تخمين التغذية للمياه الجوفية في مدينة الموصل للموسم المطري 2001 /2002

د. خالد محمود خدر **هدى هاشم بدر**
أستاذ مساعد **مدرس مساعد**
كلية الهندسة/ قسم **مركز بحوث السدود**
الموارد المائية **الموارد المائية**
جامعة الموصل **جامعة الموصل**

الخلاصة

تعتبر المياه الجوفية من الموارد الطبيعية المهمة في محافظة نينوى لذا من الضروري جمع المعلومات الخاصة بالأمطار الساقطة ومناسيب الأرض الطبيعية ومناسيب المياه الجوفية وتذبذبها على مدار الموسم المطري وذلك لثلاثون بئرا موزعة في المنطقة الواقعة تحت الدراسة التي تشمل جزء من مدينة الموصل على جانبي دجلة لمعرفة كمية التغذية للمياه الجوفية وحساب معدلاتها ومصادرها وطرق تطويرها بالاعتماد على الأساليب الحديثة في جمع وتحليل المعلومات. تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية **Arc View Gls** وبرنامج **Surfer32** في حساب كمية التغذية في المياه الجوفية في مدينة الموصل للموسم المطري **2001-2002** وتبين أن الأمطار تمثل مصدر التغذية الرئيسية للمياه الجوفية في المنطقة الدراسة.

المقدمة

تعتبر المياه الجوفية من الموارد الطبيعية المهمة في محافظة نينوى إذ يعتمد عليها في توفير مياه الشرب ولأغراض الري والزراعة . تتعرض هذه المياه إلى مخاطر التلوث والضخ المفرط غير المسئول لذا يتطلب معرفة كمية التغذية الحاصله في المياه الجوفية ونوعيتها وحساب معدلات هذه التغذية ومصادرها وطرق تطويرها وفحص مياه التغذية الجديدة من خلال ما يتوفر من بيانات تتعلق

بالأمطار ومناسيب مياه الآبار على مدار الموسم المطري إضافة إلى مناسيب الأرض الطبيعية الخاصة بها.

تعتمد الطرق الحديثة لجمع المعلومات الخاصة بالمياه الجوفية من قبل الهيئات الحكومية والمؤسسات والشركات الخاصة والباحثين إذ تستخدم تقنيات الحاسبات الإلكترونية المتطورة من النماذج والبرامج الجاهزة مثل نظم المعلومات الجغرافية **GIS** وغيرها وتقنيات الاستشعار عن بعد والمرئيات الفضائية و الاورثوفوتو الرقمية في دراسة المياه الجوفية والتحليل الهيدرولوجي وتحديد التراكيب الجيولوجية وأنواع الصخور ودراسة الانحدارات وكثافة الشبكة المائية والكشف عن التجمعات الضحلة للمياه الجوفية بتفسير الأشكال الأرضية وأنماط التصريف والأماكن الملائمة لحفر الآبار وحساب ملوحة المياه الجوفية ومقدار التغذية وهل هي متجددة أم لا[1]. تمثل نظم المعلومات الجغرافية تقنية لجمع وإدخال ومعالجة وتحليل وعرض وإخراج المعلومات لأهداف محددة وتمتاز هذه النظم بقدرتها على إدخال المعلومات الجغرافية (خرائط وصور جوية ومرئيات فضائية) والوصفية (أسماء وجداول) ومعالجتها وتخزينها واسترجاعها وتحليلها (تحليل مكاني وإحصائي) وعرضها بشكل خرائط أو تقارير أو رسوم بيانية وتوجد برامج كثيرة تعمل بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية **GIS** منها(**ARCINFO MIKELL GIS ARCGIS AutoCAD ERDAS ORACIE SURFER CONTOR**) .

