

# حساب تغذية المياه الجوفية باستخدام تقنية متتبعات الأثر البيئية (ايون الكلوريد) في منطقة ( سامراء - تكريت)

م.د. محمود عبد الحسن جويهل الجنابي  
جامعة الكوفة/كلية التربية للبنات

## المقدمة:

يعد استخدام تقنيه متتبعات الأثر (Tracer Technique) من الأساليب التي ازداد استخدامها حديثاً في الدراسات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية على الرغم من كونها معروفة منذ وقت ليس بالبعيد. ويرجع ذلك إلى التطور الحاصل في عملية قياس النظائر البيئية الطبيعية التي تتواجد في الطبيعة والتي هي النظائر المستقرة (الديتريوم  $H^{-2}$  ، الأوكسجين  $^{18}O$  وغيرها) أو النظائر المشعة (الترتيوم والكاربون 14 وغيرها) بالإضافة إلى الايونات الكيميائية الأخرى التي تتواجد في الطبيعة. وتأتي أهمية استخدام هذه التقنية بسبب الحاجة الماسة إلى تأكيد بعض الحقائق العلمية التي تقاس بطرق أخرى يمكن أن تكون ذات نسبة خطأ كبيرة نوعاً ما، خصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني من انخفاض في معدلات الأمطار وازدياد معدلات التبخر - نتح السنوية وبالتالي فهناك حاجة ماسة إلى تأكيد قيم معدلات تغذية المياه الجوفية بشكل آمن. حيث لم يتمكن من إجراء قياسات للنظائر البيئية بسبب عدم توفر أجهزة القياس المختبرية لهذه العناصر. ولكن تم إجراء القياسات لايونات السالبة والموجبة الرئيسية في مياه الأمطار و التربة بالإضافة إلى المياه الجوفية بهدف استخدام هذه التقنية .

لقد تم اختبار ايون الكلوريد في هذه الدراسة وذلك لعدة أسباب منها :-

- إذ يعد من أكثر الايونات انتشاراً في المياه الطبيعية.
  - شحنته السالبة التي لا تسمح بمسكه من قبل التربة .
  - أن تطبيق موازنة كتلة الكلوريد تعد الأسهل من بقية الايونات بسبب المواصفات الفيزيائية والكيميائية لهذا الايون .
  - يتواجد بصورة طبيعية في الأرض والهواء ويمكن استخدامها في تقييم تغذية المياه الجوفية .
- وقد تم حسابه حسب المعادلة التالية حيث أن كتلة الكلور الداخل للنظام والمدة الزمنية لتركيز الكلوريد يكون بصورة متوازنة مع الكتلة الخارجة من النظام والمدة الزمنية لتركيزه في المياه المصرفة في النطاق غير المشبع ( $C_{uz}$ ) عند افتراض قيمة الجريان السطحي تساوي صفر .

وكما في المعادلة التالية. (Allison & Hughes,1978)

$$PC_p = DC_{uz} \dots\dots\dots (1)$$

$$D = \frac{PC_p}{C_{uz}} \dots\dots\dots(2)$$

حيث أن :

P - كتلة الكلور الداخل للنظام .

C<sub>p</sub> - المدة الزمنية لتركيز الكلوريد في P

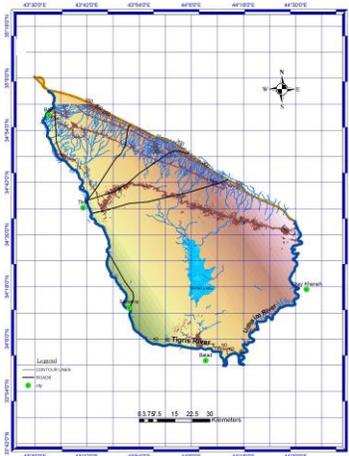
D - التصريف (Drainage)

C<sub>uz</sub> - المدة الزمنية لتركيزه في المياه المصرفة في النطاق غير المشبع Cuz

من المعادلة أعلاه نلاحظ أن التصريف يرتبط بعلاقة عكسية مع تركيز الكلور في المياه الموجودة في فجوات النطاق غير المشبع وهذا العلاقة العكسية تنتج في طريقة موازنة كتلة الكلوريد ( Chlorid Mass Balance,CMB) التي تبدو أكثر ملائمة لمعدلات التصريف الواطنة بسبب كون تركيز الكلوريد يتغير بصورة ملحوظة في حال أي تغير بسيط للتصريف . وبصورة عامة فان تركيز الكلوريد يزداد خلال نطاق الجذور كنتيجة لعمليات التبخر – نتح ويبقى ثابت أسفل هذا العمق.

### أولاً- الموقع الجغرافي:

تقع منطقة الدراسة بين خطي طول (30° 44' - 15° 43' ) ، ودائرتي عرض (00° 34' - 00° 35' ) يحدها من الجهة الشمالية الشرقية سلسلة جبال حميرين ،ومن الجهة الغربية يحدها نهر دجلة ،أما من الجنوب والجنوب الشرقي فيحدها نهر العظيم الشكل (1). تعد المنطقة مهمة من الناحية الاقتصادية حيث يمارس أهلها الزراعة خاصة الحبوب مثل الحنطة ،الشعير والذرة معتمدين على مياه الأمطار وكذلك زراعة بعض الخضروات الصيفية والشتوية. شكل(1)خريطة الأساس لمنطقة سامراء- تكريت عن(المسح الجيولوجي والتعدين،1996)



### ثانياً- التتابع الطبقي:

تتراوح أعمار الصخور المنكشفة في المنطقة من المايوسين الأوسط إلى ترسبات العصر الرباعي ويمكن ترتيبها بحسب عمرها من الأقدم إلى الأحدث كما يلي :

### 1- تكوين الفتحة

عمر هذا التكوين هو المايوسين الأوسط ، يتمثل بتعاقب الحجر الطيني ،الحجر الجيري ،الجبسوم والانهيدرايت ( Van Bellen, 1959 ) أما بيئة الترسيب فهي تتراوح من بيئة نهريّة إلى بيئة قارية (Hamza, 1990).

### 2- تكوين انجانه

عمر هذا التكوين المايوسين المتأخر ويقسم التكوين إلى عضوين رئيسيين ( Hamza, 1990 )

هما:-

• العضو السفلي : يتكون من تعاقب طبقات الحجر الطيني والحجر الغريني والحجر الرملي مع عدسات من السيلينايت.

• العضو العلوي :- يتكون من تعاقب طبقات الحجر الرملي والحجر الطيني المتكسرة وطبقات الحجر الغريني ذات السمك القليل.

