المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة التخصصات
العدد الثالث شهر (12) \ 2017
EIMJ
المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة التخصصات
www.eimj.org

أثر التغير المناخي على الموارد المائية , دراسة حالة : المياه الجوفية في الأردن

إعداد : ساجدة محمد

مجال البحث : علوم الأرض

الإيميل : sajeda_moh89@yahoo.com

الملخص

تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي لإمدادات المياه في الحوض المائي ، بينما يتم استخراجها من مكامن البازلت والكلستون عبر عدد كبير من الآبار . و يؤدي استخراج المياه الجوفية بصورة غير عادلة وغير مدروسة إلى استنزاف في مستوى المياه بشكل عام وتدهور في نوعية المياه. ايضا يؤثر تغير المناخ على خلق تحد إضافي يؤثر على نسبة المياه في الحوض المائي . وقد تم اختيار حوض عمان الزرقاء كحالة دراسية لبيان تأثير تغير المناخ على توزيع الأمطار وتوافر الموارد المائية , ويبدو من خلال النتائج أن إعادة تغذية المياه الجوفية هو الحل الاساسي الذي يعمل على تقليل تدهور جودة المياة. وتقترح الدراسة تطبيق أساليب حصاد المياه ، وإعادة التغذية الاصطناعية لتخفيف آثار تغير المناخ على الموارد المائية.

الكلمات المفتاحية : التغير المناخي , الموارد المائية , حوض عمان الزرقاء.

المقدمة

تواجه البلدان في المنطقة العربية مشاكل مائية مختلفة بسبب الظروف المناخية والعوامل الاجتماعية والاقتصادية المختلفة . من وجهة نظر مناخية بيئية ، تمتد معظم المنطقة عبر مناطق شبه قاحلة وجافة وشديدة القحولة. وقد تأثرت الأحزمة شبه القاحلة بشكل خاص بدورات الجفاف والتصحر في الماضي. تتصف المنطقة من الناحية الاجتماعية الاقتصادية بزيادة عدد السكان بشكل سريع ، مما أدى إلى انخفاض حاد في نصيب الفرد من المياه ، من حوالي 2200 م 3 / فرد / سنوياً إلى أقل من 1000 م 3 / فرد / سنوي خلال 25 سنة الماضية (IHP، 2005). وتساعد التغذية الطبيعية لطبقة المياه الجوفية من الأمطار ومياه الأمطار السطحية على الحفاظ على مستوى المياه في إنتاج طبقات المياه الجوفية ، وايضا التحكم في تلوث إمدادات المياه الحالية بالمياه المستعملة ، وتقليل أو تجنب تدهور موارد المياه العذبة بالكامل بسبب الاختلاط بالمياه المالحة الكامنة. وبما أن المياه الجوفية ذات أهمية أساسية لتلبية الاحتياجات المائية والصناعية والزراعية السريعة التوسع في المناطق القاحلة وشبه القاحلة ، فقد أصبحت تقنية إعادة التغذية الاصطناعية ممارسة قياسية في تنمية وإدارة موارد المياه الجوفية (Kruseman، 1997).

الموارد المائية في الأردن

من بين طرق إعادة التغذية الاصطناعية المختلفة ، تتمثل إحدى الطرق في الاحتفاظ بالمياه السطحية عن طريق بناء السدود عبر القناة السطحية والسماح بتخزين المياه في طبقة المياه الجوفية المستنفدة. يمكن ادارة الموارد المائية عن طريق توجيه حركة المياه من خلال أنظمة من صنع الإنسان من الطبقات السطحية إلى المياه التي تحتوى على الأرض حيث يمكن تخزينها للاستخدام في المستقبل. في المناطق التي تعتبر فيها المياه الجوفية مكونًا مهمًا من مكونات إمدادات المياه وتتفاوت فيها معدلات سقوط الأمطار بشكل غير كافٍ ليسمح بإعادة

تغذية طبقة المياه الجوفية بالوسائل الطبيعية ، توفر هذه التقنية التحسين الاصطناعي لإعادة التغذية الطبيعية.

