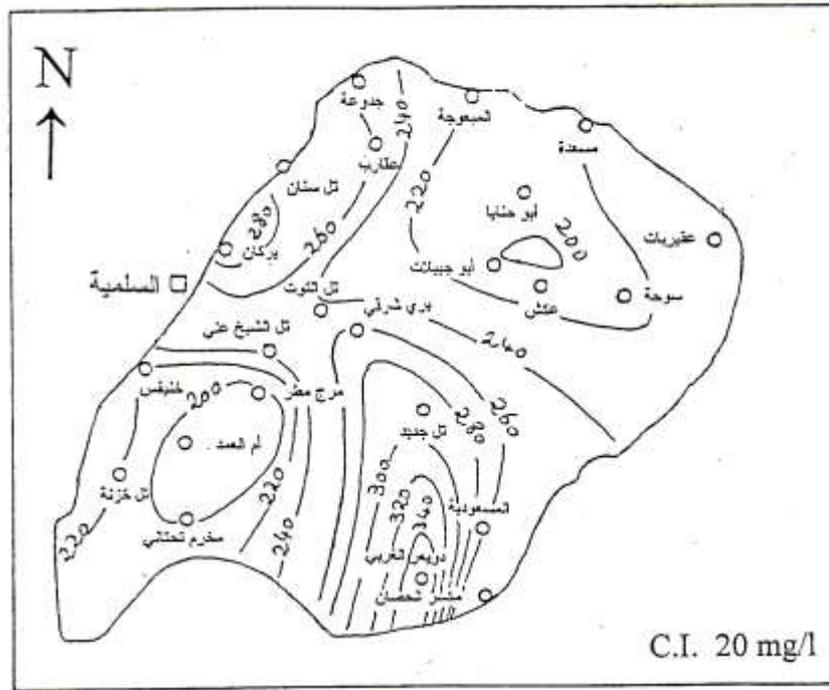


شكل (٢ B) متساويات قيم المغنيزيوم mg/l للعينات المائية التي تم تحليلها في نيسان ١٩٩٧.



شكل (٢ C) متساويات قيم الصوديوم mg/l للعينات المائية التي تم تحليلها في نيسان ١٩٩٧.

0 10 20 30 Km.



شكل (C) : متساويات قيم البيكربونات mg/l للعينات المائية التي تم تحليلها في نيسان ١٩٩٧.



ويمكن أن يعزى التركيز للنترات في هذه الآبار إما للأسمدة الأزوتية أو إلى مياه الصرف الصحي (حيث تزداد الكثافة السكانية لأهل المنطقة) شكل (4 D).

وعليه يمكن أن تستنتج من خرائط متساويات التركيز للشوارد أن التركيز المنخفض يوافق المياه العميقة في حين أن التركيز العالي يميز المياه الأقل عمقا وفي هذا دلالة على أن للبحر دورا لا يمكن إهماله في هذه المنطقة بضبط هذا التوزيع.

أما بالنسبة للقيم العلية للشوارد للملاحظة في بئري عقيريات وتل الشيخ علي، والذي يزيد عمق المياه الجوفية فيهما عن 35م والمدونة في الجدول (2):

HCO ₃	SO ₄	Cl	Na	Mg	Ca	
230	100	215	39	48	116	عقيريات
250	48	135	10	67	84	الشيخ علي

فقد يكون لعامل النفوذية الضعيف كما ذكرنا (1) الدور الأساسي في إتاحة المجال لزيادة الانحلال من جهة ولإعاقة انتقال نواتج هذا الانحلال من جهة أخرى.

تحديد الأنماط الكيميائية للمياه الجوفية:

يظهر العرض البياني لنتائج التحليل الكيميائي للعينات المائية حسب طريقة مثلثات بايبر. (إسماعيل نزيير، المحمد ياسر وفلوح جميل 2004) (Piper diagramme in: KATTAN Z. 1996) شكل (5)، بأن هناك تجانسا واضحا في التركيب الكيميائي لعينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة عدا عينات آبار (مكسر الحصان وتل جديد والمسعودية، وهذا ما أكدته خرائط متساويات التركيز للشوارد) وأن الضغط الكيميائي المسيطر للمياه الجوفية في هذه العينات هو كلوري-مغنيزي كلسي.