صخور هذا التكوين مترسبة بصورة متوافقة فوق تكوين الفتحة. أما بالنسبة لبيئة الترسيب فقد أشار (VanBellen, 1959) إلى أن تكوين انجانه ذو بيئة ترسيب شبه قارية ، إما الحد الفاصل العلوي فيكون متوافقاً انتقالياً مع تكوين المقدادية (البخثياري الأسفل) .

### 3- تكوين المقدادية

عمر هذا التكوين الباليوسين المبكر يتكون من طبقات الحجر الرملي الحصى والحجر الطيني الغريني ، بيئة ترسيب هذا التكوين هي بيئة نهريّة ( Fluvital ) ،أما الحد العلوي فيكون متوافقاً مع تكوين باي حسن (البخثياري الأعلى).

### 4 - تكوين باي حسن

عمر هذا التكوين الباليوسين المتأخر وان اغلب التتابع الطبقي له في الجناح الجنوبي الغربي متعرّ والجاء الآخر مغطى بترسبات العصر الرباعي.

يتكون التتابع الطبقي من سلسلة من المدملكات الخشنة، الحجر الطيني ،الحجر الرملي. أما بيئة الترسيب فهي بيئة نهريّة ( Hamza , 1990 ).

طبقات الحجر الطيني تكون غرينية ومتكسرة وغنية بالجذور والآثار الحياتية لبعض الأحياء. أما الحجر الرملي فيكون ناعماً إلى خشن الحبيبات ضعيف الترابط.

### 5 - ترسبات العصر الرباعي

تقسم ترسبات العصر الرباعي إلى قسمين

#### 1. ترسبات عصر البلاستوسين (Pleistocene)

تتكون بصورة رئيسة من ترسبات الحصى وتقسم إلى: ترسبات المروحة الحصىة Alluvial fan deposits ، وترسبات المصاطب النهريّة Alluvial terraces فضلاً عن الترسبات الأخرى التي تمثل ترسبات البجادة (Bajada) والتربة الجبسية. تغطي ترسبات الحصى ( المروحة الحصىة) وهو ضعيف الترابط مما أدى إلى إيجاد طبقة جيدة لتغلغل المياه إلى خزانات المياه الجوفية.(Buday, 1980)

#### 2 . ترسبات الهولوسين (Holocen)

تتكون هذه المجموعة من الترسبات الفتاتية الناعمة ذات المصادر المختلفة وهي:

• ترسبات السهل الفيضي flood plain deposits :- تتكون من ترسبات نهر دجلة ذو حزام متعرج يصل عرضه إلى 3 كم وبسمك يزيد على 3 أمتار ويتكون من الرمل ،الغرين ،الغرين الطيني.

• ترسبات الوديان والمنخفضات valley and depression fill :- تتكون هذه الترسبات في الوديان من الحصى والرمل والغرين والطين التي مصدرها المناطق المرتفعة المحيطة بها .

- السبخات والمالح Salts and Sabkhas : والمتمثلة بترسبات بحيرة الشاري الملحية حيث يعد منخفض بحيرة الشاري منخفضاً طبيعياً ضخماً ومستودعاً لسبول الأمطار.
- الترسبات الهوائية Eolian sand : ويقع شرق بحيرة الشاري نوع من الكثبان الرملية التي يصل ارتفاع الكثبان فيها إلى 5 أمتار.

### ثالثاً- خصائص ايون الكلوريد

وهو ايون سالب أحادي الشحنة من مجموعة الهالوجينات وهو أكثر عناصر هذه المجموعة انتشاراً في المياه الطبيعية ، يتواجد الكلور في أنواع مختلفة من الصخور بتركيز واطئة مقارنةً بتركيز الايونات الرئيسية الأخرى في المياه الطبيعية فالصخور النارية تحتوي على الكلوريد في مكوناتها المعدنية إلا أنها لا يمكن أن تنتج الكلور بالكميات الكبيرة أو المؤثرة في المياه الطبيعية خلال دورتها. أما بالنسبة للصخور الرسوبية فهي الأوفر حظاً في أغناء المياه الطبيعية بالكلوريد خصوصاً صخور المتبخرات .

ايون الكلوريد يتميز بالافتقار إلى التعقيد والذي اتضح من خلال التجارب مع المتبخرات في المياه الجوفية هذه التجارب وجدت أن ايون الكلوريد يتحرك مع المياه خلال اغلب أنواع التربة مقارنةً بالمتبخرات الأخرى التي اختبرت ومن ضمنها التريتيوم هنالك كميات إضافية من الكلوريد تسقط من الكتل الهوائية التي تحتوي على حبيبات كلوريد الصوديوم والتي تتحرك باتجاه الأرض.

### رابعاً- ميكانيكية تطبيق موازنة كتلة المتبخر:

أن الأساس في تطبيق موازنة الكتلة هو عملية حفظ الكتلة خلال هذه العملية، فعند استخدام النظائر الطبيعية المستقرة أو المشعة حيث تعد عملية (التجزئة النظائرية) هي الأساس في تفسير التغيرات الحاصلة لتراكيز تلك النظائر كونها تكون بنسب واطئة جداً من عناصرها الأساسية. أما في الايونات الكيميائية السالبة أو الموجبة فلا توجد مثل هذه التجزئة كون تأثير التجزئة النظائرية واطئة جداً بحيث تكون غير ملموسة وتهمل تأثيراتها عادة .

هنالك ميكانيكية أساسية في تطبيق موازنة الكتلة لايون الكلوريد في عملية تتبع الأثر لتقييم تغذية المياه الجوفية، بأنه يتعامل مع الكمية الكلية للمتبخر خلال المقطع وهذا الأسلوب يمكن أن يعرف أو يطلق عليه (موازنة كتلة المتبخر) والذي هو عموماً يستخدم عند استخدام الكلوريد كمتبخر في تقييم تغذية المياه الجوفية . هناك عدد من الافتراضات المصاحبة لعملية موازنة كتلة الكلوريد حيث أنها تفرض أن حركة المياه تكون عمودية ولا تكون حركة المياه تفاضلية وهذا الافتراض يكون حقيقي إذ كان الانحدار أو الميل اقل من (0.2%) وإذا كان الميل أعلى من هذه القيمة فان تطبيق هذا الأسلوب سيصاحبه نسبة خطأ في حساب تدفق المحتوى المائي لأنه سوف يسبب حركة جانبية للمياه بتأثير الميل (Scanlon,1991) .

أن إضافة الكلوريد على السطح يكون بفعل الأمطار والتساقط الجاف للكلوريد، وهذا هو المصدر الوحيد الذي يمكن من خلاله تحديد تركيز الكلوريد الداخل في الحساب . أن عملية موازنة كتلة الكلوريد قد استخدمت بنجاح عالي في العديد من الدراسات الهيدرولوجية.

