تأثير هيدروديناميكية المياه الجوفية في تغير مناسيبها ونوعيتها ضمن الطبقة المائية الساحلية في منطقة دمسرخو/سورية

Effect of Groundwater Hydrodynamics on its Quality and Levels in Coastal Aquifer Damsarkho/Syria

د. قاسم نتوف [1] م. هيام الأشقر [1]

Kassem Natouf Hiam alashkar

(1) إدارة الموارد المائية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

الملخص

لوحظت ظاهرة تداخل مياه البحر المالحة مع المياه الجوفية العذبة الأنموذجية، وحلول مياه البحر المالحة محل المياه الجوفية في الطبقات المائية الساحلية في سهل دمسرخو (سورية) على الساحل الشرقي للبحر المتوسط منذ سبعينيات القرن الماضي، ولكن منذ نحو 20 عاماً (بعد عام 1997) يُروى السهل من شبكة ري سطحية تستمد مياهها من سد 16 تشرين القريب، مما أدى إلى زيادة تغذية المياه الجوفية وانخفاض حجوم المياه الجوفية المستثمرة، وبالتالي نهوض مناسيب المياه الجوفية، وإعادة التوازن الهيدروديناميكي بين المياه الجوفية ومياه البحر، وإلى تحسن ملحوظ في نوعية المياه الجوفية بشكل تدريجي.

قُدر الميزان المائي لسهل دمسرخو قبل وبعد إقامة شبكة الري السطحي، فتبين وجود عجز مائي في عام 1975، ووجود فائض مائي جوفي في الوقت الراهن، كما تمت دراسة تطور مناسيب المياه الجوفية خلال هذه الفترة، وتوضيح عودة التوازن الهيدروديناميكي، كذلك دُرست تغيرات نوعية المياه الجوفية خلال تلك الفترة، والتحسن الملحوظ فيها، وعلاقتها بتغير تغذية المياه الجوفية خلال الفترتين المذكورتين.

تبين بنتيجة البحث أن الري السطحي أدى إلى زيادة تغذية المياه الجوفية، وتخفيض حجوم المياه الجوفية التي يتم ضخها، فارتفعت مناسيب المياه الجوفية، وأنخفض تداخل مياه البحر، وتحسنت نوعية المياه الجوفية.

الكلمات المفتاحية: تداخل مياه البحر ، دمسرخو ، الساحل الشرقي للبحر المتوسط.

Abstract

A typical seawater intrusion into fresh groundwater phenomenon, replacement of groundwater by seawater in costal aquifers, has been observed in Damsarkho plain -Syria on the East coast of Mediterranean Sea since the 1970s, but for nearly the last 20 years (after 1997) the plain is irrigated by surface water transformed from a nearby dam, which led to a rise of groundwater levels and the hydrodynamic balance between groundwater and sea water has been returned with notable improvement in groundwater quality.

In this research a water balance of Damsarkho plain before and after the installation of surface irrigation network was computed, and the groundwater shortage in 1975 and the excess of groundwater from 2006 were clarified. The evolution of groundwater levels during this period was studied and the return of hydrodynamic balance was explained. The significant improvement in groundwater quality during two periods was examined and its relation to seasonal changes in groundwater recharge was highlighted. The research results showed that the surface irrigation has led to increased groundwater recharge and reduced volumes of pumped groundwater, which in turn increased groundwater levels, reduced seawater intrusion and improved groundwater quality.

Key words: Seawater intrusion, Damsarkho, East coast of Mediterranean Sea.

©2015 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243

المقدمة

يقع سهل دمسرخو شمالي مدينة اللاذقية على الساحل الشرقي للبحر المتوسط في الجمهورية العربية السورية، (إحداثياته E=35°43'/35°50',N=35°30'/35°36') . تبلغ المساحة المدروسة من السهل نحو 25.5 km^2 حدودها الغربية شاطئ البحر، والشرقية طريق عام دمسرخو- كسب، والجنوبية مدينة اللاذقية، والشمالية رأس شمرة، ويعتمد معظم سكانها على زراعة الحمضيات والزيتون والمحاصيل المختلفة، ويروى جزء منها من شبكات الري السطحية، ويوجد جنوبي السهل مرافق سياحية مهمة كالشواطئ الرملية والمنتزهات البحرية والمدينة الرياضية، ويوجد شرقه سدود مائية هي: القنجرة وكرسانا و 16 تشرين.

لوحظت ظاهرة تداخل مياه البحر المالحة مع المياه الجوفية العذبة الأنموذجية، في سهل دمسرخو منذ سبعينيات القرن الماضي، وبعد عام 1997 بدأ ري السهل من شبكة ري سطحية تستمد مياهها من سد 16 تشرين، مما أدى إلى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية، وإعادة التوازن الهيدروديناميكي بين المياه الجوفية ومياه البحر، وإلى تحسن تدريجي ملحوظ في نوعية المياه الجوفية.