يتأكد ذلك أيضاً من خلال علاقة كورلوف جدول (4) التي تُظهر التجانس نفسه، غير أنها تعكس نمطين

كيميائيين متقاربين هما :

بكريوناتي كلوري - مغنيزي كلسي، ويمثل 43 % من مجموع العينات المدروسة .

كلوري بكريوناتي - مغنيزي كلسي، ويمثل 52 % من مجموع العينات المدروسة .

لقد تم حساب النسب المئوية للعينات التي تحقق هذه الصيغ بالنسبة لمجموع العينات المدروسة في الجدول (4)

GOUAIDIA Layachi, KOWALSKI Waclaww Marian et PHARISAT André (2002).

كما تظهر علاقة كورلوف أيضاً أن هنالك ميلاً نحو القلوية حيث تراوحت قيمة PH بين 6,9 و 8 . وأن ملوحة المياه هي إجمالاً دون 1 غ / ل، مما يدل على أن المياه الجوفية في رواسب النيوجين في منطقة الدراسة هي مياه عذبة، ما عدا عينتي المسعودية وتل جديد (1100 ملغ / ل) اللتان تقعان جنوب شرق المنطقة حيث يرتفع فيهما تركيز معظم الشوارد المدروسة تقريباً كما نلاحظ في الجدول (3) :

الجدول (3) : القيم المرتفعة لتركيز الشوارد ملغ / ل الملاحظة في بئري المسعودية وتل جديد

Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄	HCO ₃	NO ₃	
96	72	34	355	54	260	61	المسعودية
72	117.6	27	325	38	290	154	تل جديد

وقد يعود ذلك إلى ليتولوجية هذا الجزء من المنطقة من جهة، وإلى مختلف العوامل مجتمعة مثل معامل النفوذ الضعيف وقرب المياه الجوفية من السطح وكذلك شدة تأثير البحر في المنطقة.

دراسة إحصائية للشوارد الكيميائية عن طريق معامل الارتباط فيما بينها:

تهدف دراسة معامل الارتباط بين الشوارد الكيميائية إلى فهم مدى تأثير كل من العوامل المناخية والشروط الهيدروديناميكية و الليتولوجية على الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الجوفية وعلى آلية تشكلها [DEBIECHE T.2002, GOUAIDIA L.et al. 2002] (جدول 5) .

الثنائي Na , Cl

تجاوزت قيمة معامل ارتباط هذا الثنائي نسبة 75%، مما يدل على أنهما من مصدر واحد ولهما تطور متماثل (من رواسب المتبخرات)، والذي يزداد تركيزه على الأغلب من شدة تأثير التبخر في المنطقة المدروسة (منطقة شرق السلمية ذات المناخ القاري، والممتدة شرقاً لأكثر من 35 كم) وكذلك إلى الأسمدة الصودية المستخدمة من قبل الأهالي في زراعة المنطقة .

الثنائي Ca , Cl

يُظهر هذا الثنائي معامل ارتباط متوسط 44% والذي يعود كذلك إلى تأثير شدة البخر في المنطقة، إضافةً إلى النشاط السكاني للمنطقة .

الثنائي Mg , Cl

يعطي هذا الثنائي معامل ارتباط مقبول يتجاوز 55% مشيراً إلى مصدر مشترك لهما، وذلك من عمليات غسل رواسب المتبخرات الغنية بهما، إضافة إلى دور البخر بزيادة تركيزهما.

الثنائي Ca , SO₄

يتميز بمعامل ارتباط مقبول يصل حتى 56%، مشيراً بذلك إلى أن مصدرهما مشترك، وقد يكون من رواسب المتبخرات (الفلزات الجصية) من ناحية، وبفعل البخر بزيادة تركيزهما من ناحية أخرى.

