الآثار البيئية لظاهرة الكارست في تلوث المياه الجوفية
(دراسة حالة في مدينة تلعفر)

د. صهيب حسن خضر
مدرس -كلية التربية / جامعة الموصل

الملخص

يتناول البحث دراسة تلوث المياه الجوفية في مدينة تلعفر الناتجة عن ظاهرة الكارست، وذلك من خلال تقييم نتائج لاربعة نماذج من المياه الجوفية اجرى عليها التحليل المختبري البكتريولوجي للكشف عن بكتريا القولون البرازية، إذ ان وجودها يشير الى تلوث المياه الجوفية بمياه المجاري المنزلية ومؤشر ايضاً على انها تلوث ذا اصل بشري وحديث المنشأ، وقد أثبت التحليل تلوث تلك النماذج ببكتريا الفولون البرازية بنسب متقاوتة مما قد يسبب امراضاً كثيرة وما يترتب عن ذلك من أثار بيئية خطيرة.

المقدمة

لظاهرة الكارست يمكن ان يكون لها اثار بيئية خطيرة تتمثل في حالة تلوث المياه الجوفية، لان غالبا مايكون للمظاهرالكارستية كمجاري طبيعية تعمل على تصريف المياه السطحية الى التكوينات تحت السطحية ومن ثم الطبقات المائية الجوفية وبالتالي تساهم في انتقال الملوثات اليها.

لتحقق من امكانية تأتير مظاهر الكارست في تلوث المياه الجوفية درس الحالة في مدينة تلعفر حيث تعد تلك الظاهره سائدة، فضلآ عن الاعتماد الكبير من قبل الاهالي فيها على المياه الجوفية المتواجده ضمن الطبقات الكارستية واستغلالها من خلال الابار والينابيع، وقد اعتمد على نتائج لاربعة نماذج من المياه الجوفية اجري عليها التحليل المختبري البكتريولوجي للكشف عن بكتريا القولون البرازية وهو تحليل جرثومي مهم تشير الى تلوث

المياه من عدمها، وقد اثبتت تلك التحليل تلوث تلك النماذج من المياه الجوفية ببكتريا القولون البرازية والتي قد تسبب امراضآ كثيرة.

يكمن أهمية البحث في ابراز الاثار البيئة لظاهرة الكارست الواسعة الانتشار في مدينة تلعفر في تلوث المياه الجوفية، ولتحقيق هدف البحث تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي التحليلي ومن خلال استخدام منهج التحليل المكاني بغية الوصول الى نتائج عديدة،فيما تتلخص فرضية البحث من التساؤل التالي:-

- هل تسبب ظاهرة الكارست مشاكل بيئية ؟
- هل لظاهرة الكارست علاقة بتلوث المياه الجوفية ؟

مفهوم الكارست:

اشتقت تسمية كلمة الكارست (Karst) من كلمة هندو-اوربية والتي هي (Kar) وتعني صخرة،ويشير مصطلح الكارست الى الاراضي الصخرية العارية (Bare Strong Ground)[١] وجاءت تسمية الكارست من منطقة الحجر الجيري الكارستي في جبال الالب الدينارية بالقرب من الساحل الادرياتي في يوغسلافيا السابقة حيث درست لاول مرة[٢].

وظاهرة الكارست اشكال ارضية متميزة في مناطق الصخور الكلسية سببها ارتفاع معدلات الاذابة تحت سطح الارض للصخور عند احتوائها على اكثر من(٥٠%) من وزنها لمعادن الكلس CaCo3 او معادن كلسية دولومايتية CaMg(Co)2 وفي تكوينات الصخور الجبسية(Caso4.2H2o) والانهيد رايت(Caso4) حيث يتحرك الماء افقيا او عموديا خلال سطح الارض[٣].

وللكارست بيئته الخاصة ويساهم في تطورها كل من الغلاف الجوي (Co2-الامطار-الحراره) والغلاف الصخري (الصخور القابلة للذوبان) والغلاف المائي (المياه الجوفية والمياه السطحية) والغلاف الحيوي (الحيوان والنبات) فضلا عن ذلك عامل القوى التكتونية (الانكسارات-الشقوق والفواصل) حيث يعتبر من العوامل المساعده في تطور هذه الظاهرة فضلا عن عاملي التجوية والتعرية[٤].

