مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (37) العدد (4) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (37) No. (4) 2015

تقييم حساسية المياه الجوفية للتلوث في حوض اللاذقية باستخدام نظام دراستيك ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

الدكتور أحمد محمد*
نداء رجب**

(تاريخ الإيداع 6 / 4 / 2015. قُبِل للنشر في 13 / 7 /2015)

□ ملخّص □

استخدمت طريقة دراستيك لتقييم الحساسية الكامنة للمياه الجوفية في حوض اللاذقية باستخدام ArcGIS 9.2حيث تم تطوير نظام دراستيك المعدل بدمج استعمالات الأرض وتقسيماتها مع نموذج دراستيك العام،وبالمحصلة تم تنميط القيم النهائية لدراستيك في صفين اثنين (منخفض الحساسية ومعتدل)

وقد تبين أن إدخال المعايير البشرية قد زاد من الكمون بالنسبة للحساسية المعتدلة للمياه الجوفية.

بالنتيجة النهائية فقد أظهر المضمون العام لخارطة الحساسية التي تم إنشاؤها لحوض اللاذقية،سيطرة صف الحساسية المنخفضة في المناطق الشمالية الغربية والشمالية الشرقية التي تتمتع بأعماق توضع كبيرة للمياه الجوفية وارتفاعات طبوغرافية عالية، بينما سيطر صف الحساسية المعتدلة في الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة (المنطقة السهلية) التي تتميز بانتشار نشاطات بشرية متنوعة وبأعماق توضع لمنسوب المياه الجوفية قريبة من السطح.

الكلمات المفتاحية: حساسية المياه الجوفية،طريقة دراستيك، حوض اللاذقية

* أستاذ – الهيدروجيولوجيا – قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة تشرين – سوريا.
** ماجستير – الهيدروجيولوجيا . قسم الجيولوجيا . كلية العلوم . جامعة تشرين . سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (37) العدد (4) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (37) No. (4) 2015

Evaluating the sensitivity of the groundwater in Lattakia basin by using drastic system within geographic information systems(GIS)

Dr. Ahmad Mohammad*
Nedaa Rajab**

(Received 6 / 4 / 2015. Accepted 13 / 7 /2015)

□ ABSTRACT □

The Drastic method has been used to assess the potential sensitivity of the Groundwater In Lattakia basin using Arc GIS 9.2 Where the modified Drastic system has been developed by combining the land uses and its divisions with general Drastic model .As a result, final values of Drastic have been modulated into two categories "low and moderate sensitivity"

It has been found that the introduction of the human criteriahas increased the potentialof the moderate sensitivity of the Groundwater.

As a final result, the general content of the sensitivity map which has been establishedfor Lattakia basin, showed, the domination of low sensitivity category in the north western and the north eastern areas which has big location depths of the Groundwater and high topographic altitudes.In contrast, the moderate sensitivity category dominated in the southern areas of the study region.

The latter areas which are characterized by the existence of varied human activities havelocation ofGroundwater levels close to the surface.

Key words: sensitivity of theGroundwater,Drastic method, Lattakiabasin,

*Professor, Department Of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Syria.
**Master, Department Of Geology Faculty of Science, Tishreen University, Syria.

مقدمة:

حوض اللاذقية من الأحواض الفرعية الهامة في حوض الساحل من حيث الكثافة السكانية إضافة إلى النشاطات الزراعية والصناعية التي تنمو فيه بشكل متسارع، حيث أن النشاطات البشرية الموجودة والاستخدامات المخططة للأرض والإمكانيات المناخية السائدة تضع موارد المياه الجوفية في خطر التلوث، وهنا كبعض الأدلة التي تشير إلى أن نوعية أنظمة توزيع المياه الجوفية في شمال اللاذقية تقع تحت تهديد مجموعة متنوعة من أشكال التلوث النقطية كالمصادر المنزلية والصناعية فضلاً عن الشكل الانتشاري الناجم عن النشاطات الزراعية [1].يتم إنشاء خارطة حساسية المياه الجوفية للتلوث لإظهار المناطق المعرضة للتلوث الكامن الأعظمي للمياه الجوفية وذلك على أساس الشروط الهيدروجيولوجية والتأثيرات البشرية. هذا وتعد هذه المنهجية حديثة نسبياً اذ انتشر تطبيقها بعد التسعينات من القرن الماضي لإظهار مدى ما توفره الظروف الطبيعية من حماية للمياه الجوفية، وإمكانية انتقال الملوثات من سطح الأرض إلى الطبقات المائية الحرة[1,2,3,4,5,6].وفي الوقت الحاضر أصبحت خرائط الحساسية للمياه الجوفية شائعة بشكل واسع كوسيلة في عملية تخطيط استخدام الأراضي والتي تأخذ بالاعتبار مظاهر حماية المياه الجوفية من التلوث. في ذات الوقت، تساعد خرائط الحساسية في تخطيط أو ترتيب مناطق حماية المياه الجوفية كما تساعد في مراقبة نوعية المياه الجوفية للآبار والينابيع المستثمرة.

أهمية البحث وأهدافه:

الهدف الرئيس من هذه الدراسة هو معرفة قابلية حساسية الطبقة المائية للتلوث في حوض اللاذقية وبالأخص لتحديد مواقع إقامة المشاريع العمرانية والاقتصادية المختلفة، واقتراح المواقع الملائمة للتخلص من النفايات الصلبة والسائلة في ظل الزيادة السكانية الكبيرة من خلال إنجاز خرائط لموارد المياه الجوفية في حوض اللاذقية بوساطة طريقةDrasticتساعد هذه الخرائط على تحديد المساحات التي تكون فيها حماية المياه الجوفية أو مراقبتها أمراً حدياً.

طرائق البحث ومواده:

استخدمت في هذه الدراسة طريقة دراستيك الكارتوغرافية وتعتمد على التقييم العددي لمختلف المعايير الفيزيائية لأي حوض حيث أن مفهوم حساسية المياه الجوفية مبني على افتراض أن البيئة الفيزيائية قد تقدم درجة ما من الحماية للمياه الجوفية ضد التأثيرات الطبيعية وبشكل خاص فيما يخص التلوث الداخل إلى البيئة تحت السطحية.

استخدمنا ArcGIS9.2لوضع خرائط حساسية للمياه الجوفية في حوض اللاذقية حسب البيانات الهيدروجيولوجية المتوافرة. خرائط الحساسية الناتجة دمجت مع خرائط استعمالات الأرض وخرائط أخرى كبارامترات إضافية في نموذج Drasticلتقدير الخطر الكامن لتلوث المياه الجوفية بدقة أكبر. حيث تقوم طريقةDrasticعلى سبعة معايير فيزيائية أعطيت لكل معيار قيمة ثابتة حسب وزنه وأهميته (أي حسب أهميته وتأثيره من حيث الدور الذي يلعبه في الزيادة أو الحد من التلوث) وهذا ما يظهر في الجدول رقم (1) حيث تُدخل العوامل الجيولوجية والهيدروجيولوجية الأساسية والتي تؤثر على حركة المياه الجوفية وتتحكم بها وهذه العوامل هي: عمق المياه الجوفية (D)، التغذية السنوية المائية(R)، طبيعة تكوين صخور النطاق المشبع والطبقة الحاملة للمياه(A)، بنية التربة (S)، طبوغرافيا الحوض (T)، طبيعة تكوين النطاق غير المشبع (منطقة التهوية) (I)، والناقلية الهيدروليكية (C). [1,2,3,4,5,6]تستخدم طريقةDrasticعدد محدد من القياسات (سبع قياسات) لتقييم الحساسية للحوامل تجاه الملوثات الخارجية. هذا وتكون

طريقة دراستيك مناسبة من أجل إنجاز خرائط حساسية قابلة للمقارنة على مستوى إقليمي.وغالياً تكون المعلومات الضرورية اللازمة لبناء العديد من بارامترات الهيدروجيولوجية متوفرة في منطقة الدراسة. مثل هذه الطرائق تسمح بتخمين حساسية المياه الجوفية بمساحات ضخمة وبكلفة منخفضة وبوقت قصير نسبياً.

حيث تم إنجاز البيانات والموديل لهذه الدراسة باستخدام برنامجGISsoftware.

جدول (1) وزن معايير دراستيك الفيزيائية

الرقم	المعيار	الوزن
1	عمق المياه الجوفية	5
2	الانحدار (الطبوغرافيا)	1
3	تأثير منطقة التهوية	5
4	التغذية السنوية المائية	4
5	نوع التربة	2
6	الطبقة الصخرية للخزان	3
7	النفاذية (الناقلية الهيدروليكية)	3

وكل معيار له قيمة استدلالية أو درجة تقييم من 1 إلى 10 حسب الظروف المحلية للمنطقة المراد دراستها جدول (2).

