مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

تقويم الظروف الهيدروجيولوجية في القطاع السابع من حوض الفرات الأدنى- سورية

الدكتور شريف بدر حايك*
الدكتور عباس عبد الرحمن**

(تاريخ الإيداع 15 / 7 / 2012. قُبِل للنشر في 10/ 12 / 2012)

□ ملخّص □

يقع القطاع السابع على الضفة اليمنى لنهر الفرات عند مدينة البوكمال على الحدود السورية – العراقية. وقد أسهم الاستثمار الزراعي الكثيف لأراضي القطاع، وعدم فعالية الصرف الطبيعي والاصطناعي، في خروج مساحات من الاستثمار الزراعي، أو انخفاض مردودها الاقتصادي. الأمر الذي تطلب تقييم موارد المياه الجوفية في منطقة البحث التي تتوضع ضمن طبقة حصويات وحصويات رملية في الأسفل، يعلوها طبقة غضار ولوم شبه نفوذة، وتشكل طبقة الغضار المارلية والجصية مستوى أساسها.

تتراوح أعماق سطح المياه الجوفية بين (0.8-1) م خلال فترة (أيار 2005 . نيسان 2007)، وتقترب من سطح الأرض خلال موسم الري. وتستجيب مناسيب المياه الجوفية الحرة لارتفاع مياه نهر الفرات ضمن مصطبة الفيضان لفترة محدودة، فينعكس الميل الهيدروليكي باتجاه اليابسة.

وبسبب انتشار التوضعات التبخرية، والصعود الشعري للمياه الجوفية، وقابلية التبخر العالية وندرة الهطل المطري، انتشر التملح الثانوي لأراضي القطاع، فوصلت الملوحة العامة إلى 23 غ/لتر، وهذا أدى إلى عدم صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات الزراعية.

الكلمات المفتاحية : الخصائص الهيدروجيولوجية، حوض الفرات الأدنى،التملح الثانوي للأراضي.

* أستاذ مساعد- قسم الهندسة المائية والري- كلية الهندسة المدنية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.
** مدرّس- قسم الهندسة المائية والري- كلية الهندسة المدنية- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

Assessment of the Hydrogeological Conditions in the 7th Sector of the Lower Euphrates Basin - Syria

Dr. Sharif B. HAYEK*
Dr. Abbas ABDULRAHMAN**

(Received 15 / 7 / 2012. Accepted 10 / 12 / 2012)

□ ABSTRACT □

Sector No. 7 located on the right side of Euphrates River near AlBukamal City on Iraq Syrian Borders. High density use of lands and low efficiency of dewatering have contributed to subtracting many lands from agricultural uses or low yield. So, we should assess the groundwater resources.

Groundwater deposited in gravel and sandy gravel layer covered with semi-porous silt and loam layer. The base impervious layer consists of marl and gypsum.

Groundwater depths range from (0.8 – 1.0 m) from May 2005 until April 2007, getting so close to ground surface during irrigation season. Groundwater responds to changes in Euphrates water surface within the floodplain which causes negative values in hydraulic slope toward the land.

Expanding evaporated deposits capillary zone groundwater arise, high evaporation capacity and inadequate rain cause secondary salinity of soils with values of 23 gr/l and the groundwater is not suitable for irrigation purposes.

Keywords: Hydrogeological properties, Euphrates Low basin, Salinity secondary of lands.

*Associate Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Assistant Professor., Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة :

تعدّ المياه من أثمن الموارد الطبيعية، وتزداد الحاجة إليها بمقدار تطوّر المجتمعات البشرية، ونتيجة الاستهلاك العشوائي للمياه أصبح من الضروري وضع قواعد لاستثمار المياه الجوفية، وإدارتها بشكلٍ رشيد.

يبلغ طول حوض الفرات الأدنى 180 كم من حلبية على الضفة اليمنى، وزلبية على الضفة اليسرى لنهر الفرات إلى الحدود الدولية السورية – العراقية عند مدينة البوكمال، وهو حوض ضيّق ومحدود بمناطق جرداء، مساحتها الإجمالية 175000 هكتاراً تقريباً. وتبلغ مساحة المنطقة الأولى على الضفة اليمنى لنهر الفرات 55565 هكتاراً التي قسّمت إلى ثلاثة قطاعات (3,5,7). وتبلغ مساحة القطاع السابع المدروس 18140 هكتاراً.

يتطلب التقويم الكمي والنوعي للمياه الجوفية معرفة دقيقة للبنية الجيولوجية والطبوغرافية، والظروف المناخية، والجريانات السطحية، والعوامل الطبيعية، التي تحدد ظروف تشكّل المياه الجوفية وحركتها، إضافة إلى العوامل البشرية التي تلعب دوراً مهماً في تغير نوعية المياه الجوفية [1].

أُجريَت دراسات بيدولوجيّة وهيدروجيولوجيّة على أراضي حوض الفرات الأدنى كلّها، بهدف تنفيذ مشاريع ري وصرف، وغسيل الأراضي المتملّحة، ونُفّذت هذه الدراسات على ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى: دراسة أولية استكشافية لأراضي حوض الفرات الأدنى، والمرحلة الثانية: تحريات حقلية شبه تفصيلية للتربة في الضفة اليمنى لنهر الفرات، والمرحلة الثالثة: تحريات حقلية لتطوير نظام الصرف وطرائق الري، وغسيل الأراضي المتملّحة لوضعها تحت الاستثمار الزراعي [2].

لقد أسهمت عوامل عديدة بخروج مساحات من القطاع السابع من الاستثمار الزراعي، أو انخفاض مردودها الاقتصادي، ومن أهم هذه العوامل: الاستثمار الكثيف لأراضي هذا القطاع، والري بمعدلات كبيرة تزيد عن المقننات المائية المدروسة، إضافةً إلى عدم فعالية الصرف الطبيعي والاصطناعي [3]، الأمر الذي تطلّب تقييم الظروف الهيدروجيولوجية لمنطقة المشروع، ووضع الحلول المناسبة لها.

أهمية البحث وأهدافه :

يهدف البحث إلى تقويم الظروف الهيدروجيولوجية في القطاع السابع من المنطقة الأولى لحوض الفرات الأدنى، من خلال دراسة نظام المياه الجوفية، وتقويم موارده كمّاً ونوعاً، وتحديد الخصائص الهيدروجيولوجية للطبقات الحاملة للمياه، من أجل وضع أسس علمية وعملية لدراسة مشاريع الري والصرف. الأمر الذي يتصف بأهمية بالغة لتطوير المنطقة من الناحيتين الاقتصادية والاجتماعية في هذا القطاع، حيث يعيش عدد كبير من الناس، يعمل معظمهم في الزراعة.

طرائق البحث ومواده :

تمثّل شبكات مراقبة المياه الجوفية نظاماً للقياس المستمر، ومراقبة الوضع الفعلي والحركي للبيئة الجوفية. وإن مراقبة المياه الجوفية ضرورية من أجل وصف أنظمة المياه الجوفية، ووضع الأسس العلمية والعملية لتحديد التنمية البيئية المستدامة Sustainable environmental development لهذه الأنظمة. وتهدف المراقبة أيضاً إلى تحديد الخواص الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية للمياه الجوفية [4].

يُعد اختيار مواقع نقاط المراقبة الجوفية، أمراً ضرورياً عند تصميم شبكة المراقبة القادرة على تزويد الباحثين ببيانات نوعية المياه من أجل تحقيق أهداف المراقبة. و قد تُحدّد في بعض الأحيان مواقع آبار المراقبة تبعاً لمعايير محددة، كأن تتوضع عند نقاط محددة مثل حدود الملكية، أو مواقع تصريف المياه الجوفية [5].

تعتمد دراسة تغيّر نظام المياه الجوفية في الأراضي المروية على شبكة رصد، تتألف من آبار مراقبة تتوزّع في المنطقة كلّها، وتُحدّد المسافة بين الآبار حسب مقياس الدراسة، وبما يتناسب مع الظروف الطبيعية والاستثمارية للمنطقة المدروسة [6].

اعتمدت الدراسة على شبكة رصد موزّعة في أرجاء القطاع السابع ضمن قطاعات تكشّف التشكيلات الجيولوجية، وتتألف الشبكة من 80 بئراً، تخترق توضعات الرباعي وجزءاً من توضعات النيوجين والباليوجين. إضافة إلى مجموعة من مراكز قياس مناسيب المياه في نهر الفرات (11 ميرا)، (الشكل– 1)، واستمرّت القياسات فيها خلال الفترة (أيار 2005، حتى نيسان 2007).

وقد شملت القياسات: العمق الكلّي للآبار وتحديد إحداثيات مواقعها، والعمق الستاتيكي لسطح المياه الجوفية، والناقلية الكهربائية لمياه الآبار، وأُجريت تحاليل كيميائية مختصرة لمياه بعض آبار شبكة الرصد. واعتمد تحليل البيانات ومعالجتها على برنامج Excel، وبرنامج GIS.