إن انعدام الارتباط بين كل من Ca , HCO₃ و Mg , HCO₃ يدل على ضالة دور الصخور الكربوناتيّة، في هذه المنطقة، بإغناء المياه الجوفية بالشوارد Ca و Mg، في حين أن نواتج غسل الرسوبيات التبخيرية (البحرية) يُعتبر المصدر الأهم لهما، ثم يعمل البخر على زيادة تركيزها، وهذا ما أشار إليه معامل الارتباط لكل من Ca , SO₄ و [Mg , Cl GOUAIDIA L.et al. 2002].

الجدول (4) : علاقة كورلوف

الملوحة ملغ/ل ، PH ، والشكل المكافئ النسبي للشوارد الكيميائية لعينات الآبار في منطقة شرق السلمية.

تم تحليل هذه العينات في نيسان 1997 [ريشة بشار 1997].

العينة	T.D.S	PH	معادلة كورلوف
تل التوت	565	7.55	$HCO_3^- 43.28 Cl^- 41.96 SO_4^{-2} 11.67 / Mg^{+2} 60.83 Ca^{+2} 25.42 Na+K 13.74$
تل الشيخ علي	505	7.06	$HCO_3^- 40.62 Cl^- 39.6 SO_4^{-2} 10.39 / Mg^{+2} 54.37 Ca^{+2} 41.2$
عقارب	400	6.92	$HCO_3^- 50.06 Cl^- 36.43 / Mg^{+2} 61 Ca^{+2} 30.89$
سوحة	480	7.18	$Cl^- 43.26 HCO_3^- 42.16 / Mg^{+2} 56.8 Ca^{+2} 33.9$
المبعوجة	435	6.9	$HCO_3^- 43.55 Cl^- 42.58 / Mg^{+2} 69.76 Ca^{+2} 20.94$
عقيريات	860	8.01	$Cl^- 49.42 HCO_3^- 30.74 SO_4^{-2} 16.96 / Ca^{+2} 50.39 Mg^{+2} 34.38 Na+K 15.24$
مكسر الحصان	1000	7.78	$Cl^- 57.19 NO_3^- 21.33 HCO_3^- 15.98 / Mg^{+2} 55.03 Ca^{+2} 38.03$
تل جديد	1100	7.28	$Cl^- 53.29 HCO_3^- 27.6 NO_3^- 14.41 / Mg^{+2} 66.55 Ca^{+2} 24.71$
خنيفس	675	7.36	$Cl^- 41.06 HCO_3^- 37.52 SO_4^{-2} 17.36 / Mg^{+2} 63.45 Ca^{+2} 25.62 Na+K 10.97$
تل خزنة	400	7.56	$HCO_3^- 48.26 Cl^- 39.57 / Mg^{+2} 60.32 Ca^{+2} 31.62$
أبو حنايا	565	7.38	$Cl^- 43.88 HCO_3^- 38.73 NO_3^- 12.23 / Mg^{+2} 67.6 Ca^{+2} 22 Na+K$
بركان	440	7.07	$HCO_3^- 48 Cl^- 42.8 / Mg^{+2} 60.3 Ca^{+2} 28.9 Na+K 10.8$
دويعر الغربي	650	7.17	$HCO_3^- 43.4 Cl^- 41.5 / Mg^{+2} 60.7 Ca^{+2} 30.7$
أبو جبيلات	410	7.33	$Cl^- 53.9 HCO_3^- 38 / Mg^{+2} 57.45 Ca^{+2} 29.1 Na+K 13.5$
مسعدة	390	6.93	$Cl^- 49.9 HCO_3^- 37.56 / Mg^{+2} 64.19 Ca^{+2} 25.32 Na+K 10.5$

