تقيم الخصائص النوعية للمياه الجوفية في قضاء عنه واثرها على الانتاج الزراعي

م.م. لؤي ماهر حماد صالح ا.د.محمود ابراهيم متعب
جامعة الانبار- كلية التربية للعلوم الانسانية

المستخلص

يهدف البحث الى بيان كفاءة المياه الجوفية في قضاء عنه ، ومدى صلاحيتها في مجالات الاستثمار، من خلال المؤشرات الهيدرولوجية والكيميائية لمياه الآبار واتجاهاتها المكانية، ومقارنة هذه الخصائص بالمعايير والمقاييس العالمية والمحلية لتحديد صلاحيتها في الأغراض البشرية والزراعية والصناعية، وبيان جدوى ذلك في الاستثمار، إذ اتضح من خلال ذلك تباين نوعية المياه الجوفية وكميتها باختلاف البنية الجيولوجية التي انعكست على تباين مجموع الاملاح ما بين (١١٠٠-٦٢٠٠) ملغم/لتر.

الكلمات المفتاحية: مياه الجوفية ، قضاء عنه ، الانتاج الزراعي.

Evaluating the qualitative characteristics of groundwater in Anah district and their impact on agricultural production

Assist. Lect. Luay M. Hammad Prof.Dr. Mahmoud I. Mataab
University of Anbar –College of Education for Humanities
Luai.hammad@uoanbar.edu.iq

Abstract

The research aims to demonstrate the efficiency of groundwater in the district of Anah, and its suitability in the areas of investment, through the hydrological and chemical indicators of well water and its spatial trends, and to compare these characteristics with international and local standards and standards to determine its validity for human, agricultural and industrial purposes, and to indicate the feasibility of that in investment, as it became clear Through this, the quality and quantity of groundwater varied according to the geological structure, which was reflected in the variation of the total salts between (1100-6200) mg / liter.

Key words: Ground water, Anah District, agricultural production.

المقدمة

تشكل المياه الجوفية (Ground Water) مورد من موارد الثروة الطبيعية في بلدنا وشريان الحياة لاسيما في المناطق الجافة وشبة الجافة و يقع العراق ضمن هذه المناطق ومنها منطقة الدراسة التي أخذت تعاني من نقص في كميات المياه في ظل التزايد الكبير لأعداد السكان والذي رافقه زيادة في الطلب على المياه للاستعمالات المختلفة، فضلاً عن التطور الاقتصادي وما صاحبه من تطور في تقنيات البحث عن المياه الجوفية واستخراجها مع تطور تقانات الري الحديثة وأساليب الإنتاج الزراعي، لهذا جاءت دراسة المياه الجوفية في قضاء عنه وامكانية استثمارها يعد امرا في غاية الاهمية لبيان مقدارها وكميتها ونوعيتها وصفاتها الكيميائية ومدى انعكاس مؤثراتها على مجمل النشاط البشري بما يلبي تطلعات سكان المنطقة في المرحلة المقبلة من خلال حل المشاكل التي تعاني منها المياه الجوفية منها مشكلة التلوث وعدم الاهتمام بالإبار او حفر المزيد من الابار لسد حاجتهم من المياه في الزراعة والاستخدامات المختلفة ، ومن هنا يأتي دور هذه الدراسة للمياه الجوفية لتحديد مدى الاستفادة منها في الاستثمارات المختلفة خدمة لأهالي المنطقة .

-مشكلة البحث:

ماهي الخصائص الهيدرولوجية للمياه الجوفية في قضاء عنه، وهل يمكن استخدامها في الاستعمالات الزراعية ، في ضوء توافر بعض الموارد الطبيعية.

-فرضية البحث:

تمتلك منطقة الدراسة خزيناً من المياه الجوفية مثل انعكاساً للعوامل الطبيعية المؤثرة عليها وأكسبها وضعاً هيدرولوجياً اثر على خصائصها الكيميائية يمكن أن يساهم مستقبلاً في إيجاد فرص متعددة للاستثمار الاقتصادي .

-حدود منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الغربي من العراق ضمن محافظة الانبار وتقع فلكيا بين دائرتي عرض (6 ً 33 ° 33) و (30 ً 31 ° 34) شمالا وبين خطي طول (35 ً 12 ° 41) و (40 ً 18 ° 42) شرقا ، اما حدودها الجغرافية يحدها من الشمال نهر الفرات ومن الغرب قضاء القائم في حين يحدها من الجنوب قضاء الرطبة ومن الشرق قضاء

حديثة، إذ تبلغ مساحة القضاء الكلية (5701.5) كم٢وتشكل نسبة (4) %من مساحة محافظة الأنبار البالغة (138288) كم٢ وبنسبة (1.28) % من مجموع مساحة العراق البالغة (434128) كم٢[1].

المبحث الأول: العوامل الطبيعية المؤثرة على خصائص المياه الجوفي في منطقة الدراسة:

ترتبط نوعية المياه الجوفية وكميتها في أية منطقة بخصائص العوامل الطبيعية السائدة فيها[1] . لذلك تضمن هذا المبحث مناقشة وتحليل الخصائص الطبيعية وعلاقتها بطبيعة المياه الجوفية في قضاء عنه وعلى النحو الآتي:-

التكوينات الجيولوجية(اللثيولوجية):

تتنوع التكوينات الجيولوجية في قضاء عنه والتي هي انعكاس للبيئات الترسيبية المختلفة،إذ ينكشف بعضها على السطح وأخرى تتواجد تحت السطح [2].في حين يتفاوت سمكها بحسب العوامل المناخية والجيومورفولوجية المؤثرة عليها والتي بدورها تؤثر على خصائص المياه وتواجدها وأصولها.وفي أدناه وصف دقيق للتكوينات الجيولوجية في المنطقة.

١-١ - تكوين عنه (الاوليجوسين الاعلى) Aanh Formation

ينكشف هذا تكوين في منطقة الدراسة بمساحة تبلغ (54.10) كم٢ و يتواجد بمكاشف صخرية صغيرة على شكل شريط ضيق بالقرب من الضفة اليمنى لنهر الفرات وتحديدا بالقرب من وادي الفحمي، ويتكون من حجر الكلس ألكريمي اللون ناعم التبلور و متماسك يحوي على متحجرات صلب جدا، اما سمكه يتراوح بين (29-74) مترا وبصورة عامة يقل بالاتجاه الغربي [3]. وبهذا المياه فيه تكون متجمعة في الشقوق والتكهفات والتكسرات الامر الذي قلل من اهميته الهيدرولوجية ضمن المنطقة [4] . بسبب قلة مساميته وصغر مساحة تواجده.