عمليات نشاة ظاهرة الكارست:-

تتحكم في نشاة ظاهرة الكارست العوامل التالية:-

١. خصائص الطبقات الصخرية الفيزياوية والكيماوية حيت تنشا وتتطور ظاهرة الكارست فوق تكوينات صخرية تتميز بسمك كبير لايقل عن (١٠٠)متر[١]، وان تلك الصخور تحتوي على بلورات وتتميز ايضا بارتفاع مسامية ونفاذية الصخور وعلى الاخص المسامية الثانوية الناتجة عن اتساع الشقوق والفواصل وان يكون هذا النظام من الفواصل والشقوق للطبقات الصخرية متقاطعة مع بعضها وباتجاه رئيسي واحد، وكذلك يجب ان يكون ارتفاع الطبقات الصخرية فوق مستوى الماء الجوفي لتسمح للمياه بالحركة خلالها.

٢. نظام المياه الجوفية وحركتها حيت تتصف المناطق التي تنتشر فيها ظاهرة الكارست بنظام تصريف خاص بها،متمثلا بانعدام الجريان المائي السطحي فيها وغزارتها بالمياه الجوفية، ويتسم نظام توزيع المياه الجوفية وحركتها ضمن المناطق الكارستية على نموذجين:[٢]

الاول: يمثل نظام المياه الجوفية في الاماكن الاخرى من ان الطبقات الحاملة للمياة تتكون من صخور غير متماسكة ويكون الماء غير محصور وتتوزع عموديا على طبقات (نطاق التهوية- نطاق التشبع المتوسط- نطاق التشبع الدائم).

الثاني: يمثل حالة متطورة من النظام الاول،عندما تؤدي عمليات الاذابة المستمرة للفوالق والشقوق الى اتساعها واتصالها مع بعضها وتصبح ممرا مائيا لتصريف المياه، والذي ينبتق الى سطح الارض بشكل عيون.

٣. المناخ: حيت تنشا وتتطور ظاهرة الكارست في المناطق الرطبة، حيت تنشط دورة الماء وحركته فوق وتحت سطح الارض وخلال التكويتات الكلسية، ولايقتصر دور مياه الامطار على اذابة الصخور ولكنها تساعد على نمو الغطاء

النباتي ونشاط الفعاليات الحيوية للكائنات العضوية الحية في التربة ممايرفع من تركيز Co2 في هواء التربة وماءها، كما تبلغ ظاهرة الكارست ذروتها في المناخ الحار الرطب حيت تتحد كل من الحرارة والامطار لتسريع عملية الاذابة حيت يكون التفاعل الكيمائي على اشده لارتفاع درجات الحرارة، لكثافة الغطاء النباتي وشدة الفعاليات الحيويه التي تزيد من نسبة ذوبان Co2، ويصبح ماء التربة والماء الجوفي محلولا مذيبا يساعد على تكوين اشكال مختلفة من ظاهرة الكارست اذا كان البناء الجيولوجي ملائما لتطورها ويسمح لدورة الماء خلال التكوينات الصخرية.وعلى العكس من ذلك في المناخ الحار او الجاف البارد تصبح ظاهرة الكارست قليلة الانتشار وتعتبر الاشكال الموجودة من مخلفات الاذابة للعصور المطيرة.

الاثار البيئية لظاهرة الكارست:

تنتج عن تطور الكارست مشاكل بيئية كثيرة كالمشاكل الهندسية الاساسية (الهبوط المتباين – هوات الانهيار) وتلوث المياه الجوفية وطفح الهواث وغيرها من المشاكل الاخرى، وتعد تلوث المياه الجوفية من ابرز تلك المشاكل لما تترتب عنها من اثار بيئية خطيره كونها تستخدم للشرب من قبل السكان في كثيرمن المناطق خاصة في الاماكن التي لاتتواجد فيها مياه سطحية حيث تتميز المناطق الكارستية بغناها بالمياه الجوفية.

يقصد بتلوث المياه كل تغيرغير مرغوب فيه من الخصائص الفيزياوية او الكيماوية او الحيوية للمياه، بحيث تؤثر هذه التغيرات بشكل سلبي على الانسان والنبات والحيوان، حيث ان استخدام المياه الملوثة وغير الصحية تؤدي الى وفاة طفل كل ٨ ثواني نتيجة اصابته بمرض له علاقة بتلوث المياه، كما اشارت التقارير الى ان ٥٠% من سكان الدول النامية يعانون من امراض لها علاقة بالمياه وحوالي ٨٠% من جملة الامراض بالدول النامية تعود لتلوث المياه وان ١٦% من سكان العالم يستعملون مياة ملوثة (٥)

المياه الجوفية في المناطق الكارستيه عرضة للتلوث اكثر منها في المناطق الاخرى، فالملوثات يمكن ان تمربسهولة مع المياه المتسربة من السطح وعبرالصخورالكارستية عن طريق الهوات وقنوات الاذابه والشقوق والفواصل وتصل مباشرة الى الطبقات المائية الجوفيه مما يجعلها غير حصينة من الملوثات [٦]، علية يمكن القول ان نفاذية الصخور في المناطق الكارستيه تساهم بشكل كبير في انتقال الملوثات اليها.