تكمن أهمية نظم المعلومات الجغرافية في مقدرتها على التحليل المكاني والإحصائي فانعدام عملية تحليل البيانات والمعلومات المتوفرة لدراسة معينة يعني لا فائدة من هذه البيانات والمعلومات المجمعة وهناك عدة مجالات يمكن تسخير نظم المعلومات الجغرافية لخدمتها مثل التحليلات التي تعتمد على عوامل الزمان والمكان وتحديد مواقع جديدة وأنسب طرق بين نقطتين . بغية استخدام نظم المعلومات الجغرافية لابد من وجود خطة ومنهجية بحثية ومعظم المنهجيات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية تنبع من النظريات المتوفرة في الكتب والمراجع

بجميع فروعها [2]. إن معظم البرامج المعدة لتحليل ودراسة المياه الجوفية وتقدير كميات السحب والتغذية تعتمد على إحدى الطرق الأساسية التالية :

1 - الموازنة المائية **Water Balance** :

يمكن التعبير عن معادلة الموازنة المائية بالشكل التالي :

$$\Sigma I - \Sigma Q = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{----------(1)}$$

حيث أن :

ΣI : الجريان الداخل بأشكاله المختلفة للمنطقة المعنية خلال الفترة الزمنية المعينة ويتضمن مياه الأمطار والجريان السطحي و تحت السطحي الداخل .

ΣQ :الجريان بأشكاله المختلفة الخارج من المنطقة المعنية خلال الفترة الزمنية المعنية ويتضمن المياه السطحية أو تحت السطحية الخارجة و الاستهلاك المائي .

ΔS : التغير في مخزون المياه الجوفية في منطقة المعنية خلال الفترة الزمنية المعنية.

Δt : الفترة الزمنية المعنية.

يمكن التخلص في حالات كثيرة من متغيرات عديدة من المعادلة أعلاه بسبب كون كميتها عديمة التأثير في حل المعادلة وبالتالي يمكن إهمالها .إن كل متغير من المعادلة أعلاه يمثل جريان يمكن التعبير عنه باستعمال أي وحدات متناسقة للحجم والزمن سواء كانت وحدات تصريف أو عمق . يمكن تطبيق المعادلة **(1)** على مختلف المناطق ولأي مساحة مختارة من حوض مائي وان كان يفضل استخدامها على وحدة هيدرولوجية واحدة مثل تكوين مائي أو حوض مياه جوفية محدد أو حوض مائي لنهر معين. أن عدم دقة قياس البيانات والمتغيرات المعتمدة أو الافتقار إلى ملائمة بيانات لمتغيرات أساسية مضبوطة بالشكل الكامل يؤثر على دقة النتائج المتوخاة وبالتالي فإن تطبيق المعادلة يتطلب معطيات

هيدرولوجية ملائمة واجتهادا جيداً مع تحليل دقيق لجيولوجية وهيدرولوجية المنطقة المعنية [3].

إن أغلبية حالات الجريان السطحي الداخل والخارج غير مقاسة لمنطقة الدراسة، إذ لا تتوفر بيانات عن الجريان السطحي في الوديان التي تخترق المنطقة والتي تصرف مياه سطحية ومياه الأمطار من خارج منطقة الدراسة وكذلك التسرب في أنابيب الإسالة ومياه المجاري وكميات الضخ من الآبار أما بالنسبة للجريان تحت السطحي الداخل والخارج فإنها تمثل المتغيرات الأكثر صعوبة للتقييم بسبب عدم إمكانية قياسها مباشرة ولا توجد معلومات كافية ودقيقة عنها ،عليه تعذر استخدام هذه الطريق ة في حساب كمي ة التغذية لمنطق ة الدراسة خلال الموسم المطري **2002-2001**.

2 - تحليل شبكة الجريان Flow net analysis

إن شبكة الجريان عبارة عن تمثيل بياني لجريان الماء خلال طبقات التربة وتمثل الخرائط الكنتورية لمناسب المياه الجوفية أداة مهمة جداً في رسم شبكة الجريان وتحليلها ويتم رسم هذه الخرائط الكنتورية بالاعتماد على عدد من الآبار (لا تقل عن ثلاثة) تقاس مناسيب المياه الجوفية فيها نسبة إلى مستوى سطح البحر أو منسوب معين ويتم رسم شبكة الجريان من رسم خطوط الجريان والخطوط الكنتورية (التي تمثل خطوط تساوي الجهد في اتجاهين متعامدين وتكونان نظاما متعامدا من المربعات الصغيرة). ويتم رسم الخارطة الكنتورية يدوياً أو باستعمال برامج حاسوبية جاهزة.