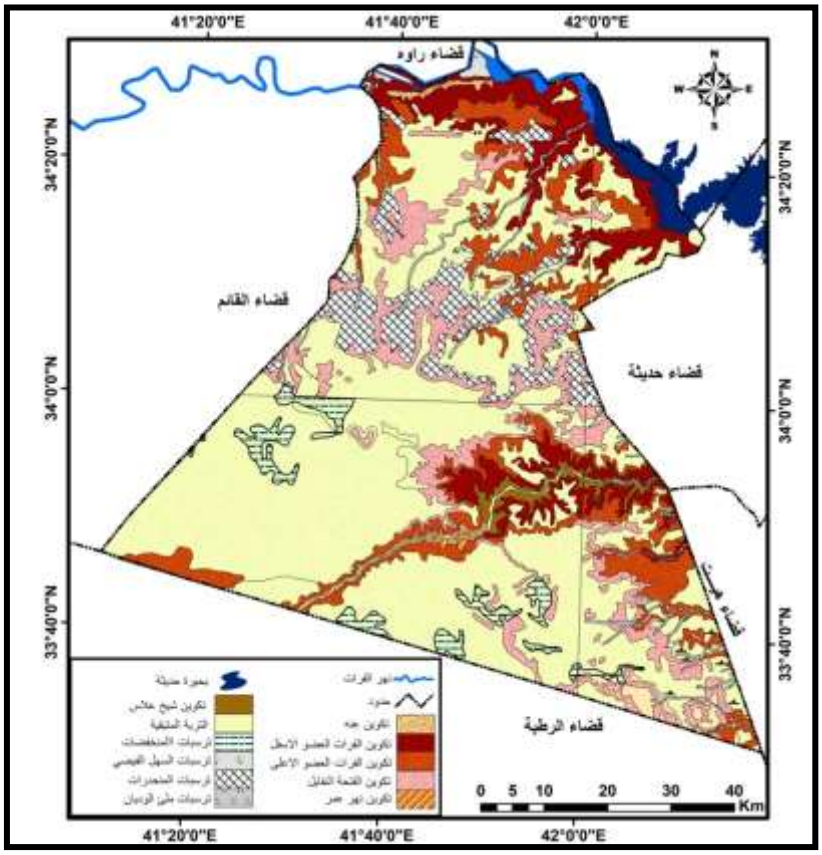
-٢- تكوين الشيخ علاس : (الاوليجوسين المبكر) SheikhAlasFormation

يظهر هذا التكوين في اقصى الاجزاء الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة ويكون على شكل مكاشف طبقية مبعثرة ذات طبيعة متموجة ، ويتكون من الحجر الجيري المتبلور ودولومايتي المسامي المهشم في بعض الحالات اما سمك هذا التكوين يتراوح ما بين (10 - 25) م .

١ – ٣– تكوين الفرات : (المايوسين الاسفل) Euphrates Formation

يعد هذا التكوين الاكثر انتشارا ضمن منطقة الدراسة بمساحة كلية تبلغ (1565.21) كم^{٢} وبنسبة (27.4) % من مساحة المنطقة ، إذ يوجد على طول ضفة وادي نهر الفرات وفي الوديان ذات القطع العميق وكذلك يوجد في اقصى الجنوب الشرقي في منطقة الدراسة، يتكون من الحجر الجيري المتبلور وجيد التطبق ويحتوي على متحجرات بسمك يصل الى (8) متر [٥].

خارطة (١) انواع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على اللوحات الجيولوجية لكل من لوحة الرمادي و ولوحة حديثة و لوحة البو كمال ذات المقياس 1/250000 وباستخدام برنامج Arc Map 10.5.

١- ٤ - تكوين النفايل (المايوسين الاوسط) Nfayil Formatation

ينكشف تكوين النفايل في مناطق متفرغة من منطقة الدراسة ويكون على شكل مرتفعات معزولة ومنفصلة ، يتكون من الحجر الكلسي والطفل الاخضر ويبلغ السمك الكلي لهذا التكوين (7 - 15) متر مكون من عدة دورات ترسيبية يصل عددها من (2 - 3) ، كل دورة تحتوي على الطفل الاخضر المتماسك او الورقي [٦] .

١ – ٥ - تكوين نهر عمر (البلايوستوسين) Nahr Umer Formation

يظهر تكوين نهر عمر في اقصى جنوب منطقة الدراسة بمنطقة ام الوز تحديد بمساحة صغيرة جدا، اما سمك هذا التكوين يصل (110) يتكون من تربة غرينيه الممزوجة بمسحوق ، و يعد اقل اهمية في التأثير على المياه الجوفية ضمن منطقة الدراسة وذلك بسبب صغر مساحة تواجده اسوةً مع انواع التكوينات الجيولوجية الاخرى .

٢- ترسبات الزمن الرباعي

تغطي ترسبات الزمن الرباعي اكثر من (59.5) % من مساحة المنطقة الكلية وتعد اخر العصور الجيولوجية بحسب الترتيب الزمني الجيولوجي والمتمثلة (بالتربة المتبقية ، وترسبات المنحدرات ،و ملئ الوديان ، ترسبات سهل فيضي ، والمنخفضات) يتراوح سمكها من اقل من متر إلى حوالي تسعة امتار لبعض الترسبات وبسبب النفاذية العالية وحداثة تكونها فهي تعد من الخزانات المهمة للمياه الجوفية .

ثانيا: الخصائص المناخية

المناخ من العوامل الطبيعية المهمة والمؤثرة على خصائص المياه الجوفية، باعتباره المصدر الوحيد الذي يسهم طبيعياً في تغذية الخزانات الجوفية وبشكل متجدد. وتعدّ الأمطار من أهم العناصر المناخية المؤثرة بشكل مباشر في تحديد كمية المياه الجوفية وخصائصها في منطقة الدراسة ، وذلك لعمق الخزانات الجوفية وتواجد الطبقات الصخرية التي تمنع تأثير العناصر الأخرى.

يتصف مناخ منطقة الدراسة التي هي جزء من منطقة الهضبة الغربية بكونه حاراً لمدة تزيد عن (٧) أشهر تبدأ من شهر نيسان وحتى شهر تشرين الأول، أما الأشهر المتبقية فإنها معتدلة تتخللها بعض الأيام الباردة ، وهذا يؤثر سلباً على نوعية المياه الجوفية وكميتها

في المنطقة، لاسيما المكامن الجوفية السطحية التي تعتمد في تغذيتها على الأمطار، بسبب ارتفاع معدلات التبخر الناتجة عن زيادة معدلات الحرارة.

ويتصف كذلك بقلة سقوط الأمطار، فضلاً عن تذبذبها في منطقة الدراسة ، فالأمطار يبدأ سقوطها في شهر تشرين الأول موعد مرور المنخفضات الجوية وتستمر الأمطار إلى أنْ تبلغ ذروتها خلال أشهر الشتاء، ثم تبدأ تقلّ تدريجياً إلى أنْ تنتهي في نهاية شهر نيسان وبداية شهر مايس، تماشياً مع انحسار المنخفضات الجوية، في حين يكون فصل الصيف جافاً .