هنالك عدة اقتراحات لحساب ترسيب الكلوريد في التربة، الأول يعتبر أن الترسيب الحالي للكلوريد يمكن حسابه باستخدام نموذج المطر، هذه النسبة أو المعدل يمكن افتراضه لمدى كبير من المقطع للتربة. أما المقترح الآخر ترجع إلى التغيرات في معدل الأمطار أو التغيرات في الكلوريد الناتج من الرياح خصوصاً في مواسم الرياح السريعة العالية في هذه الحالة ستعرض نتائج موازنة ايون الكلوريد إلى عدم الدقة والتي لا تتسجم مع حجم التغيرات .

أذن تعد طريقة موازنة كتلة الكلوريد من الطرق الواسعة الاستخدام لتقييم تغذية المياه الجوفية وذلك لسهولة التطبيق وقلة الكلفة. وقد تم دراسة مواصفات النطاق غير المشبع الفيزيائية والكيميائية في أبار مختارة من منطقة الدراسة (أربع مقاطع) إضافة إلى دراسة المكونات الكيميائية لمياه الأمطار والتي تمثل مصدر تغذية المياه الجوفية.

## خامساً-المواصفات الفيزيائية للتربة

**1- سمك النطاق :** يعد سمك النطاق غير المشبع سمك متغير موقعياً بسبب التغير في الوضع الطبوغرافي المنحدر بصورة تدريجية من الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي أي من منطقة جبال حمرين باتجاه نهر العظيم وأخيراً فإن هنالك تغير في الانحدار الطبوغرافي من نهر دجلة إلى بحيرة الشاري. كما يتغير السمك زمانياً ومكانياً وذلك لكون خزان المياه الجوفية من النوع غير المحصور بتأثير عمليات التغذية والضخ مسبباً تذبذباً منسوب المياه الجوفية.

## 2- التحليل الحجمي للتربة

اجري التحليل الميكانيكي لعينات التربة المأخوذة من مقطع الآبار لغرض معرفة وتحديد الحجم الداخلي في تكوين التربة وقد بينت نتائج التحليل الميكانيكي لمكونات النطاق غير المشبع جدول (1) بان مكونات النطاق متكونة بصورة رئيسية من الرمل فقد تراوح ما بين (13.96 – 78.85%) وبمعدل (34.65%)، أما الحصى فقد تراوحت نسبته ما بين (3.85 – 59.5%) وبمعدل (28.36) . أما نسبة الوحل فقد تراوحت ما بين (1.6 – 22.62%) وبمعدل (7.75%)، أي أن الطبقات كانت بشكل رئيسي متكونة من الرمل و الحصى والوحل على التوالي .

## سادساً- الفحوصات الفيزيائية للتربة

تم قياس الخواص الفيزيائية لنماذج التربة من المقاطع المختارة في منطقة الدراسة والتي شملت ما يأتي :-

## 1- نمذجة التربة

تم إجراء النمذجة للنطاق غير المشبع في أبار منتخبة في منطقة سامراء- تكريت لغرض دراسة الخواص الفيزيائية للنطاق غير المشبع وكذلك تركيز الأملاح فيه، إذ تم جمع نماذج غير مشوهة لهذا النطاق ابتداء من سطح الأرض إلى قرب منسوب المياه الجوفية عن طريق حفر خنادق عمودية في مقطع البئر للتخلص من المنطقة المكشوفة والمتعرضة لعمليات الغسل والتعرية ومن ثم اخذ العينات عن طريق كبس حاوية في الجدار ودقها بالمطرقة لحين امتلائها بالفئات غير المشوه . وقد أخذت العينات بمسافات بحدود (50سم) بين نموذج وآخر من النطاق غير المشبع أو عند تغير في الصخرية لحين الوصول إلى قرب النطاق المشبع.

## 2- قياس المحتوى الرطوبي (Moisture Content)

تم قياس المحتوى الرطوبي للتربة عن طريق وزن عينات التربة بميزان حساس ومن ثم تجفف العينات باستخدام فرن تجفيف عند درجة حرارة ( 105 ) درجة مئوية لمدة (24) ساعة ومن ثم إعادة وزن العينات باستخدام نفس الميزان الحساس والفرق في الوزنين يمثل المحتوى الرطوبي للتربة . وقد تراوح المحتوى الرطوبي للعينات الملتقطة من مواقع الدراسة من 0.05غم/غم إلى 0.19غم/غم، وقد لوحظ تزايد قيم المحتوى الرطوبي مع العمق، كما لوحظ أن هذه القيم لم تتأثر بشكل كبير بين الموسم الجاف والموسم الرطب في الأجزاء السفلى من مقاطع النمذجة على العكس بالنسبة للأجزاء العليا التي أظهر ازدياد هذه القيم في الموسم الرطب عنها في الموسم الجاف جدول(1) ، الشكل (2) .

## 3- قياس الكثافة الكلية (Bulk Density)

قيست الكثافة الكلية للعينات حيث أخذت قطع من العينات المتماسكة وزنت باستخدام ميزان حساس ومن ثم تغطيسها في شمع البارافين المسال عند درجة حرارة (61) درجة مئوية الموضوع في بيكر مدرج بعد ربطها بخيط والفرق في الحجم شمع البارافين يمثل حجم العينة وبحاصل قسمة الوزن على الحجم نحصل على الكثافة الكلية للعينة وقد تراوحت قيم الكثافة الكلية من (1.40- 1.88) غم/سم<sup>3</sup> وبصورة متقاربة بين المقاطع المختلفة في الدراسة. جدول(1) وشكل (2)

جدول (1) المحتوى الرطوبي والكثافة الكلية في المقطع S<sub>1</sub>

Depth ( cm)	Moist Content	Bulk Density
0- 50	0.09	1.42
50-100	0.11	1.51
100-150	0.12	1.51
150-200	0.11	1.55
200- 250	0.11	1.61
250 -300	0.12	1.53
300- 350	0.11	1.55
350 -400	0.12	1.54
400- 450	0.13	1.51
450- 500	0.13	1.51
500- 550	0.12	1.55
550- 600	0.13	1.59
600- 650	0.15	1.61
650- 700	0.16	1.65
700- 750	0.15	1.65
750-800	0.14	1.66
800-850	0.16	1.64
850- 900	0.19	1.68

المحتوى الرطوبي والكثافة الكلية في المقطع S<sub>2</sub>

Depth ( cm)	Moist Content	Bulk Density
0- 50	0.09	1.40
50-100	0.09	1.42
100-150	0.10	1.43
150-200	0.10	1.45
200- 250	0.12	1.45
250 -300	0.12	1.46
300- 350	0.11	1.51
350 -400	0.11	1.52
400- 450	0.12	1.51
450- 500	0.11	1.54
500- 550	0.11	1.58
550- 600	0.12	1.60
600- 650	0.12	1.62
650- 700	0.14	1.64
700- 750	0.13	1.66
750-800	0.12	1.68
800-850	0.14	1.65
850- 900	0.15	1.66