يهدف البحث إلى توضيح أثر الري السطحي باستخدام شبكة ري تستجر المياه من سد 16 تشرين في الخزان المائي الجوفي لسهل دمسرخو، ودوره في درء تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية العذبة في السهل.

مواد البحث وطرائقه

اعتمد البحث على المنهجية الهيدروجيولوجية في دراسة وتحليل ثلاثة مؤشرات مائية هي الميزان المائي، ومنسوب المياه الجوفية، والتركيب الكيميائي للمياه الجوفية.

اتُّبع عند حساب الميزان المائي منهج المنظومات، فحُدِّدت المنظومتان المائيتان السطحية والجوفية، وجُمِّعت البيانات اللازمة لتقدير مركبات الميزان المائي لهما في فترات زمنية تعكس التطور الزمني للميزان المائي، وقُدِّرَتْ كل مركبة بطرائقها المعروفة، وقُورنت النتائج لبيان التغيرات التي طرأت على الميزان المائي.

واتبع عند دراسة تطور مناسيب المياه الجوفية المنهج الهيدروديناميكي، فجُمِّعت نتائج قياس مناسيب المياه الجوفية وخرائط التسوية المائية لفترات زمنية متوافقة مع فترات تقدير الميزان المائي، وحُلِّل تطور هذه المناسيب، وبُيِّن تأثير الري السطحي في التوازن الهيدروديناميكي مع مياه البحر.

أما عند دراسة تطور نوعية المياه الجوفية فاتبع منهج المقارنة والعينات المعيارية باستخدام طرائق العرض البيانية للتركيب الكيميائي للمياه الجوفية، فجُمِّعت البيانات العددية والبيانية المتوفرة عن التركيب الكيميائي للمياه الجوفية، ومياه البحر ومياه سد 16 تشرين في فترات زمنية متوافقة مع فترات تقدير الميزان المائي والتحليل الهيدروديناميكي، ثم لُخصت الاستنتاجات التي تم التوصل إليها، مما ساعد على تحليل تغير الأوضاع المائية في سهل دمسرخو. توزعت الدراسات والمعلومات والبيانات المستخدمة في البحث بين دراسات حديثة نسبياً قيّمت الظاهرة في الوقت الراهن، مثل نتائج المسح الهيدروجيولوجي لعامي 2006 و 2010، ونتائج القياسات الحقلية لمنسوب ونوعية المياه الجوفية بين عامي 2008 و 2010 (الشركة العامة للدراسات المائية، 2006)، ودراسات قريبة العهد تناولت هذه الظاهرة خلال نهاية تسعينيات القرن الماضي (عمران وزملاؤه، 1994 وعبد ربه ونور الدين، 1999)، ودراسات قديمة وصفت تداخل مياه البحر مع المياه العذبة في دمسرخو خلال سبعينيات وثمانينيات القرن الماضي (غروزغيبروفودخوز، 1982 وأبو زينة ونور الدين، 1982).

مناخ وهيدرولوجية وهيدروجيولوجية سهل دمسرخو:

مناخ سهل دمسرخو مناخ متوسطي صيفه حار رطب وشتاؤه معتدل ماطر، تتراوح قيم الرطوبة النسبية فيه بين 60 إلى 70 % (JICA، 2005)، ويبلغ معدل الهطول المطري 800 ملم/السنة، وتتركز الهطولات المطرية في الخريف والشتاء وبداية الربيع من تشرين الأول (أكتوبر) حتى نيسان (أبريل)، ويبلغ معدل التبخر النتحي الكامن 4.11 ملم/اليوم (الجدول1). ترتفع تضاريس السهل من صفر على شاطئ البحر إلى 50م فوق سطح البحر على الطريق العام اللاذقية- كسب بميل طبوغرافي يساوي 0.43 %، وتجري فيه ساقية موسى والمرابعة وهما تصرفان المياه السطحية إلى البحر.

تتكشف في منطقة سهل دمسرخو رسوبيات رباعية قارية منقولة (pQ) مكونة من لحقيات سيلية ونهرية، تتمثل بالحصى والرمال والطمي، وتتكشف على الشريط الساحلي للسهل رسوبيات رباعية بحرية (mQ) مكونة من حجر رملي ذي ملاط كلسي، أما على المحيط الشرقي لمنطقة الدراسة فتتكشف رسوبيات النيوجين (N1h) التي تتكون من أحجار كلسية كتلية قاسية، ورسوبيات الباليوجين (Pg1-Pg2، Pg2-2) التي تميل باتجاه الغرب بزاوية 12° فتغوص تحت الرسوبيات الأحدث ضمن السهل، وتتكون من غضار كلسي ومارل، ورسوبيات الكريتاسي ماسترخيت (Cr2-m) (المؤسسة العامة للجيولوجية، 1999) (الشكل 1).