ثالثا: التربة

تعد التربة احدى العوامل الطبيعية التي لها اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية وذلك لتأثيرها على جريان الموارد المائية السطحية والخزين المائي الجوفي من خلال عملية الرشح التي تعتمد بشكل اساسي على مسامية ونفاذية التربة ، فخصائص التربة الفيزيائية وخاصة نسجتها وعمقها يحددان قابليتها على نفاذ المياه وسرعة وصولها الى الخزانات الجوفية ، اما خصائصها الكيميائية فتؤثر على الخصائص النوعية للمياه الجوفية[٧] . وعلية فان الترب الرملية ذات النفاذية العالية تكون المياه السطحية ومياه الامطار المتسربة الى باطن الارض اكبر مما تزيد من عملية تغذية الخزانات الجوفية[٨] ، في حين يكون العكس في الترب الطينية التي تتصف بالرشح القليل بسبب نفاذيتها الواطئة والذي يرتفع مقدار المياه السطحية الجارية فوقها على حساب التغذية الجوفية التربة الرسوبية الصحراوية والتربة الكلسية والجبسية .

الأملاح الذائبة كلّيا (TDS) Total Dissolved Solids

تُعرّف بأنّها: مجموعة الأملاح الذائبة في المياه الجوفية والناتجة عن ذوبان العناصر المعدنية الموجودة في الصخور [٧] . ويتكون (TDS) بصورة رئيسة من مجموع الأيونات سالبة وموجبة ، ويعتمد تركيز هذه الأيونات في المياه الطبيعية على نوع الصخور والترب التي تكون في حالة تماس معها وعلى المدة الزمنية التي تستغرقها عملية التلامس [٨] .

توجد علاقة طردية بين قيم التوصيل الكهربائي (EC) ونسبة الأملاح الذائبة الكلية (TDS) إذ تنخفض قيم التوصيل الكهربائي بانخفاض تراكيز الأملاح الذائبة ،

وتتباين تراكيز الأملاح في المياه الجوفية بسبب اختلاف خصائص التركيب المعدني و الصخاري للمكمن المائي ، فضلاً عن مياه الري الزائدة التي تترشح عبر مسامات التربة وتصل الى الخزانات الجوفية التي تحمل معها الأملاح الموجودة في التربة وكذلك طبيعة حركة المياه الجوفية إذ إنّ المياه ذات السرعة العالية تتميز باحتوائها على نسبة قليلة من الأملاح الذائبة بسبب قلّة مدة البقاء داخل الصخور بعكس المياه البطيئة الجريان التي تؤدي الى ذوبان جزء من الطبقات الصخرية التي تمرّ من خلالها.

ويلاحظ من خلال الجدول (١) أنّ أعلى نسبة للأملاح الذائبة الكلية (TDS) قد بلغت (4930) ملغم /لتر للبئر (L49) ، وأدنى نسبة بلغت (456) في بئر (L10) وبمعدل بلغ (3030) ملغم /لتر للموسم الجاف، اما الموسم الرطب فقد بلغت أعلى نسبة للأملاح الكلية (4834) ملغم/لتر للبئر (L49) واقل نسبة بلغت (549) في البئر (L46) ، كما موضح في الخارطة (35) وبمعدل يبلغ (3008) ملغم/لتر للموسم الرطب ، إذ شهدت آبار منطقة الدراسة بتفوق نسبة الاملاح في الموسم الجاف بواقع (31) بئراً وبنسبة تبلغ(62)% والمتمثلة بإبار كل من (L4,L5,L6,L7,L8,L11,L12,L13,L14,L15,L16,L19,L20,L22,L23,L24, L25,L28,L30,L31,L33,L34,L35,L37,L38,L39,L41,L42,L45,L46,L49) ، أمّا الآبار المتعادلة الأملاح خلال الموسم الرطب والجاف فبلغ عددها (3) وبنسبة (6) % عند الابار (L3,L29,L40) ، في حين شهدت الآبار الاخرى البالغ عددها (16) بئراً وبنسبة تقدر (32) % من ارتفاع نسبة الاملاح (TDS) فيها خلال الموسم الرطب مع انخفاض النسب عن الموسم الجاف .

يعود سبب التباين وانخفاض نسبة الاملاح الذائبة الكلية لبعض الآبار الجوفية في الموسم الجاف مقارنة مع الموسم الرطب الى عمليات المزج والتخفيف بين مياه التغذية لاسيما المطرية ومياه الخزين الجوفي ، وكذلك العوامل المناخية المتمثلة بشدة الإشعاع الشمسي ، وارتفاع درجات الحرارة ، وتزايد عملية التبخر المستمرة من الموسم الجاف وحتى الموسم الرطب ، فضلاً عن التغيرات المناخية التي أدت الى إيجاد ظروف مناخية متقاربة بين الموسمين (اي تقدم الموسم الجاف نحو الموسم الرطب) مع الاستمرار في عملية ضخّ

المياه من الآبار لسقي المحاصيل الزراعية ، هذا أدى الى زيادة نسبة تراكيز الاملاح خلال الموسم الرطب لبعض آبار منطقة الدراسة مقارنة مع الموسم الجاف .

جدول (١)

كمية الاملاح الذائبة الكلية (T.D.S) لمياه آبار منطقة الدراسة للموسمين الجاف والرطب(ملغم/لتر)

رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم	
	الجاف	الرطب		الجاف	الرطب		الجاف	الرطب
L1	2960	3030	L18	4010	4110	L35	3181	2710
L2	1860	1990	L19	3990	3850	L36	1991	2710
L3	4560	4560	L20	2770	2720	L37	3019	3018
L4	2870	2700	L21	2871	3285	L38	2610	2530
L5	2150	2000	L22	3610	3190	L39	3373	2774
L6	4500	4300	L23	4020	3860	L40	2870	2870
L7	3880	3710	L24	3790	3680	L41	3228	2725
L8	3620	3460	L25	3900	3720	L42	2620	2540
L9	697	1080	L26	3204	3250	L43	2570	2900
L10	456	1115	L27	2670	2770	L44	2700	2810
L11	3780	3760	L28	2650	2640	L45	2730	2670
L12	3950	3800	L29	3160	3160	L46	595	549
L13	3880	3780	L30	2870	2830	L47	2810	2890
L14	4380	3870	L31	3183	2995	L48	556	562
L15	4330	4190	L32	2540	2580	L49	4930	4834
L16	2740	2680	L33	2605	2560	L50	2928	3005
L17	3470	4230	L34	2880	2860			

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج تحاليل مختبر مشروع ماء الرمادي الكبير .