أم العمدة	525	7.32	$\text{HCO}_3^- 36.87 \text{Cl}^- 31.75 \text{SO}_4^{-2} 23.37 / \text{Mg}^{+2} 56.12 \text{Ca}^{+2} 41.04$
بري شرقي	655	7.04	$\text{Cl}^- 47.27 \text{HCO}_3^- 35.71 \text{SO}_4^{-2} 10.48 / \text{Mg}^{+2} 48.76 \text{Ca}^{+2} 41 \text{Na} + \text{K} 10.15$
جدوة	610	7.26	$\text{Cl}^- 46.86 \text{HCO}_3^- 36.8 / \text{Mg}^{+2} 50.25 \text{Ca}^{+2} 32.95 \text{Na} + \text{K} 16.8$
مرج مطر	580	7.84	$\text{HCO}_3^- 33.47 \text{Cl}^- 26.55 \text{SO}_4^{-2} 12 / \text{Mg}^{+2} 51.7 \text{Ca}^{+2} 42.6$
تل سنان	910	7.57	$\text{Cl}^- 57 \text{HCO}_3^- 31.42 / \text{Mg}^{+2} 58.65 \text{Ca}^{+2} 26.93 \text{Na} + \text{K} 14.38$
المسعودية	1100	7.47	$\text{Cl}^- 61.11 \text{HCO}_3^- 26 / \text{Mg}^{+2} 47.97 \text{Ca}^{+2} 38.82 \text{Na} + \text{K} 13.23$
مخرم تحتاني	400	7.86	$\text{HCO}_3^- 44.56 \text{Cl}^- 34.51 \text{SO}_4^{-2} 17.53 / \text{Mg}^{+2} 69.39 \text{Ca}^{+2} 24.94$
عكش	435	7.18	$\text{Cl}^- 54.7 \text{HCO}_3^- 30.06 / \text{Mg}^{+2} 50.38 \text{Ca}^{+2} 40.69 \text{Na} + \text{K} 14.8$

الجدول (5) : معامل ارتباط الشوارد الكيميائية فيما بينها

	Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄	HCO ₃
Ca	1					
Mg	0.36	1				
Na	0.42	0.23	1			
Cl	0.44	0.51	0.78	1		
SO ₄	0.56	0.21	0.29	0.05	1	
HCO ₃	0.14	0.13	0.31	0.38	0.095	1

حساب الأملاح الذائبة في المياه الجوفية

بناءً على الأنماط الكيميائية المسيطرة في مياه نيوجين منطقة الدراسة والتي كانت :

النمط الأول : $r\text{Cl} > r\text{HCO}_3 > r\text{SO}_4$

$r\text{Mg} > r\text{Ca} > r\text{Na} + \text{K}$

النمط الثاني : $r\text{HCO}_3 > r\text{Cl} > r\text{SO}_4$

$r\text{Mg} > r\text{Ca}$

قمنا بحساب الأملاح الذائبة في عينات المياه المدروسة والمنتشرة على كامل مساحة المنطقة، فوجدنا أن

جميع العينات تحقق العلاقة (*) $[\{ r\text{Cl} - r(\text{K} + \text{Na}) \} / r\text{Mg}] < 1$ وتُظهر إمكانية وجود الأملاح التالية

مرتبة حسب أهميتها [محمد أ. 2003] : جدول (6)

MgCl_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, MgSO_4 , $(\text{K} + \text{Na})\text{Cl}$

يُعدى تشكل الملحين : MgCl_2 و MgSO_4 إلى عمليات غسل رواسب المتبخرات، الحاوية على

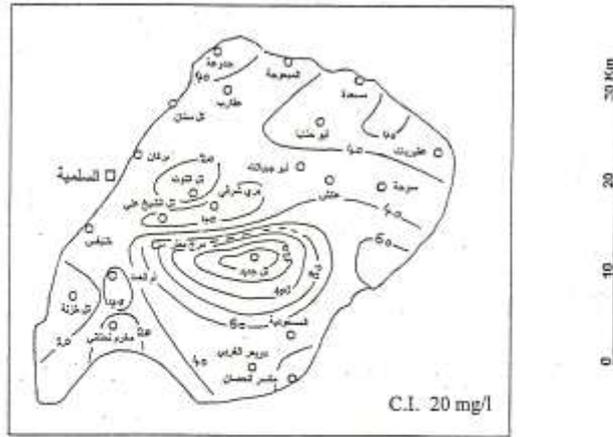
المغنيزيوم والكلور [محمد أ. 2003] المنتشرة عموماً في منطقة الدراسة ومحيطها،