ان منشأ تلوث المياه الجوفيه في المناطق الكارستيه يعود لجملة من العوامل المختلفة التي قد يكون طبيعيه او بشرية،وطبقآ لتصنيف وكالة الحماية الامريكية يقسم التلوث البشري الى صنفين[٧]

١. تلوث نقطة المصدر:

يحدث هذا التلوث من مصدر وحيد كانبوب او مجرى مائي، هذا النوع من التلوث يرتبط بالمواقع الصناعية عموما ومناطق رمي النفيات ووسائل معالجة مياه المجاري.

٢. تلوث متعدد المصادر:

يكون اكثر غموضا لانه ينشى من مصادر متنوعة، اذ تساهم الرياح والامطار على نقل الملوثات من مصادر مختلفة الى الجدوال المائية ومن ثم الى المياه الجوفية فالترسبات التي يتم تعريتها من الحقول ومواقع البنايات والمخصبات الزراعية والنفايات الحيوانية ورمي نفط السيارات وتصريف كلور المسابح الى الهوات، اذ تواصل الملوثات دخول الجداول ومن ثم المياه الجوفية بطرائق عديدة قد تكون غير ملحوظة.

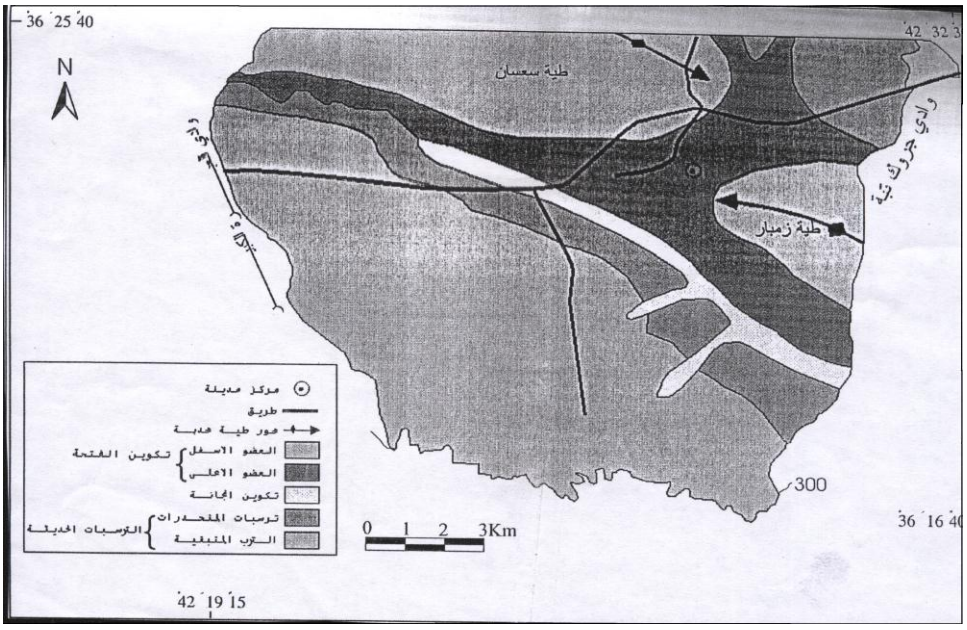
ولتحقق من امكانية تأثير الاشكال الارضية المختلفة في نوعها وحجمها وسعتها الناتجة عن مظاهر الكارست في تلوث المياه الجوفية، ثم تقييم نتائج لاربعة نماذج مائيه لعدد من الابار والينابيع الكارستية في مدينة تلعفراجري عليها التحليلات المختبرية (البكتريولوجية)[*].