- التوصيلية الكهربائية (EC) Electrical Conductivity

تعرّف بأنّها : قابلية الماء على حمل التيار الكهربائي ، وتعتمد هذه القيمة على نسبة تركيز الأيونات الذائبة في الماء ، فضلاً عن درجة حرارتها في أثناء القياس ، لأنها ذات تأثير مباشر على حركة واتجاه الأيونات المختلفة ، إذ يزداد التوصيل الكهربائي للماء بنسبة (2) % عند زيادة درجة حرارته درجة مئوية واحدة ، تتراوح قيم التوصيل الكهربائية لمياه الأمطار من (2-100) مايكروموز / سم ، وللمياه الجوفية من (50-50.000) مايكروموز/ سم، ولماء البحر أكثر من(50.000) مايكروموز / سم [٩] .

ومن خلال الجدول (٢) يلاحظ أنّ أعلى نسبة توصيل كهربائي (EC) بلغت (7000) مايكروموز / سم في البئر (L49) ، وأقلّ نسبة بلغت (688) مايكروموز / سم في البئر (L10) وبمعدل بلغ (3941) مايكروموز / سم للموسم الجاف ، في حين يقابلها الموسم الرطب إذ بلغت أعلى نسبة للإيصالية (7060) مايكروموز / سم للبئر (L48) ، وأقلّ نسبة بلغت (2526) مايكروموز / سم في البئر (L2) وبمعدل عام لعينات الموسم الرطب يقدر (4239) مايكروموز / سم ، وقد شهدت بعض آبار المياه الجوفية في منطقة الدراسة تفوق التوصيل الكهربائي (EC) خلال الموسم الجاف بواقع (26) بئراً مُشكّلة نسبة تبلغ (52) % من آبار عينة الدراسة والمتمثلة بالإبار (L4, L5,L6,L8,L12,L13,L14,L15,L16,L20,L22,L23,L24,L25,L27,L30, L31,L33,L34,L38,L39,L40,L42,L44,L45,L47) ، وسبب تفوق هذه الآبار يعود الى ارتفاع درجات الحرارة مع زيادة عمليات الضخ المائي من الآبار لأغراض الريّ مما يؤدي الى إرتفاع نسبة الأملاح وعلاقتها الطردية مع الإيصالية الكهربائية، أمّا الآبار الأخرى فشكلت نسبة (48)% وبواقع (24) بئراً شهدت تفوقها في الإيصالية الكهربائية خلال الموسم الرطب.

جدول (٢)مقدار الايصالية الكهربائية (EC) لمياه آبار منطقة الدراسة للموسمين الجاف والرطب(ميكروموز/سم)

رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم	
	الجاف	الرطب		الجاف	الرطب		الجاف	الرطب
L1	3560	3750	L18	4990	5250	L35	4210	4345
L2	2177	2526	L19	4850	4860	L36	5320	5342
L3	5020	5660	L20	3480	3370	L37	4300	4381
L4	3630	3420	L21	3950	4713	L38	3738	3120
L5	2689	2582	L22	4470	4130	L39	4340	3750
L6	5360	5330	L23	5010	4760	L40	4043	3660
L7	3990	4780	L24	4690	4680	L41	4290	4295
L8	4470	4420	L25	4860	4670	L42	3220	3150
L9	883	3830	L26	4340	4675	L43	3557	3570
L10	688	3690	L27	3783	3530	L44	3851	3590
L11	4710	4800	L28	3280	3320	L45	3440	3370
L12	4950	4650	L29	3890	3960	L46	954	6004
L13	4800	4278	L30	3590	3330	L47	4065	3680
L14	5420	4810	L31	4440	3645	L48	834	7060
L15	5400	5380	L32	3130	3150	L49	7000	7050
L16	3450	3380	L33	3704	3190	L50	4001	4078
L17	4260	5370	L34	3975	3640			

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج تحاليل مختبر مشروع ماء الرمادي الكبير .

- العسرة الكلية Total Hardness (TH)

تعدُّ العسرة الكلية صفة مميزة للمياه الجوفية ، وذلك لأهميتها ضمن استعمالات المياه للأغراض البشرية المختلفة ، وتعتمد على عنصري الكالسيوم والمغنسيوم ، وأنّ إرتفاع تراكيز هذين العنصرين عن الحد المسموح به يجعل المياه عسرة عندما لا يرغو الصابون فيها .

ومن أهم مصادر العسرة الكلية التي تمدّ المياه الجوفية بأيونات المغنسيوم والكالسيوم هي : صخور الجبس ، والرواسب الحصوية التي تكون في حالة تماس مباشر مع هذه المياه، ولاسيما ضمن منطقة الدراسة .

ويلاحظ من خلال الجدول (٣) أنّ أعلى نسبة للعسرة (TH) قد بلغت (2470) ملغم / لتر في البئر (L29) وأدنى نسبة بلغت (340) ملغم / لتراً في البئر (L48) وبمعدل (1563) ملغم / لتراً للموسم الجاف ، في حين سجل الموسم الرطب أعلى نسبة (TH) قد بلغت (2614) ملغم / لتراً للبئر (L3) وأقلّ نسبة كانت من نصيب البئر (L46) بلغت (547) ملغم / لتراً وبمعدل عام يبلغ (1390) ملغم / لتراً للموسم الرطب ، إذ شهدت أبار المياه الجوفية تفوق نسبة العسرة الكلية (TH) خلال الموسم الجاف بنسبة (70) % وبواقع (35) بئرا عن الموسم الرطب البالغ عدد الآبار المتفوقة (15) بئراً والمتمثلة بالآبار (L48,L50 L1,L2,L3,L5,L9,L10,L17,L18,L29,L31,L36, L39,L46,) ، وأن سبب تفوق العسرة الكلية لبعض أغلب الآبار خلال الموسم الجاف عن الموسم الرطب ، وذلك نتيجة ارتفاع درجات الحرارة الذي تزيد من عملية تفاعل المياه مع الصخور والملوثات التي تتسرب الى المياه الجوفية ممّا يؤدي الى زيادة تراكيز بعض العناصر الكيميائية المتمثلة بعناصر الكالسيوم والمغنسيوم الموجودة في الصخور الكلسية الذي تؤثر في العسرة الكلية للمياه .

جدول (٣)قيمة العسرة الكلية (TH) لمياه آبار منطقة الدراسة للموسمين الجاف والرطب(ملغم/لتر)

رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم	
	الجاف	الرطب		الجاف	الرطب		الجاف	الرطب
L1	1102	1353	L18	1681	1854	L35	1735	1140
L2	979	1034	L19	1901	1474	L36	1735	1756
L3	2310	2614	L20	1820	1110	L37	1630	1448
L4	1453	1322	L21	1801	1479	L38	1520	1003
L5	1219	1322	L22	1920	1246	L39	1558	1572
L6	1862	1581	L23	2147	1915	L40	1643	1231
L7	1486	1383	L24	2102	1566	L41	1568	1269
L8	1605	1459	L25	1983	1611	L42	1328	973
L9	367	1459	L26	1985	1588	L43	1443	1186
L10	389	1338	L27	1541	1231	L44	1568	1216
L11	1549	1414	L28	1820	912	L45	1583	1322
L12	1856	1748	L29	2470	2554	L46	382	547
L13	1920	1581	L30	1729	1170	L47	1659	1003
L14	1746	1398	L31	1921	1943	L48	340	821
L15	1611	1596	L32	1161	1003	L49	1234	912
L16	1638	1490	L33	1505	1003	L50	1040	1046
L17	2014	2037	L34	1623	1277			

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج تحاليل مختبر مشروع ماء الرمادي الكبير .