موقع منطقة البحث وخصائصها :

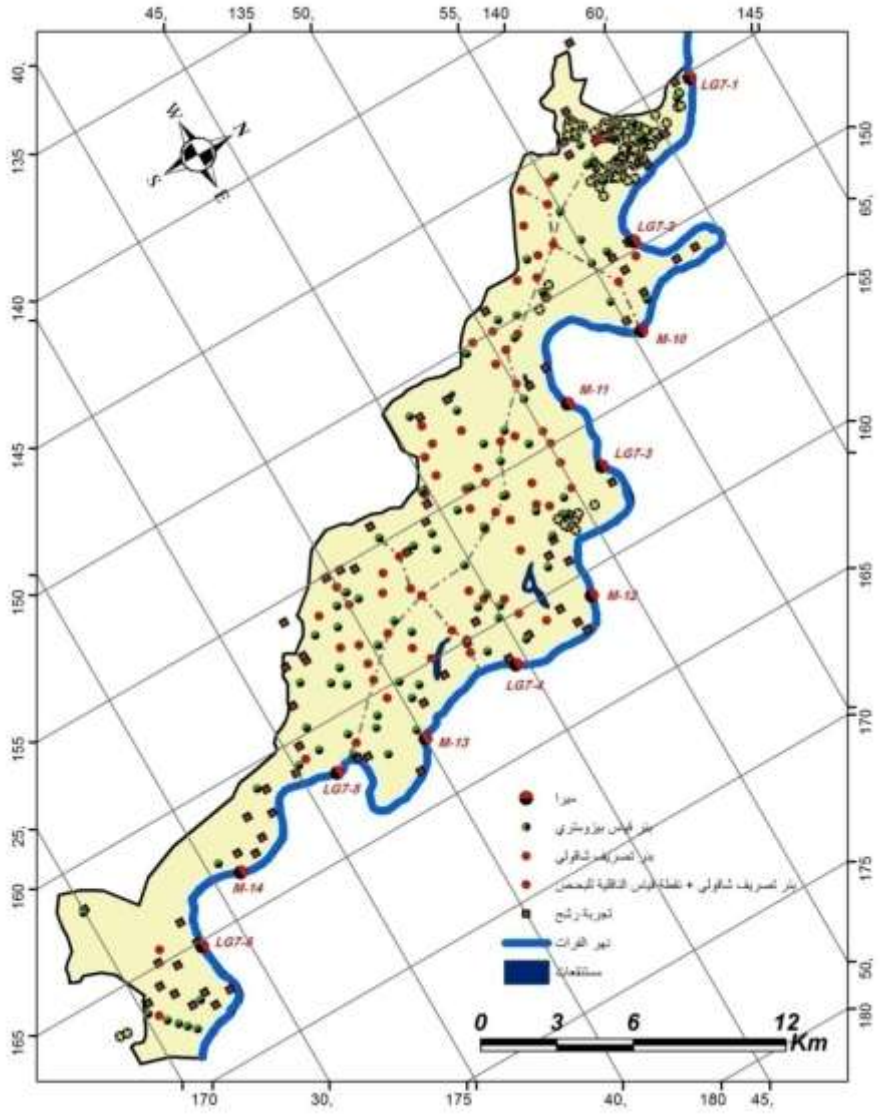
تتألف المنطقة الأولى لحوض الفرات الأدنى من ثلاثة قطاعات (7،5،3) تبلغ مساحتها الإجمالية 55565 هكتاراً، وتمتد بين مدينتي دير الزور والبوكمال عند الحدود السورية – العراقية.

يمتد القطاع السابع على الضفة اليمنى لنهر الفرات لمسافة 38 km من قرية الصالحية وحتى الهري عند مدينة البوكمال على الحدود السورية – العراقية، وتبلغ مساحته 18140 هكتاراً. ويحده من اليمين تكشفاً صخرياً من صخور الباليوجين، تمّ اعتباره حداً كتيماً عند بناء النموذج الرياضي (الشكل –1).

يبدأ عرض القطاع السابع عند قرية الصالحية من الشمال بعرض 1 km، ثم يتسع القطاع ليبتعد الحد الكتيم عن ضفة النهر بمقدار 5,5 km. ليصل إلى أكبر اتساع له 11 km بعد منتصف القطاع، ثم يقترب بعد ذلك الحد الكتيم ليصل إلى 1,5 km من ضفة النهر. وتتراوح مناسيب الأرض الطبيعية في القطاع السابع بين 168 m عند ضفة نهر الفرات، و200m عند الجرف الصخري، ويشكل القطاع السابع وحدة جيومائية واحدة.

الخصائص المناخية والطبيعية :

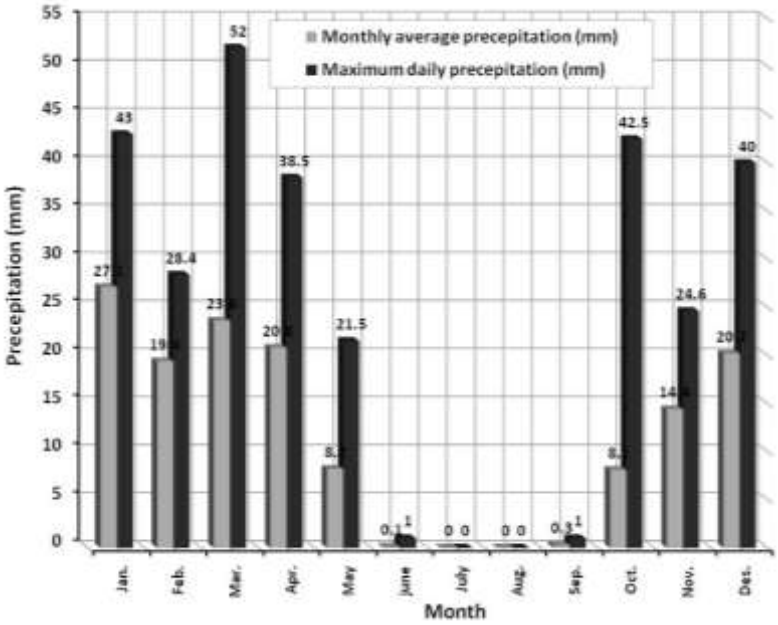
اعتمدت دراسة الخصائص المناخية والطبيعية في القطاع السابع على المعطيات المناخيّة من محطتي الأرصاد الجوية في البوكمال والميادين خلال فترة الرصد (1957– 2004) في محطة الميادين، و(1959– 2004) في محطة البوكمال (الشكل –2، الجدول–1) [3].



الشكل 1. مخطط الأعمال الحقلية الفعلية في القطاع السابع.

تتّصف منطقة القطاع السابع بمناخ حار وجاف صيفاً، بارد وقليل الرطوبة شتاءً. ويبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء في المنطقة $20\ ^\circ C$، والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة العظمى أكثر من $27\ ^\circ C$، والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة الصغرى $13^\circ C$، وبلغت درجة الحرارة العظمى المطلقة في شهري تموز وآب $44,2\ ^\circ C$ – 43,6 على الترتيب. ووصلت درجة الحرارة المطلقة الدنيا إلى $-3,1\ ^\circ C$، ويبلغ مجال التغيّر الحراري حوالى $48\ ^\circ C$.

تتراوح الرطوبة النسبيّة للمنطقة في الشتاء بين 55– 70%، فتصل قيمتها العظمى في شهر كانون الثاني 72%. بينما تتناقص صيفاً، فتبلغ قيمتها الدنيا في أشهر حزيران وتموز وآب 25–27%. ويبلغ الوسطي السنوي للرطوبة النسبية في المنطقة 45%.



الشكل 2. القيم الوسطية الشهرية واليومية للهطل المطري في محطة الميادين.

الجدول 1. القيم الشهرية والسنوية للعناصر المناخية في محطة البوكمال [2].