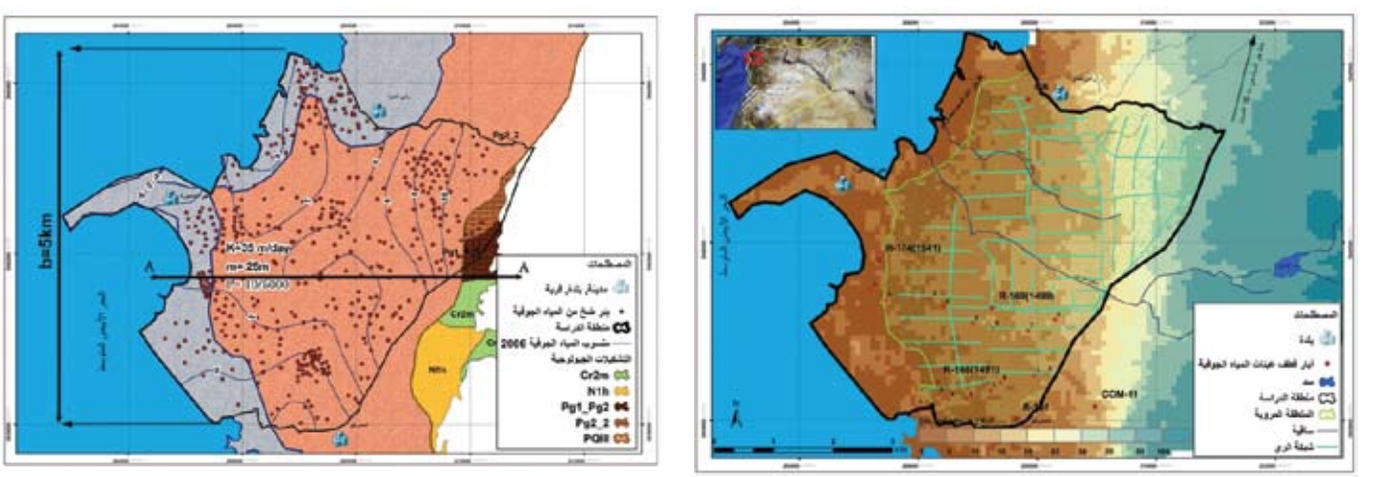
تشكل الرسوبيات الرباعية القارية طبقة مائية حرة تصل ثخانتها إلى 25م، وتبلغ ناقليتها الهيدروليكية من

10إلى25 م^2/اليوم، وناقليتها المائية بين 200 و 400 م^2/اليوم. تتحرك المياه الجوفية فيها من الشرق إلى الغرب، وتتغذى بشكل رئيس بالتسرب من مياه الأمطار والري، وتُصرف مياهها بالضخ وبالجريان الجوفي باتجاه الغرب. كما تشكل الرسوبيات الرباعية البحرية طبقة مائية حرة أيضاً تنتشر على شكل شريط محاذٍ لشاطئ البحر ثخانتها من 5 إلى 25م، ويبلغ معامل ناقليتها الهيدروليكية بين 10و 40 م/اليوم، ومعامل ناقليتها المائية بين 200 و450 م^2/اليوم. تتحرك المياه الجوفية فيها من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي وتكون مياهها الجوفية على تماس مع مياه البحر (غروزغيبروفودخوز،1982 وعبد ربه،1999). ويلخص الشكل 2 أهم الأحداث المائية التي شهدها سهل دمسرخو في الفترة الممتدة من النصف الثاني لخمسينيات القرن الماضي حتى سنة 2011.

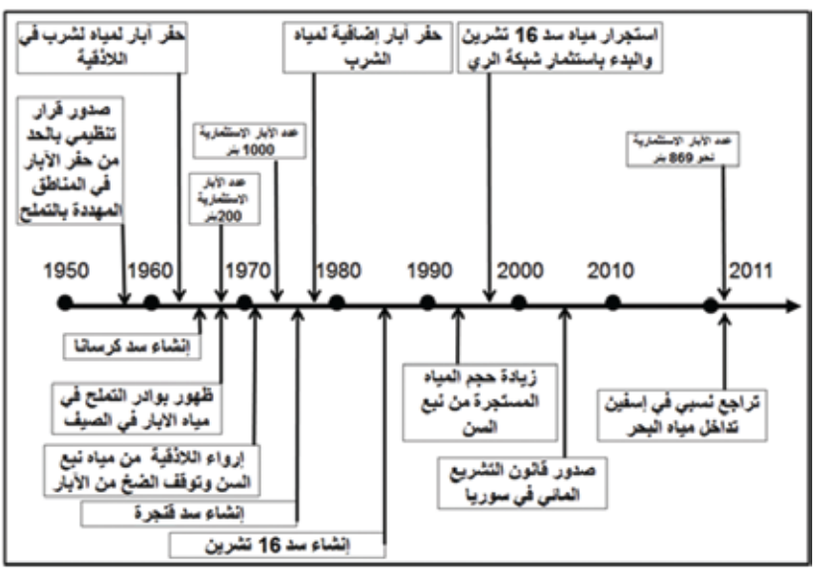
الجدول 1. توزع الهطول المطري (P) ومعدل التبخر النتحي الكامن اليومي *(ET)على أشهر السنة في سهل دمسرخو (أكساد،2015).