جدول (2) قيم معايير دراستيك الفيزيائية

عمق المياه الجوفية (م)		التغذية السنويةسم /السنة		عامل الرشح م/اليوم		الميل (الطبوغرافيا) %		نوع التربة		صخور منطقة التهوية		الوسط المائي	
الفاصل	التقييم	الفاصل	التقييم	الفاصل	التقييم	الفاصل	التقييم	طبيعة التربة	التقييم	تأثير منطقة التهوية	التقييم	طبيعة الوسط المائي	التقييم
1 – 00.5	10	5-0	1	4-0.04	1	2 – 0	10	تربة غير سميكة	10	طمي وصلصال	1	صخر شيستي صلب	2
4.5 – 1.5	9	10-5	3	12-4	2	6 – 2	9	حصى	10	طين شيستي	3	صخور متحولة	3
09 – 4.5	7	18-10	6	29-12	4	12 – 6	5	رمل	9	صخر كلسي	6	صخور متحولة هشة	4
15 – 09	5	25-18	8	41-29	6	18 – 12	3	طين مشقق	7	صخر رملي	6	طبقات من الصخور رمل، كلس وطين	6

23 – 15	3	25+	9	82–41	8	18+	1	تربة سميكة رملية	6	طبقات كلسية، رملية، طين كلسي	6	صخر رملي صلب	6
31 – 23	2							تربة سميكة	5	رمل وحصى مع طمي وطين	6	صخر كلسي صلب	6
31+	1							تربة سميكة وطمي	4	صخور متحولة	6	رمل وحصى	8
								تربة سميكة طينية	3	رمل وحصى	8	بازلت	9
								طين غير مشقق	1	بازلت	9	كلس كارستي	10
										كلس كارستي	10		

أما الخطوة التالية فهي عملية الدمج لهذه الخرائط لنستخرج منها خريطة الحساسية وهي عبارة عن خريطة تظهر فيها المنطقة المدروسة مقسمة إلى أجزاء وكل جزء معرف بمدلول دراستيك الذي يعبر عن مدى حساسيتها ويحسب مدلول دراستيك بالشكل التالي:

مدلول دراستيك = مجموع حاصل ضرب وزن كل معيار × درجة التقييم

وهذا المدلول يمثل تقييم مستوى الخطر المتعلق بالتلوث للوحدة الهيدروجيولوجية التي تظهر محددة في الخريطة النهائية وكلما كان المدلول كبيراً يدل على حساسية تلوث عالية والعكس صحيح .

وقد تم إضافة ثلاثة معايير بشرية إلى المعايير الطبيعية السابقة تمثل مختلف الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية لمنطقة معينة جدول (3)وكل معيار تم إعطاؤه قيمة استدلالية أو درجة تقييم حسب مقدار التأثير والاختلافات في الاستخدام بحيث تسمح هذه النتائج باتخاذ القرارات الملائمة وفي المحافظة على الموارد الطبيعية. [1,2,3,4]

جدول (3) المعايير البشرية

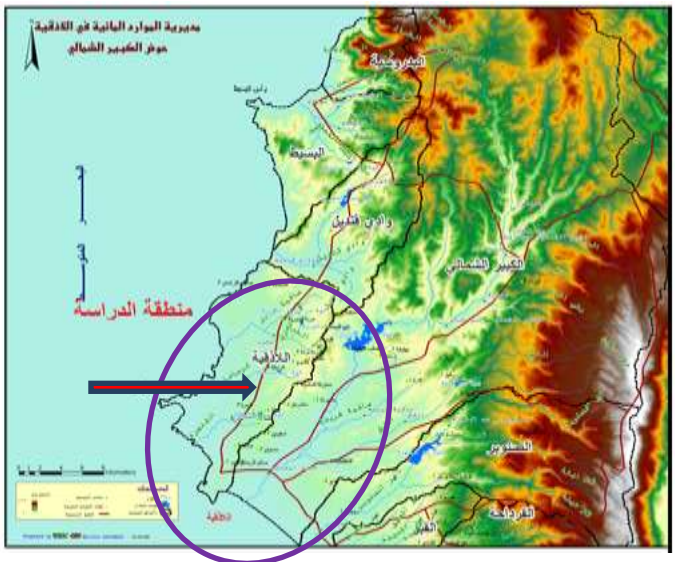
الزراعة	التقييم	الوزن (2)
زراعة كثيفة +أسمدة	5	
زراعة متوسطة + أسمدة	3	
زراعة ضعيفة بدون أسمدة	1	
الصناعة	التقييم	الوزن (3)

صناعةمزدحمة	6	
صناعيةوسط	4	
صناعةقليلة	2	
السكان	التقييم	الوزن (4)
سكنيةمزدحمة	6	
سكنيةوسط	4	
سكنية منخفضة	2	

النتائج والمناقشة:

الموقع والميزات العامة لمنطقة الدراسة:

يعدحوض اللاذقية (منطقة الدراسة) جزءاً من حوض الساحل الذي يقع شمال مدينة اللاذقيةوهو الحوض الأكثر أهمية في المنطقة الساحلية في سوريا والمستخدم بشكل كبير في التزويد بالماء لمعظم التجمعات السكانية.

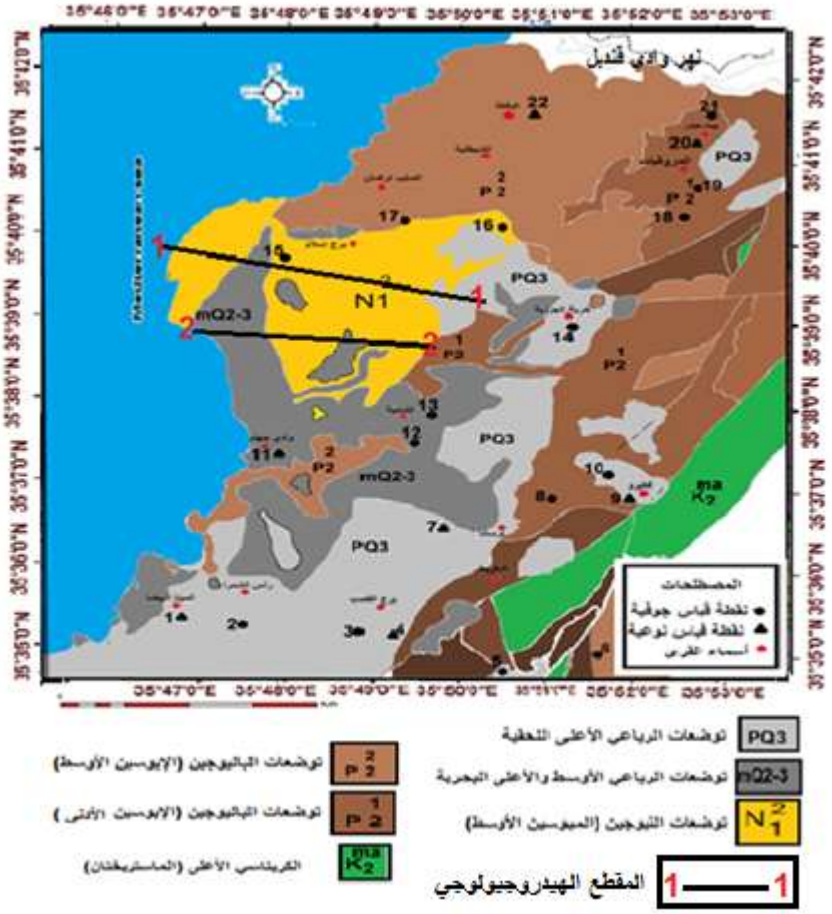


الشكل (1) الموقع العام لمنطقة الدراسة

ويحده من الغربالبحر المتوسط، من الجنوب والشرقنهر الكبير الشمالي، ومن الشمال نهر وادي قنديل شكل (1)، حيث تبلغ مساحة المنطقة المدروسة (130)كم^2 وتقسم المنطقة حسب طبيعة التضاريس إلى منطقتين هما منطقة السهل الساحلي والمنطقة التلالية، وحيث تتدرج الارتفاعات الطبوغرافية بالانخفاض من الأطراف الشمالية والشرقية باتجاه الجنوب والغرب. يعد مناخ حوض اللاذقية مناخاً متوسطياً مثالياً يتميز بفصلين رئيسيين وهما الصيف والشتاء، فهو يتميز بشتاء ماطر ومعتدل إلى بارد وصيف حار. ويتراوح معدل الأمطار ما بين (500 – 1450مم سنوياً) ويلعب انحدار السطح دوراً مهماً في مقدار ما يتسرب من مياه الأمطار إلى باطن الأرض ومقدار ما يجري على السطح تتميز منطقة الدراسة بأنها مزروعة بشدة وأن التطور الصناعي يُتوقع أن يزداد بسرعة في المستقبل.[9,8,7]