إن خط الكنتور هو عبارة عن خط وهمي يمثل النقاط التي لها نفس المنسوب وهو يمثل المسافة العمودية بالنسبة إلى مستوى سطح البحر والفرق بين منسوب أي خطي للكنتور متتاليين يسمى بالفترة الكنتورية التي تمثل المسافة العمودية بين خطي كنتور متتاليين. ويمكن إيجاد الانحدار الهيدروليكي من قسمة فرق المسافة الكنتورية بينهما على المسافة الأفقية بينهما. إن خطوط الكنتور المتقاربة جداً تدل أن الانحدار الهيدروليكي شديد أما خطوط الكنتور المتباعدة تدل على أن الانحدار الهيدروليكي قليل. يمكن تعين أنجاه جريان المياه الجوفية من

خلال رسم خط عمودي على خطوط الكنتور . عند رسم الخرائط الكنتورية لمناسيب المياه الجوفية يجب اختيار فترة كنتورية ملائمة ، في حالة كون مناسيب المياه الجوفية منحدره يتم اختيار فترة كنتورية من **(1-5)** متر حتى تصبح الخارطة أكثر وضوحاً وعند كون مناسيب المياه الجوفية مستوية يتم اختيار فترة كنتورية **(25-50)** سم [4] يستفاد من الخرائط الكنتورية في تحديد أعماق المياه الجوفية واتجاه الجريان وإيجاد الانحدار الهيدروليكي و الإيصالية الهيدروليكية ومعدل الجريان وكمية التغذية والسحب والتسرب وتحديد المواقع المناسبة لحفر الآبار الجديدة ويمكن منها تحديد المساحات المقترحة كأحسن مصدر لتجهيز المياه الجوفية.

3 - التغير في منسوب المياه الجوفية **Piezometric Fluctuation**:

تمتاز هذه الطريقة بدقتها كما أنها لا تتطلب بيانات كثيرة عن منطقة البحث.اذ يتم رصد مناسيب المياه الجوفية في آبار المراقبة خلال الموسم المطري أو خلال سنة كاملة ثم تحسب كمية التغذية الحاصلة في المياه الجوفية من العلاقة التالية :

$$dV = dH\, dA \,.\, C \qquad \text{---------- (2)}$$

حيث أن :

dV : التغير في حجم الخزن من خلال فترة البحث (L^3) .

dH: التغير في منسوب المياه الجوفية خلال فترة البحث (**L**) .

dA : مساحة المنطقة الواقعة تحت الدراسة(L^2) .

C : معامل الخزن للتكوين المائي غير المحصور(L^3/L^3).

يهدف هذا البحث إلى حساب كمية التغذية الكلية للمياه الجوفية لمدينة الموصل خلال الموسم المطري **2001-2002** .

اعتمادا على طريقتي تحليل شبكة الجريان باستخدام طريقة الأيزوهيت وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية **GIS** وطريقة التغير في منسوب المياه الجوفية باستعمال برنامج **Surfer 32**.

الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث

الموقع

تشمل منطقة البحث جزء من مدينة الموصل الواقع على جانبي نهر دجلة وتتصف هذه المنطقة بتباين ارتفاع كلا الجانبين حيث تتراوح بين (**210 360**) م عن مستوى سطح البحر والشكل (**1**) يبين طبوغرافية منطقة البحث ، فالجانب الأيمن عبارة عن هضبة ترتفع **15** م عن مستوى النهر المجاور وتأخذ بالانحدار تدريجياً من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي وتتخلل هذا الجانب عدد من الأودية مثل وادي عكاب ووادي حجر وغيرها. ويتميز الجانب الأيسر من منطقة البحث بسطح مستو ذو انحدار بطيء يتمثل بالسهل ألفيضي لنهر دجلة يبلغ ارتفاعه **220** م فوق مستوى سطح البحر تتخلله بعض الأودية التي تتجه معظمها نحو الجنوب والجنوب الغربي تتمثل بوادي نهر الخوصر ووادي الخرازي وغيرها [5].

المناخ

امتازت منطقة البحث بوجود ثلاث أنواع من الأقاليم المناخية (إقليم البحر المتوسط وإقليم السهوب شبه الجاف وإقليم المناخ الصحراوي) وعموماً المناخ حار جاف صيفاً و بارد ممطر شتاءا.