الشهر	تشرين الأول (أكتوبر)	تشرين الثاني (نوفمبر)	كانون الأول (ديسمبر)	كانون الثاني (يناير)	شباط (فبراير)	آذار (مارس)	نيسان (أبريل)	أيار (مايو)	حزيران (يونيو)	تموز (يوليو)	آب (أغسطس)	أيلول (سبتمبر)
P (ملم)	40.5	87.5	140.5	143.5	110	97.5	67.5	33.5	20	8	2.5	7
ET (ملم/اليوم)	3.86	3.57	2.63	2.73	3.02	3.38	4.09	4.63	5.32	5.67	5.67	4.77

*حُسب معدل التبخر النتحي الكموني بطريقة بنمان - مونتيث.



الشكل 1 . A - موقع منطقة الدراسة والسمات الرئيسة، B- الخريطة الجيولوجية وعناصر حساب الجريان الجوفي.



الشكل 2. المخطط الزمني لأهم الأحداث المائية في سهل دمسرخو.

النتائج والمناقشة

تطور الميزان المائي لسهل دمسرخو:

قُسمت المنظومة المائية في المنطقة المدروسة من سهل دمسرخو بمساحة 25.5 كم^2 إلى منظومتين فرعيتين، سطحية وجوفية (يعد دور نطاق التهوية ضعيفاً في سهل دمسرخو لقرب المياه الجوفية من سطح الأرض) ، ووضع الميزان المائي لهما خلال عامي 1979 و2006 (الشكل 3).

عند وضع الميزان المائي للمنظومة المائية السطحية قُدِّرَتْ مركبة الهطول المطري (P) من معدلها، وقُدِّرَتْ مركبة الضخ من المياه الجوفية (GWp) في عام 1975 وفق ما بينته عبد ربه ونور الدين (1999)، وفي عام 2006 من معطيات المسح الهيدروجيولوجي (الدراسات المائية، 2006) وغابت مركبة الجريان السطحي الواردة (R) كون السدود الواقعة أعلى السهل تحجز الجريانات السطحية إليه، ولم تُجَرّ المياه إلى السهل حتى نهاية عام 1997، وقُدِّرَتْ مركبة جر المياه (WT) عام 2006 من المساحة المروية من شبكة الري السطحية التي بلغت 812 هكتاراً بمقنن مائي l/s 0.5 للهكتار الواحد (البحوث العلمية الزراعية ، 2008)، كما لم تُجَرّ المياه إلى خارج السهل. قُدر حجم المياه المفقودة بالتبخر النتحي (ET) من معدل التبخر النتحي الفعلي (1.36 ملم/اليوم) الذي قُدر من متوسط معدل التبخر النتحي الكامن (4.11 ملم/اليوم)، ومن قيمة فرق مؤشر الغطاء النباتي المعدل في المنطقة (NDVI=0.33) (أكساد،2015)، كما قُدِّرَتْ مركبة تغذية المياه الجوفية (GWR) من معطيات تجربة الليزومتر في محطة ستخيرس، إذ قُدِّرَ المتوسط السنوي للنسبة المئوية للنافذ إلى المياه الجوفية من المياه المطبقة على السطح بـ 32 % أي:

$$RWG=32*(P+R_{in}+WT_{in}+GW_p)/100$$ (غروزغيبروفودخوز، 1982)،

حيث: GWR تغذية المياه الجوفية، P الهطول المطري، R_{in} الجريان السطحي الوارد، WT_{in} جر المياه، GW_p الضخ من المياه الجوفية. وقُدِّرَتْ مركبة الجريان السطحي إلى البحر كمحصلة الميزان المائي السطحي.