خط الطول: 55 40 خط العرض: 25 34 الارتفاع فوق سطح البحر: 174 متراً. فترة الرصد

العنصر المنـاخي	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	**السنوي**
متوسط درجة حرارة الهواء °C	7.6	9.8	13.6	19.7	25.3	30	32.6	30.9	27.9	22.4	14.1	8.8	20.2
متوسط درجة الحرارة العظمى °C	13.4	16.2	20.1	26.7	32.8	37.7	40.5	40	36.4	29.8	21.4	15	27.5
متوسط درجة الحرارة الدنيا °C	2.4	3.8	11.3	12.2	17	21.2	23.2	23.4	19.3	14	7.4	3.6	13.2
درجة الحرارة المطلقة العظمى °C	18.7	23.1	29.1	35.7	40.1	42.7	44.2	43.6	41.4	35.9	27.7	20.7	44.2
درجة الحرارة المطلقة الدنيا °C	-3.1	-1.7	0.52	6.7	11.3	16.7	20.4	19.7	14.8	8.1	-0.64	-2.9	-3.1
المتوسط السنوي للهطل المطري (مم)	21.3	20.5	22.9	18.4	8.6	0.5	0	0	0.4	6	15	21.2	134.9
الهطل اليومي الأعظمي (مم/يوم)	22.8	29.4	46	37	30	31	0	0	4.3	17.1	87.8	37.5	87.8
متوسط الرطوبة النسبية %	72	62	52	44	34	25	25	27	30	40	55	70	45
متوسط التبخّر الممكن (مم/يوم)	1.9	3.3	5.1	7.8	10.9	16.4	18.6	16	10.9	7.1	3.7	2.1	8.7
المتوسط الشهري لسرعة الرياح (م/ثا)	2.5	3	3.3	3.3	3.3	4.3	4.7	3.8	2.4	2	2	2.4	3.1
الاتجاه السائد للرياح	W	W	W	W	W	WNW	W	W	W	W	W	W	W

ويبلغ المتوسط السنوي للهطل المطري في المنطقة 135 mm، حيث يتوزّع الهطل بشكل غير منتظم فوق أراضي المنطقة؛ إذ يهطل حوالى 80% من الأمطار خلال فصل الشتاء، (كانون الأول – نيسان)، بينما تكون الفترة (تموز– آب) جافة تقريباً. ويبلغ الهطول اليومي الأعظمي 88 mm.

وتسود الرياح الغربية في معظم شهور العام عدا شهر حزيران فتكون الرياح غربية – شمالية غربية. ويبلغ متوسط سرعة الرياح صيفاً *m/sec* 4,3 في البوكمال، وينخفض شتاءً إلى *m/sec* 2، ويبلغ المتوسط السنوي لسرعة الرياح *m/sec* 3,1. وتهبّ رياح ذات سرعات كبيرة تثير الغبار في أحيان كثيرة، خاصةً رياح الخماسين في بداية الربيع التي تسبّب عواصف غباريّة شديدة جداً، تصيب المحاصيل الزراعيّة بأضرار كبيرة [2].

ويبلغ المعدل السنوي للتبخّر الممكن من سطح الماء في محطة البوكمال 8,7 مم/يوم. ويتناقص التبخر خلال فصل الشتاء حينما تنخفض درجات الحرارة، وتزداد رطوبة الهواء، فيبلغ المتوسط اليومي للتبخر شتاءً حوالى 2 مم. ويزداد التبخر في فصل الصيف، فيبلغ 11 –19 مم/يوم [3]. إنّ ارتفاع درجات الحرارة صيفاً يترافق مع ارتفاع حاد لقابلية التبخّر، ونقص كبير لرطوبة الهواء، ورياح شديدة، تؤدّي جميعها إلى نقص شديد في رطوبة التربة، الأمر الذي يجعل الري بمعدلات عالية ضرورياً في فصول الربيع، والصيف، والخريف؛ لتأمين الرطوبة اللازمة لنمو النباتات، وهذا يسبّب زيادة تملح التربة.

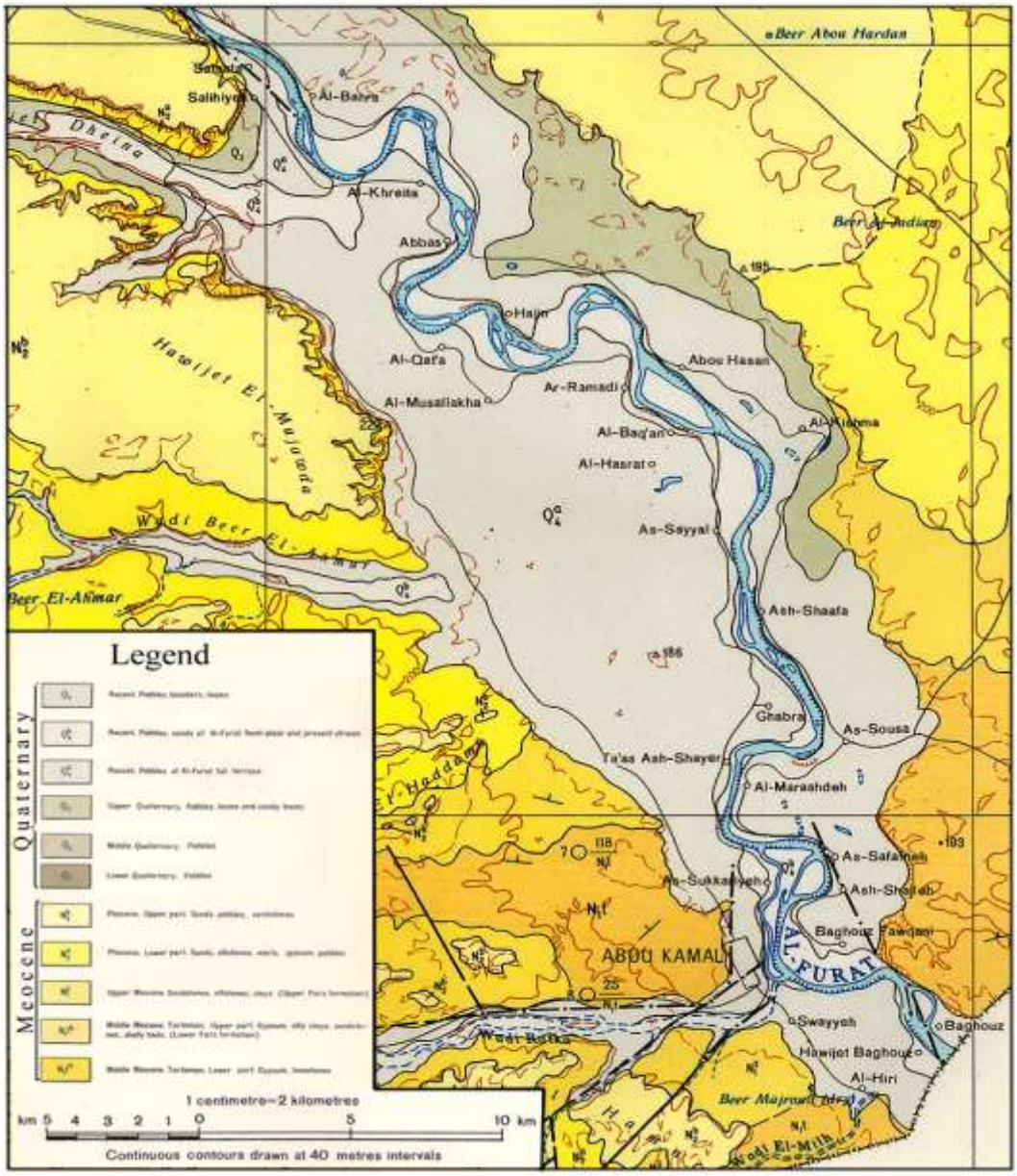
الجيومورفولوجيا Geomorphology :

يؤدّي نهر الفرات دوراً مهمّاً في تشكيل تضاريس منطقة حوض الفرات الأدنى؛ إذ شكّلت حركة مياه النهر في الجزء العلوي سريرَ النهر ومصطبته العلوية، وتنغمر أراضي المصطبة الأولى بالمياه في أثناء فترة فيضانات نهر الفرات. ويبلغ ارتفاع أعلى نقطة من أرض القطاع السابع (200 م فوق سطح البحر) عند حدود الجرف الصخري، وتقع أخفض نقطة (165 م) في الجهة الجنوبية الشرقية قرب الحدود السورية – العراقية، قرب مدينة البوكمال [7].

ترتفع جوانب سرير نهر الفرات 0,5 –2 متر فوق مجراه المنبسط الذي تنتشر فيه بعض الجُزُر التي يبلغ ارتفاعها حوالى متر واحد، وينغمر بعضها خلال فترة الفيضان. ويبلغ ارتفاع المصطبة الأولى فوق سرير النهر 3–8 أمتار، ويتراوح ميل الأراضي بين (0,0002 – 0,0004)، ونادراً ما يصل إلى (0,005 – 0,01)؛ لذلك تعدّ هذه الأراضي شبه مستوية باستثناء بعض المرتفعات البسيطة. ويتراوح ميل المساحات في الجزء الجنوبي بين (– 0,06 0,01) حيث يمكن مشاهدة بعض المرتفعات. وتوجد كذلك منخفضات متفرقة، يشكّل بعضها مستنقعات وبُرَك مياه مالحة، إضافة إلى بقايا المجرى القديم لنهر الفرات، حيث يتوضع منسوب المياه الجوفية على عمقٍ قليل من سطح الأرض، ويتراوح ميل مجرى نهر الفرات المجاور للقطاع السابع بين (0,00021-0,00027).

الخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية Geological and hydrogeological properties:

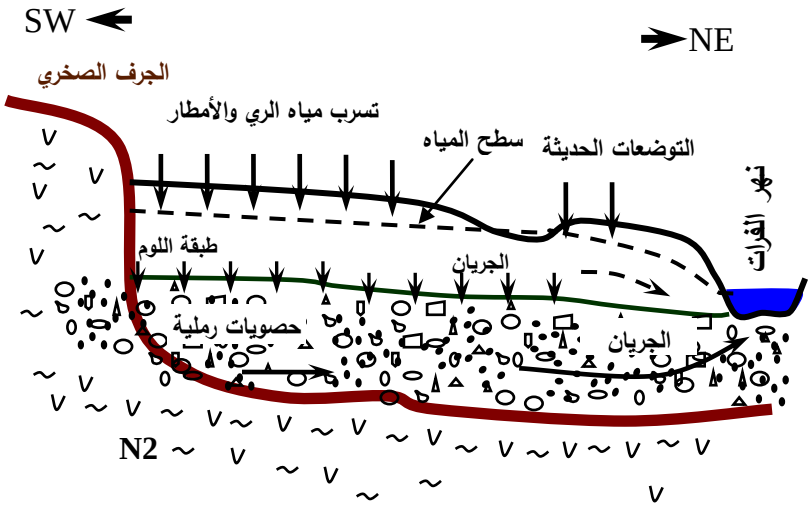
تنتشر توضعات الرباعي Q على مساحة واسعة من المنطقة (الشكل–3)، وتتألف من الأليوفيال، والبروليوفيال، ورسوبيات كيميائية وريحية، وكربونات تجمّعية Accumulative، وقشرات جصّية. وتتّحد المناطق التي تبلغ فيها سماكة الرباعي أكثر من عشرة أمتار مع مناطق التوضعات الحديثة لوادي الفرات، ويمكن تمييز مجموعة وحدات ستراتيغرافية (ذات أعمار مختلفة) في توضعات الرباعي، منها [8،9]:



الشكل 3. الخارطة الجيولوجية لمنطقة القطاع السابع [8، 9].

Q_1– الرباعي الأسفل، Q_2– الرباعي الأوسط، Q_3– الرباعي الأعلى، Q_4– الحديث.

ويمكن تمييز طبقة حاملة للمياه الجوفية، تمتد من ضفة النهر حتى منطقة الجرف الصخري، وتتألف من مستويين (الشكل –4) [2]:



الشكل 4. مقطع عرضي توضيحي يبيّن الظروف الهيدروجيولوجية الطبيعية.

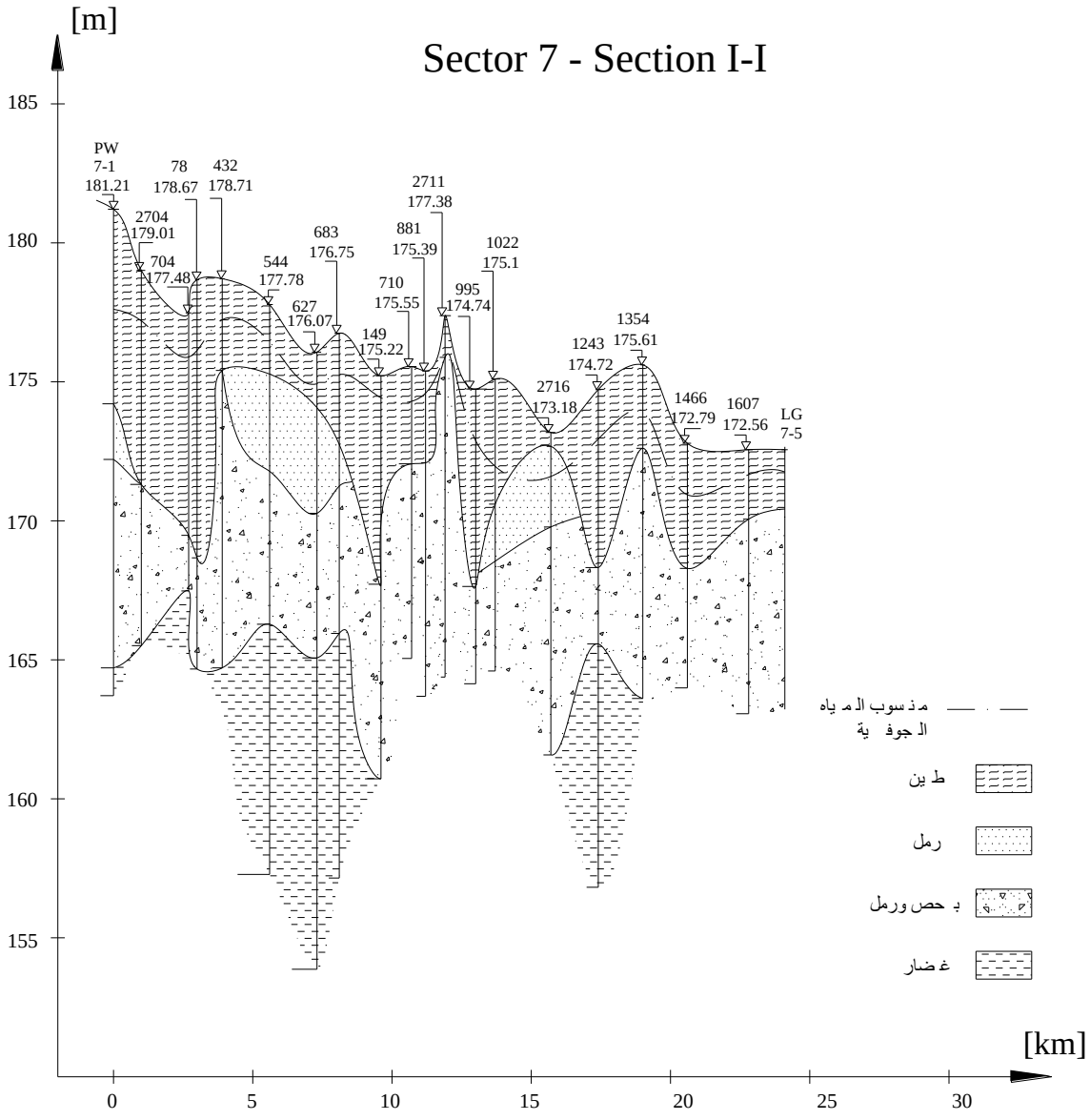
المستوى الأول: يتألف من الرسوبيات السطحية الناعمة (طين Loam)، بسماكة وسطية 4–5 أمتار، وتتغيّر سماكتها بشكل عشوائي، بسبب ترسيب هذه التوضعات في ظروف الجريان المضطرب في أثناء الفيضانات، وتزداد سماكتها حتى 8 أمتار في بعض المواقع، وتتألّف من ترب غضارية ورملية متنوّعة، وتتّصف بنفوذية منخفضة عموماً (0,2–1 متر/يوم)، تزداد قليلاً في بعض المواقع، حيث تتوضع رسوبيات خشنة نسبياً.

وتشكّل هذه الرسوبيات عموماً طبقة شبه كتيمة إلى شبه نفوذة، (حسب تركيبها الليتولوجي)، تغطي الحصويات الرملية ذات النفوذية الكبيرة، فينشأ ضاغط محلي في طبقة الحصويات الحاملة للمياه، وقد تتناقص سماكة طبقة اللوم، أو تتلاشى، فتتكشّف الحصويات على سطح الأرض مباشرةً.