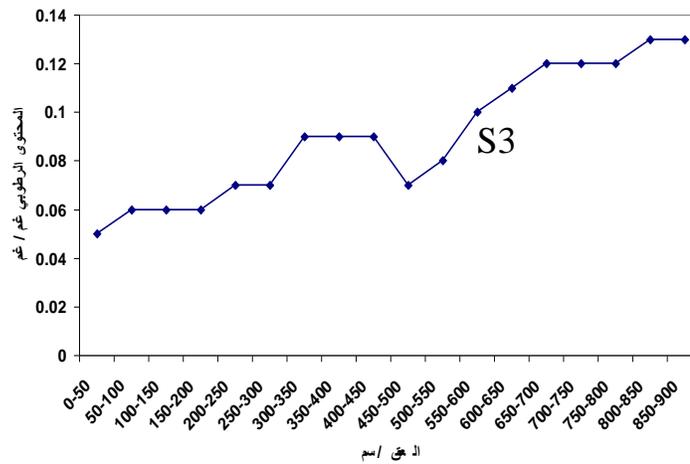
المحتوى الرطوبي والكثافة الكلية في المقطع S<sub>3</sub>

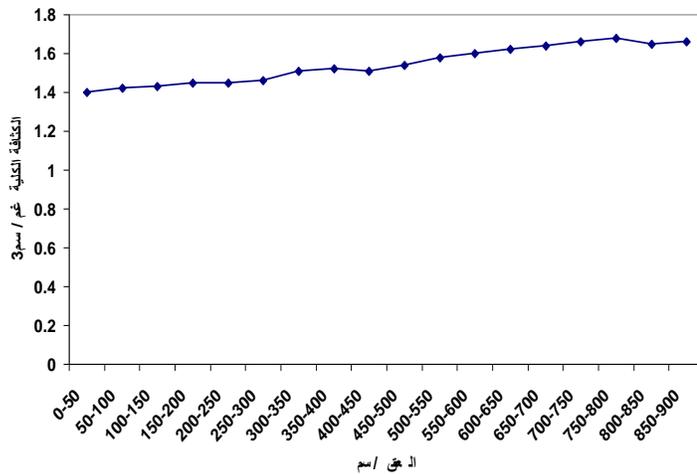
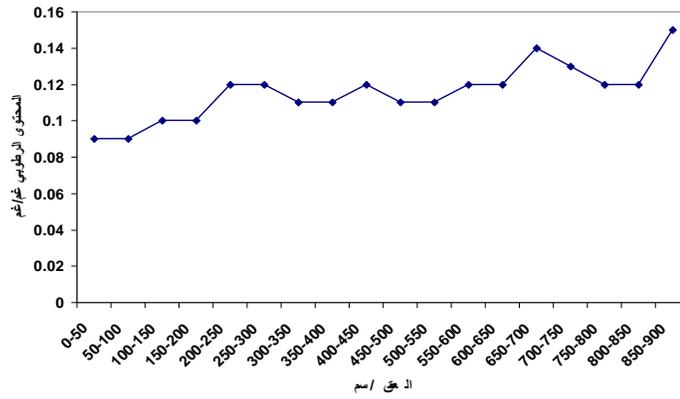
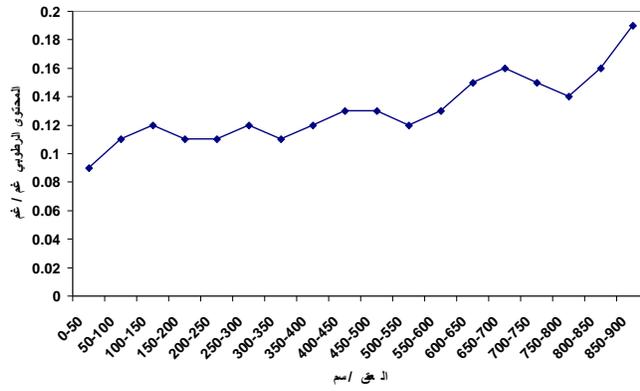
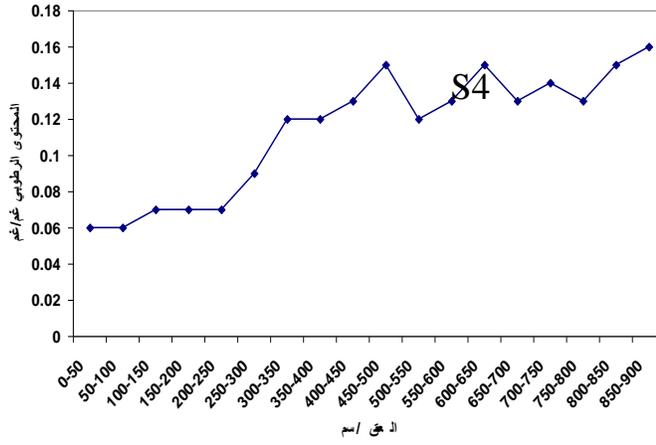
Depth ( cm)	Moist Content	Bulk Density
0- 50	0.05	1.42
50-100	0.06	1.53
100-150	0.06	1.52
150-200	0.06	1.57
200- 250	0.07	1.56
250 -300	0.07	1.62
300- 350	0.07	1.65
350 -400	0.09	1.65
400- 450	0.09	1.65
450- 500	0.09	1.71
500- 550	0.07	1.73
550- 600	0.08	1.73
600- 650	0.10	1.73
650- 700	0.11	1.73
700- 750	0.12	1.72
750-800	0.12	1.74
800-850	0.13	1.85
850- 900	0.13	1.84

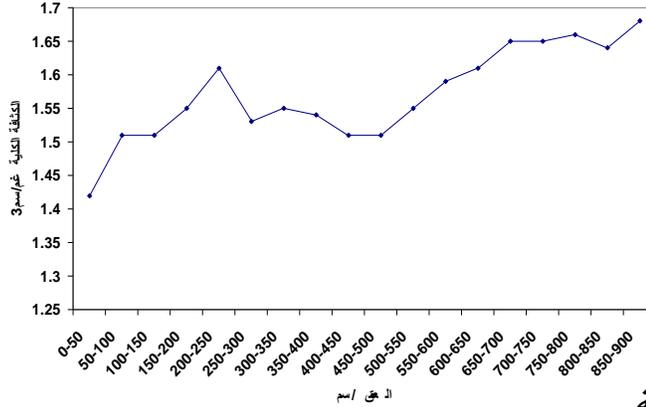
### المحتوى الرطوبي والكثافة الكلية في المقطع S<sub>4</sub>