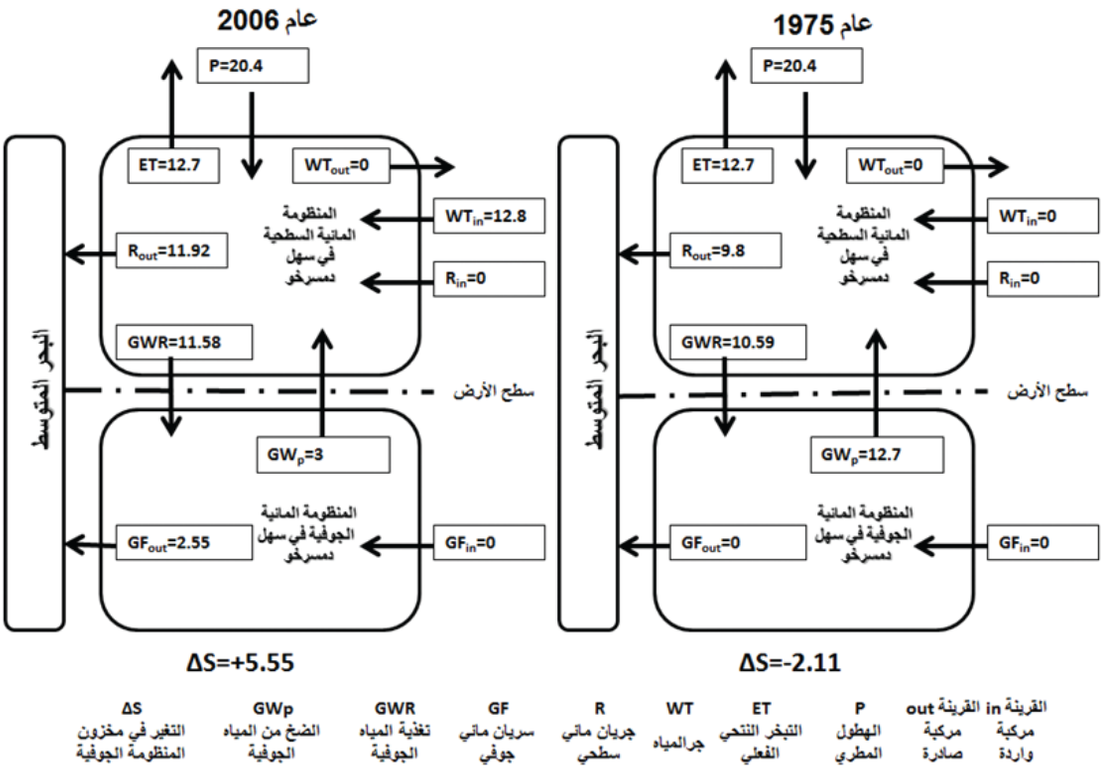
عند وضع الميزان المائي للمنظومة المائية الجوفية، اعتبر أن رسوبيات الباليوجين ضعيفة النفوذية والمتكشفة على المحيط الشرقي للسهل تمنع جريان المياه الجوفية (GF)إليه، أما مركبة جريان المياه الجوفية من السهل إلى البحر فقد غابت عام 1975 لوقوع الخط الصفري لمنسوب المياه الجوفية على مسافة 4كم من الشاطئ داخل اليابسة، أما قيمة المركبة عام 2006 فحُسبت وفق قانون دارسي على اعتبار عرض جبهة الجريان b=5كم، وثخانة الطبقة المائية m=25م، والناقلية الهيدروليكية K=35 م/اليوم، والميل الهيدروليكي I=10/5000. هذا ويشابه الميزان المائي لعام 2010 ميزان عام 2006 لتقارب الاستثمارات المائية الجوفية فيهما (الشكل 1).

بينت نتائج حساب الميزان المائي للمنظومة المائية الجوفية في سهل دمسرخو عام 1975 ان عمليات الضخ القسرية جعلته يرجح باتجاه فقدان 2.11 mcm/year (مليون متر مكعب في السنة) من المياه العذبة إلى المنظومة المائية السطحية التي حلت محلها في ذلك الوقت مياه البحر، وتبين في عام 2006 أن عمليات الري في المنظومة المائية السطحية خففت من حجوم الضخ من المياه الجوفية، وزادت من حجوم تغذية المياه الجوفية فجعلت الميزان المائي يرجح باتجاه جريان 2.55 mcm/year من المياه العذبة إلى البحر، وبزيادة في المخزون الجوفي قدرها +5.55mcm/year ، وهي تكافئ ارتفاعاً في مناسيب المياه الجوفية قدره 0.24م كل عام حتى الوصول إلى مرحلة الثبات عندما تساوي مركبة الجريان من المياه العذبة إلى البحر قيمة الفائض في المخزون.