يشتهر الأردن بموارده المائية الشحيحة. وعبر التاريخ ، عانى سكان الأردن من نقص في المياه بسبب المناخ شبه الجاف المرتبط بمعدلات سقوط الأمطار السنوية المحدودة. على مدى العقود القليلة الماضية ، كانت المشكلة هائلة بسبب النمو السكاني الطبيعي المرتفع ، الهجرة من الريف إلى الحضر وتدفق أعداد كبيرة من السكان استجابة للأزمات السياسية والاقتصادية في الشرق الأوسط. وقد أدت هذه الاتجاهات إلى زيادة الطلب من المستخدمين المحليين والصناعيين على المياه.

لم يترك التنوع المحدود في الموارد المائية السطحية أي خيار سوى استخدام موارد المياه الجوفية لتغطية جزء من النقص. يبلغ إجمالي العائد الآمن المتجدد لموارد المياه الجوفية في جميع أنحاء الأردن 277 مليون متر مكعب في السنة ، وهو لا يشمل طبقة ديسي الجوفية لأن هذا مصدر غير متجدد. على الرغم من أن الاستخراج من هذه المصادر تجاوز هذا العائد الآمن بأكثر من 200 مليون متر مكعب في في السنوات الأخيرة ، لم تتمكن سلطة المياه الأردنية من تلبية الطلب المتزايد بشكل كبيرعلى المياه. مما ادى الى انخفاض نصيب الفرد من المياه في الأردن. تضمنت استراتيجية الموارد المائية المصادر الحالية والمحتملة. تم تطوير برامج الاستثمار لتنفيذ مشاريع جديدة مثل تجميع المياه والسدود وإعادة التأهيل وإعادة هيكلة شبكات المياه للحد من المياه غير المعروفة (UFW). تم التركيز على إدارة الطلب وبرامج التوعية العامة. تم تحديد مصادر جديدة لتخفيف مصدر المياه الجوفية الحالي والسماح بالتغذية الطبيعية لهذه المصادر واستعادة نوعية المياه التي ستخفف جزءا من نقص المياه في منطقة عمان الكبرى. وتتدهور هذه الحالة كل عام بسبب زيادة الطلب ، ولذلك كان على وزارة المياه والري أن تنظر في خيار تنفيذ مشروع الديسي عن طريق نقل المياه من الجزء الجنوبي من الأردن إلى عمان.

التغير المناخي

تغير المناخ هو تغيير في التوزيع الإحصائي لأنماط الطقس عندما يستمر هذا التغيير لفترة طويلة من الزمن (أي عقود إلى ملايين السنين). قد يشير تغير المناخ إلى تغير في متوسط الأحوال الجوية في سياق ظروف متوسطة المدى للطقس. يحدث التغير المناخي بسبب عوامل مثل العمليات الحيوية ، والتغيرات في الإشعاع الشمسي التي تتلقاها الأرض ، وتكتونية الصفائح ، والانفجارات البركانية. وقد تم تحديد بعض الأنشطة البشرية كأسباب رئيسية لتغير المناخ الجاري ، والذي يشار إليه في كثير من الأحيان باسم الاحترار العالمي. لا يوجد اتفاق عام في الوثائق العلمية أو وسائل الإعلام أو السياسات بشأن المصطلح الدقيق لاستخدامه للإشارة إلى التغيير القسري الذي يحدثه الإنسان ؛ يمكن استخدام "الاحترار العالمي" أو "تغير المناخ".