تمتاز درجات الحرارة فيه بالتطرف الشديد و تأخذ بالانخفاض التدريجي من شهر أيلول حتى تصل أقل ما يمكن في شهر كانون الثاني ثم تأخذ بالارتفاع التدريجي وتصل الذروة في شهر تموزوأعلى قيمة مسجلة لدرجات الحرارة العظمى والصغرى (**43.9 26.3**) درجة مئوية وأوطأ قيمة مسجلة (**13.2 -3.7**) درجة مئوية لسنة(**2001 -2002**) .

أما بالنسبة للأمطار فهي أمطار شتوية ويبدأ الموسم المطري من شهر تشرين الأول ويستمر لغاية شهر أيار وتوجد قيم متطرفة في الارتفاع والانخفاض وأعلى معدل لسقوط الأمطار يكون في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي وينخفض هذا المعدل شدة كلما اتجهنا نحو الجنوب والجنوب الغربي حتى يدنو من الصفر. تمتاز القيم السنوية للأمطار الساقطة باختلافات كبيرة من عام لآخر حيث يلاحظ أن الأمطار في بعض السنين لا تتجاوز **20%** من المعدل السنوي ، في الوقت الذي تصل فيه هذه النسبة في السنين الممطرة الى حوالي الضعف ولا يقتصر شدة التغيرات على المجموع السنوي وإنما يلاحظ بأن مثل هذه التغيرات تبدو واضحة في القيم الشهرية أيضاً فمعظم الأمطار تسقط في فصل الشتاء خلال شهري كانون الأول والثاني مع انخفاض ملحوظ في شهر شباط وتزداد كمية الأمطار ثانية في شهر نيسان وتمتاز بغزارتها وتسقط في شهر تشرين الثاني بعض الأمطار الغزيرة نسبياً. على الرغم من أن موسم الأمطار يمتد لثمانية أشهر إلا أن عدد الأيام الماطرة قليل جداً حيث أن معظم الأمطار تسقط في أيام معدودة فانخفاض عدد الأيام الماطرة يدل على أن الأمطار تمتاز بغزارتها وهذا يعني بأنها تؤدي الى حدوث جريان فوق سطح الأرض كما أنها لأتسقط طيلة اليوم دائماً بل تقتصر على ساعات مع دودة في الي وم وبلغ ت ذروة المط ر في الموسم المطري (**2001 2002**)**64** ملم خلال شهر آذار وتشكل الأمطار مصدر من مصادر تغذية المياه الجوفية في محافظة نينوى.تسود الرياح الشرقية شتاءاً والرياح الجنوبية شرقية والشمالية غربية صيفاً ولا تتجاوز سرعتها **7** م/ ثا ويكون التبخر في علاقة عكسية مع الرطوبة في الجو ويزداد في فصل الصيف إذ بلغ أعلى معدل شهري له **428** ملم خلال فترة البحث (**2001 2002**) [6].

جيولوجية منطقة البحث

يشمل تكوين منطقة البحث كل من تكوين الفتحة وتكوين انجانه والمصاطب النهرية والرسوبيات الحديثة فتكوين الفتحة يتألف من دورات رسوبية لصخور المارل والحجر الجيري والجبس وتمتاز الطبقات العليا فيه بزيادة سمك الترسبات

الفتاتية الحمراء اللون وتزداد نسبة الحجر الرملي والغريني على حساب الدورات البحيرية (صخور المارل، الحجر الرملي والجبس والأنهيدايت) والتي تسلك سلوك خزانات مائية جوفية غير محصورة عند وقوعها في طية مقعرة حيث يتم تحديد بعض الصفات الهيدروليكية لهذه الخزانات الجوفية ، في حين إن تكوين انجانه يتشكل من تتابعات طباقية لصخور الحجر الرملي المتدرج الأحجام والحجر الغريني والحجر الطيني التي ترسبت على شكل دورات ترسبية تتكرر لعدة مرات خلال سمك التكوين المتغير من طبقة الى أخرى وتكون طبقات الحجر الرملي المتدرج الأحجام والغرين طبقات خازنة للمياه وهذا الحال ينطبق على آبار غرب الموصل وشماله وجنوبه. أما المصاطب النهرية والرسوبيات الحديثة فهي ترسبات حصوية غرينية طينية متصلة تركتها الأنهار بعد تغير المجرى وتمتد من الجانب الشرقي لنهر دجلة . ومصاطب نهرية على عدة محاور على طول جوانب مجرى النهر وتختلف بإرتفاعاتها عن مستوى النهر الحالي. وتغطي هذه المصاطب تكوين الفتحة وتكوين انجانه بصورة غير توافقية في مناطق مختلفة و يتضح من دراسة الخواص الجيوتكنيكية لهذه الصخور بأن نفاذيتها عالية مقارنة بالأنواع الأخرى من الصخور ، لذا فإنها تعد أحواض مائية جوفية جيدة.أن أغلب الآبار التي تم دراستها تقع ضمن تكوين المصطبة النهرية الرابعة والتي تستقر على تكوين الفتحة بالنسبة للآبار الموجودة في الجهة الغربية من المدينة وعلى تكوين الفتحة والجزء السفلي من تكوين إنجانه بالنسبة للآبار الموجودة في الجهة الشرقية من المدينة علماً بأن جميع الطيات المحدبة تعتبر مناطق تغذية للمياه الجوفية بينما الطيات المقعرة المحصورة بين هذه الطيات المحدبة وحسب النظام التركيبي السائد في منطقة شمال العراق خزانات مائية جوفية ومحاور هذه الطيات تتحكم باتجاه جريان المياه الجوفية على الغالب[7].