البوتاسيوم (K^{+1}) Potassium

ايون البوتاسيوم أكثر انتشاراً في القشرة الارضية ومقترناً وجوده مع آيون الصوديوم ، لكن تركيز هذا العنصر في المياه الجوفية أقلّ بكثير من عنصر الصوديوم ، وذلك بسبب الاستقرار النسبي لأيون البوتاسيوم نتيجة لمقاومته الشديدة لعوامل التجوية الكيميائية فضلاً عن دخوله في تركيب المعادن الطينية في أثناء عملية التجوية ، ومن أهم مصادر آيون البوتاسيوم (المايكروكلايت ، و المايكا ، والاورثوكلس ، والسلفايت، وصخور المتحجرات)[١٠].

يبيّن الجدول (٤) أنّ أعلى نسبة للبوتاسيوم في الموسم الجاف بلغت (33) ملغم / لتر في الابار (L6,L14,L15) وأقلّ نسبة بلغت (4) ملغم / لتر في البئر (L10) وبمعدل بلغ (21) ملغم / لتراً ، أمّا في الموسم الرطب فقد بلغت أعلى قيمة للبوتاسيوم (39) ملغم / لتراً للبئر (L48) وأقلّ قيمة بلغت (14) ملغم / لتراً في الآبار (L2,L5) وبمعدل عام يبلغ (23) ملغم / لتر ضمن الموسم الرطب ، إذ سجلت أغلب آبار المياه الجوفية ضمن منطقة الدراسة تفوق نسبة البوتاسيوم خلال الموسم الجاف بواقع ((٣٤ بئراً وبنسبة تبلغ (٦٨)% من آبار عينة الدراسة في حين بلغ عدد الآبار التي تفوقت خلال الموسم الرطب (١٣) بئرا مشكلة نسبة تبلغ (٢٦) % متمثلة بآبار (L2,L7,L9,L10,L17,L21,L26,L43,L45,L46,L48,L49,L50) أمّا الآبار التي شهدت نسبة توازن آيون البوتاسيوم خلال الموسم الجاف والرطب فبلغ عددها (٣) آبار هي كل من بئر (L3,L24,L32) مشكلة نسبة تبلغ (٦)% من مجموع آبار عينة الدراسة .

جدول (٤)مقدار البوتاسيوم (K^{+1}) لمياه آبار منطقة الدراسة للموسمين الجاف والرطب(ملغم/لتر)

رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم	
	الجاف	الرطب		الجاف	الرطب		الجاف	الرطب
L1	22	21	L18	30	28	L35	21	19
L2	13	14	L19	28	27	L36	20	20
L3	31	31	L20	21	19	L37	22	18
L4	22	19	L21	16	25	L38	20	17
L5	16	14	L22	26	22	L39	21	18
L6	33	30	L23	28	27	L40	22	20
L7	24	26	L24	25	25	L41	21	18
L8	27	24	L25	27	26	L42	19	17
L9	5	21	L26	24	25	L43	18	19
L10	4	21	L27	19	19	L44	21	19
L11	28	26	L28	19	18	L45	14	18
L12	30	26	L29	24	22	L46	6	38
L13	26	24	L30	20	19	L47	21	20
L14	33	27	L31	22	20	L48	5	39
L15	33	29	L32	18	18	L49	11	32
L16	20	18	L33	20	18	L50	13	36
L17	26	29	L34	23	20			

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج تحاليل مختبر مشروع ماء الرمادي الكبير.

الصوديوم (Na^{+1}) Sodium

إنّ المصدر الأساس لوجود آيون الصوديوم في المياه الجوفية هو ذوبان المعادن المكونة لصخور الملحية مثل : الهالايت (Halite) و (Nacl) ، وكذلك تجوية المعادن الطينية مثل : المونتمورلونايت (Montmorelonite) الذي تحرر كمية كبيرة من ايون الصوديوم نتيجة للتبادل الأيوني مع الكالسيوم أو المغنسيوم فضلاً عن ذوبان معادن البلاجيوكليس (Plageoclase) [١١] . كما أنّ للفعاليات البشرية تاثيراً كبيراً على تركيز آيون(Na^{+1}) وذلك عبر استعمال الأملاح في الإحتياجات المختلفة واعادة استعمل المياه العادمة في الري ، وكذلك تعد مياه الامطار مصدراً مهماً لإغناء المياه الجوفية بأيون الصوديوم مما آتصف هذا آلايون بزيادة درجة ناقليته العالية مما ادى الى تركيزه بنسبة كبيرة مقارنة مع آيون البوتاسيوم ضمن منطقة الدراسة .

ويلاحظ من خلال الجدول (٥) أنّ أعلى نسبة للصوديوم بلغت (391) ملغم / لتر في البئر (L21) ، وأقلّ نسبة بلغت (42) ملغم / لتر للبئر (L10) وبمعدل عام للموسم الجاف قد بلغ (265) ملغم / لتر ، أمّا في الموسم الرطب فقد بلغت أعلى نسبة لصوديوم (515) ملغم / لتر في البئر (L48) وأدنى نسبة بلغت (182) ملغم / لتر للبئر (L2) وبمعدل عام للموسم الرطب يبلغ (304) ملغم / لتر.

كذلك سجلت آبار المياه الجوفية ضمن منطقة الدراسة بتفوق آيون الصوديوم خلال الموسم الجاف بواقع (16) بئراً وبنسبة (32) % عند الآبار (L4,L11,L14,L21,L26,L27, L31,L33,L34,L35,L38,L39,L40,L41 ,L44,L47) ، أمّا الآبار الاخرى بواقع (34) بئراً وبنسبة (68) % فقد شهدت ارتفاع نسبة الصوديوم خلال الموسم الرطب وسبب التفوق يعود الى زيادة تأثير مياه الأمطار وتكرار عملية غسل التربة ، فضلاً عن تأثير النشاط الزراعي والصناعي والصرف الصحي الذين يعملون على زيادة تراكيز آيون الصوديوم في مياه الآبار .