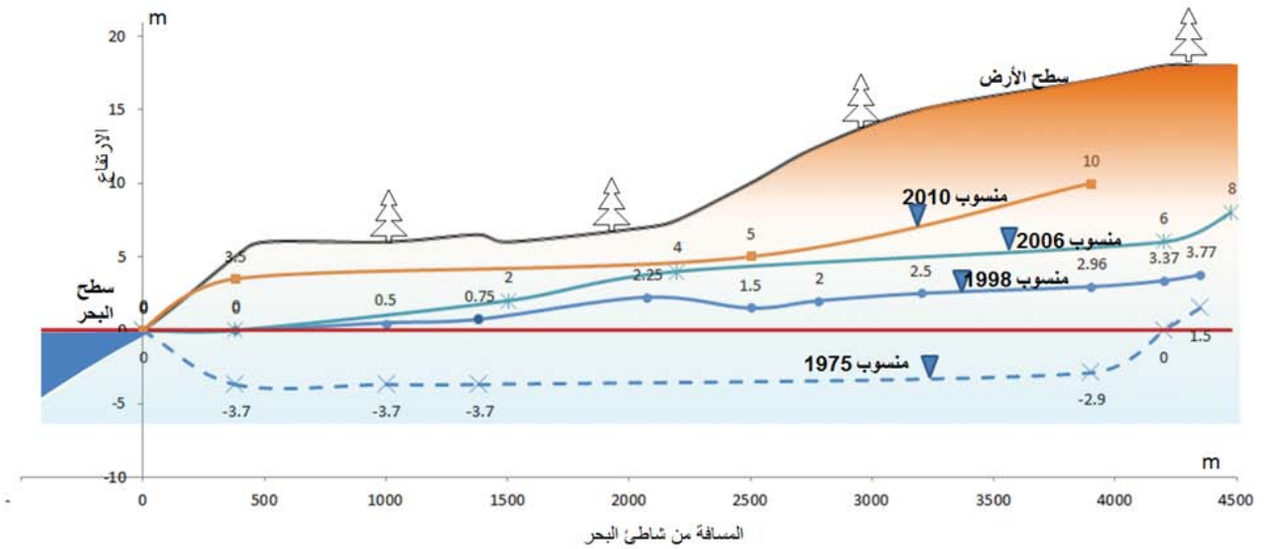
تطور مناسيب المياه الجوفية لسهل دمسرخو:

دلت الخريطة الطبوغرافية المعدة في منتصف الستينيات من القرن الماضي إلى وجود مخارج للمياه الجوفية متاخمة للبحر في رأس البسيط سُميت عين الماسورة، مما يشير إلى أن المنسوب الثابت للمياه الجوفية وقع حينها أعلى من سطح البحر وأمَّن ضاغطاً هيدروليكياً لتدفق المياه العذبة، من جهة أخرى دلت نتائج قياس منسوب المياه الجوفية عام 1975 أن المنسوب الثابت وقع تحت سطح البحر على انخفاض - 3.7 م على بعد 500 متر من الشاطئ، وعلى انخفاض - 2.9 م من سطح البحر على بعد 4000 متر من الشاطئ، مما أدى إلى انعكاس جهة حركة المياه نتيجةً لاختلاف جهة التدرج الهيدروليكي، ودخول مياه البحر إلى اليابسة، أما في عام 1998 فقد وقع خط المنسوب الصفري على بعد 500 متر من الشاطئ، وكان المنسوب الثابت على ارتفاع + 0.5 متر من سطح البحر على بعد 1000 متر من الشاطئ، مما أدى إلى وجود ضاغط هيدروليكي دفع مياه البحر عن اليابسة، أما في الفترة من عام 2006 حتى 2010، فواصل منسوب المياه الجوفية الارتفاع مسبباً انحسار المساحة التي يقع منسوب المياه الجوفية فيها تحت سطح البحر لتنحصر ضمن المنطقة المشغولة بالأبنية السكنية في مدينة اللاذقية، وهو ما يدل على أثر واضح وجلي للتسرب الناتج عن عمليات الري الكثيفة من قنوات شبكة الري التي تستمد المياه من بحيرة سد 16 تشرين (الشكل 4).

بينت نتائج تحليل تغيرات مناسيب المياه الجوفية للأعوام 1975 و 1998 و 2006 و 2010 في سهل دمسرخو حدوث ارتفاع نتيجة زيادة تغذية المياه الجوفية وتخفيض حجوم الضخ من المياه الجوفية، مما ساعد على تحقيق التوازن الهيدروديناميكي مع مياه البحر.



الشكل 3. مركبات الميزان المائي السطحي والجوفي في سهل دمسرخو عامي 1979 و2006 مقدرة بمليون متر مكعب في السنة (mcm/year).