جيولوجية منطقة الدراسة :

يساهم في البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة تشكيلات الباليوجين والنيوجين والرباعي. شكل (2)



شكل (2)الخريطة الجيولوجية موضح عليها آبار المرقبة في منطقة الدراسة

تتمثل توضعات الباليوجينبالإيوسين الأدنى (p_2^1) والأوسط (p_2^2) وتتألف ليتولوجياً من حجر كلسي غضاري متطبق وحجر كلسي سيليسي وصوان وحجر كلسي نومولايتي ناعم الحبيبات يحتوي أحياناً في قاعدته على حبيبات الغلوكونيت وحصى كلسية أما توضعات النيوجين فتتمثل بتوضعات الميوسين الأوسط(N_1^2) تتألف ليتولوجياً من الحجر الرملي الرمادي اللون الحاوي على الصوان والغضار الكلسي والحجر الكلسي الكتلي مع عدسات من الحجر الكلسي الشيليكما تنتشر توضعات الرباعي على طول شاطئ البحر المتوسط وتتمثل بتنوعها من المصاطب والبيلاجات والكثبان الرملية. في الجزء الأوسط والجزء الغربي لمنطقة الدراسة تنتشر توضعات بحرية عائدة إلى البليستوسين (الأوسط – الأعلى) ($mQ_{2,3}$) تتألف من حجر كلسي شيلي وحجر رملي وكونغلوميرابالإضافة لوجود توضعات قارية عائدة للبليستوسين الأعلى (PQ_3) مؤلفة من حطام الصخور الأقدم وركام المنحدرات. الشكل (2). [11,10,8,7]

الموارد المائية في حوض اللاذقية:

تتمثل الموارد المائية في منطقة الدراسة بشكل كبير بالمياه الجوفية،وبشكل عام فإن حركة المياه الجوفية في كافة أنحاء منطقة الدراسة تساير الوضع الطبوغرافي فهي تتجه من الشرق نحو الغرب وتصب في البحر ولقد تم حساب مجموع تراكم المخزون المائي في حوض اللاذقية باستخدام معادلة الفروق المنتهية حيث بلغ تراكم المخزون

نتيجة التغذية الراشحة 0.035 م/سنة ونتيجة الوارد الجانبي 0.13 م/سنة وبالتالي مجموع متوسط التغذية السنوية على كامل الحوض بلغ (16.5سم/السنة)[12].

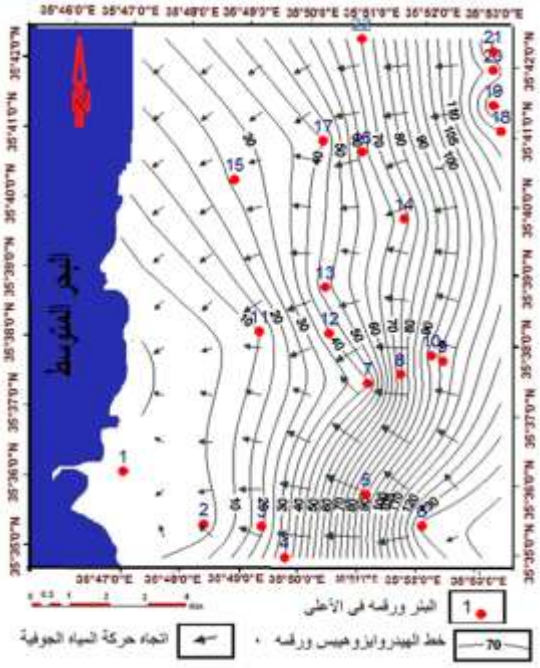
تتواجد المياه الجوفية على أعماق لا تزيد عن (10) م في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من المنطقة بينما وصلت إلى أكثر من (60م) شكل (3) في الجزء الشمالي الغربي وتعتبر كمياتها متجددة ومرتبطة بالتغيرات المناخية وبعمليات الري الزراعية.

استناداً إلى الخصائص الهيدروجيولوجية للصخور المنتشرة في المنطقة فأن جميع التشكيلات الصخرية حاملة للمياه الجوفية وبدرجات مختلفة ويمكن تصنيفها كما يلي شكل(2):

1 – التوضعات اللحقية الحديثة الحاملة للمياه (fQ4)، 2–توضعات الرباعي الأعلى اللحقية السيلية (fQ3)

3–توضعات الرباعي الأوسط والأعلى البحرية(mQ_{2-3})،4–التوضعات النيوجينية(N_1^2)،التوضعاتالباليوجينية (p_2^{1-2})

إلا أن النفوذية الضعيفة نسبياً لصخور بعض التوضعات السابقة وقلة مساحة انتشار بعضها الآخر جعل كلاً منها غير مؤهل بمفرده لتشكيل مصادر مائية كبيرة من المياه الجوفية غير أن وجود حواجز مائية من المارل الماستريختي تحت التوضعات النيوجينية والباليوجينية والرباعية أهلها لتشكيل بعض الحوامل المائية ترتبط مع بعضها بعلاقة هيدروليكية وتشكل منظومة هيدروجيولوجية واحدة [11,10,8,7]تتغذى مياه هذه المنظومة على حساب تسرب مياه الأمطار والجريان السطحي وجزء من مياه الري في مناطق الأراضي الزراعية المروية، وتتوضع أغلب مياهها الجوفية على أعماق تتباين من (2)م وحتى (10–20) م كما يتراوح عامل رشح توضعاتها بين أقل من (1 وحتى 25) م/يوم[13]، ويبين الشكل(3) الخارطة البيزومترية في منطقة الدراسة لعام (2012، 2013)



الشكل (3) خريطة الهيدروايزوهيبس لمتوسط مناسيب المياه الجوفية لفترة ة القياس (2012–2013) (المؤلف)

معايير دراستيك لمنطقة الدراسة:

1 - عمق توضع المياه الجوفية(D):كلما زاد العمق قلت قابلية المياه الجوفية للتلوث، وبناءً على المعطيات الحقلية ومعطيات الجدول (4) والخارطة البيزومترية الشكل (4) تم حساب قرينة دراستيك بالنسبة للعمق كما هو وارد أدناه ويوضح الشكل (6) قرينة دراستيك بالنسبة لعمق توضع المياه الجوفية في حوض اللاذقية

جدول (4) إحداثيات آبار المراقبة وأعماق توضعاتها، وزن العمق(5)

رقم البئر	موقع البئر	الإحداثية		عمق توضع المياه(م)	التقييم	قرينة دراستيك
		Y	X			
1	المينا البيضا	35° 36' 0.5"	35° 46' 30.6"	2.52	9	45
2	رأس الشمرا	35 ° 35' 44.9"	35° 47' 13.1"	4.6	7	35
3	برج القصب	35° 35' 33.4"	35° 48' 18.7"	4.1	9	45
4	مفرق القنجرة	35° 35' 15.7"	30° 48' 26.8"	6.4	7	35
5	جناتا	35° 35' 2.4"	35° 49' 42.8"	2.7	9	45
6	ستمرخو	35° 35' 2.9"	35° 50' 45.9"	2.11	9	45
7	مفرق كرسانا	35° 37' 6.2"	35° 49' 8.6"	11.5	5	25
8	كرسانا	35° 37' 18"	35° 50' 21.7"	5.7	7	35
9	فطيرو(1)	35° 37' 30.1"	35° 51' 0.6"	4.1	9	45
10	فطيرو(2)	35° 37' 33.6"	35° 50' 49.2"	1.8	9	45
11	واديجهنم	35° 37' 57.8"	35° 47' 19.6"	30.3	2	10
12	مفرقالشامية	35° 37' 58.5"	35° 48' 57.2"	10.3	5	25
13	الشامية	35° 38' 21.2"	35° 49' 6.6"	2.5	9	45
14	خربة الجوزية	35° 39' 26.4"	35° 50' 22.4"	2.7	9	45
15	برج اسلام	35° 40' 4.1"	35° 47' 24.9"	48.9	1	5
16	الشبطلية	35° 40' 35.5"	35° 49' 43"	19.30	3	15

17	صليب تركمان	35° 40' 40"	35° 48' 55.1"	45.2	1	5
18	وطالكردي	35° 40' 50.1"	35° 51' 56"	25.3	2	10
19	الدروقيات	35° 41' 7.4"	35° 51' 58.7"	5.2	7	35
20	مدرسة الدروقيات	35° 41' 38"	35° 52' 0.8"	2.3	9	45
21	بيتحيدر	35° 41' 55.2"	35° 51' 59.5"	6.4	7	35
22	الدقاقة	35° 42' 2.3"	35° 49' 35.2"	59.9	1	5

2 - التغذية الراشحة (R):دلت نتائج حسابنا لقيمة التغذية الراشحة في حوض اللاذقية باستخدام طريقة الفروق المنتهية أن قيمتها الوسطية تبلغ (16.5سم/السنة) [12]. هذا ونظراً لأنه لم تتوفر بيانات توثق شبكة التغذية في كافة أرجاء هذا الحوضفقد تم حسابها باستخدام منهجية تقوم على حساب معدل الميل، والهطولات ونفاذية التربة وفق الآتي[2]:

Recharge rating = slope factor +rainfall factor +soil permeability factor

معدل التغذية= عامل الانحدار + عامل الأمطار + عامل النفاذية للتربة

تم الحصول على خرائط الهطل بمعالجة متوسط الهطل السنوي لخمس سنوات (ملم/سنة) اعتباراً من خمس محطات هطل ممثلة في الحوضأو بجواره شكل (4).