وتعد ظاهرة الكارست من الظواهر الطبيعية والجيمورفولوجية الواسعة الانتشار في مدينة تلعفر ومحيطها ذات الكثافة السكانية العالية حيث تساهم الخصائص الطبيعية

التي تتصف بها المنطقة في تطوير الكارست متمثلة في طباقية المنطقة ضمن ترسبات تكوين الفتحة بعضوية االسفلي والعلوي اهمية بالغة في تشكيل مظاهر الكارست، فمعدل وجود الصخور الجبسية يصل الى ٦٥% والتي تتميز بقابليتها العالية للذوبان في الماء اذا يتكشف الطبقات الجبسية (CaSO4.2H2O) للسطح في كثيرمن مناطق سيادة تكوين الفتحة وكما موضح في شكل رقم (١)، فضلا عن تواجدالطبقات الكلسية (CaCO3) ذات الفواصل والشقوق الكثيرة واسطح التطبق والتي تشكل مناطق ضعف تنشط فيها الاذابة. وتبعا لذلك تتطور العديد من المظاهر الكارسية في تكوينات السائدة في المنطقة[٨]. يضاف الى ذلك ان الظروف المناخية المتمثلة بالامطار التي يصل معدلها (٣٨١) ملم ودرجات الحراره والتي يبلغ معدلها (٢١) مئوية وهبوط سرعة الرياح وانخفاض في موسم تساقط المطر[٩].

(*) تم الاعتماد على نتائج التحليل المختبري في البحث الحالي على رسالة الماجستير الموسومة الكارست في منطقة تلعفر دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، للباحث احمد حسين حسين احمد (٢٠٠٧).

شكل رقم (١) جيولوجية منطقة الدراسة



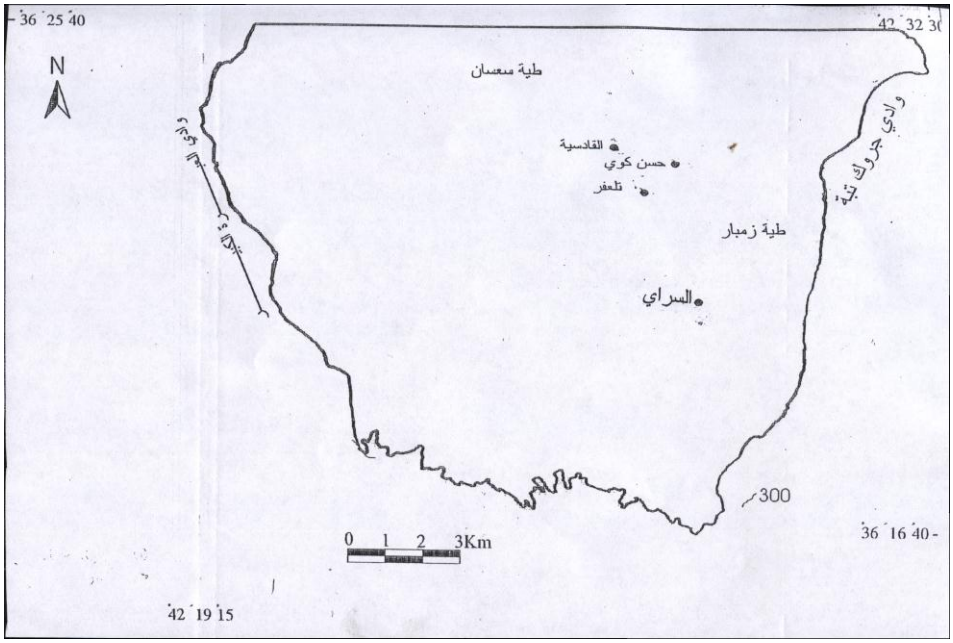
المصدر: احمد حسين حسين، الكارست في منطقة تلعفردراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، رسالة ماجستير(غير منشورة) كلية التربية – جامعة الموصل ٢٠٠٧

تقييم التحليل البكتريولوجي:

تضمن التحليل البكتريولوجي الكشف عن بكتريا القولون البرازية، يعد هذا التحليل من التحاليل المهمة جدا للماء اذ ان وجودها يشيرالى تلوث المياه الجوفية بمياه المجاري المنزلية ويكون التلوث ذا اصل بشري وحديث المنشأ وذلك لعدم قدرة بكتريا القولون البرازية على النمو والبقاء في الماء لمدة طويلة لعدم توفر الظروف الملائمة للنمو.

وقد اثبتت التحاليل البكتريولوجية التي اجريت لاربع نماذج من المياه الجوفية موزعة في المدينة كما في الشكل رقم (٢) على تلوث النماذج (١-٢-٤) بشكل كبير جدا ببكتريا القولون والقولون البرازية والمكورات السمية البرازية فضلا عن جراثيم مرضية اخرى، بينما النموذج رقم (٣) كانت تحتوي على بكتريا القولون البرازية وبقية انواع الجراثيم لكن بنسبة اقل.