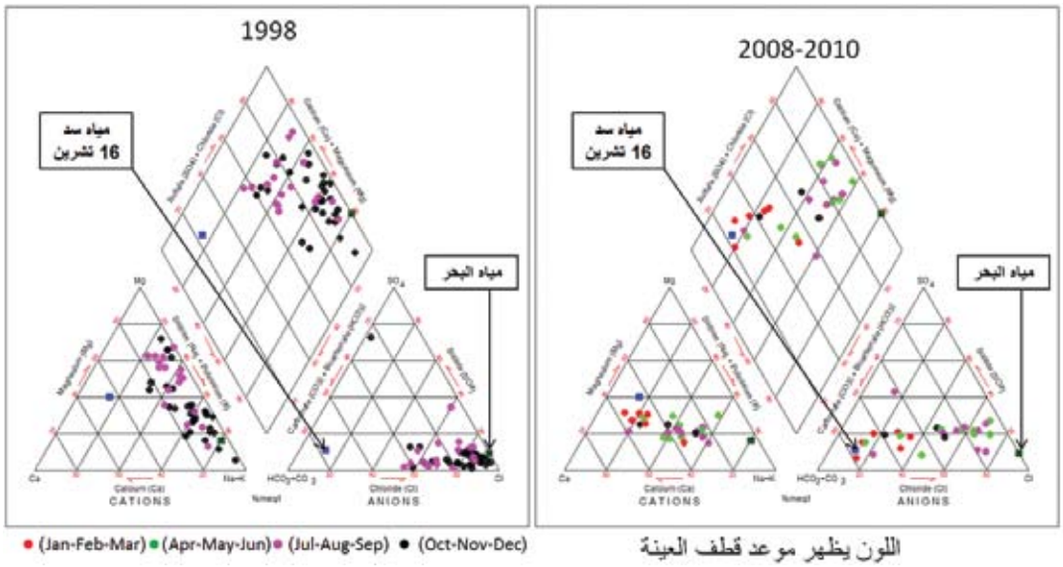
الشكل 4. مناسيب المياه الجوفية وفق المقطع A-A على الشكل 1 في الأعوام 1975 و1998 و2006 و2010.

تطور نوعية المياه الجوفية لسهل دمسرخو:

بينت نتائج التحاليل المعروضة بصيغة كورلوف في التقرير الهيدروجيولوجي لحوض الساحل السوري (غروزغيبروفودخوز،1982) طغيان مياه البحر في منطقة دمسرخو في عام 1975، إذ سيطرت شاردة الكلور على التركيب الكيمائي للمياه الجوفية في تلك الفترة، كما بينت الخريطة الهيدروكيميائية الملحقة بهذا التقرير أن نسبة 50 % من مساحة سهل دمسرخو كانت مياهها الجوفية مرتفعة الملوحة.

تم في هذا البحث جمع نتائج تحاليل التركيب الكيميائي لعينات مياه جوفية والتي قُطفت من آبار المنطقة عام 1998 وخلال الفترة من عام 2008 إلى عام 2010 (نحو 70 عينة)، وتحميلها على مخطط بايبر (الشكل 5)، وبهدف المقارنة حُمِّلت عينات معيارية تمثل مياه البحر ومياه سد 16 تشرين الذي تروى منه المزروعات في المنطقة.

تبين من العينات المقطوفة خلال يوليو وأغسطس وسبتمبر من عام 1998، وهي الفترة التي تخف فيها تغذية المياه الجوفية نتيجة توقف الهطولات المطرية واستمرار عمليات الري سيطرة نوعية المياه الجوفية الكلورية - الصودية على بعضها (نسبة شاردتي الكلور والصوديوم <50 %) (Fetter 2001.)، وبعضها لم تسيطر عليها أي شاردة وكانت مياهه كلورية - مغنيزية أو مختلطة، مما يدل على امتزاج مياه التغذية مع مياه البحر، أما العينات المقطوفة خلال أكتوبر ونوفمبر وديسمبر من عام 1998، وهي الفترة التي تغيب فيها تغذية المياه الجوفية نتيجة توقف الهطولات المطرية وعمليات الري فقد سيطرت على 90 % منها نوعية المياه الكلورية - الصودية، حتى إن بعض هذه العينات قارب في تركيبه تركيب العينة المعيارية الممثلة لمياه البحر، مما يدل على تقدم إسفين مياه البحر باتجاه اليابسة، وبالرغم من أنه لا يمكن الحكم على تركيب المياه في النصف الأول من العام إلا أنه من غير المتوقع حدوث تحسن في نوعية هذه المياه حينها.



الشكل 5. نوعية المياه الجوفية في الأعوام 1998 و2008 و2010.