طريقة تنفيذ البحث

اعتمدت البيانات التي تم الحصول عليها من المصدر [7] رة من تشرين الأول **2001** ولغاية أيار **2002** إذ استخدم في تلك الدراسة **30** بئراً موزعة على

كلا الجانبين وتم عمل مسح طوبوغرافي لتحديد منسوب الأرض الطبيعية عند فوهة كل بئر بالنسبة الى مستوى سطح البحر وتم رصد مناسيب المياه الجوفية في كل بئر شهرياً خلال فترة الدراسة.

تم تحليل البيانات المشار لها في أعلاه باستخدام البرنامج **GIS** نظام المعلومات الجغرافية **Arc View** وكذلك البرنامج ألحاسوبي **Surfer 32** بغية حساب التغذية السنوية الحاصلة للمياه الجوفية خلال الموسم المطري(**2001 2002**).

واعتمدت طريقتين هما تحليل شبكة الجريان والتغير في المنسوب المياه الجوفية وكالاتي :

أ - طريقة تحليل شبكة الجريان

تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية **ArcView GIS** لتحويل الخارطة الكنتورية المعدة ببرنامج **Surfer 32** لشهر نيسان **2002** صورة متسامتة الى بيانات متجهة **(vector)** حتى يمكن التعامل معها ومعالجتها وخزن هذه البيانات المتجهة في جداول بحيث يكون لكل صنف من المعالم جدول أوصاف خاص به وتتألف أصناف المعالم في التغطية من النقاط مثل الآبار والأقواس مثل خطوط الجريان والمضلعات تمثل المساحات كما هو موضح في الشكل **(2)** وتم حساب كمية التغذية الحاصلة في المياه الجوفية باستخدام طريقة الايزوهيت **isohyetal method)** وحساب المساحات ببرنامج **Arc View** والجدول (2) يبين النتائج التي تم الحصول عليها.

كمية المياه الكلية المضافة إلى التربة = **45.2607/ 63.27**

= 1.39 م

تبلغ قيمة معامل الخزن للتكوين المائي غير المحصور لمنطقة الدراسة وفق الدراسة الهيدروجولوجية المعدة من قبل مركز بحوث السدود والموارد المائية/ جامعة الموصل للموسم المطري **(2001 -2002): C = 1.3** [8]

كمية التغذية الحاصلة للمياه الجوفية لمنطقة الدراسة(عمق المياه الجوفية) =

= معامل الخزن ×عمق المياه الكلية المضافة الى التربة

= 1.3 ×1.39

=1.807 م

ب - طريقة التغير في منسوب المياه الجوفية

تم استخدام برنامج **Surfer32** في حساب كمية التغذية الحاصلة للمياه الجوفية في مدينة الموصل للموسم المطري(**2001 - 2002**) وذلك وفق الخطوات التالية :

1- **حساب حجم المياه الجوفية**

تم حساب حجم المياه الجوفية بثلاث طرق وكما موضح في الجدول (**2**) وباعتماد معدل الحجم المحسوب بالطرق الثلاث فان حجم المياه الجوفية =

610 × 51.275 م

2- **حساب مساحة منطقة الدراسة**

تم حساب مساحة منطقة الدراسة باستخدام برنامج **Surfer32** وبالاعتماد على البيانات والمسح الميداني والخرائط المتوفرة وبلغت مساحة (**46.41** كم)