[ACSAD 1983, BILAL A., KASSEM A. 1998 , et KASSEM A. 1990]

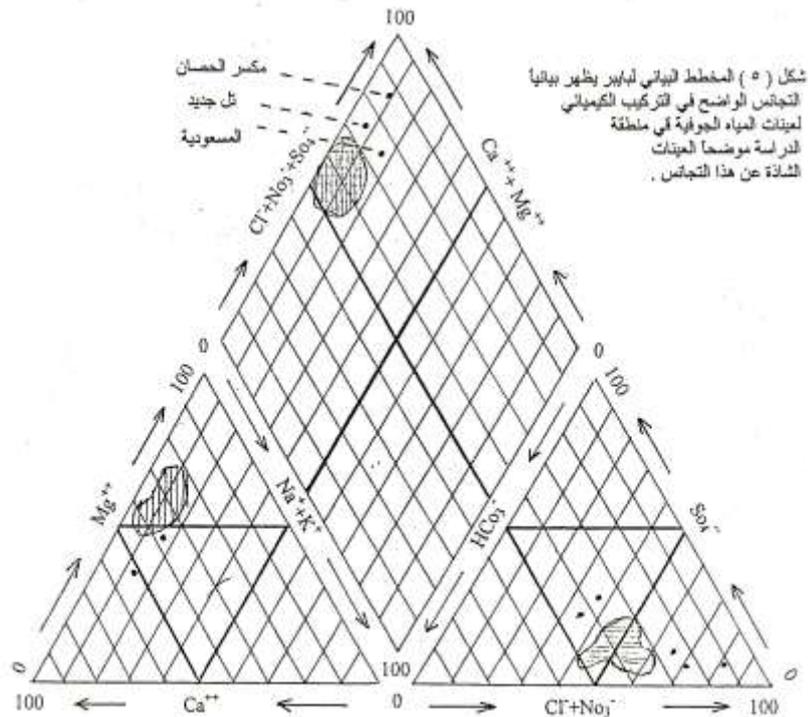
أما تشكل الملحين : $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ فهو محصلة لنواتج غسل للرواسب التبخرية

(البحرية) بشكل رئيسي و إلى المساهمة الأقل نسبياً من الصخور الكربوناتية بالمنطقة (كما أشار إليه انعدام معامل

الارتباط بين كل من Ca , Mg و HCO_3). وهذا متوافق مع اتجاه المياه نحو القلوية كما دلت عليه قيم PH .



شكل (٤ D) مساويات قيم التترات mg/l للعينات المائية التي تم تحليلها في نيسان ١٩٩٧.



كما أن دراسة النسبة بين rMg / rCa (جدول 6) والتي تتميز بقيم مرتفعة عموماً على كامل المساحة المدروسة، (متأرجحةً بين 2 و 3)، تؤكد إلى أن المتبخرات البحرية هي المصدر الرئيسي لهذه الشوارد، حيث أن قيمة هذه النسبة للشوارد الناتجة من إغناء الصخور الكلسية والدولوميتية للمياه الجوفية، تتراوح بين 0.5 و 0.9، (Schoeller, 1956; Hsu, 1963 and Rosenthal, 1987, in KATTAN Z. 1997).