حدد الارتفاع الطبوغرافي في مواقع توضع الآبار المعتمدة في هذه الدراسة كما صنِّفت خارطة التربة إلى أربعة صفوف للنفاذية اعتماداً على مفاتيح النفاذية الأمريكية USDA(1994)[2].

وبالنتيجة تم حساب التغذية في حوض اللاذقية كما هو موضح في الجدول (7)قد وقعتضمن المجال 10 - 18سم/السنة وبالتالي أعطيت القيمة(6) لكامل مساحة المنطقة جدول (5) وشكل(6).

جدول (5) التغذية السنوية، الوزن (4)

التغذية السنوية سم /السنة (Annual recharge)		
الفاصل	التقييم	قرينةدراستيك
10 -18	6	24

شكل (4) مواقع محطات الرصد المناخية المعتمدة في منطقة الدراسة [8]

. وكل الخرائط تم تصنيفها استناداً إلى المعايير المعطاة في الجدول رقم (6) وأضيفت معاً [1,2].

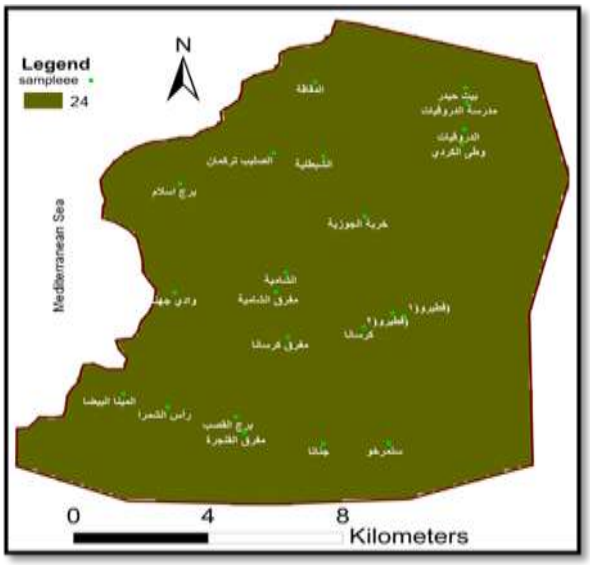
جدول (6)تقدير التغذية باعتماد معدلات الأمطار والانحدار الطبوغرافي ونفوذية التربة

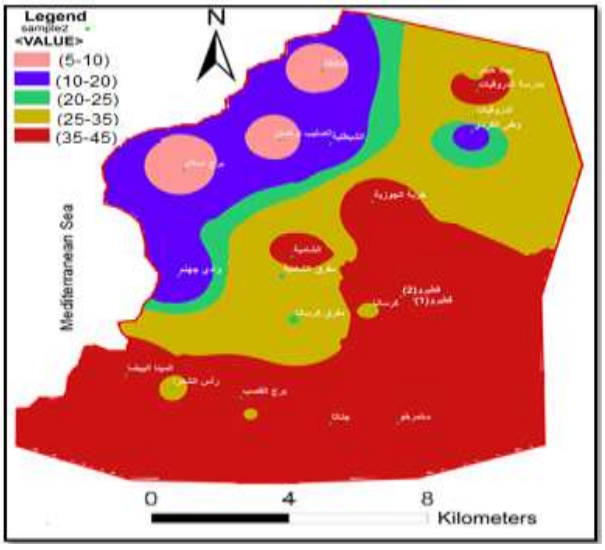
شبكة التغذية		نفاذية التربة		الأمطار (مم)		الميل %	
العامل	المدى	العامل	المدى	العامل	المدى	العامل	المدى
10	11-13	1	ضعيف النفوذية جداً	1	<500	4	<2
8	9-11	2	ضعيف النفوذية	2	500-700	3	2-10
5	7-9	3	معتدل(متوسط) النفوذية	3	700-850	2	10-33
3	5-7	4	نفاذية عادية	4	>850	1	>33
1	3-5	5	نفاذية عالية				

جدول(7) لحساب التغذية في حوض اللاذقية

رقم البئر	موقع البئر	الانحدار (الميل) %	عامل الميل	الأمطار	عامل الأمطار	عامل النفاذية	معدل (شبكة) التغذية
1	المينا البيضا	0.3	4	860	4	1	9
2	رأس الشمرا	0.9	4	860	4	1	9
3	برج القصب	1.3	4	860	4	1	9
4	مفرق القنجرة	2.2	3	830	3	1	7
5	جناتا	2.2	3	830	3	1	7

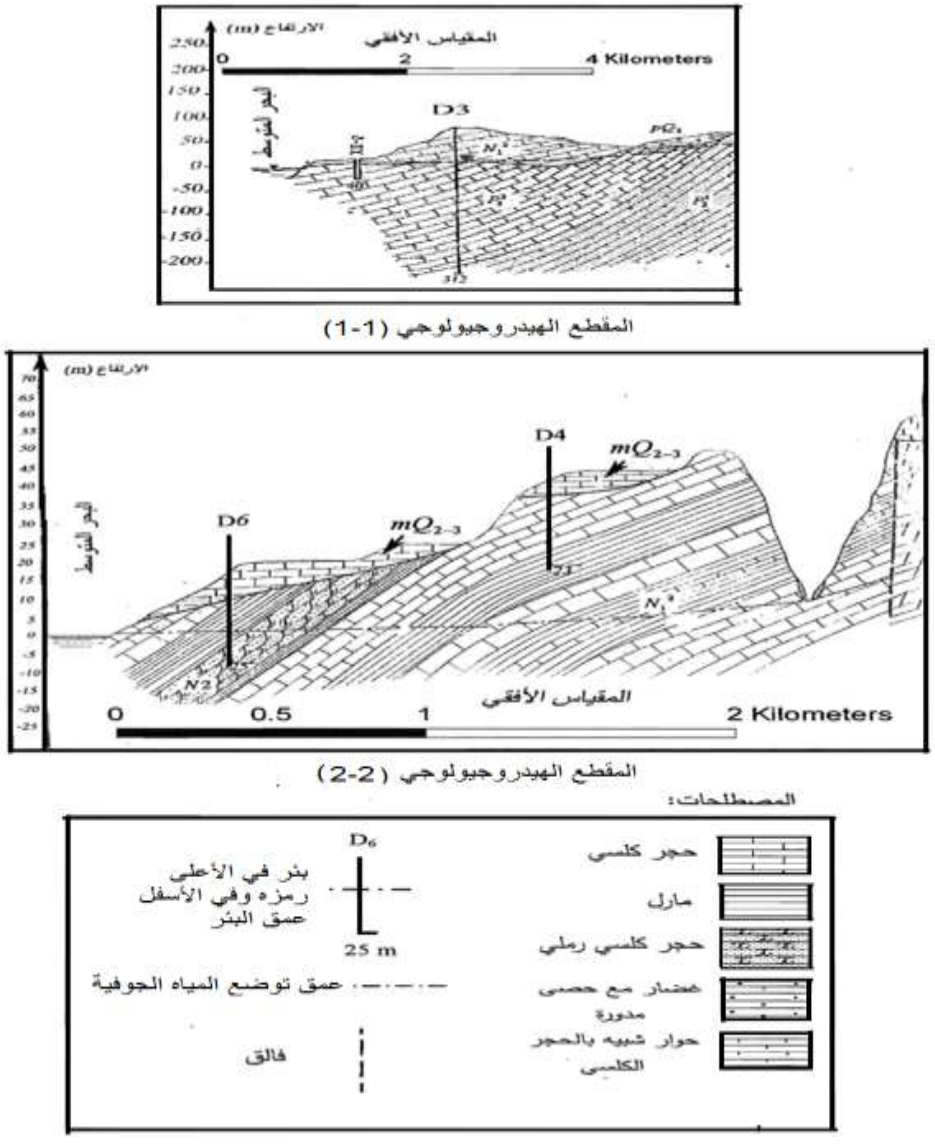
6	ستمرخو	1.3	3	830	3	1	7
7	مفرق كرسانا	3.3	4	830	3	1	8
8	كرسانا	3.3	4	830	3	1	8
9	فطيرو (1)	1.3	3	830	3	1	7
10	فطيرو (2)	3.3	3	830	3	1	7
11	وادي جهنم	1.3	4	860	4	1	9
12	مفرق الشامية	1.8	4	830	3	1	8
13	الشامية	1.5	4	830	3	1	8
14	خربة الجوزية	1.3	4	830	3	1	8
15	برج اسلام	0.65	4	860	4	1	9
16	الشبطلية	2.2	4	860	4	1	9
17	صليب تركمان	1.3	4	924.5	4	1	9
18	وطى الكردي	2.2	4	924.5	4	1	9
19	الدروقيات	2.2	4	924.5	4	1	9
20	مدرسة الدروقيات	1.1	4	924.5	4	1	9
21	بيت حيدر	1.3	4	924.5	4	1	9
22	الدقاقة	1.5	4	924.5	4	1	9