3 **- حساب التغذية الحاصلة للمياه الجوفية لمنطقة الدراسة(عمق المياه الجوفية)**

كمية المياه الكلية المضافة الى التربة =حجم المياه الجوفية / مساحة منطقة الدراسة

= (106 × 51.275) /(106×46.41)

= 1.105 م

تبلغ قيمة معامل الخزن للتكوين المائي غير المحصور لمنطقة الدراسة وفق الدراسة الهيدروجولوجية المعدة من قبل مركز بحوث السدود والموارد المائية للموسم المطري (**2001 - 2002**) وكانت **C = 1.3** [8].

كمية التغذية الحاصلة للمياه الجوفية لمنطقة الدراسة(عمق المياه الجوفية) =

= معامل الخزن ×عمق المياه الكلية المضافة الى التربة

$$= 1.3 \times 1.105$$

$$= 1.4365 \text{ م}$$

مناقشة النتائج

أمتاز الموسم المطري **(2001 - 2002)** في مدينة الموصل بسقوط كميات كبيرة من الأمطار مقارنة بالسنوات السابقة له والسنوات التي بعده ، إذ استمر سقوط الأمطار خلال شهر آذار ونيسان وأيار . تعتبر الأمطار هي المصدر الرئيسي لتغذية المياه الجوفية بالمياه على الرغم من وجود مصادر أخرى لتغذية المياه الجوفية بالمياه مثل مياه الصرف الصحي والمياه التي تتسرب من شبكات إسالة مياه الشرب والمياه التي تتسرب من مشاريع الري والمزارع وكل هذه تعتبر مصادر ثانوية لتغذية المياه الجوفية للمنطقة. لوحظ من مناسيب المياه الجوفية المرصودة في دراسة المصدر[7] ان ارتفاع مناسيب المياه الجوفية كان متزامناً مع فترات سقوط الأمطار ولم يحدث هناك ارتفاع يذكر في فترات انقطاع سقوط الأمطار وهذا ما يؤكد بأن الأمطار تشكل التغذية الأساسية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة.

استخدمت في هذا البحث طرق حديثة في حساب كمية التغذية تتمثل بنظام المعلومات الجغرافية **Arc View GIS** ونظام **Surfer32** وكانت النتائج التي تم الحصول عليها من كلا الطريقتين متقاربة مما يعزز من إمكانية الاعتماد على هذه النتائج .

التوصيات

1- حفر مجموعة من آبار المراقبة موزعة على مناطق متفرقة من المحافظة لرصد مناسيب المياه الجوفية وإجراء الفحوصات الدورية لمعرفة مدى التلوث الحاصل في المياه الجوفية.

2- استخدام نظم المعلومات الجغرافية **GIS** في دراسة المياه الجوفية لمحافظة نينوى وعمل قاعدة للبيانات.

3- استخدام المرئيات الفضائية وصور الاورثوفوتو الرقمية وتقنية الاستشعار عن بعد في دراسة المياه الجوفية في المحافظة .

4- الاستفادة من البيانات المتوفرة والتي سوف يتم الحصول عليها مستقبلاً في المحافظة على نوعية وكمية المياه الجوفية.

5- عمل شبكة لتجميع مياه الأمطار في مدينة الموصل والاستفادة منها بدلاً من ترشحها الى المياه الجوفية مسببة ارتفاع مناسيبها وخاصة وأن مدينة الموصل تعاني من ارتفاع مناسيب المياه الجوفية.

المصادر

1. **http:// water .usgs.gov**
2. **http:// www.angelfire.com/mo/yagoub**
3. **Todd, D.K. (1980). Ground Water Hydrology, John Wiley and Sons Inc., NewYork, U.S.A.**
4. **Gundoglu, K.S. (2002). Preparation and Interpretation of Ground Water Maps Using ARC/INFO, University of Uludag, Bursa; Turkey.**

5- الحجار، ندى محمود، **(1990)**. الأنماط السكنية لمدينة الموصل رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة الموصل، ص**11 26**.

6- النجماوي، سرى محمد، **(2001)**. مناخ محافظة نينوى، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الموصل.