إذاً الكالسيوم والمغنيزيوم هما نواتج غسل رواسب المتبخرات بشكل أساسي ومن الصخور الكربوناتية بشكل ثانوي، أما البيكربونات فهي ناتجة من تأثير مياه الهاطل المطري ذو الطبيعة الحامضية على الصخور الكلسية، ثم يزداد تركيزها فيما بعد بالنطاقات قليلة العمق للمياه الجوفية، ولتتمدد لاحقاً بمياه أمطار المنطقة التي يمكن وصفها استناداً إلى الكثير من الدراسات المرجعية، وفي ظروف مماثلة لمنطقتنا، بملوحة ضعيفة ويحدود 90 ملغ / ل وينمط كيميائي متنوع تغلب عليه الطبيعة الهيدروكربوناتية الكلسية، في حين أن النمط السلفاتي يوجد بدرجة أقل، ثم يليه النمط الكلوري [محمد أ. 2003 in Kratkof 1982].

الجدول (6) : حساب الأملاح الذائبة في المياه الجوفية. العلاقة (*) $[\{ rCl - r(K+Na) \} / rMg] < 1$

rMg/rCa ، والأملاح الذائبة في المياه الجوفية بالشكل المكافئ النسبي، للعينات المانية التي تم تحليلها في نيسان 1997.

العينه	rMg/rCa	(*)	(K+Na)CL	MgCL ₂	MgSO ₄	Mg(Hco ₃) ₂	Ca(Hco ₃) ₂
تل التوت	2.39	0.46	5.4	36.6	11.67	12.58	25.42
تل الشيخ علي	1.32	0.646	4	35.6	10.39	8.38	34.24
عقارب	1.98	0.46	8	28.4	7.28	25.32	24.68
سوحة	1.68	0.597	9	34.3	5.88	16.62	33.9
المبعوجة	3.33	0.47	9	33.6	6.15	30	13.5
عقيريات	0.68	0.99	15	34.38			
مكسر الحصان	1.45	0.91	7	50.2	4.8		
تل جديد	2.69	0.669	8.7	44.59	4.59	17.37	10.23
خنيفس	2.48	0.47	11	30	17.36	16.09	21.43
تل خزنة	1.91	0.52	8	31.57	8.02	20.73	27.53
أبو حنايا	3.1	0.49	10.4	33.48	5.15	28.97	9.76
بركان	2	0.53	10.82	31.99	4.65	23.65	24.38
دويعر الغربي	1.98	0.54	8.57	32.93	9.35	18.44	24.69
أبو جيبيلات	1.97	0.7	13.47	40.41	2.43	14.61	23.39
مسعدة	2.5	0.61	10.53	39.42	4.37	20.4	17.16
أم العمد	1.37	0.51	2.85	28.9	23.37	3.85	33.02
بري شرقي	1.19	0.76	10.15	37.12	10.48	1.16	34.55
جدوة	1.5	0.6	16.82	30.04	7.45	12.6	24.04
مرج مطر	1.2	0.4	5.72	20.83	121.1	18.77	14.7
تل سنان	2.18	0.73	14.38	42.64	6.52	9.49	21.93
المسعودية	1.2	1	13.23	47.88	0.09		
مخرم تحتاني	2.78	0.42	5.7	28.81	17.53	40.58	3.98
عكش	1.2	0.79	14.8	39.91	4.19	6.28	29.78

النتائج العامة:

من خلال مناقشة نتائج التحليل الكيميائي للمياه الجوفية في رسوب النيوجين القاري (البليوسين CN₂) في

منطقة العاصي الأوسط شرقي مدينة السلمية، يمكن استخلاص النتائج التالية :

1- وجود اتصال هيدروليكي جوفي في شرق منطقة الدراسة خلال فترة النهوض، بين حوض العاصي وحوض البادية، وهذا ما تمت ملاحظته من خلال التدرج الهيدروليكي (بارتفاع منسوب المياه الجوفية حتى 40 م) في القطاع

الجنوبي الشرقي .