تبين أن العينات المقطوفة خلال يناير وفبراير ومارس من عام 2008 إلى 2010 وهي الفترة التي تشتد فيها تغذية المياه الجوفية نتيجة ارتفاع الهطولات المطرية وعمليات الري سيطرت عليها نوعية المياه الكربوناتية - الكلسية (نسبة مجموع شاردة البيكربونات والكربونات ونسبة شاردة الكالسيوم أكبر من 50 %)، حتى إن بعض هذه العينات قارب تركيب العينة المعيارية الممثلة لمياه سد 16 تشرين، مما يدل على أن نوعية المياه الجوفية تحددها مياه التغذية العذبة وعلى أن إسفين مياه البحر تراجع، أما العينات المقطوفة خلال أشهر أبريل ومايو ويونيو التي تخف فيها تغذية المياه الجوفية نتيجة بدء نهاية موسم الهطول المطري والري فقد غابت عنها الشاردة المسيطرة وكانت مياهها مختلطةً، مما يدل على تقدم تدريجي ضعيف لإسفين مياه البحر وخلال شهور يوليو وأغسطس وسبتمبر يستمر اسفين مياه البحر بالتقدم دون أن تتشابه أي عينةٍ مع عينة مياه البحر، مما يدل على الأثر المشترك لمياه التغذية العذبة ومياه البحر المالحة في تحديد نوعية المياه الجوفية، ويبقى الأمر على حالٍه حتى موعد موسم الهطول المطري والري في السنة التالية.

الاستنتاجات

1 - تسبب الضخ الجائر للمياه الجوفية حتى نهاية عام 1997 بعجز في الميزان المائي الجوفي لسهل دمسرخو أدى إلى تراجع المياه العذبة، وحلول مياه البحر محلها في ذلك الوقت، إلا أن أعمال الري السطحي قللت من حجوم الضخ من المياه الجوفية، وزادت من حجوم تغذية المياه الجوفية فجعلت الميزان المائي يرجح باتجاه جريان المياه العذبة من اليابسة إلى البحر.

2 - سبب العجز المائي الذي حصل قبل عام 1997 حلول مياه البحر محل المياه الجوفية في الطبقة المائية الرئيسة في السهل، فغلبت نوعية المياه الكلورية - الصودية على المياه الجوفية فيها معظم أوقات السنة في ذلك الوقت.

3 - أثر الري السطحي في العاملين الرئيسين المحددين لمنسوب المياه الجوفية، وهما زيادة تغذية المياه الجوفية وخفض حجوم الضخ من المياه الجوفية، وبالتالي أدى إلى ارتفاع ملحوظ في مناسيب المياه الجوفية بلغ نحو 7.2 متر على بعد 500 متر من الشاطئ، نتج عنه توازن هيدروديناميكي مع مياه البحر منعها من الدخول إلى اليابسة.

4 - تكون نوعية المياه الجوفية العذبة في السهل كربوناتية - كلسية أو كربوناتية - مغنيزية، وهي قريبة من نوعية المياه المستخدمة في الري، وتسيطر هذه النوعية على المياه الجوفية في الفصول التي تتم فيها عمليات التسرب من مياه الري ومياه الأمطار.

5 ـ تكون نوعية المياه الجوفية في السهل مختلطة في الفصول التي تغيب عمليات تغذية المياه الجوفية، وقد تتحول إلى كلورية- صودية عندما يتقدم إسفين مياه البحر باتجاه اليابسة.

المراجع

- أبوزينة، فاروق ; الرفاعي، محمد نور الدين.1982. دراسة تداخل مياه البحر المالحة مع المياه الجوفية، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق، سورية.
- أكساد. 2015. الأنموذج الرياضي لمنطقة تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية العذبة في دمسرخو. التقرير الفني، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.
- البحوث العلمية الزراعية. 2008. دراسة وحصر الآبار المالحة في منطقة دمسرخو. اللاذقية، مركز البحوث العلمية الزراعية، سورية.
- الشركة العامة للدراسات المائية، الشركة العامة. 2006. الموازنة المائية التفصيلية في حوض الساحل، نتائج المسح الهيدروجيولوجي. وزارة الموارد المائية، حمص، سورية.
- المؤسسة العامة للجيولوجية. 1999. الخريطة الجيولوجية لسورية مقياس 50000/1 ، رقعة اللاذقية، وزارة النفط، دمشق، سورية.
- عمران، سليمان محمود ; الرفاعي، محمد نور الدين ; مرعي، يوسف. 1994. دراسة حول مشكلة تداخل مياه البحر المالحة مع المياه الجوفية العذبة المجاورة للبحر في الساحل العربي السوري، كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق، سورية.
- عبد ربه، ريم ; الرفاعي، محمد نور الدين.1999. دراسة التلوث الملحي في المياه الجوفية العذبة المجاورة للبحر واقتراح الحلول الملائمة للحد من هذا التلوث على الساحل السوري، جامعة دمشق، كلية الهندسة المدنية، سورية.
- غروزغيبروفودخوز. 1982 . التحريات الهيدروجيولوجية والهيدرولوجية للأحواض الأربعة في الجمهورية العربية السورية، حوض الساحل. وزارة الموارد المائية، دمشق، سورية.
- JICA. 2005. Development of water resources in Syrian Arab Republic, Coastal Basin. Damascus.
- Fetter, C. W. 2001. Applied hydrogeology.4th Edition. Pearson Education, New York.

Nº Ref- 649