Depth ( cm)	Moist Content	Bulk Density
0- 50	0.06	1.3
50-100	0.06	1.35
100-150	0.07	1.42
150-200	0.07	1.46
200- 250	0.07	1.39
250 -300	0.09	1.40
300- 350	0.12	1.45
350 -400	0.12	1.51
400- 450	0.13	1.62
450- 500	0.15	1.69
500- 550	0.12	1.72
550- 600	0.13	1.76
600- 650	0.15	1.76
650- 700	0.13	1.76
700- 750	0.14	1.78
750-800	0.13	1.81
800-850	0.15	1.81
850- 900	0.16	1.85

شكل (3) التوزيع العمودي للمحتوى الرطوبي وقيم الكثافة في المقاطع المختلفة من منطقة الدراسة







#### سابعاً- المواصفات الكيميائية للتربة

تم جمع نماذج مياه المطر في منطقة الدراسة عند محطتي سامراء وبيجي بالإضافة إلى مدينة تكريت عن طريق نصب أحواض لجمع مياه المطر ومن ثم وضعها في قناني بلاستيكية لكل سقطه مطرية في المنطقة لغرض التحاليل الكيميائية .

تم قياس تراكيز الايونات السالبة والموجبة ضمن هذا النطاق ، وقد تراوحت تراكيز هذه الايونات بصورة متقاربة من المقاطع المختلفة جدول (2) يبين الحدود العليا والدنيا ومعدلات التراكيز للايونات السالبة والموجبة في المقاطع المختلفة من منطقة الدراسة.

وقد أظهرت النتائج تقارب النتائج من المقاطع المختلفة وعدم وجود انتظام في توزيع التراكيز مع العمق. جدول(2) الحدود العليا والدنيا ومعدلات التراكيز للايونات السالبة والموجبة في المقاطع المختلفة

Ion. (ppm)	S <sub>1</sub>			S <sub>2</sub>			S <sub>3</sub>			S <sub>4</sub>		
	Min.	Max.	mean									
Na	243	512	338	268	456	359	210	375	276	234	483	333
K	35	81	56	25	51	36	38	124	70	35	127	74
Ca	621	754	677	576	681	621	524	784	664	612	846	741
Mg	52	189	115	37	113	80	85	210	150	127	275	177
Cl	12	22	17	9	32	19	20	73	35	22	35	29
SO <sub>4</sub>	1246	1567	1385	1246	1661	1441	1572	1749	1674	1431	1852	1699
HCO <sub>3</sub>	21	46	30	13	35	23	14	34	22	16	67	33

#### ثامناً- المواصفات الكيميائية لمياه الأمطار

تم قياس تراكيز الايونات السالبة والموجبة لمياه الأمطار في ستة نماذج اثنان منها جمعت في محطة أنواء سامراء واثنان منها ضمن محطة أنواء بيجي والاثنان ضمن منطقة تكريت . وكانت تراكيز الايونات كما موضحة في الجدول (3)

جدول (3) التراكيز الكيميائية لعينات مياه الأمطار المجمعة من المحطات الثلاث

Sample No.	Date	Location	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Cl (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	HCO <sub>3</sub> (ppm)
1	15/11/2004	محطة سامراء	13	81	1.2	0.9	11	108	118
2	30/11/2004	محطة سامراء	11	63	1.8	1.3	8.4	75	95
3	8/12/2004	مدينة تكريت	9	82	0.8	0.9	4.5	38	130
4	17/12/2004	مدينة تكريت	8	75	2.2	0.7	5	41	119
5	18/12/2004	محطة بيجي	7	50	1.1	0.5	7	42	78
6	30/12/2004	محطة بيجي	15	72	1	0.3	7	40	72

تاسعاً- قياس تركيز الكلوريد في العينات

أجريت القياسات لتركيز الكلور للعينات الملتقطة من الأمطار ومياه النطاق غير المشبع (الرطوبة) في المقاطع المختارة في منطقة الدراسة ، وكان تركيز الكلوريد في عينات مياه الأمطار . كما في الجدول (4).

جدول (4) نتائج قياس الكلوريد في عينات مياه الأمطار

Sample No.	Date	Location	Cl (ppm)	Rainfall (mm)
1	15/11/2004	محطة سامراء	11	3.5
2	30/11/2004	محطة سامراء	8.4	1.5
3	8/12/2004	مدينة تكريت	4.5	2.6
4	17/12/2004	مدينة تكريت	5	4.2
5	18/12/2004	محطة بيجي	7	2.5
6	30/12/2004	محطة بيجي	7	4.2
mean	-	-	7.15	3.58

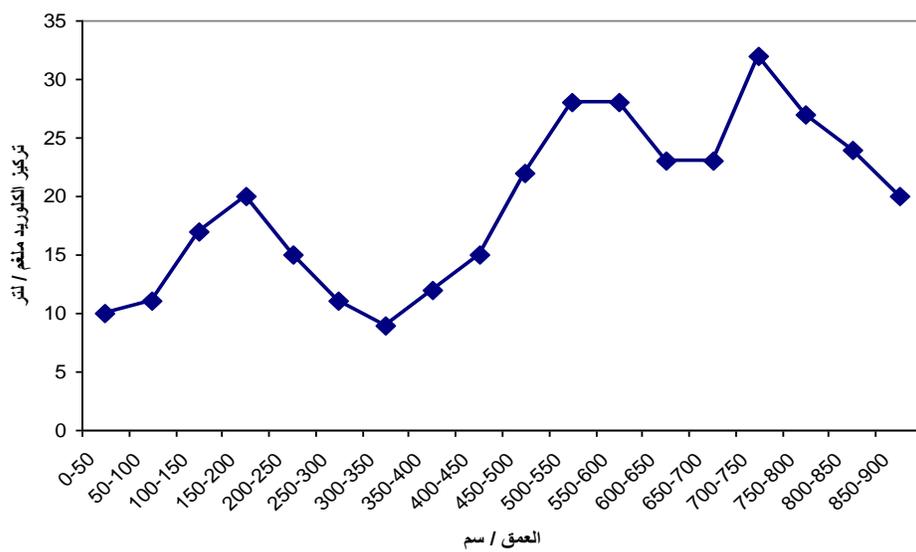
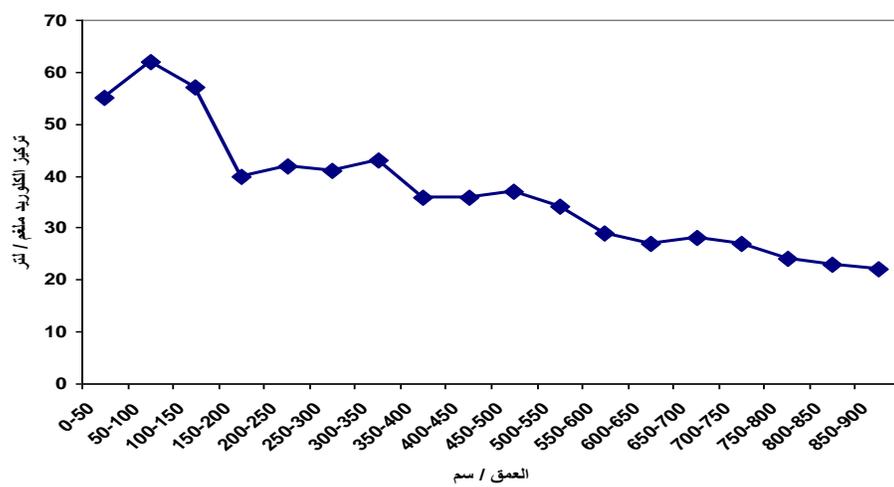
وقد تراوح معدل تركيز الكلوريد في مياه الأمطار من (4.5 – 11) ppm وبمعدل 7.15 ppm وبمعدل أمطار بحدود (3.58) ملم وقد بلغ المجموع السنوي للأمطار في منطقة الدراسة (190.59) ملم للمدة (1972-2002) وقد استخدم في حساب تغذية المياه الجوفية .