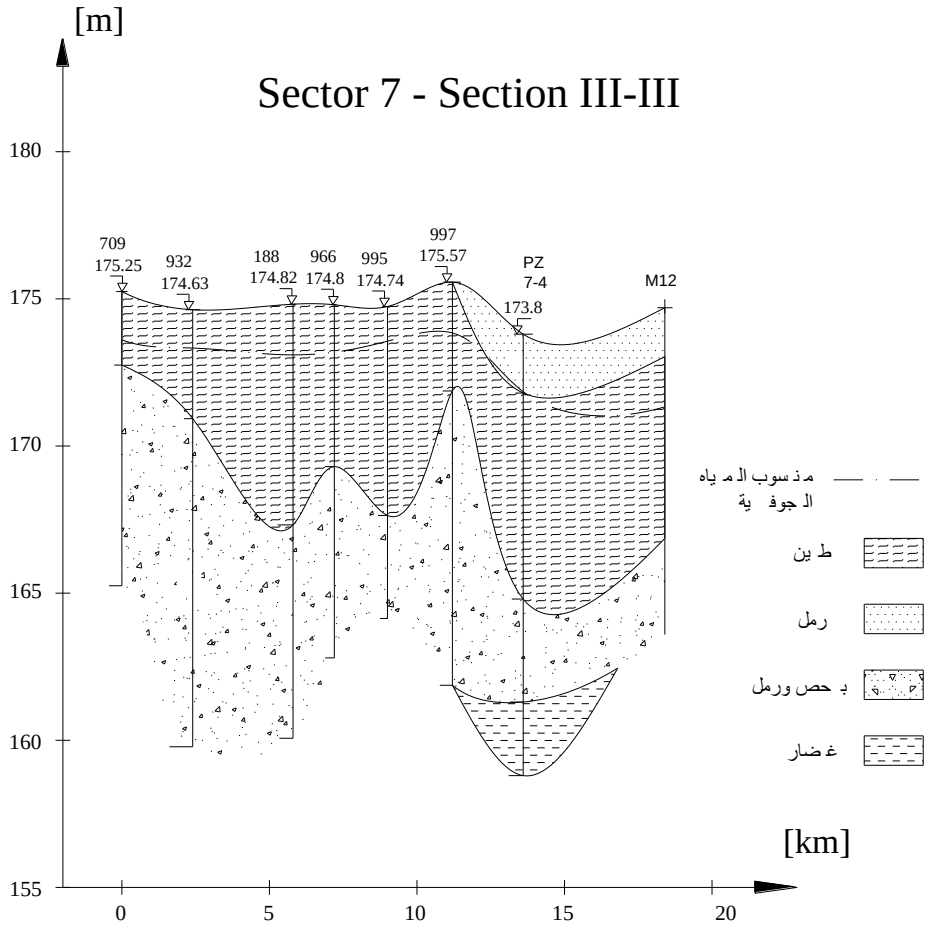
المستوى الثاني: يتوضّع مباشرة تحت المستوى الأول، ويتألف من رسوبيات رملية خشنة وحصى، تزداد سماكتها مع الابتعاد عن المجرى عموماً، فتبلغ سماكتها 15 متراً في مواقع متفرقة. وتتكشّف هذه الطبقة على سطح الأرض في مواقع متعددة، وتتميّز الرمال الحصوية بنفوذية كبيرة (200 – 500 متر/يوم)، تنخفض في بعض المواقع إلى أقل من 20 م/يوم، حيث تزداد نسبة الرمال والمواد الناعمة في طبقة الحصى الرملية، بينما تزداد النفوذية في مواقع أخرى فتصل حتى 590 م/يوم، حيث تزداد نسبة الحصى والحجارة في الرسوبيات الحاملة للمياه، وتفقد المياه الجوفية ضغطها في طبقة الحصويات عندما يتلاشى الغطاء الكتيم [2].

تشكّل **توضّعات البليوسين** N_2 طبقة الأساس الغضارية المارلية– الجصية الكتيمة، وهي ذات انتشار إقليمي واسع تحت طبقة الرمال الحصوية الحاملة للمياه، وتتوضّع على عمق 15 متراً تقريباً، ابتداءً من سطح الأرض (الشكلان 5، 6).

تتراوح قيم نفاذية طبقة اللوم بين 0,5-2,5 m/day، (الشكل –7). بينما تتباين قيم نفاذية طبقة الرمل والبحص (الطبقة الحاملة للمياه الجوفية) بين 25-325 m/day، (الشكل –8) [2].



الشكل 5. مقطع هيدروجيولوجي في القطاع السابع.



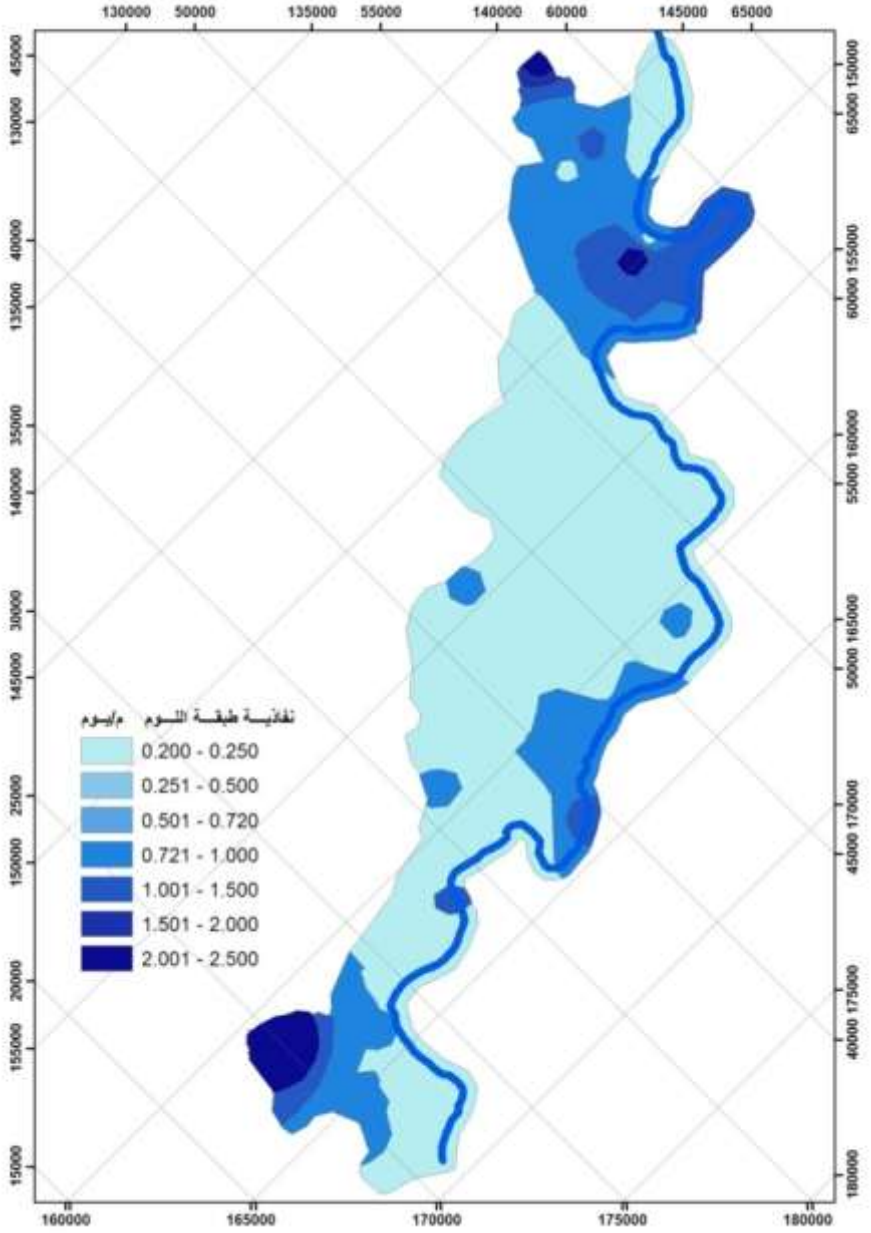
الشكل 6. مقطع هيدروجيولوجي في القطاع السابع.

بسبب الفرق الكبير بين نفاذية طبقتي اللحقيات النهرية (أكثر من 1000 مرّة في بعض الأجزاء، حيث يتألّف المستوى الأعلى من الطين)، تتحرك المياه الجوفية فيها شاقولياً لتغذّي المياه الجوفية في المستوى الثاني (الحصويات الرملية)، حيث تتحرك المياه الجوفية أفقياً باتّجاه نهر الفرات لتتصرف فيه (الشكل –4)، ويتأرجح منسوب المياه الجوفية ضمن مجال 2,5 متر خلال السنة، بسبب تغيّر معدّلات التسرب، والتبخّر، والظروف المناخية خلال فصول السنة. وتبلغ مناسيب المياه الجوفية أعلى قيمها خلال شهر نيسان، بينما تبلغ قيمها الدنيا خلال شهر تشرين الأول.