من المحتمل أن يكون تغير المناخ هو القضية العلمية والاقتصادية والسياسية والأخلاقية السائدة في القرن الحادي والعشرين (Hansen and Sato 2011). يتم التغلب على تغير المناخ كتغيير طويل الأجل في التوزيع الإحصائي لأنماط الطقس على فترات زمنية تتراوح بين عقود وملايين السنين. قد يكون هذا التغيير في متوسط الأحوال الجوية أو تغير في توزيع الأحداث المناخية فيما يتعلق بالقيم المتوسطة (EPA 2014). التغير في كمية الموارد المائية الملائمة للمناخ مباشرة ؛ في بعض المناطق تسبب الأطعمة في نقل كميات هائلة من الرواسب مما يؤدي إلى انخفاض جودة المياه ، في حين أن المناطق الأخرى تميل إلى زيادة سحب المياه الجوفية. على الصعيد الدولي ، خلصت دراسة في الولايات المتحدة إلى أنه بسبب التغيرات في أنماط هطول الأمطار ، فإن أنواعه وشدته تترافق مع زيادة درجة الحرارة ؛ ومن الواضح بوضوح أن الموارد المتاحة للموارد المائية واضحة (Nolan et al. 2013).

التغير المناخي في الاردن

بدأ الأردن في لعب دور نشط في المفاوضات الدولية بشأن السياسات البيئية والمناخية ، خاصة وأن مشاكل المياه أصبحت القضية الرئيسية بشكل متزايد في الدول النامية خلال السنوات الماضية. ومع ذلك ، فمن الواضح أن التعاون الإقليمي في التعامل مع المشاكل المرتبطة بالمناخ لم يستخدم بكامل طاقته ، والسبب وراء ذلك هو الظروف السياسية الصعبة .

وفقاً لدائرة الأرصاد الجوية الأردنية (JMD) ، كان عام 2010 هو العام الأكثر جفافاً منذ عام 1992. (Oamri, 2011)) في الأردن ،مما يجعله أحد البلدان الأربعة الأكثر جفافاً في العالم، فازدادت موجات الجفاف وموجات الحرارة وقلة الأمطار وندرة المياه و ظواهر جديدة فأصبح غياب المطر المطرد طبيعيا خلال السنوات الست الماضية ، وايضا هناك اسباب اخرى مثل الأحداث الطبيعية مثل أحواض البحر الأحمر (RST) ، ووفقا لمدير JMD ، فإن الظواهر ليس لها علاقة مباشرة بتغير المناخ. وقد توصل خبراء أردنيون آخرون إلى استنتاجات مماثلة. كجزء من دراسة نشرتها "المجلة الأمريكية للعلوم البيئية" الشهيرة ، قام فريق من المؤلفين الأردنيين والعرب بمحاولة التحقيق في العلاقة بين تطور هطول الأمطار في الأردن والظواهر العالمية لتغير المناخ.

فقاموا بتقييم البيانات من ست محطات للأرصاد الجوية في الأردن لمقارنة التغيرات في درجات الحرارة والأمطار والرطوبة النسبية في العقود الماضية من أجل أن يكونوا قادرين على الإدلاء ببيان حول تغير المناخ في الأردن. توصل الباحثون إلى استنتاج مفاده أنه لا يوجد دليل على وجود اتجاه مرئي في زيادة أو انخفاض في معدل هطول الأمطار ، ولكن يبدو أن هناك انخفاضًا واضحًا في درجة الحرارة. مع ذلك ، هناك العديد من القرائن التي يمكن أن تعزى إلى الحقيقة ، وهي أن توليد البيانات وتحليلها لا يمكن تحقيقهما في الأردن ببساطة بسبب البنية التحتية المحدودة للأرصاد الجوية. تعكس هذه التقديرات الإدراك العام لتغير المناخ: جريدة "جوردان تايمز" ، أهم صحيفة يومية ناطقة باللغة الإنجليزية ولها

صلات وثيقة بالحكومة ، تفسر في مقالاتها القليلة حول تغير المناخ الجفاف وغياب المطر نتيجة للمناخ الطبيعي. تشير الصحف الأردنية الناطقة باللغة العربية في الواقع إلى أن الظواهر المناخية مثل الجفاف خلال شتاء 2011/2010 لها آثار واسعة وخطيرة ، وخاصة على الزراعة ، ولكن هذه النتائج ينظر إليها بشكل عام على أنها لا علاقة لها بعواقب تغير المناخ .(Hamdi et al, 2009)