شكل رقم (٢) مواقع نماذج التحليل البكترولوجي في منطقة الدراسة



وعند دراسة العلاقة بين مصدر التلوث وانواع البكتريا الملوثة لها تبين مايلي:

النموذج الاول:

مصدر التلوث خليط بفضلات الحيوانات والانسان وان التلوث بفضلات الحيوانات والطيور الداجنة هو السائد.

النموذج الثاني:

مصدر التلوث من اصل فضلات الانسان.

النموذج الثالث:

نسبة التلوث قليل وهو من اصل فضلات الحيوانات الداجنة بشكل سائد.

النموذج الرابع:

مصدر التلوث الاكثر شيوعا هو فضلات الحيوانات والانسان.

مصادر تغذية المياه الجوفية واثرها في تلوث المياه الجوفية

تبين من التحليل البكتريولوجي وجود ارتباط قوي وفعال بين مصادر تغذية المياه الجوفية وتلوث هذه المياه،واهم المصادر التغذية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة هي:

١. تغذية المياه الجوفية بمياه الامطار

يعد التساقط مصدرا مهما من مصادر تغذية المياه الجوفية وتبين ذلك من ارتفاع مناسيب المياه في الابار وزيادة تصريف الينابيع فضلا عن ارتفاع مناسيب المياه في سراديب الابنية الى اكثر من (١.٥) متر في فصل الشتاء بينما هناك انخفاض ملحوظ في هذا المناسيب في السنوات الجافة او في فصل الصيف، يعمل هذا المصدر على تلوث المياه الجوفية من خلال نقل الملوثات المختلفة من سطح الارض ونقلها الى مكامن المياه الجوفية.

٢. تغذية المياه الجوفية بمياه المجاري المنزلية

تبين من التحليل البكتريولوجي لمياه الابار والينابيع احتوائهما على كميات كبيرة من بكتريا القولون البرازية وانواع اخرى من البكتريا، اذ ان وجود هذه البكتريا يدل على حدوث التلوث بمياه المجاري المنزلية والمياه الثقيلة، بناء خزانات التعفين في الاحياء القديمة من مادة الجص والحجر اثر في زيادة تسرب المياه الثقيلة ووصولها الى المياه الجوفية، كما ان للممارسات البيئية الخاطئة التي يمارسها الانسان المتمثلة بتعمد الانسان الى ابقاء ارضية خزانات التعفين بدون صب كونكريتي او كسر ارضية هذه الخزانات وبوجود الكسور والتشققات والفواصل في الصخور الجبسية والكلسية يتم تصريف المخلفات السائلة للتخلص من نزحها باستمرار في ظل نقص الخدمات البلدية ونقص

التوعية البيئية،فضلا عن اقتقار المدينة الى شبكة مجاري لتصريف المياه المنزلية وهذه كلها عوامل تعمل على زيادة التلوث في المياه الجوفية.

٣. تغدية المياه الجوفية بمياه الشرب المتسربة من شبكات الاسالة

نتيجة لقدم شبكات الاسالة والتي تعود الى الخمسينات من القرن الماضي فان اغلبها تعرض للتكسر والتلف ولعدم الصيانة المستمرة فإن مياهها تتحول الى مياه جوفية ويضطرالمواطنون في بعض الاحياء القديمة الى استخدامها للشرب وخاصة تلك المتجمعة في سراديب الابنية ظنا منهم بنقاوتها والتي اثبتت التحاليل البكتريولوجية عدم صلاحيتها للشرب.

٤. تغدية المياه الجوفية بمياه الري والعمليات الزراعة

اثبتت التحاليل الكيمائية لمياه بئر بساتين تلعفر ضمن المناطق الزراعية الى ارتفاع نسبة النترات والتي تصل الى (٨٩) ملغم/لتر (٨)، ممايدل دلالة قاطعة على تسرب مياه الري الى المياه الجوفية حيث كثرة استخدام الاسمدة الكيمائية والتي تعد المصدر الرئيس للنترات ونتيجة لاتباع طريقة الغمر في عملية ارواء الاراضي الزراعية ولعدم وجود المبازل وانبساط السطح تقريبا فان المياه الفائضة عن حاجة المحاصيل تتسرب الى المياه الجوفية، كما ان وجود بقايا الفضلات الحيوانية في التحاليل البكتريولوجية يؤكد اثر التربية الحيوانية في تلوث المياه الجوفية.