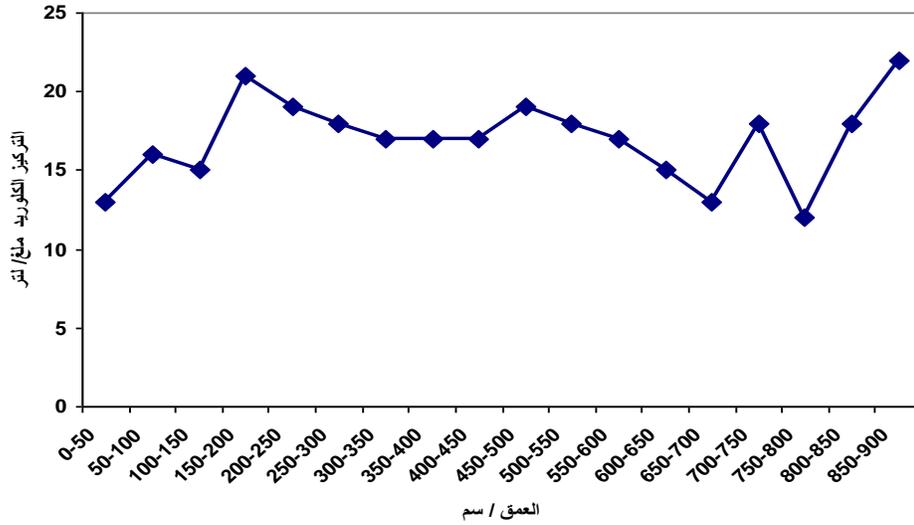
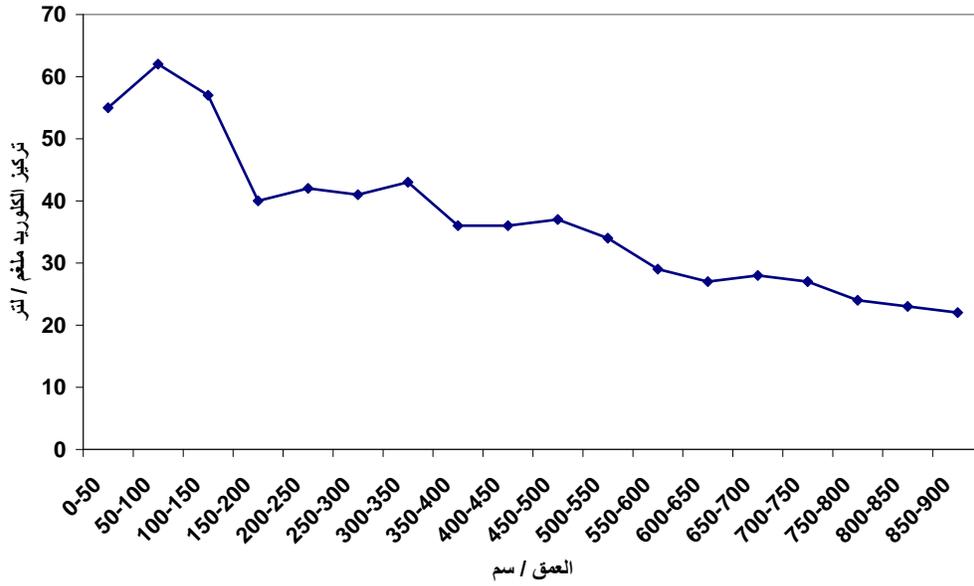
أن هذا الأسلوب يعطي تصوراً عن كمية الكلوريد الذي يسقط مع المطر فقط وهذه القيمة تزداد دقتها كلما ازداد عدد النماذج المطرية وافتترات طويلة . وقد شار (Hutton,1962) على أن تركيز الكلوريد المترسب على التربة من الأمطار تقريباً ثابت من سنة إلى أخرى فعندما تكون الأمطار عالية فان تركيز الكلوريد منها يكون قليل والعكس صحيح أي انه عندما يقل المطر فان تركيز الكلوريد يرتفع نتيجة لعامل التخفيف . تم ايضاً قياس تركيز الكلوريد لعينات التربة ضمن النطاق غير المشبع والرطوبة . جدول (5) وشكل (4)

جدول ( 5 ) نتائج تحليل الكلوريد في مياه عينات التربة

البنر	العمق	الرطوبة (gm /gm)	التركيز (ppm)	البنر	العمق	الرطوبة (gm /gm)	التركيز (ppm)
الفترة الرطبة (شباط   2005) S <sub>2</sub>	0- 50	0.09	10	الفترة الرطبة (شباط   2005) S <sub>1</sub>	0- 50	0.09	13
	50-100	0.09	11		50-100	0.11	16
	100-150	0.10	17		100-150	0.12	15
	150-200	0.10	20		150-200	0.11	21
	200- 250	0.12	15		200- 250	0.11	19
	250 -300	0.12	11		250 -300	0.12	18
	300- 350	0.11	9		300- 350	0.11	17
	350 -400	0.11	12		350 -400	0.12	17
	400- 450	0.12	15		400- 450	0.13	17
	450- 500	0.11	22		450- 500	0.13	19
	500- 550	0.11	28		500- 550	0.12	18
	550- 600	0.12	28		550- 600	0.13	17
	600- 650	0.12	23		600- 650	0.15	15
	650- 700	0.14	23		650- 700	0.16	13
	700- 750	0.13	32		700- 750	0.15	18
	750-800	0.12	27		750-800	0.14	12
800-850	0.12	24	800-850	0.16	18		
850- 900	0.15	20	850- 900	0.19	22		