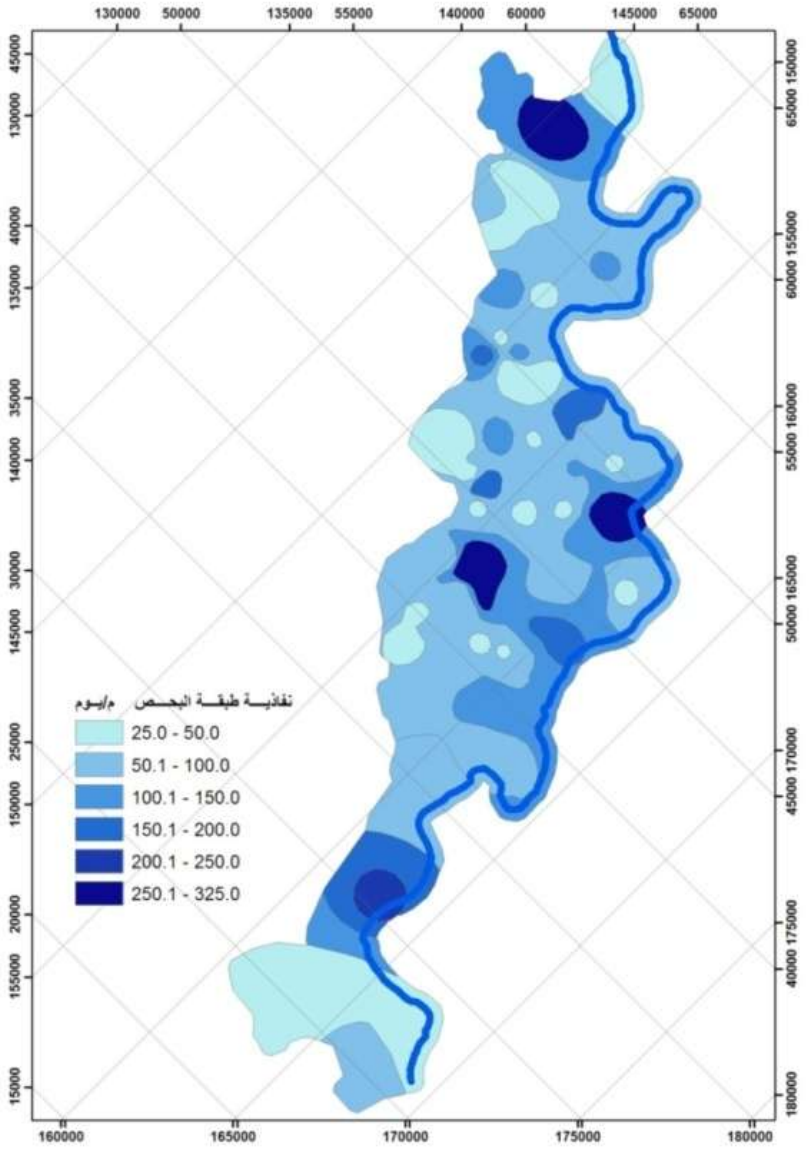
ترتبط الظروف الهيدروجيولوجية والظروف الجيومورفولوجية بعلاقة وثيقة، فيرتفع سطح المياه الجوفية إلى عمق أقل من مترين في المنخفضات المغلقة ذات التوضعات الناعمة، وقد يرتفع سطح المياه الجوفية فيتوضّع على عمق حوالى 20 سم من سطح الأرض، ويصل إلى سطح الأرض أحياناً، فتتشكّل البُرَك والمستنقعات، فتعاني هذه الأماكن من مشكلة عجز الصرف، وزيادة التملّح [10]. كذلك فإنّ الري بمقننات مائية عالية، وجرّ المياه من نهر الفرات إلى أماكن بعيدة بوساطة الأقنية الترابية أسهم في رفع منسوب المياه الجوفية، بسبب تسرّب المياه من الأقنية، والحقول الزراعية المروية، وقلّة فعالية شبكة الصرف.

تتغذى المياه الجوفية بشكل أساسي على حساب تسرّب مياه الري، ومياه الأمطار عبر صخور طبقتي اللحقيات النهرية، وتتصرف بشكل طبيعي باتجاه النهر والأودية التي تقطع المصاطب، وفي شبكات الصرف الأفقي والشاقولي،

بيد أن الصرف غير كافٍ؛ لذلك يرتفع منسوب المياه الجوفية تدريجياً خلال موسم الري مع العلم أن المياه الجوفية غير صالحة للشرب أو الري بسبب ملوحتها العالية [2].



(الشكل–7). نفاذية طبقة اللوم في القطاع السابع [2].



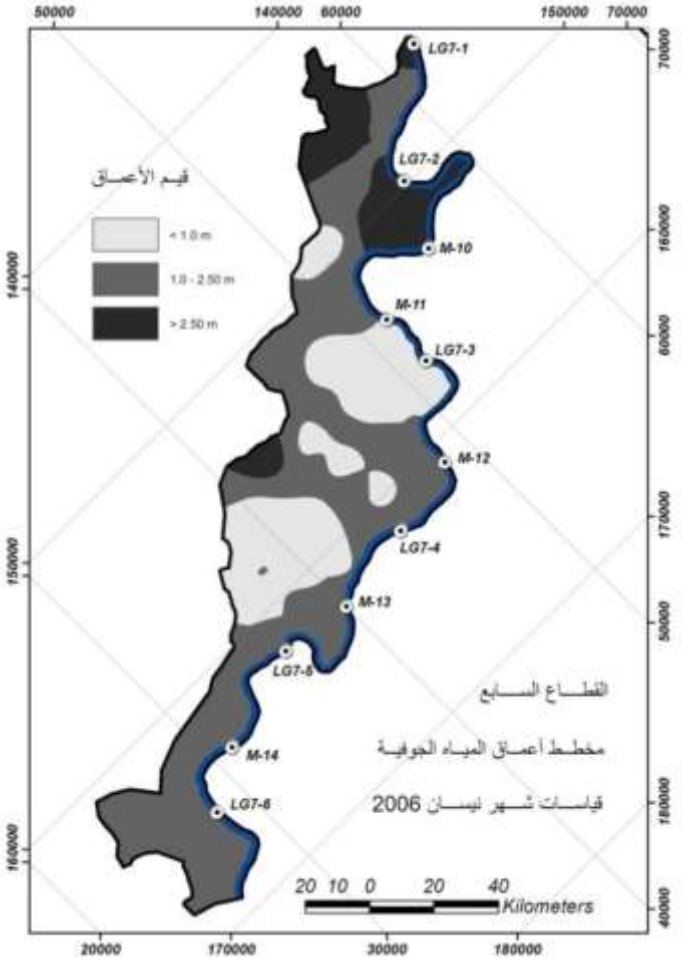
(الشكل-8). نفاذية طبقة البحص في القطاع السابع [2].

النتائج والمناقشة :

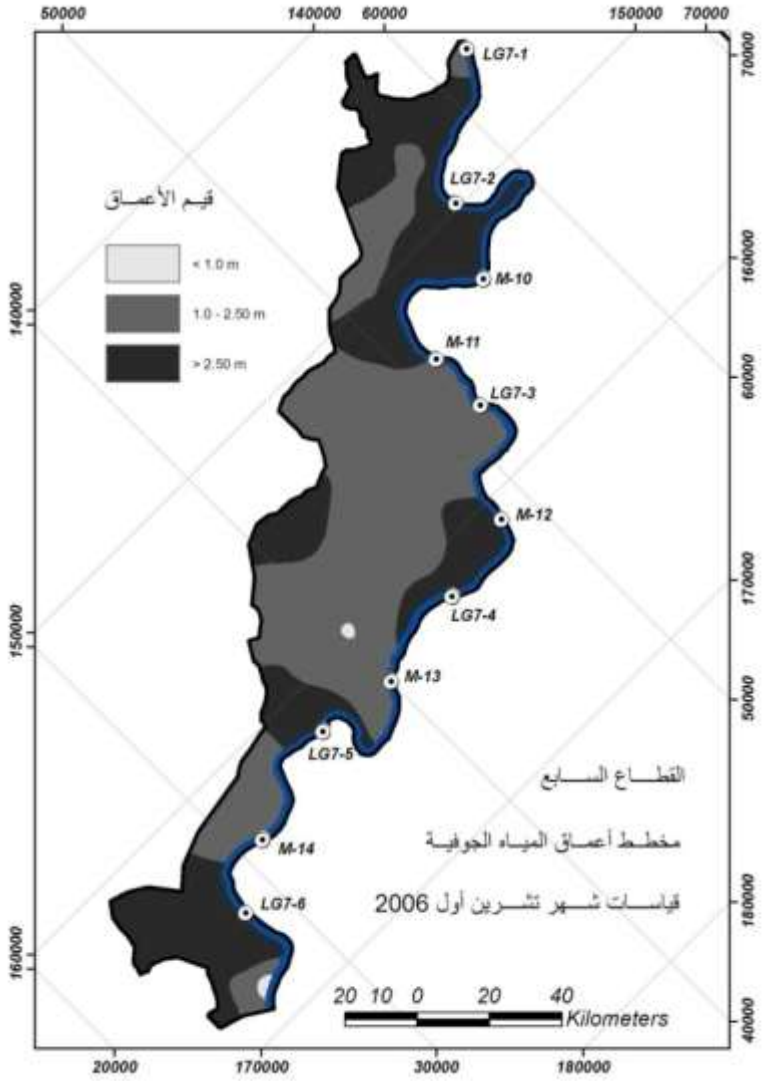
أعماق المياه الجوفية ومناسيبها Groundwater depths and its levels :