2- تكتسب المياه الجوفية تركيبها الكيميائي انطلاقاً من الشوارد الكيميائية الناتجة عن غسل رسوب المتبخرات الغنية

بالكلور والمغنيزيوم، ومن ذوبان الفلزات الجصية الغنية بالكالسيوم وبالكبريتات والمنتشرة في منطقة الدراسة

وفي محيطها بشكل عام، وكذلك من شاردة البيكربونات والتي تعود بمنشئها إلى الأمطار ذات الطبيعة

الحامضية، والمتسربة نحو الصخور الكلسية، لتتقل منحلة، (إضافة لما تحمله المياه الناتجة عن الاتصال الهيدروليكي الجوفي في شرق منطقة الدراسة من شوارد منحلة، وذلك أثناء فترة النهوض الأعظمي لمنسوب المياه الجوفية، والتي تتركز بمعظمها جنوب شرق المنطقة نظراً لضعف نفوذية التوضعات الحاملة من ناحية، ولقرب مياهها الجوفية من السطح من ناحية أخرى).

3- هنالك تأثير واضح للعوامل المناخية (ضعف كمية الهائل المطري وشدة البخر) على التركيب الكيميائي للمياه الجوفية بزيادة تركيزه في النطاقات ذات التوضع غير العميق للمياه الجوفية، وبتشكيل الأملاح الذوابة في المياه الجوفية.

4 - هنالك دور فعال للجيولوجية منطقة الدراسة ذات معامل النفوذية الضعيف، ويتجلى هذا الدور بوضوح في القطاع الجنوبي الشرقي للمنطقة حيث يزداد تركيز معظم الشوارد الناتجة عن غسل لمتبخرات منطقة الدراسة وعن ذوبان فلزاتها الجصية، بالإضافة طبعاً لما تقدمه كيميائية مياه الاتصال الهيدروليكي، وذلك من خلال إتاحة المجال لمدة انحلال أطول من ناحية، وإعاقة انتقال نواتج هذا الانحلال من ناحية أخرى.

5 - تعمل آبار الاستثمار المتمركزة في القطاع الشمالي الغربي للمنطقة على التجديد المستمر للمياه الجوفية بمياه الأمطار المحلية، مؤديةً بذلك إلى إعطاء تركيز أقل للشوارد الكيميائية لمياه المستويات العميقة مقارنة مع تلك المنحلة بالمياه القريبة من السطح.

6 - تميزت المياه الجوفية لرواسب النيوجين القارية في المنطقة بنمطين كيميائيين متقاربين :

بكربونات كلوري - مغنيزي كلسي، ويمثل 43 % من مجموع العينات المدروسة.

كلوري بكربونات - مغنيزي كلسي، ويمثل 52 % من مجموع العينات المدروسة.

وتبين من معايرة الأملاح الذائبة في المياه الجوفية أنها مكونة، حسب أهميتها، مما يلي : **كلور المغنيزيوم** الذي يعود منشؤه بشكل رئيسي إلى الشوارد الناتجة من غسل رواسب المتبخرات (البحرية) . **بيكربونات الكالسيوم** و**بيكربونات المغنيزيوم**، التي تعود بمنشئها لفعال مياه الأمطار ذات التأثير الحمضي الخفيف على الصخور الكلسية، والتي خضعت لاحقاً إلى التركيز، نتيجة لتأثير مختلف العوامل المدروسة، كما هو الحال بالنسبة للملح السابق.

7- تتوزع النترات بشكل متجانس تقريباً في كامل منطقة الدراسة بقيم متأرجحة بين 20 و 50 ملغ/ل باستثناء بعض الآبار، حيث ارتفع التركيز إلى 150-160 ملغ/ل، ويمكن أن يُعزى التركيز العالي للنترات في هذه الآبار إما للأسمدة الآزوتية أو إلى مياه الصرف الصحي حيث تزداد الكثافة السكانية لأهل المنطقة.

8- مياه منطقة الدراسة عموماً هي مياه عذبة ملوحتها لم تتجاوز 1 غ / ل باستثناء عينتي المسعودية وتل جديد.

ونتيجة لتضافر تأثير مختلف العوامل المدروسة، المناخية والبيولوجية والهيدروديناميكية، نجد أن كيميائية المياه الجوفية للتوضعات النيوجينية القارية في المنطقة، تُخالف ظاهرياً القاعدة العامة للتركيب الكيميائي للمياه الجوفية، حيث أن زيادة تركيز الملوحة يجب أن تكون مع جهة حركة المياه الجوفية من ناحية وفي مستوياتها العميقة من ناحية أخرى.