البنر	العمق	الرطوبة (gm /gm)	التركيز (ppm)	البنر	العمق	الرطوبة (gm /gm)	التركيز (ppm)
الفترة الجافة (تموز   2005) S <sub>4</sub>	0- 50	0.06	55	الفترة الجافة (تموز   2005) S <sub>3</sub>	0- 50	0.05	62
	50-100	0.06	62		50-100	0.06	73
	100-150	0.07	57		100-150	0.06	49
	150-200	0.07	40		150-200	0.06	39
	200- 250	0.07	42		200- 250	0.07	37
	250 -300	0.09	41		250 -300	0.07	40
	300- 350	0.12	43		300- 350	0.09	45
	350 -400	0.12	36		350 -400	0.09	37
	400- 450	0.13	36		400- 450	0.09	36
	450- 500	0.15	37		450- 500	0.07	32
	500- 550	0.12	34		500- 550	0.08	30
	550- 600	0.13	29		550- 600	0.10	25
	600- 650	0.15	27		600- 650	0.11	20
	650- 700	0.13	28		650- 700	0.12	22
	700- 750	0.14	27		700- 750	0.12	21
	750-800	0.13	24		750-800	0.12	20
800-850	0.15	23	800-850	0.13	22		
850- 900	0.16	22	850- 900	0.13	21		





شكل (4) التوزيع العمودي لتركيز الكلوريد في المقاطع المختارة في منطقة الدراسة

عاشراً - حساب الوارد المائي في منطقة الدراسة

استخدمت الطريقة الآتية في حساب تغذية المياه الجوفية (Allison & Hughes, 1978) في عملية موازنة كتلة ايون الكلوريد

$$P C_p = R C_R \dots\dots\dots(3)$$

حيث أن :

- P - هو المعدل السنوي للأمطار.
- $C_p$  - تركيز الكلوريد في الأمطار.
- R - التغذية المتحققة بدلالة تركيز الكلوريد  $C_R$ .

وبما أن هناك تغيرات عن المعدلات السنوية للأمطار وتراكيز الكلوريد فتصبح المعادلة بالصيغة الآتية (Hutten,1962) :-

$$P C_R = R C_R + \Delta R \Delta C_R \dots\dots\dots( 4 )$$

حيث أن  $\Delta R$  ،  $\Delta C_R$  يمثلان الانحراف عن المعدلات السنوية للأمطار وتراكيز الكلوريد وبذلك تصبح المعادلة بالصيغة الآتية:

$$P C_P = R C_R + \Delta R \Delta C_R \dots\dots\dots( 5 )$$

$$R = (P C_P - \Delta R \Delta C_R) / C_R \dots\dots\dots( 6 )$$

تم حساب الانحراف عن المعدلات السنوية للأمطار وتركيز الكلوريد في الأمطار عن طريق معامل الانحراف (Coefficient of Variation) لمقاطع النطاق غير المشبع المختلفة حيث تراوح معامل الاختلاف في تراكيز الكلوريد بحدود (20%) وبالنسبة للتغذية بحدود (23%) من المعدلات السنوية وعلية فقد اعتمد قيمة ( $\Delta R \Delta C_R$ ) مساوية لقيمة (20%) من قيمة المعدلات السنوية لها والجدول (6) يوضح التغيرات والمعدلات السنوية لتغذية المياه الجوفية .

جدول ( 6 ) تركيز الكلوريد والتغذية المحسوبة وتغايراتها في المقاطع المختارة من منطقة الدراسة

depth (cm)	الفترة الرطبة				الفترة الجافة			
	S1		S2		S3		S4	
	Con. C1	R	Con. C1	R	Con. C1	R	Con. C1	R
0 – 50	13	60.48	10	78.63	62	12.68	35	22.46
50 – 100	16	49.14	11	71.48	73	10.77	33	23.82
100 – 150	15	52.3	17	46.25	49	16.04	34	23.12
150 – 200	21	37.44	20	39.31	39	20.16	28	28.08
200 – 250	19	41.38	15	52.3	37	21.25	27	29.12
250 – 300	18	43.69	11	71.48	40	19.65	24	32.76
300 – 350	17	46.25	9	87.36	45	17.47	22	35.74
350 – 400	17	46.25	12	65.52	37	21.25	23	34.18
400 – 450	17	46.25	15	52.3	36	21.84	24	32.76
450 – 500	19	41.38	22	35.74	32	24.57	28	28.08
500 – 550	18	43.69	28	28.08	30	26.21	24	32.76
550 – 600	17	46.25	28	28.08	25	31.45	27	29.12
600 – 650	15	52.3	23	34.18	20	39.31	30	26.21
650 – 700	13	60.48	23	34.18	22	35.74	34	23.12
700 – 750	18	43.69	32	24.57	21	37.44	33	23.82
750 – 800	12	65.52	27	39.12	20	39.31	35	22.46
800-850	18	43.69	24	32.76	22	35.74	35	22.46
850-900	22	35.74	20	39.31	21	37.44	34	23.12
Mean	16.94	47.55	19.27	47.25	35.05	26.01	29.44	27.39

الشكل (4) يوضح تغير تركيز الكلوريد في مقاطع النطاق غير المشبع حيث نجد أن هناك فرق واضح في تركيز الكلوريد بين المقاطع المختارة قبل موسم الأمطار ومقاطع الموسم الممطر. إذ أن تراكيز الكلوريد ضمن المتر الأول كانت عالية مقارنة مع بقية المقطع ومقارنة بمثيلاتها في مقاطع الموسم المطر وذلك لخاصية ترسيب الكلوريد ضمن نطاق جذور التربة بسبب امتصاص المياه من قبل النبات مما يؤدي إلى تركيزه في هذه المنطقة وكذلك تأثير عمليات التبخر المباشر ضمن هذه المنطقة . أما بالنسبة لبقية المقطع فقد تراوحت معدلات الكلوريد بصورة مقاربة ومتذبذبة وهذه ترتبط بكمية الرطوبة الممسوكة من قبل الوسط المسامي ونسبة احتوائه على الأيونات .

جدول (4) يمكن ملاحظة أن تراكيز الكلوريد يزداد في المتر الأول في الفترة الجافة بسبب تاثره بعملية التبخر- نتح التي تتعرض لها مما يؤدي إلى ترسيب الكلوريد بشكل أعلى من معدلاته أما في الفترة الممطرة نلاحظ انخفاض في تراكيز الكلوريد عن معدلاته في هذه المنطقة بسبب عمليات حركة مياه الأمطار بسرعة أعلى في هذه المنطقة كونها حصوية رملية ذات نفاذية عالية مما يؤدي إلى غسل المنطقة وحركة الأملاح وخصوصاً الكلوريد بصورة أعلى مما يؤدي إلى تأثير نتائج تغذية المياه .