الشكل (5) قرينة دراستيك للعمق (D)الشكل (6) قرينة دراستيك للتغذية الراشحة (R)

الطبيعة الليتولوجية للنطاق المشبع (A): حددت الطبيعة الليتولوجية للطبقات الحاملة للمياه للمنظومة الهيدروجيولوجية في حوض اللاذقية (منطقة الدراسة) بالاعتماد على المقاطع الهيدرولوجية والآبار المحفورة في هذه المنطقة شكل (7) والمحددة على الشكل (2)، [8]وحددت قرينة دراستيك الموافقة كما هو موضح في الجدول (8) وعلى الخارطة شكل (8)



الشكل (7) مقاطع مضاهاة هيدروجيولوجية في منطقة الدراسة [10]

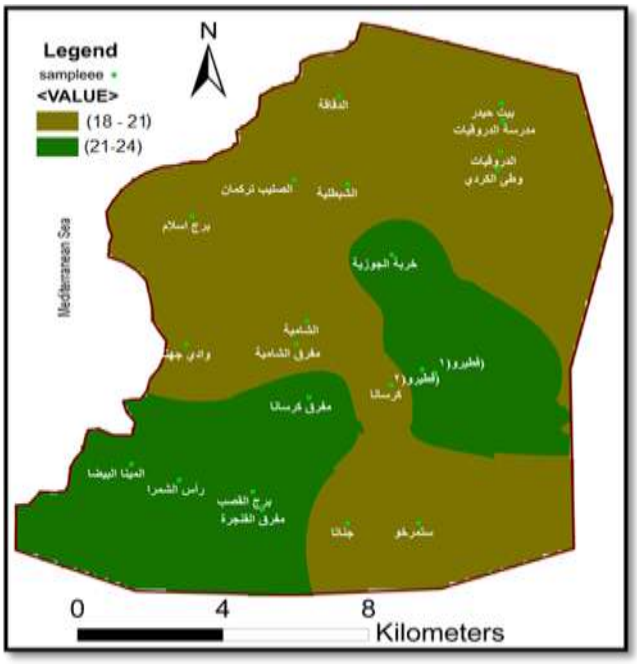
3 – النفوذية المائية (C): استناداً إلى الطبيعة الليتولوجية المكونة لصخور المنظومة الهيدروجيولوجية فإن توضعات الرباعي الأعلى اللحقية السيلية تتميز بنفاذية عالية، بينما تتميز توضعات النيوجين المؤلفة من الحجر الرملي والحجر الكلسي الحطامي والفراغي المشقق في بعض المناطق بنفوذية متوسطة، وأقل قيمة تتمتع فيها صخور الرباعي الأوسط والأدنى والباليوجين وقد حددت قيمة عامل الرشح وقرينة دراستيك الموافقة كما هو موضح في الجدول (8) والشكل(9)

جدول (8) الطبيعة الليتولوجية للطبقات الحاملة للماء الوزن (3) وعامل الرشح الوزن (3)

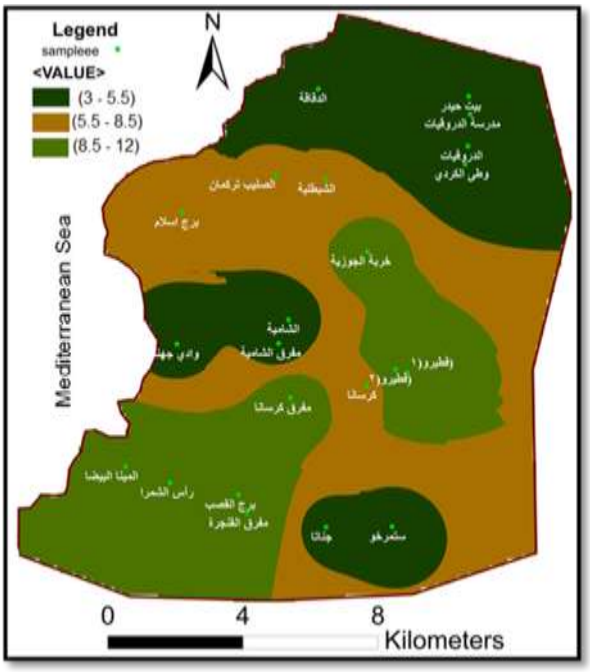
رقم البئر	موقع البئر	الطبقة الحاملة للمياه	الصخور الحاملة للماء	التقييم	قرينة دراستيك	عامل الرشح م/اليوم	التقييم	قرينة دراستيك
1	المينا البيضا	pQ_3	رمال أحجار رملية غضار وحصى وجلاميد	8	24	17.5	4	12
2	رأس الشمرا	pQ_3		8	24	17.5	4	12
3	برج القصب	pQ_3		8	24	17.5	4	12
4	مفرق القنجرة	pQ_3		8	24	17.5	4	12
5	جناتا	mQ_{2-3}	حجر كلسي رملي وكونغلوميرا	6	18	3	1	3
6	ستمرخو	p_2^1	حجر كلسي	6	18	1.3	1	3
7	مفرق كرسانا	pQ_3	رمل غضار وحصى	8	24	17.5	4	12
8	كرسانا	p_2^1	حجر الكلسي	6	18	1.3	2	6
9	فطيرو(1)	pQ_3	أحجار رملية ورمل غضاري وحصى	8	24	17.5	4	12
10	فطيرو(2)	pQ_3		8	24	17.5	4	12
11	واديجهنم	mQ_{2-3}	حجر كلسي رملي وكونغلوميرا	6	18	3	1	3
12	مفرق الشامية	mQ_{2-3}		6	18	3	1	3
13	الشامية	mQ_{2-3}		6	18	3	1	3
14	خربة الجوزية	pQ_3	غضار وحصى	8	24	17.5	4	12
15	برجاسلام	N_1^2	حوار، حجر كلسي	6	18	10.5	2	6
16	الشبطلية	N_1^2		6	18	10.5	2	6
17	الصليب تركمان	N_1^2		6	18	10.5	2	6
18	وطى الكردي	p_2^1	حجر الكلسي	6	18	1.3	1	3
19	الدروقيات	p_2^1		6	18	1.3	1	3
20	مدرسة الدروقيات	p_2^1		6	18	1.3	1	3
21	بيتحيدر	p_2^1		6	18	1.3	1	3
22	الدقاقة	p_2^2	مارل وحجر كلسي	6	18	1.3	1	3

جدول (9) الأتربة المنتشرة الوزن (2) والميل الطبوغرافي الوزن(1)