المراجع:

- 1- محمد أحمد. (2003) - خصائص التركيب الكيميائي للمياه الجوفية في حوض نهر عفرين - سوريا . مجلة علوم المياه - المجلة العلمية للمركز القومي لبحوث المياه - (ردمد - 4929 - 1110) ، 14 صفحة، 6 مخططات، 2 جدول .
- 2- إسماعيل نذير، المحمد ياسر، وفلوح جميل. (2004) - التغيرات النوعية للمياه الجوفية نتيجة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري منطقة الغوطة الشرقية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الساسية، المجلد 20 العدد 2-2004، صفحة 269 - 303، 31 شكل، 4 جداول .
- 3- ريشة بشار . (1997) - إعادة تقييم الوضع الهيدروجيولوجي للحامل المائي العائد لرسوبيات النيوجين CN₂ ضمن حوض العاصي . الدكتور بشار ريشة . تقرير للهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق سوريا، 119 صفحة، 15 جدول، 10 أشكال .
- 4 - ACSAD (1983) - L'étude des ressources en eau dans le bassin d El Daou en Syrie . ACSAD . dm/t 36, 37, 38, 39 (en arabe) , Damas , Syrie .
- 5 - BILAL A., KASSEM A . (1998) - Condition hydrogéologiques de l acquisition du chimisme des eaux souterraines de l Al Badiya (Syrie) . Hydrogéologie , n 3 , 1998 , pp. 27 - 34 , 5 fig ., 2 tabl .
- 6 - BURDON D.J. (1958) Summary Report on groundwater in the Selmiye (Slmeh) region. Syria Ministry of irrigation, 4 p., Damascus, Syria .
- 7 - DEBIECHE Taha Hocine . (2002) - Evolution de la qualité des eaux (salinité , azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline , agricole et industrielle .Thèse doctorat de l'université de Franche - comte . pp. 1-199 , 21 fig., 34 tabl .
- 8 - Dubertret L.(1933) - L'hydrologie et aperçu sur l'hydrographie de la Syrie et du Liban dans leurs relations avec la géologie dynamique. AIHS, Rome, 3,2 .
- 9 - GOUAIDIA Layachi , KOWALSKI Waclaw Marian et PHARISAT André .(2002)- Influence de lithologie des roches encaissantes du graben de Tebessa sur la qualité des eaux souterraines, Bulletin de la Société d'histoire Naturelle du Doubs, Année 2002 / 2003, pp. 51 - 59 , 7b fig ., 3 tabl .
- 10 - KATTAN Z. (1996) - Environmental isotope of the major karst springs in Damascus limestone aquifer systems: case of the Figeih and Barada springs . Departement of geology and Nuclear, Atomic Energy Commission P.O. Box 6091, Damascus SYRIA , pp. 1 - 37 , 28 fig ., 4 tabl .
- 11 - KATTAN Z. (1997) - Environmental isotope of the major karst springs in Damascus limestone aquifer systems: case of the Figeih and Barada springs . Journal of Hydrology 193 (1997) , pp .161 - 182 , 16 fig ., 3 tabl .
- 12 - KASSEM A. (1990) - Étude hydrogéologique et géochimique dans une région aride et semi-aride (Palmyre, Homs, Hama), Syrie. Thèse de l'Université de Nancy 1,244 p.
- 13 - KHOURI J. (1982) Hydrogeology of the Syian steppe and adjoining arid areas. Quaterly Journal Engineering Geology, London .
- 14 - KRATKOF. (1982) - Principales of hydrogeology hydrogeochemistry , Nedra, Pub . Moscow.
- 15 - PONIKAROV V. P. (1967) Carte géologique de la Syrie et notes explicatives. Ministère du pétrole et des ressources minérales, Damas, Syrie .