أن حساب التغذية في المقاطع التي تمثل فترة الجفاف لا تعطي القيم الحقيقية للتغذية لأن حركة الكلوريد مرتبط بالمتبقي من مياه الأمطار عن طريق الشد أو تمثيل رطوبة التربة . أما بالنسبة لقيم التغذية في المقاطع التي تمثل فترة الأمطار أو الفترة الرطبة فتبدو على أنها اقرب إلى الواقع الفعلي من استثمار المياه الجوفية في منطقة الدراسة .

فبالنسبة لتغذية المياه الجوفية المحسوبة بطريقة موازنة كتلة الكلوريد فقد تراوحت قيم التغذية في المقطع ( S1 ، S2 ) التي تمثل فترة التغذية بحدود (47.55، 47.25ملم/سنة) على التوالي بمعدل (47.4 ملم/سنة) ومن المقطعين (S3 ، S4 ) بحدود ( 26.01، 27.39ملم/سنة) على التوالي بمعدل ( 26.7 ملم/سنة).

كذلك تم إيجاد تركيز الكلوريد والتغذية كمعدل للمقاطع في الفترة الرطبة(S1,S2) ومعدل الكلوريد والتغذية للفترة الجافة(S3,S4) وكذلك المعدل العام للمقاطع للفترتين جدول(7) . فقد تراوحت قيم التغذية في الفترة الرطبة (46.41ملم/سنة) وبمعدل تركيز الكلوريد (18.11ملغم/لتر) ، أما الفترة الجافة(26.71ملم/سنة) وبمعدل تركيز الكلوريد(32.25ملغم/لتر) وقد بلغ المعدل العام للتغذية(34.63ملم/سنة) والمعدل العام لتركيز الكلوريد(25.18ملغم/لتر)

أما بالنسبة لجودة الطريقة فتعد طريقة موازنة كتلة ايون الكلوريد جيدة لاعتمادها على العناصر المقاسة ولا تدخل في حساباتها عناصر محسوبة . كما أن نسبة الخطأ في قياس العناصر قليلة أو تكاد تكون معدومة . حيث أن العامل الأساس هو قياس تركيز الكلوريد في مياه الأمطار ومياه النطاق غير المشبع وهذا القياس قليل الخطأ أو يكاد يكون معدوم حسب الطريقة المستخدمة في القياس وتعد طريقة التسحيح من الطرق التحليلية الدقيقة في قياسه .

جدول(7) معدلات تركيز الكلوريد والتغذية في الموسم الجاف والرطب والمعدل العام

Depth(cm)	CR/الرطب	R	CR/الجاف	R	CR/المعدل	R
0-50	11.5	69.55	48.5	17.67	30	43.61
50-100	13.5	59.31	53	17.29	33.25	38.3
100-150	16	49.27	41.5	19.58	28.75	34.42
150-200	20.5	38.37	33.5	24.12	27	31.24
200-250	17	46.84	32	25.18	24.5	35.67
250-300	14.5	57.58	32	26.20	23.25	41.88
300-350	13	66.80	33.5	26.60	23.25	46.7
350-400	14.5	55.88	30	27.71	22.25	41.78
400-450	16	49.27	30	27.3	23	38.28
450-500	20.5	38.56	30	26.32	25.25	32.44
500-550	23	35.88	27	29.48	25	32.68
550-600	22.5	37.16	26	30.28	24.25	30.70
600-650	19	43.24	25	32.76	22	38.08
650-700	18	47.33	28	29.43	23	38.38
700-750	25	34.13	27	30.63	26	32.21
750-800	19.5	47.12	27.5	30.88	23.5	39
800-850	21	38.22	28.5	29.1	24.75	33.66
850-900	21	21	27.5	30.28	24.25	25.64
mean	18.11	46.41	32.25	26.71	25.18	34.63

## التوصيات

- 1- توصي الدراسة بأن تتناط مسؤولية حفر الآبار ومدى صلاحيتها للاستهلاك البشري الى لجان متخصصة وعدم ترك الأمر للفلاحين للقيام بذلك بشكل شخصي .
- 2- التأكيد على أهمية الاستكشاف والتحري عن المياه الجوفية في هذه المنطقة كونها تقع في المناطق الصالحة للزراعة في القطر.
- 3- إدخال الفلاحين دورات لإرشادهم حول تقنين استخدام المياه في هذه المنطقة كونها تعاني من شحة مائية وخصوصا في بعض المناطق ضمن موقع الدراسة.
- 4- القيام بحفر شبكات من الآبار في منطقة الدراسة واستخدامها في زراعة أنواع من المحاصيل الزراعية ذات يحمل للملوحة العالية واعتمادا على نوع التربة.
- 5- توفير معلومات لسنين سابقة لمعرفة التغيرات في تراكيز الايونات السالبة والموجبة وتراكيز النظائر البيئية لمياه الأمطار وبصورة دورية

## المصادر

### المصادر العربية

1. جمهورية العراق، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،البيانات المناخية لمحطة أنواء سامراء- بيجي للمدة (1972-2002).
2. الجنابي، محمود عبد الحسن جويهل(2008): هيدروكيميائية الخزان الجوفي المفتوح وعلاقة مياهه برسوبيات النطاق غير المشبع في حوض سامراء- تكريت (شرق دجلة) جامعة بغداد- كلية العلوم، رسالة دكتوراه غير منشورة(163) صفحة.
3. العاني ، احمد عبد الله ، 1997 : الاستثمار الأمثل للمياه الجوفية لحوض الفتحة – سامراء ، جامعة بغداد – كلية العلوم ، أطروحة ماجستير (غير منشور) .(114) صفحة
4. الشبلاق، محمود منصور ، (1999) ، (الهيدروجيولوجيا التطبيقية)، جامعة عمر المختار ، دار الكتب الوطنية ، بنغازي . (660) صفحة
5. وزارة الصناعة ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، (1996)

## المصادر الأجنبية

1. Allison, G.B., and Hughes, M.W., 1978, The use of environmental chloride and tritium to estimate total recharge to an unconfined aquifer, *Aust. J. soil. Res.*, 16: 181-195.
2. Buday, T., 1980 The regional geology of Iraq, Vol. 1 stratigraphy and paleogeography, SEGESMI, Baghdad PP. 445.
3. Hamza, et al., 1990, Regional geological stage report, SEGESMI, Baghdad.
4. Hutton, J.T. 1962, Chloride in rainwater in relation to distance from ocean, *Search*, 7: 207-208.
5. Scanlon, B.R., 1991, Evaluation of moisture flux from chloride data in desert soils, *J. Hydrol.*, 128: 137-156.
6. Van, Bellen, R. C., Dunnington, H. V., Wetzel, R., and Marton, D. M., 1959 *Lexique stratigraphique international*, Asie Fascicule. 100, Iraq Central, National researcher scientifique, Paris, PP. 333.