رقم البئر	موقع البئر	الطبقة الحاملة للمياه	نوع التربة	التقييم	قرينة دراستيك	الميل %	التقييم	قرينة دراستيك
1	المينا البيضا	pQ_3	ترب طينية سميكة ورمل وحصى	4	8	0-2	10	10
2	رأس الشمرا	pQ_3	سميكة	4	8	0-2	10	10
3	برج القصب	pQ_3	سميكة	4	8	0-2	10	10
4	مفرقالقنجرة	pQ_3	سميكة	4	8	12-8	5	5
5	جناتا	mQ_{2-3}	سميكة	4	8	12-8	5	5
6	ستمرخو	p_2^1	لومية إلى طينية قليلة	7	14	12-8	5	5
7	مفرق كرسانا	pQ_3	تربة سميكة طينية	4	8	0-2	10	10
8	كرسانا	p_2^1	تربة سميكة طينية	4	8	0-2	10	10
9	فطيرو(1)	pQ_3	تربة غير سميكة	10	20	2-6	9	9
10	فطيرو(2)	pQ_3	تربة غير سميكة	10	20	2-6	9	9
11	وادي جهنم	mQ_{2-3}	طينية متوسطة السماكة	10	14	0-2	10	10
12	مفرق الشامية	mQ_{2-3}	تربة سميكة طينية	4	8	0-2	10	10
13	الشامية	mQ_{2-3}	تربة سميكة طينية	4	8	0-2	10	10
14	خربة الجوزية	pQ_3	تربة سميكة طينية	7	14	12-8	5	5
15	برج اسلام	N_1^2	لومية إلى طينية قليلة ومتوسطة السماكة	7	14	12-8	5	5
16	الشبطلية	N_1^2	طينية لومية قليلة العمق	7	14	12-8	5	5
17	الصليب تركمان	N_1^2	طينية لومية قليلة العمق	7	14	12-8	5	5
18	وطى الكردي	p_2^1	طينية لومية قليلة العمق	7	14	12-8	5	5
19	الدروقيات	p_2^1	طينية لومية قليلة العمق	7	14	12-8	5	5
20	مدرسةالدروقيات	p_2^1	طينية لومية قليلة العمق	7	14	12-8	5	5
21	بيت حيدر	p_2^1	طينية لومية قليلة العمق	7	14	12-8	5	5
22	الدقاقة	p_2^2	طينية متوسطة قليلة السماكة	7	14	12-8	5	5



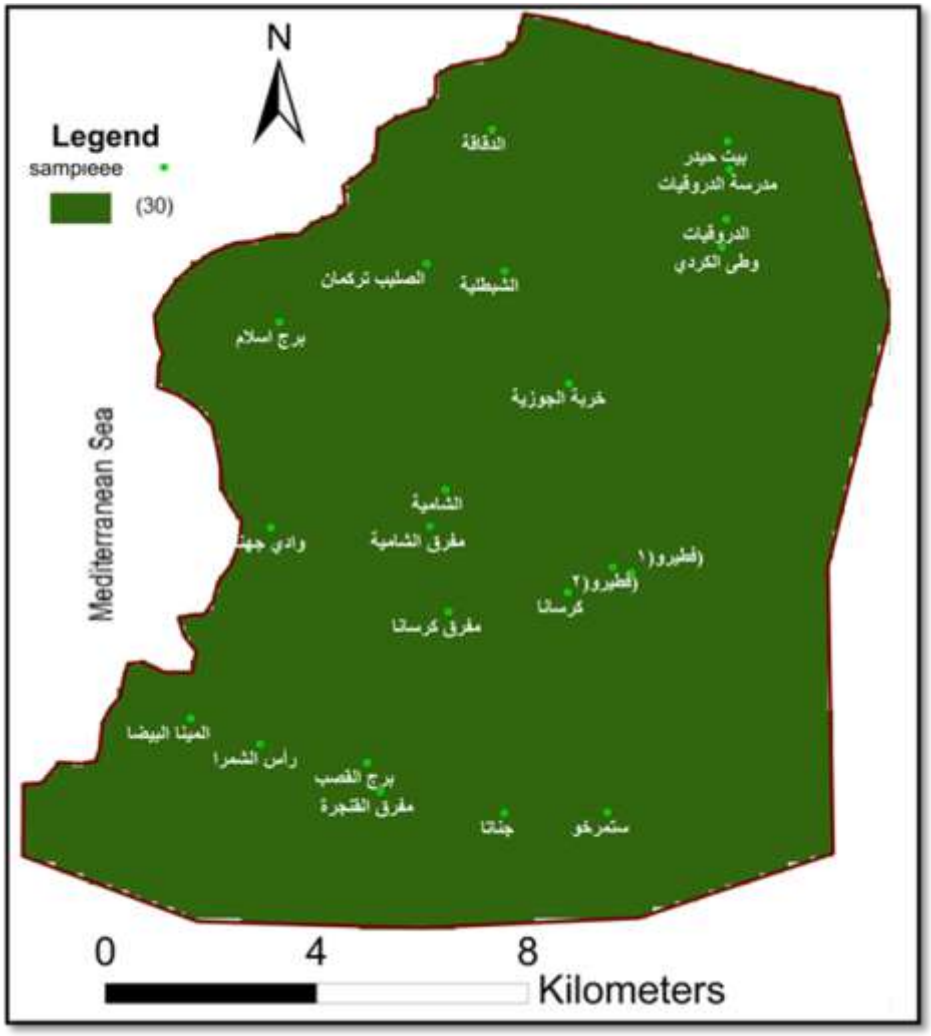
الشكل (8) قرينة دراستيك للصخر الحامل (A)



الشكل (9) قرينة دراستيك لعامل الرشح (C)

5 – خصائص النطاق غير المشبع (منطقة التهوية) (I): تلعب منطقة التهوية دوراً رئيساً في انتقال الملوثات ووصولها إلى المياه الجوفية وهذا يعتمد بالدرجة الأولى على الطبيعة الليتولوجية للصخور المكونة لهذه المنطقة.

تتكون صخور منطقة التهوية في منطقة الدراسة من أحجار رملية وكلسية وكونغلوميراتية في بعض أجزاء المنطقة ومن حصى وغضار رملي ورمل غضاري في أجزاء أخرى وحسب الجدول (2) أعطيت القيمة (6) في جميع المواقع وحسبت قرينة دراستيك الموافقة وأخذت القيمة (30) وهي موضحة على الخريطة رقم (10)

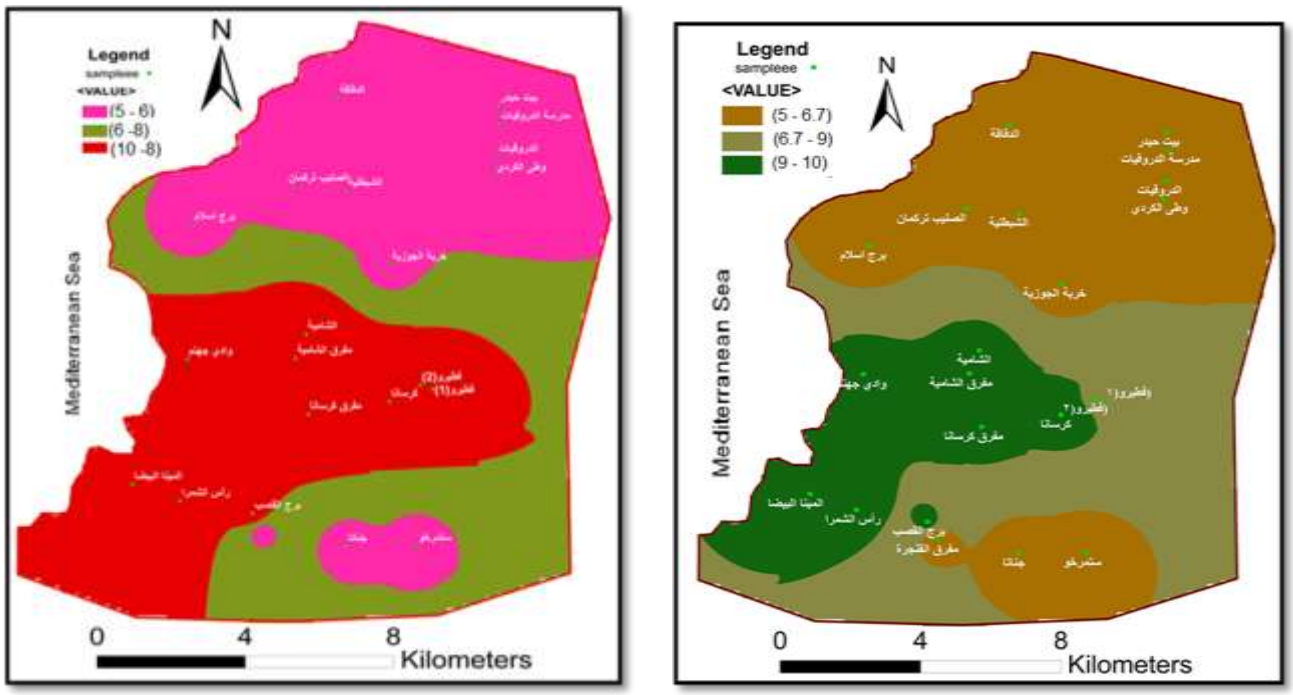


شكل (10) قرينة دراستيك لصخور منطقة التهوية (I)

6- **خصائص التربة، ونوعية نسيجها الحبيبي (S):** أي قوامها، وتركيبها الكيميائي، ومحتواها من المواد العضوية، والغضارية بشكلٍ خاص، فكلما زادت نسبة الرمل في تركيبها زادت قابلية طبقة المياه الجوفية للتلوث البيئي، وعلى العكس من ذلك فكلما زادت نسبة الطمي، والطين قلت قابلية الطبقة المائية للتلوث. حيث تتميز التربة في منطقة الدراسة بتنوعها وهي تكون لومية إلى طينية لومية وبسماكات مختلفة [14]ويوضح الجدول (9) والخريطة رقم (11) أنواع الأتربة المنتشرة في منطقة الدراسة وقرائن دراستيك الموافقة.