تتراوح أعماق سطح المياه الجوفية في البيزومترات للقطاع السابع خلال عدّة أشهر من عام 2005 بين 30- 300 سم، بيد أنّها تتوضّع غالباً على عمق 80 – 100 سم. وقد دلّت قياسات أعماق سطح المياه الجوفية في البيزومترات المنتشرة في القطاع السابع خلال الفترة (أيار2005 . نيسان 2007) على أنّ سطح المياه الجوفية في القطاع السابع يرتفع صيفاً، بسبب كثافة أعمال الري، فيقترب من سطح الأرض (على عمق عشرات السنتمترات)، ثمّ يزداد عمقه شتاءً بعد انتهاء موسم الري الكثيف، فينخفض سطح المياه الجوفية خلال فصل الشتاء، بسبب نقص معدلات الري للمزروعات الشتوية، أو توقّف عمليات الري في الأراضي غير المزروعة أو البعلية. عموماً ينزع سطح المياه الجوفية نحو الارتفاع في أغلب أجزاء القطاع السابع، فتتناقص الأعماق خلال موسم الري،

وترتبط تغيّرات عمق سطح المياه الجوفية ارتباطاً وثيقاً بعمليات الري ومعدلاتها، فتزداد مساحة الأراضي التي يتوضع فيها سطح المياه الجوفية على عمق أقل من مترين خلال الأشهر الأخيرة من موسم الري (الشكلان 9 ،10). وتختلف تغيّرات أعماق سطح المياه الجوفية في موسم الري من سنة إلى أخرى حسب أنواع المزروعات، ومعدلات ريّها والمساحات المزروعة بها، فتحصل تغيّرات عشوائية، بسبب التوزّع العشوائي للمزروعات وفق الدورات الزراعية في المنطقة. ويرتبط أعماق سطح المياه الجوفية بالظروف الطبوغرافية لوادي الفرات الأدنى، فيزداد العمق في المناطق التلالية، بينما يقترب سطح المياه الجوفية من سطح الأرض في الأودية والمنخفضات، وتتشكّل مخاريط الانخفاض Depression cone نتيجة الضخ من مجموعات الآبار، فيهبط سطح المياه الجوفية بجوارها أمتاراً عدة.



الشكل 9. أعماق سطح المياه الجوفية [m] في القطاع السابع في شهر نيسان 2006 م.



الشكل 10. أعماق سطح المياه الجوفية [m] **في القطاع السابع في شهر تشرين الأول 2006 م.**

العلاقة بين المياه الجوفية ونهر الفرات والمسطحات المائية :

تتغيّر مناسيب المياه في نهر الفرات مع تغيّر تدفقاته، فترتفع قليلاً أو كثيراً مع زيادة التدفق حسب عرض المجرى وعمقه، فتتذبذب مناسيب المياه 1,5 – 2,5 متر، وتستجيب مناسيب المياه الجوفية لارتفاع مناسيب مياه نهر الفرات وانخفاضها، فترتفع مع ارتفاعها وتنخفض مع انخفاضها، لكنّها أبطأ وأقلّ مطالاً. وقد ترتفع مناسيب مياه نهر الفرات فوق مناسيب المياه الجوفية في بعض الآبار القريبة من مجرى النهر فينعكس الميل الهيدروليكي باتجاه اليابسة، ثمّ تتسرب مياه النهر ضمن توضعات مصطبة الفيضان لفترة محدودة، فتغذي المياه الجوفية في طبقتي اللوم والحصويات الرملية خلال فترة الفيضان حسب العلاقة الهيدروليكية بين المياه الجوفية في كلّ طبقة من جهة، وبين المياه في نهر الفرات من جهة أخرى.

تتذبذب مناسيب المياه الجوفية تبعاً لتغيّرات قيم التغذية والصرف، وتغيّرات مناسيب المياه في نهر الفرات (الشكلان 11 ,12)، كذلك ترتبط بالخصائص الهيدروجيولوجية للتوضعات الحاملة للمياه والترب المنتشرة في المنطقة.

وتتغيّر المناسيب بشكلٍ متشابه في آبار المراقبة جميعها، بيد أنّه توجد شواذات لتغيّر مناسيب المياه في بعض الآبار لأسباب محلّية، ترتبط بمعدلات الري وزراعة الأراضي المجاورة أو بقائها دون زراعة، أو قرب آبار المراقبة من منطقة تأثير آبار الضخ (الآبار الاستثمارية وآبار الصرف الشاقولي). ويتعلّق انخفاض مناسيب المياه الجوفية وارتفاعها بكمّية مياه الري، ونوع النباتات المزروعة ومرحلة نموّها، وفعاليّة شبكات الصرف الطبيعي والاصطناعي، والوضع المناخي، والهيدرولوجي، والهيدروجيولوجي للمنطقة، ومعدّلات التبخّر– النتح من سطح التربة وسطح المياه الجوفية مباشرة.

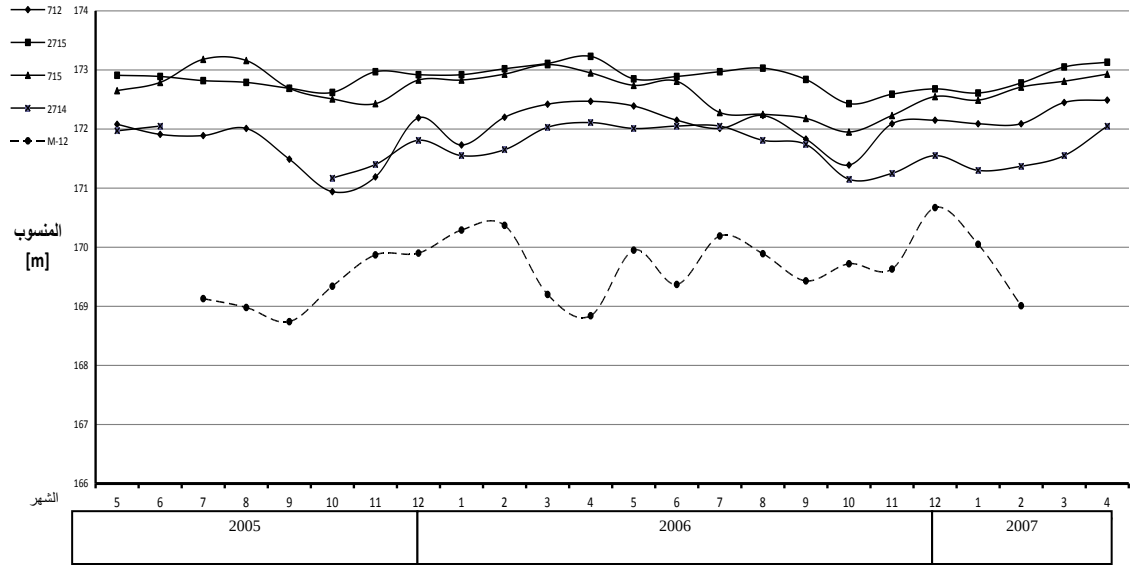
ملوحة المياه الجوفية وتركيبها الكيميائي :

إنّ انتشار التوضعات التبخّرية، والترب المالحة، وصعود المياه الجوفية بالخاصة الشعرية إلى سطح الأرض، أو إلى قربه، وحرارة الجو الشديدة، والمعدّل العالي لقابلية التبخّر خاصةً في الصيف، والهطل المطري القليل (160 ملم/سنوياً) أدّى إلى تبخّر المياه، وبقاء الأملاح المنحلة في الطبقة السطحية من التربة، أو على سطحها، وهذا أدّى إلى التملح الثانوي لأراضي المنطقة التي تأثّرت مساحات كبيرة منها بالأملاح، وتراجع الإنتاج بشكل حاد، وأصبحت التربة مالحة جداً، فهجر بعض الفلاحين أراضيهم.

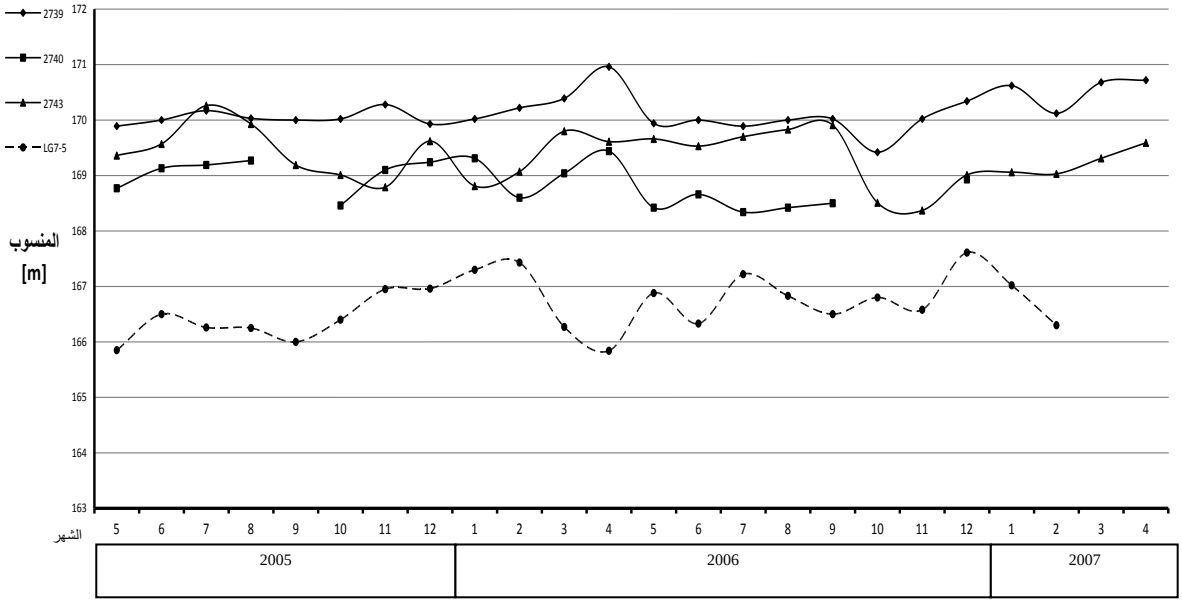
يتراوح تركيز شاردة الكلورايد في المياه الجوفية للقطاع السابع بين 1600 ملغ/ل في البئر P_Z7-2، و9500 ملغ/ل في البئر P_Z 7-3. وتتغيّر تراكيز شاردة الصوديوم من 130 ملغ/ل في البئر PWD حتى 600 ملغ/ل في البئر P_Z 7-6 . وفي معظم المواقع تصل إلى 4300 ملغ/ل.