جدول (٥)مقدار الصوديوم (Na^{+1}) لمياه آبار منطقة الدراسة للموسمين الجاف والرطب(ملغم/لتر)

رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم		رقم العينة	نوع الموسم	
	الجاف	الرطب		الجاف	الرطب		الجاف	الرطب
L1	246	278	L18	345	377	L35	337	244
L2	150	182	L19	290	353	L36	186	253
L3	347	418	L20	214	249	L37	237	249
L4	251	248	L21	391	326	L38	285	232
L5	168	183	L22	275	292	L39	289	245
L6	371	394	L23	300	354	L40	303	263
L7	276	340	L24	272	337	L41	385	254
L8	309	317	L25	289	341	L42	198	232
L9	54	277	L26	362	339	L43	261	266
L10	42	275	L27	289	254	L44	291	258
L11	362	345	L28	201	242	L45	150	245
L12	342	348	L29	269	289	L46	67	503
L13	293	347	L30	220	259	L47	310	265
L14	357	355	L31	296	263	L48	60	515
L15	373	384	L32	192	236	L49	309	382
L16	212	246	L33	272	235	L50	365	449
L17	294	388	L34	292	262			

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج تحاليل مختبر مشروع ماء الرمادي الكبير

- تقييم صلاحية المياه الجوفية لأغراض الزراعة

تعدُّ الزراعة واحدة من أهم الأنشطة الاقتصادية الأساسية في منطقة الدراسة ، والتي تعتمد على المياه الجوفية بشكل كبير وواسع ، لذا من الضروري تقييم خصائصها النوعية

باعتبارها من أبرز العوامل المؤثرة في الانتاج الزراعي من ناحية (الكمّ والنوع) لكون المحاصيل الزراعية تتباين في درجة تحملها لخصائص المياه الجوفية من محصول لآخر ، لذلك سوف تعتمد الدراسة على تصانيف عديدة من أجل تقييم صلاحية مياه الآبار المدروسة لأغراض الانتاج الزراعي ، ومن أهم هذه التصانيف المعتمدة هي :

٣-٢-١- تصنيف مختبر الملوحة الامريكي (Us – Salinity Lab)

يعدُّ واحداً من أهم التصانيف المعتمد في تقييم صلاحية المياه الجوفية لأغراض الزراعة والذي يعتمد على معايير عديدة في التقييم منها : درجة تركيز الملوحة (TDS) ، والايصالية الكهربائية (EC) ، ونسبة امتزاز ايون الصوديوم (SAR) ، لأنّ لهذه العناصر تاثيراً كبيراً ليس في نمو النبات فقط ولكن تؤثر سلبياً ايضاً في خواص التربة لكون تراكم الاملاح يؤثر في عملية النفاذية والتهوية لتربة مما يعرقل عملية نمو النباتات بصورة غير مباشرة فضلاً عن تحديد زراعة نوع المحصول ، كما في الجدول (٦)

ومن خلال مقارنة قيمة الإيصالية الكهربائية * وفقاً لمعيار المختبر الأمريكي مع نتائج الجدول (50) اتضح لنا في الموسم الجاف بأنّ عدد الآبار التي تكون مياهها عذبة تصلح لزراعة معظم المحاصيل الزراعية (19) بئراً وبنسبة تبلغ (38)% من آبار عينة الدراسة والمتمثلة بالآبار (L10,L21,L26,L27,L31,L33,L34,L36,L37, L38, L40,L41,L43,L44,L46,L47,L48,L49,L50,) ، أمّا آبار عينة الدراسة الاخرى البالغ عددها (31) بئراً وبنسبة تبلغ (62) % فتكون مياهها في الموسم الجاف مالحة وتستعمل في ريّ المحاصيل الزراعية التي لها القدرة على تحمل الملوحة وشرط وجود ترب جيدة تتمتع بنفاذية عالية ، أما في الموسم الرطب فقد بلغ عدد الآبار التي تكون مياهها عذبة جدا وتصلح لري كافة المحاصيل الزراعية بئران والمتمثلة بآبار (L46,L48) ، في حين بلغ عدد الآبار ذات المياه العذبة الصالحة لزراعة معظم المحاصيل الزراعية (11) بئراً مشكلة نسبة تقدر (22) % من آبار عينةالدراسة خلال الموسم الرطب والمتمثلة بالآبار (L9,L10,L21,L26,L35,L36,L37, L39,L41,L49,L50,) ، أمّا الآبار الجوفية الاخرى المتبقية من عينة الدراسة والبالغ عددها في الموسم الرطب (37) بئراً وشكلت نسبة كلية (74) % تكون المياه فيها مالحة وتصلح لزراعة المحاصيل المقاومة للأملاح مع وجود تربة تتمتع بنفاذية جيدة .

أما بالنسبة لمعيار نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) ** فهو من المؤشرات المهمة لمعرفة صلاحية المياه لأغراض الزراعة ، إذ إنها توضح العلاقة بين املاح الصوديوم الى املاح الكالسيوم والمغنسيوم ، لان زيادتهما يؤثر في نمو النبات وخواص التربة مما يحولها الى تربة قلوية يصعب استصلاحها مما يتطلب مراقبتها هذه النسبة في مياه الري بشكل دوري ومستمر [1].

---

*- تم استخراج القيمة الايصالية الكهربائية من خلال هذه المعادلة قيمة الثابت $\frac{TDS}{Ec}$.

**- تم استخراج نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) عن طريق معادلة :

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca+Mg)/2}}$$

للمزيد ينظر الى : محمد أنيس الليلة، , وآخرون ، إمكانية استثمار المياه الجوفية لأغراض الزراعة والري في مدينة الموصل، مجلة التربية والعلم، العدد(11)، 1993، ص31.

ومن خلال ملاحظة الجدول (٦) وبعد تطبيق معادلة الامتزاز للآبار المدروسة تبين ما يأتي :

١ – سجل الصنف (S1) المنخفض الصوديوم في الموسم الجاف (6) آبار المتمثلة بالآبار (L9,L10,L34,L45,L46,L48) والذي تستعمل مياهها لريّ المحاصيل الزراعية بأنواعها كافة .

٢ – اما الصنف (S2) فسجل المرتبة الاولى في الموسم الجاف ، والذي بلغ عدد الآبار فيه (30) بئراً مشكلة نسبة تبلغ (60) % من آبار عينة الدراسة والمتمثلة بالآبار (L1,L2, L3,L4,L5,L7,L8,L13,L16,L17,L19,L20,L22,L23,L24, L25,L27,L28,L29,L30,L32,L33,L36,L37,L38,L40,L42,L43,L44, L47) للموسم الجاف ، في حين تراجع عدد ابار هذا الصنف خلال الموسم الرطب بلغ (19) بئراً مشكلة نسبة تبلغ (38) % والمتمثلة بالإبار (L2,L4,L5,L16,L27

(L29,L31,L32,L33,L34,L35,L36,L37,L38,L39,L41,L42,L44,L45,

للموسم الرطب ، تتصف مياه هذه الصنف بانها متوسطة الصوديوم وتصلح لزراعة كثير من المحاصيل الزراعية ومن أهمها زراعة الحبوب ضمن منطقة الدراسة .