7- **الانحدار(T):**إن انحدار السطح له دور في مقدار ما يتسرب من المياه إلى داخل الأرض ومقدار ما يجري على السطح حيث أن انحدار المجاري المائية يكون من المناطق المرتفعة باتجاه المناطق المنخفضة (السهلية)،بشكل عام تقسم المنطقة حسب طبيعة التضاريس إلى منطقتين هما منطقة السهل الساحلي والمنطقة التلالية حيث تتدرج الارتفاعات الطبوغرافية في منطقة الدراسة من الأطراف الشمالية والشرقية باتجاه الجنوب والغرب إن الانحدار في المناطق الساحلية يكون عادة قليلاً يتراوح بين (0-2°) أما المناطق التلالية فيكون انحدارها متوسطاً ويتراوح بين(2-9°) [14]

ويوضح الجدول (9) والخريطة رقم (12) قيم الانحدار في كافة أرجاء المنطقة وقرينة دراستيك الموافقة



الشكل (11) قرينة دراستيك للترب الزراعية المنتشرة في منطقة الدراسة(S) الشكل (12) قرينة دراستيك للميل الطبوغرافي في منطقة الدراسة (T)

من المعلوم أن المياه الجوفية تتعرض إلى التلوث نتيجة عوامل طبيعية وبشرية وقد تتباين شدة الخطورة من الناحية المكانية أو الزمانية بسبب اختلاف هذه العوامل لذلك فقد تم وضع معايير بشرية لاستخدامات الأراضي أضيفت إلى المعايير الطبيعية التي تم وضعها وتبين أن العوامل البشرية تلعب دوراً مهماً في زيادة قابلية التلوث حتى في المناطق التي لا تكون ذات حساسية عالية للتلوث، وهذا ما تم ملاحظته في منطقة الدراسة ولقد تبين من خلال التحاليل المخبرية التي أجريت في مخابر مديرية الموارد المائية باللاذقية خلال (2012–2013)ارتفاع مجموع الاملاح الذائبة (بئر رأس الشمرا، فطيرو 1، الدقاقة) [12]ويعزى ذلك لتلوث المياه الجوفية اما نتيجة لقربها من المناطق السكنية أو اختلاطها مع مياه الصرف الصحي

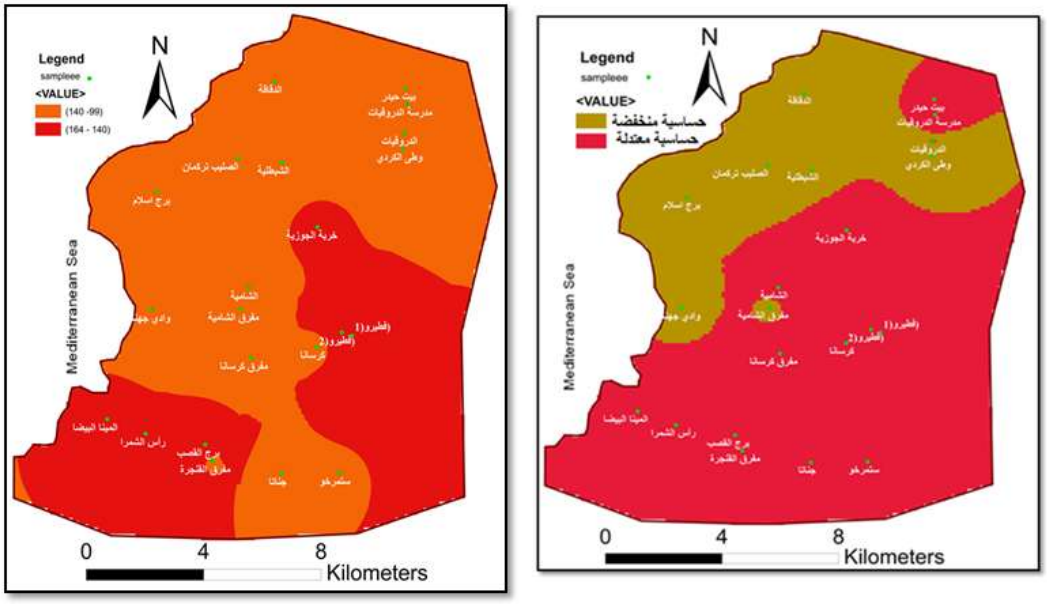
ونعرض في الجدول (10) قرينة دراستيك الاجمالية للاستخدامات البشرية والمعايير السبعة الطبيعية

جدول (10) مدلول دراستيك الاجمالي في منطقة الدراسة

رقم البئر	موقع البئر	استخدامات الأراضي	قرينة دراستيك للاستخدامات البشرية	قرينة دراستيك للمعايير الطبيعية	مجموع القرينتين
1	المينا البيضا	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	153	167
2	رأس الشمرا	(سكنية وسط)+ (زراعة متوسطة + أسمدة)	22	143	165
3	برج القصب	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	153	167
4	مفرق القنجرة	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	138	152

5	جناتا	(سكنية وسط)+ (زراعة متوسطة + أسمدة)	22	133	155
6	ستمرخو	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	139	153
7	مفرق كرسانا	(سكنية وسط)+ (زراعة متوسطة + أسمدة)	22	133	155
8	كرسانا	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	131	145
9	فطيرو(1)	(سكنية وسط)+ (زراعة متوسطة + أسمدة)	22	164	186
10	فطيرو(2)	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	164	178
11	وادي جهنم	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	109	123
12	مفرق الشامية	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	118	132
13	الشامية	(سكنية وسط)+ (زراعة متوسطة + أسمدة)	22	138	160
14	خربة الجوزية	(سكنية منخفضة) + (زراعة متوسطة + أسمدة)	14	154	168
15	برج اسلام	(سكنية وسط)+ (صناعة قليلة)+ (زراعة ضعيفة)	24	102	126
16	الشبطلية	سكنية وسط	16	112	128
17	الصليب تركمان	(سكنية منخفضة)+(زراعة ضعيفة بدون أسمدة)	10	102	112
18	وطى الكردي	(سكنية منخفضة)+(زراعة ضعيفة بدون أسمدة)	10	104	114
19	الدروقيات	(سكنية منخفضة)+(زراعة ضعيفة بدون أسمدة)	10	129	139
20	مدرسة الدروقيات	(سكنية منخفضة)+(زراعة ضعيفة بدون أسمدة)	10	139	149
21	بيت حيدر	(سكنية منخفضة)+(زراعة ضعيفة بدون أسمدة)	10	129	139
22	الدقاقة	(سكنية منخفضة)+(زراعة ضعيفة بدون أسمدة)	10	99	109

ويبين الشكل (13) قرينة دراستيك لمجموع المعايير الطبيعية في حوض اللاذقية ، كما يبين الشكل (14) حساسية الطبقة المائية للتلوث في الحوض المذكور .



الشكل (13) قرينة دراستيك لمجموع المعايير الطبيعيةالشكل (14) حساسية الطبقة المائية للتلوث في حوض اللاذقية

الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت الدراسة للمنطقةالمدروسة أن عمق منسوب المياه الجوفية في حوض اللاذقية في الأجزاء الغربية (يصل حتى 60 م)، ويتناقص بشكل تدريجي من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي حيث يصل عمق المياه حتى (1)م وقد تراوحت قيم مدلول دراستيك حسب هذا المعيار بين (1وحتى9)، وهذا يجعل الجزء الجنوبي من حوض اللاذقية أكثر حساسية للتلوث.ومع العلم أن شبكة التغذية للحوامل المائية يتم التحكم بها بشكل رئيس بوساطة الطبوغرافيا والتربة ومعدل الأمطار،وقد وجد أن شبكة التغذية المحسوبة تملك قيماً متوسطة وتقييماً مقداره (6)أي تكافئ تغذية سنوية تتراوح بين (10 حتى 18سم/السنة)، وهذا يشير إلى أن حوض اللاذقية يمتلك شبكة تغذية متوسطة أو معتدلة.