7- الحاج حسين، هدى هاشم، **(2002)**. مشكلة المياه الجوفية في مدينة الموصل أسبابها والحلول الممكنة، رسالة ماجستير، قسم هندسة الموارد المائية، كلية الهندسة، جامعة الموصل.

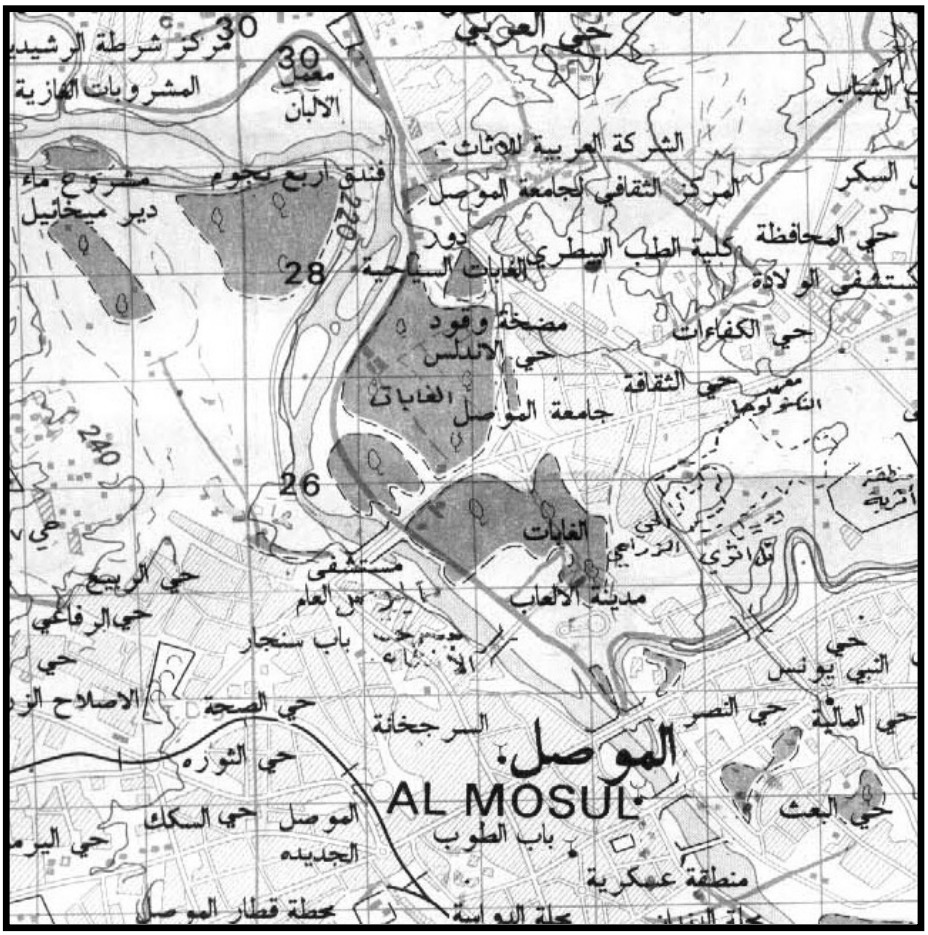
8- دراسة هيدرولوجية لمدينة الموصل للموسم المطري(**2000 -2001**) معدة من قبل مركز بحوث السدود والموارد المائية/جامعة الموصل **2002** .

جدول (1) : التغذية في المياه الجوفية للموسم المطري (2001 -2002)