٥. تغدية المياه الجوفية بالفضلات الصناعية السائلة ومحطات تعبئة الوقود

لقد كانت حادثة تسرب المشتقات النفطية من محطة تعبئة وقود تلعفر في حي المعلمين جنوب تلعفر في ٢٠٠٤/٦/٥ سببا رئيسا لتلوث العديد من الابار في المنطقة وان النماذج التي بالقرب من هذه الابار لم تصلح للفحص لكون مايزيدعلى ٩٠% منها مشتقات نفطية نافدة، كما ان محلات تشحيم وغسل السيارات وتبديل الدهون ومحلات

صبغ السيارات كلها تصرف نفايتها الى مجاري المناطق السكنية عبر الوديان ومنها الى المياه الجوفية.

٦. تغذية المياه الجوفية من اماكن القمامات

ان اتخاذ الهوات كأماكن لرمي القمامات والنفايات وبمرور الوقت وبسبب تكدسها تتحلل هذه النفايات وتنقل عبر مصادر التغذية الاخرى من مياه الامطار او المجاري المنزلية الى مكامن المياة الجوفية وبسهولة عبر الهوات.

الاستنتاجات:

في هذا البحث تمث دراسة الاثار البيئية التي قد تنجم عن ظاهرة الكارست، وتمثلث في الدراسة الحالية في تلوث المياه الجوفية لان المياه الجوفية في المناطق الكارستية عرضة للتلوث اكثر منها في المناطق الاخرى، وتم ذلك من خلال دراسة الحالة في مدينة تلعفر حيث تنتشر ظاهرة الكارست فيها بكثرة لتوافق الخصائص الطبيعية للمنطقة في ذلك من حيث الطباقية والمناخ. وقد اظهرت تقييم نتائج التحاليل المختبرية البكتريولوجية والتي اجريت لاربعة نماذج من مياه الابار والينابيع الكارستية عن تلوث المياه الجوفية في منطقة الدراسة ببكتريا القولون البرازية، وتبين ايضآ وجود علاقة قوية بين مصدر التلوث وانوع البكتريا من جهة وبين مصادر تغذية الجوفية وتلوث تلك المياه، وفي كلا الحالتين تساهم فيها ظاهرات الكارست بشكل فعال مع عدم اعتماد الاعتبارات البيئية من قبل السكان والقائمين وبالتالي بروز أثار بيئية خطيرة.

المصادر:

١. مثنى محمد عبدالمجيد، المظاهر الجيومورفولوجية الكارستية في وادي المغر
a. بدلالة تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دبلوم عالي (غير منشور) كلية التربية، جامعة الموصل، ٢٠٠٨.

٢. وفيق حسين الخشاب، احمد سعيد حديد، الجغرافية الطبيعية (الجغرافية المناخية والنباتية والظواهرالجيمورفولوجية)، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ١٩٧٨.

٣. تغلب جرجيس داود، علم اشكال سطح الارض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، الجامعة المستنصرية، بغداد ٢٠٠٢ .

٤. حسن رمضان سلامه، مظاهر الضعف الصخري وأثارها الجيومورفولوجية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد (٥٣)، الكويت ١٩٨٣.

٥. محمد صادق العدوى، هندسة تنمية البيئة وحمايتها، المكتبة المصرية، الاسكندرية ٢٠٠٤

٦. Cingna A.A, (2002). Karst activity, Environmental Science institute , university of Texas , www.esi-utexas.eduoutreach/caves.

٧. Smith, D.I.(1979) Applied Geomorphology and hydrology of Karst Regions, In, Hails, J.R. Applied Geomorphology.

٨. احمد حسين حسين احمد، الكارست في منطقة تلعفر دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل ٢٠٠٧.

٩. سرى بدر حسين، مناخ محافظة نينوى، رسالة ماجستير(غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل٢٠٠١.

Environmental effects of karst phenomenon in the underground water pollution
(case study in Telafer city)

Abstract

The research deal with study of underground pollution in Telafer city which result from karst phenomenon, through the evaluation of four samples from underground water, introduced for laboratory analysis to explore the Colon faucal bacteria, where its exsistance indicate to underground water pollution of domestic water sewerage, and index that the pollution is human origin and modern, the analysis proved that the pollute these samples by bacteria of Colon faecal with different rates which result in many diseases and follow by dangerous effects on environment.