٣- الفئة الثالثة (S3) العالية الصوديوم والذي يتراوح (SAR) من (18-26) إذ بلغ عدد آبار هذا الصنف خلال الموسم الجاف (10) ابار وبنسبة تبلغ (20) % والمتمثلة بالآبار (L6,L11,L12,L14,L15,L18,L31,L35,L39,L49) للموسم الجاف ، أمّا في الموسم الرطب فقد ارتفع عدد ابار هذا الصنف إذ بلغ (27) بئراً وبنسبة تبلغ (54)% من مجموع آبار عينة الدراسة والمتمثلة بالآبار (L1,L3,L6,L7,L8,L9,L10,L11,L12,L13,L14, L15,L17,L18,L19,L20,L21,L22,L23,L24,L25,L26,L28,L30,L40,L43, L47) للموسم الرطب ، إذ يمكن استعمال مياه الآبار الواقعة ضمن هذا الصنف في العملية الزراعية ولكن يؤدي استعمالها الى تركز الاملاح في الترب ويؤثر في المحاصيل الحساسة مما يفضل انشاء المبازل وقنوات تصريف المياه الزائدة ضمن المناطق التي تستعمل هذا النوع من المياه في الزراعة .

٤- الآبار عالية الصوديوم وغير صالحة للعملية الزراعية ذات الصنف (S4) والذي يبلغ نسبة امتزاز الصوديوم فيها أكثر من (26) ملغم / لتراً و بلغ عددها في الموسمين (4) آبار والمتمثلة بالآبار (L21,L26,L41,L50) للموسم الجاف والآبار (L46,L48,L49,L50) للموسم الرطب ، إذ تكون مياهها ضارة للمحاصيل الزراعية كافة بحسب نتائج التصنيف .

جدول (٦)

تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي لصلاحية المياه في الري بحسب درجة الملوحة ونسبة الامتزاز

الاصناف	Ec	عدد الابار في الموسم الجاف	عدد الابار في الموسم الرطب	خصائصها	مدى صلاحيتها	الاصناف	SAR	عدد الابار في الموسم الجاف	عدد الابار في الموسم الرطب	خصائصها	مدى صلاحيتها
C1	اقل 0.25	لا يوجد	2	مياه عذبة جدا	صالحة لري كافة المحاصيل	S1	اقل 10	6	لا يوجد	منخفضة الصوديوم	تستعمل في ري جميع المحاصيل
C2	0.75-0.25	19	11	مياه عذبة	تصلح لري معظم المحاصيل	S2	18-10	30	19	متوسطة الصوديوم	ملائمة لكثير من المحاصيل وأهمها الحبوب
C3	2.25-0.75	31	37	مياه مالحة	تستعمل في ري المحاصيل التي لها تحمل للملوحة مع وجود التربة جيدة التفاذية	S3	26-18	10	27	عالية الصوديوم	استعمالها يؤدي الى تركزه في التربة، ويضر المحاصيل الحساسة
C4	5-2.25	لا يوجد	لا يوجد	مياه عالية الملوحة	يمكن استعمالها في حالة توافر التربة عالية التفاذية والمحاصيل المتحملة جدا للملوحة	S4	اكثر 26	4	4	الصوديوم عالٍ جدا	ضارة لجميع المحاصيل

L.A. Richard, Diagnosis and improvement of saline and alikali soils, Agriculture handbook 60, U.S.A. Depart. Agri. Washinaton, 1954, p.160.

٢-٢- تصنيف ويلكوكس

يعد من المؤشرات المهمة المستعملة في معرفة صلاحية الماء للري ، لأنّ تركز الصوديوم وامتزاجه في الماء يؤثر في التربة من ناحية قلّة مساميتها ونفاذيتها واكتسابها تشبيعاً معقداً للأيونات وكذلك تأثيرها السمي في النبات والأحياء الدقيقة الموجودة في

الترب[١٢] . إذ يعتمد هذا التصنيف على مؤشرين أساسيين ، هما : النسبة المئوية للصوديوم ، والإيصالية الكهربائية ، ويستخرج من تطبيق المعادلة الآتية:

النسبة المئوية للصوديوم= $\left[Na\% = \frac{Na}{Ca + Mg + Na} X100 \right]$

وفقاً لهذا المعيار تصنف المياه على خمسة مجاميع :تتضمن الثلاثة الأولى منها : المياه التي يمكن استعمالها لأغراض الريّ وتتراوح صفاتها بين الممتاز والمقبول ، أمّا المجموعة الثانية فتضمّ المياه غير الملائمة للري ، وتتراوح صفاتها بين المشكوك في صلاحيتها والمياه غير المرغوب كما في الجدول (٧) .

وبالاعتماد على معطيات تصنيف (ويلكوكس) ومع مقارنة النسبة المئوية للصوديوم في مياه آبار منطقة الدراسة ، نجد صلاحية آبار المنطقة لري المحاصيل الزراعية تقع ضمن ثلاث مجاميع ، هي :

جدول (٧)تصنيف ويلكوكس لصلاحية المياه الجوفية لري بحسب النسبة المئوية للصوديوم (Na)

صنف الماء	الرمز	النسبة المئوية للصوديوم%	عدد ابار الموسم الجاف	عدد ابار الموسم الرطب
ممتاز	A	اقل من 20	**لا يوجد**	**لا يوجد**
جيد	B	40-20	**40**	**28**
مقبول	C	60-41	**10**	**19**
يشك بصلاحيته	D	80- 61	**لا يوجد**	**3**
غير صالح	E	أكبر من 80	**لا يوجد**	**لا يوجد**

L.v.wilcox , Classification and USE of irrigation waters , U.S. department agriculture , Circ. 969. Washington D.C.1955.P.19.

١- المجموعة الاولى : تبلغ النسبة المئوية للصوديوم من (20-40) وتمثل الصنف الجيد ويمكن استعمال هذه المياه في حال توافرت المبازل والغسل الجيد لتربة ، ويقع

ضمن هذه المجموعة عدد آبار تبلغ (40) بئرا وبنسبة تقدر (80)% في الموسم الجاف والمتمثلة بالآبار (L2,L3,L4,L5,L6,L7,L8,L9,L10,L12,L13,L14, L16,L17,L18,L19,L20,L22,L23,L24,L25,L27,L28,L29,L30,L32, L33,L34,L36,L38,L39,L40,L42,L43,L44,L45,L46,L47,L48,L49,)

، أمّا في الموسم الرطب فقد وقع ضمن هذه المجموعة (28) بئرا مشكلة نسبة تبلغ (56)% والمتمثلة بالإبار (L1,L2,L3,L4,L5,L8,L9,L12,L13,L16,L17,L18, L23,L24,L25,L27,L29,L30,L31,L34,L35,L36,L37,L39,L40,L41, L44,L45,) لهذا الموسم .