وبدراستنا للتركيب الليتولوجي للصخور الحاملة للمياه في منطقة الدراسة، فإن خارطة أوساط الحوض تم تصنيفها إلى صفين حيث سيطرت في القسم الجنوبي الشرقي الصخور الرملية والغضارية والحصوية أما في أغلب أجزاء المنطقة (القسم الشمالي والغربي) تنتشر الصخور الكلسية الحوارية،وأخذت قيم التقييم (24,18) على التوالي.

تشمل منطقة حوض اللاذقية على ثلاثة أنماط من الترب الزراعية وهي الترب الطينية الرملية والحصوية السميكة المنتشرة في الجزء الشمالي للحوض والترب الطينية اللومية متوسطة السماكة والمنتشرة في الجزء الأوسط من الحوضوالترب الطينية قليلة السماكة والتي تنتشر في القسم الغربي للحوض وقد أخذ مدلول دراستيك القيم (10,7,4) على الترتيب، طبوغرافياً لاحظنا أن معدل الميل لم يتجاوز (20%) على كامل مساحة الحوض النسبة المئوية للانحدار ازدادت باتجاه الشمال الغربي والجنوب الشرقي بشكل عام منطقة الدراسة تتميز بالطبوغرافي االتلالية والسهلية حيث تعتبر المناطق التلالية ذات نقاط تقييم متوسطة (بحدود5)بينما المناطق السهلية أخذت قيم تقييم بين (9,10) حيث تسمح للمياه بالتسرب بشكل كبير،استناداً إلى الطبيعة الليتولوجية المكونة لصخور المنظومة الهيدروجيولوجية فإن

توضعات الرباعي الأعلى اللحقية السيلية تتميز بنفوذية عالية، بينما تتميز توضعات النيوجين بنفوذية متوسطة، وأقل قيمة تتمتع فيها صخور الرباعي الأوسط والأدنى والباليوجين وأخذت قيم التقييم (3,6,12) على التوالي.

بشكل عامتقع قيم Drastic العامة الناتجة في هذا التطبيق بين 99 و 164. صنّف هذا المجال اعتماداً على(1987) .Aller et al إلى صفين من الحساسية تجاه التلوث [15]:

(1) منخفض الحساسية (140–99) و (2) معتدل الحساسية (164–140)

يشير المضمون العام لطريقة Drastic العامة إلى أن حوالي 70% من الحوض يصنف في صف الطبقة منخفضة الحساسيةللتلوث وحوالي 30% من الحوض يصنف على أنه ذا حساسية معتدلة، بينما خارطة الحساسية للاستخدامات البشريةبطريقة Drastic تشير إلى أن حوالي 30% من الحوض يُصنَّف على أنه ذا حساسية منخفضة وحوالي 70% أنها ذات حساسية معتدلة والتي يمكن إرجاعها إلى النشاطات الزراعية في المنطقة وخاصة في المناطق الجنوبية والغربية الساحلية. صفوف مؤشر دراستك DRASTIC العامة والبشرية في حوض اللاذقية كانت في مجال 186– 109. هذا المجال تم تصنيفه إلى صفين من الحساسية : (1) منخفض (109– 140)، و (2) معتدل (140–186)

وبالتالي نستنتج أن استعمال الأرض و تقسيماتها أعطى تصور بشكل أكثر دقة عن حساسية المياه الجوفية في حوض اللاذقيةللتلوثإذ أن حوالي نصف المناطق ذات نشاطات زراعية (مصدر للتلوث) كانت قد صنفت على أنها تمتلك حساسيات أعلى من المقاربة التي أعطتها طريقة ال Drastic القياسية غير المعدلة. كما أنهذه النتائج تشير إلى أنه يجب أخذ الحيطة عند تطوير المناطق ذات الحساسية المعتدلة بسبب أهمية الأحواض المائية كموارد لمياه الشرب وللنشاطات الاقتصادية الأخرى. إن إدارة الأرض بشكل مثالي يجب أن تأخذ بالحسبان مخططات النشاطات البشرية والزراعية المتغيرة في منطقة الدراسة من أجل إنقاص حساسية المياه الجوفية في الحوض للتلوث.فخارطة كمون التلوث المشتقة تُعد مثالية من أجل حماية المياه الجوفية في المستقبل وخاصة عند التوسع في استعمال الأرض. فاستخدام هذه الخارطة في دراسة تخطيط الأرض سيساعد في تجنب التلوث المستقبلي للمياه الجوفية من خلال معرفة درجات الحساسية للحوامل المائية في المنطقة.

التوصيات:

توصي الدراسة بالآتي:

1 -استمرار المراقبة المنتظمة لنظام المياه الجوفية وتقييم مؤشراته وخاصة (الهيدروديناميكية والهيدروكيميائية) في ظل تنامي الأنشطة التنموية المختلفة في هذه المنطقة والتغيرات التي تتعرض لها.

2 -تقييم شامل ودوري لمصادر التلوث المحتملة في منطقة الدراسة كل أربع أوخمس سنوات.

3 -وضع نموذج رياضي لحركة الملوثات في المنظومة المائية الجوفية لحوض اللاذقية بحيث يسهم مع شبكة المراقبة في نظام متكامل لرصد التغيرات النوعية التي يمكن أن تتعرض لها هذه الموارد.

المراجع:

1 – العبيدي، مصطفى رشيد. *دراسة في تلوث المياه الجوفية في حوض صنعاء* ، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئية الجافة جامعة صنعاء، اليمن، 2006، 31.

2- Muheeb M. Awawdeh&Rasheed A. Jaradat*Evaluation of aquifers vulnerability to contamination in the Yarmouk River basin*, Jordan, based on DRASTIC method

Saudi Society for Geosciences 2009

3- AL Hallaq A.& Abu Eiaish.B. *Assessment of Aquifer vulnerability to contamination in khanyounis Governorate Gaza strip – Palestine, using the DRASTIC Model within GIS Environment*.An – Najah university. j. Res. (N.Sc.) Vol. 25 . 2011

4-Baalousha, H. (2010). *Assessment of ground water quality monitoring network using vulnerability Mapping and geostatistics; A case study from Heretaunga plains, New Zealand. Aqricultural water Management*. 97(2) Elsevier B.V.240 – 24b

5-Shadid, S. (2000). *A study of groundwater pollution vulnerability using DEASTIC/GIS, west Bengal India.* Journal of Environmental Hydrology. 8. 1-9

6-Chens.&fu GUANUTAO (2003) *ADRASTIC – bassed FUZZY pattern recognition methology for groundwater vulreralatyevalion*

Hydrological sciences journal polian University, China

7– عجميان، جاك. وآخرون. *المذكرة الإيضاحية لرقعة اللاذقية*، مقياس1/50000، N – I – 36 – X – 4 b –، المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، 1997، 181.

8–سيد علي، لمى أحمد. *إدارة موارد المياه الجوفية في منطقة برج إسلام* . رسالة ماجستير ،بإشراف أ.د. علي الأسعد؛د.م. شريف حايك، جامعة تشرين،2011، 135.

9– مديرية الموارد المائية، حوض الساحل، اللاذقية. 2009 : *معلومات موثقة*.

10– غروز غيبر فود خوذ –تيبلسي. *التحريات الهيدروجيولوجية والهيدرولوجية للأحواض الأربعة (سورية – حوض الساحل)*. أربعة مجلدات، 1979، 200.

11–*مشروع الإدارة المتكاملة لحوض الساحل باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافي GIS*.الهيئة العامة للاستشعار عن بعد –دمشق، 2005.

12–رجب، نداء سعدالله. *دراسة هيدروجيولوجية متكاملة لتقييم ظروف تشكل المياه الجوفية في حوض اللاذقية* رسالة ماجستير بإشراف أ.د أحمد محمد؛ جامعة تشرين، 2014، .137

13-GIPRVODHOZ, RUSSIA. *Irrigation construction on an area of about 14 those hectares at the Region of nahr al kabir river dam in the arabrepuplic of Syria* (final Design), part III 1980.

14– مركز البحوث الزراعية باللاذقية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. *دراسة وتصنيف تفصيلي للأتربة في محافظة اللاذقية*، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.1979، 524.

15- Aller L. Benett. T, Lehrj. H. et al . 1987. – DRASTIC: *A standardized system forevaluating ground water pollution potential using hydrogeologic setting, natural water well association*, report EPA – 600/2 – 87 – 035, 622 p.