تتراوح تراكيز النترات ضمن مجال 2 -20 ملغ/ل في معظم المناطق، وتزيد حتى تصل 60 ملغ/ل (في البئرين PW 7-4 و PWD) بسبب استخدام الأسمدة الآزوتية، ولا تزيد تراكيز النتريت على 1 ملغ/ل. عدا البئر PZ 3-6 حيث تبلغ 2,6 ملغ/ل. وتتراوح تراكيز البوتاسيوم بين 52 و 200 ملغ/ل. وهي ذات قيم متقاربة في أرجاء القطاع السابع. وتبلغ قيمة تركيز شاردة الكبريتات 1100- 3600 ملغ/ل في معظم المواقع، وتنخفض إلى 900 ملغ/ل في البئر PZ 7-2 .

إنّ تركيز الأملاح في المياه الجوفية كبير في معظم المناطق (22812 ملغ/ل في البئر PZ 7-3)، وتنخفض في مواقع محدودة (إلى 4816 ملغ/ل في البئر PW 7-2) (الشكل –13).

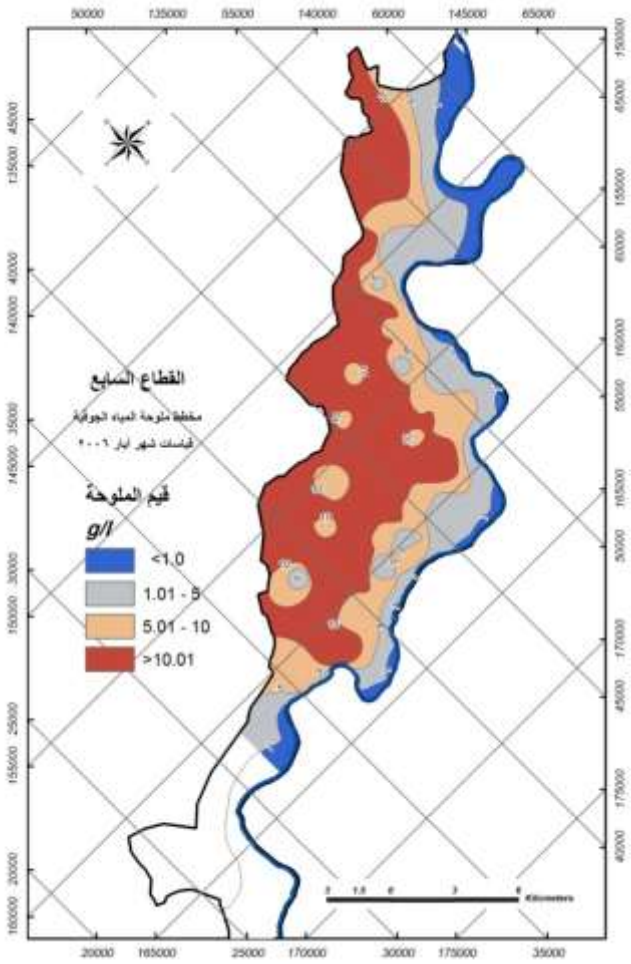


(الشكل– 11). مناسيب المياه الجوفية في القطاع السابع وفق المسار



(الشكل –12). مناسيب المياه الجوفية في القطاع السابع وفق المسار 8.

تصنّف المياه الجوفية حسب تركيبها الكيميائي بطريقة كورلوف في القطاعات الثلاثة، ضمن نمط المياه الكلوريدية السلفاتية – المغنيزية الكلسية، وقد تكون سلفاتية كلوريدية – كلسية مغنيزية، وأحياناً قليلة هيدروكربوناتية كلوريدية سلفاتية – كلسية مغنيزية في بعض العينات (PW 3-8). ونادراً ما تُسهم شاردة الصوديوم في تكوين النمط الكيميائي للمياه الجوفية في أرجاء القطاع السابع (P_Z 7-6)، بسبب ارتباط شوارد الصوديوم مع حبيبات التربة.



الشكل 13. مخطط توزّع ملوحة المياه الجوفية في القطاع السابع خلال شهر أيار 2006.

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات :

1. ترتبط تغيرات أعماق المياه الجوفية ارتباطاً وثيقاً بعمليات الري ومعدلاتها، فتصل المياه الجوفية سطح الأرض بسبب كثافة أعمال الري، وتنخفض شتاءً أقل من مترين.

2. تتعلق مناسيب المياه الجوفية بكمية مياه الري، ونوع النباتات المزروعة، ومرحلة نموها، وفعالية شبكات الصرف الطبيعي والاصطناعي.

3. تسهم التوضعات التبخرية، وقابلية التبخر العالية في ظل هطل مطري قليل، في ظهور التملح الثانوي في معظم أراضي القطاع المدروس.

4. تصل ملوحة المياه الجوفية إلى 23 غ/ل، وتصنف بأنها كلوريدية سلفاتية – مغنيزية كلسية، ونادراً هيدروكربوناتية كلوريدية سلفاتية – كلسية مغيزية.

التوصيات :

1. إعداد نموذج رياضي للظروف الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية في القطاع السابع؛ لإيجاد الحل الأمثل لصرف المياه الجوفية الزائدة.

2. إعداد موازنة مائية – ملحية لأراضي القطاع، واستصلاح الترب المتملحة من خلال شبكة صرف مناسبة، وطرائق ري مدروسة.

المراجع :

1. BRASSINGTON, R. *Field Hydrogeology*. 3d Ed. John Wily & Sons, Ltd. England, 2007, 279.
2. ج- كات: *التقرير الهيدروجيولوجي لمشروع استصلاح 2700 هكتار (حوض الفرات الأدنى – المنطقة الأولى)*. الرقة،2011، 155.
3. AGROCOMPLECT Plc. & G-CAT$_{Ltd.}$ *Review and full evaluation of projects worked out by the GERSAR – SCET Company and excuted drainage network within Zone No.1 in the region of the lower Euphrates – Deir Ez zor province*, 2004, 241.
4. KOVALEVSKY, V; KRUSEMAN, G; et al. *Groundwater Studies*. UNESCO, 2004, 430.
5. DELLEUR, W, J. *The Handbook of Groundwater Engineering*. 2nd ed. Taylor & Francis Group, New York & London. 2007, 1342.
6. الأسعد، علي محمد؛ حايك، شريف بدر؛ عباس، ديما: *تقويم موارد المياه الجوفية الحرة في سهل جبلة*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، مقبول للنشر، 2011.
7. الأسعد، علي محمد؛ عبد الرحمن، عباس: *تقدير موارد المياه الجوفية الحرة في القطاع الثالث من وادي الفرات الأدنى*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، مقبول للنشر، 2012.
8. Ministry of industry, Department of Geological and mineral research. *The geological Map of Syria*, scale 1:200000, sheets I-37-XXIII, XXIV. (Deir Azor, Al-Buwara), Explanatory notes, compiled by MEDVEDEV, V. Ya., Editor-in-chief PONIKAROV, V. P. Damascus, 1966, 44.
9. Ministry of industry, Department of Geological and mineral research. *The geological Map of Syria*, scale 1:200000, sheets I-37-XVII, XVIII.(Abou kamal, BeerEl-Allouni) Explanatory notes, compiled by MEDVEDEV, V. Ya., Editor-in-chief PONIKAROV, V. P. Damascus 1966, 43.
10. الأسعد، علي محمد؛ عمار، غطفان عبد الكريم؛ حايك، شريف بدر. *الظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية للجزء الجنوبي من سهل عكّار*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الهندسية. المجلد 24، العدد 12، 2002؛ 69-86.