٢- المجموعة الثانية : تضمنت المياه ذات النوع المقبول والذي يتراوح فيها نسبة الصوديوم ما بين (41-60) إذ وقع ضمن هذه المجموعة الآبار المتبقية من المجموعة الاولى والبالغ عددها (10) آبار مشكلة نسبة تقدر (20) % من عينة الابار الكلية ، في حين بلغ عدد آبار هذه المجموعة خلال الموسم الرطب (19) بئراً مشكلة نسبة تبلغ (38)% ومتمثلة بالآبار (L6,L7,L10,L11,L14,L15,L19, L20,L21,L22,L26,L28,L32,L33,L38,L42,L43,L47,L49,) ، وتكون مياه هذه المجموعة مقبولة في ريّ المحاصيل الزراعية بحسب نتائج هذا المعيار .

٣- المجموعة الثالثة : تضم هذه المجموعة الآبار التي تبلغ نسبة الصوديوم فيها ما بين(61 -80) ملغم / لتر، ويقع ضمن هذه المجموعة فقط (3) آبار المتبقية من المجموعة الاولى والثانية للموسم الرطب والمتمثلة بآبار (L46,L48,L50) والذي يشكّ بعدم صلاحية مياهها في العملية الزراعية .

الاستنتاجات:

١- تتصف التكوينات الجيولوجية بمساميتها ونفاذيتها العالية مما سيمح لكميات كبيرة من المياه الجوفية من النفاذ الى الخزانات الجوفية وتحديداً القريبة من سطح الارض لاسيما ضمن المناخ الجاف او شبه الجاف مما انعكس على الموازنة المائية بوجود عجز مائي في جميع اشهر السنة .

٢- اتضح من خلال تحديد مناسيب المياه الجوفية بان حركتها في منطقة الدراسة بشكل عام من مناطق الضغط الهيدروليكي العالي باتجاه الضغط الواطئ وتكون الحركة من الجنوب والوسط باتجاه الشمال والشمال الشرقي وبشكل متوافق مع طبيعة السطح والميل الطبوغرافي للمنطقة .

٣- توصلت الدراسة ان عنصر الاملاح الكلية (T.D.S) يعد من اهم المؤشرات المؤثرة على الخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة لكونه يتحدد من خلاله امكانية استثمار المياه الجوفية من عدمها.

٤ - تبين من خلال الدراسة اعتماد سكان المنطقة على المياه الجوفية لمختلف الاستعمال الزراعي الذي تحتل المرتبة الاولى من حيث استهلاك المياه الجوفية.

٥- اتضح اهمية تطبيق التنمية المستدامة ولإدارة المتكاملة للمياه الجوفية لتحقيق اهدافها منها تحسين نوعية المياه الجوفية والتغذية المائية الجوفية من خلال حصاد المياه وحل مشكلة تلوث .

- التوصيات:

١- إجراء دراسات هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية مستمرة وشاملة وتفصيلة للمنطقة، لمراقبة خصائص هذه المياه زمانياً ومكانياً مع توفير أجهزة حديثة لرصد التغيرات وتسجيلها.

٢- ضرورة الحفاظ على المياه الجوفية باعتبارها مورد طبيعي قابل للنفاذ من خلال استعمال الطرائق الزراعية الحديثة، ولاسيما أنها المصدر الوحيد لعمليات الاستثمار في المناطق الصحراوية.

٣- سن قانين وتشريعات تنظيم عملية حفر الابار ونبذ العشوائية في الحفر بحيث تكون المسافة بين بئر واخر اكثر (500) متر واستغلال المياه الجوفية بما يحقق الاستفادة منها بدون الحاق الضرر بالمنظومة الهيدرولوجية .

٣- استثمار مياه الابار غير مستثمرة في منطقة الدراسة لاسيما في المجال الزراعي منها الابار المتروكة دون استثمار من اجل الحفاض على المياه الجوفية من التلوث والضياع .

الاحالات :

1 - Buday, T., and Jassim. S., Tectonic Map of Iraq Scale (1:1000000) edit geosurv, 35, 1984, P.46.

2- فاروجان خاجيك سيساكيان ، شاكر قنبر الحافظ ، تقرير جيولوجي لوحة حديثة اناي (38-5 / جي ام -31) ، مقياس 1/250000 وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، قسم المسح الجيولوجي ، بغداد ، 1993 ، ص 3 – 4 .

3- عبد العالي عبد الحسين ، شهلة نجم الدين الخشاب ، تقرير دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية، لمنطقة البو كمال و وادي المياه اللوحتين (NI – 38 – 7 ، NI – 37 – 8) الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، قسم المياه الجوفية ، 2007 ، ص 6 ، 10 .

4- عبدالله سياب واخرون ، جيولوجيا العراق ، جامعة الموصل ، مديرية دار الكتب لطباعة والنشر ، 1982 ، ص 127 .

5 - Rc, van Bellen Dunnington , H.v, Wetzel ,Morton D.m .lexiqe Stratigraphiaue Lntemational – Asiain Dubertretl (director), Fasc . 10c.lraq .center .net .Researche Scentifi que , .(paris) vol.111,1959-p.333.

6- نعمان شحادة ، التوازن المائي في الأردن ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد الثاني عشر، مطبعة العاني ، بغداد ، ١٩٨١ ، ص ٥٦ – ٥٧ .

7- M. Sutan Tener , Domestic Water and Waste Water Loads in Taiz Region Upper Wadirasy , Nwrp sana ayemen , 1988, p.65.

8 – محمود عبد الحسن جويهل الجنابي ، هيدروكيميائية الخزان الجوفي المفتوح وعلاقة مياهه برسوبيات المكمن الجوفي في حوض تكريت – سامراء شرق دجلة) ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، 2008 ، ص 54.

9- محمود عبد حسن الجويهل الجنابي ، هيدروكيميائية الخزان الجوفي المفتوح وعلاقة مياهه برسوبيات المكمن الجوفي في حوض تكريت – سامراء شرق دجلة) ،مصدر سابق ، ص52.

10- تحسين عبدالرحيم عزيز ، التباين المكاني لمياه الينابيع في محافظة السليمانية ، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية ، جامعة المستنصرية ، 2007 ، ص 94.

11- Davis S.N and Dewiest R.J , op . Cit , P.104.

12- سعاد محمد هديل ، التقييم النوعي للمياه الجوفية في مشروع المسيب ومدى صلاحيتها لاغراض الري ، مجلة التقني ، المجلد (21) ، العدد الاول ، 2008 ، ص72.

13- أحمد حيدر الزبيدي، ملوحة التربة- الأسس النظرية والتطبيقية، وزارة التعلم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، مطبعة الحكمة، 1989، ص87.