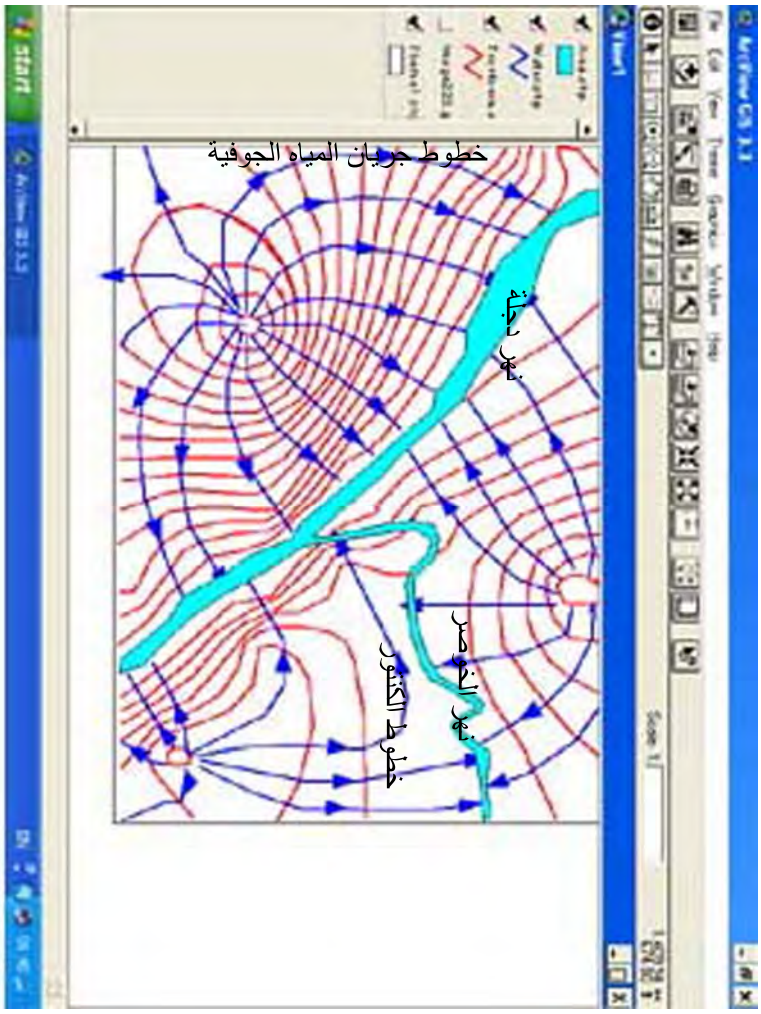
ت	المساحة كم عمود (1)	معدل عمق المياه الجوفية م/ كم عمود (2)	عمود (3) م = عمود (1) × عمود (2)
1	0.0674	3	0.2022
2	0.282	2.921	0.82
3	0.6314	2.763	0.174
4	1.8381	2.606	4.79
5	0.3277	2.449	0.802
6	1.474	2.527	0.090
7	1.1111	2.292	3.378
8	0.9933	2.135	2.37
9	0.9921	1.978	1.965
10	1.0426	1.821	1.807
11	1.0971	1.664	1.735
12	1.0971	1.507	1.653
13	1.1471	1.35	1.986
14	1.210	1.193	2.335
15	3.1697	0.879	9.780
16	8.871	0.957	8.49
17	3.3357	1.35	4.503
18	5.261	1.507	7.928
19	1.893	18.507	2.853
20	1.4509	1.35	1.959
21	0.9226	1.193	1.10
22	0.6094	1.036	0.631
23	0.9373	0.879	0.823
24	0.19313	0.800	0.155
25	1.789	1.35	2.415
26	2.116	1.507	3.19
27	1.295	1.664	2.155
28	0.106	1.742	0.185
المجموع	45.2607		63.27

جدول (2) : الطرق المتبعة في حساب حجم المياه الجوفية

التسلسل	الطريقة المستخدمة	حجم المياه الجوفية× م
1	**Trapezoid Rule**	**51.28**
2	**Simpsons Rule**	**51.2755**
3	**Simpson's 3/8 Rule**	**51.2704**



شكل (1) : خارطة طبوغرافية لمنطقة البحث



شكل (2):شبكة الجريان الخاصة بمنطقة البحث

Ground Water Recharge Estimation In Mosul for the Raining Season 2001/2002

Dr.Khalid M. Khidir
Assist. Prof.
Water Resources Dep.
College of Engineering
University of Mosul

Huda H. Bader
Assistant Lecturer
Dams Research Center & Water Resources
University of Mosul

ABSTRACT

Groundwater is considered the most important natural sources for the Mosul city, therefore the studies concentrated toward the evaluation of this resource. Data were collected from 30 wells in Mosul around Tigris river ,which includes rainfall topography and ground water levels and its fluctuation in order to compute recharges, source and the methods of its development by using sophisticated methods in data gathering and analyzing. Incurrent study the Geographic information systems (Arc View GIS) and Surfer 32 were used to estimate the quantity of ground water recharge in the Mosul city for the rainfall data for the season 2001/2002. Its found that the rainfall are the main sources of the ground water recharge in Mosul city.

KEYWORDS

Ground water, rainfall topography, evaluation.