ومع ذلك فإن استطلاع الرأي "الرأي العام العربي وتغير المناخ" في التقرير السنوي لعام 2009 للمنتدى العربي للبيئة والتنمية الذي يشمل آراء 2322 من سكان العالم العربي يظهر بوضوح أن هناك مستوى من الوعي حول تغير المناخ داخل السكان الأردنيون: أشار 96٪ من الأردنيين إلى أنهم يعتبرون تغير المناخ في المقام الأول نتيجة للنشاط البشري و 88٪ يعتبرون تغير المناخ مشكلة خطيرة لبلدهم .(APO, 2009)

إن الوعي بالمشاكل ، والذي هو فوق متوسط العالم العربي ، يسير جنباً إلى جنب مع درجة عالية من الرضا عن سياسات الحكومة في مكافحة تغير المناخ: فقط 26٪ يعتبرونها غير كافية ، و 42٪ يرونها إيجابية. المتوسط في جميع أنحاء العالم العربي يكمن في مجرد 30 ٪ من رضا الحكومة في هذا المجال السياسي. من المؤكد أن نتائج هذه الدراسة ذات معان محدودة: فهي ليست دراسة تمثيلية ، حيث تم إرسال استبيانات للجمهور في الصحف الرائدة (في قضية أردنية الشهيرة) ويمكن لكل من يهمه الأمر أن يملأ النموذج. - ,Omari) (2011

تأثيرات التغير المناخي

لقد أصبحت جودة وكمية المياه ذات أهمية كبيرة في الأردن في العقود الأربعة الماضية. ومن المتوقع أن تنخفض المياه المتاحة من الموارد المتجددة الحالية إلى أقل من 91 م 3 / ج د بحلول عام 2025 ، وهو رقم منخفض للغاية بالمقارنة مع خط فقر المياه الدولي البالغ 1000 م 3 / ج د (الصمادي وآخرون 2010).

وقد أجبر نقص المياه الأردن على أخذ جميع الموارد المائية المتاحة في الاعتبار لسد الفجوة بين الطلب والعرض المتاح (الطبل والزبون 2012).

الحالة الدراسية : حوض عمان الزرقاء (AZB)

الموقع

تمتد منطقة الدراسة شمالاً إلى الحدود السورية ، حوض الأزرق إلى الشرق ، حوض اليرموك إلى الشمال الغربي ، ومنطقة عمان إلى الجنوب الغربي. تبلغ المساحة الكلية للحوض 4120 كم 2 حيث يوجد حوالي 95٪ من مساحتها داخل الأردن و 5٪ فقط في سوريا. يمتد الحوض من مدينة سلخاد السورية في جبل العرب مع ارتفاع 1460 متراً إلى جنوب عمان ثم غرباً لتصريف مياهه عند التقاءه مع نهر الأردن على ارتفاع -350 متراً. يمثل الحوض منطقة انتقالية بين المرتفعات شبه الجافة في الغرب إلى الصحراء القاحلة في الشرق. حوالي 2.72 مليون شخص (2004) يعيشون في الحوض الذي يمثل حوالي 50 ٪ من مجموع السكان في الأردن. المراكز الرئيسية المأهولة بالسكان هي مدن عمان والزرقاء وجرش والرصيفة.

المناخ

تقع الأردن في الجانب الشرقي من البحر الأبيض المتوسط. المناخ شبه جاف ويتسم بالشتاء الرطب البارد مع انخفاض درجات الحرارة بما في ذلك الصقيع المعتدل خلال الليالي والصيف الجاف الحار. وفقًا لخريطة هطول الأمطار السنوية التي تبلغ 50 عامًا ، يتراوح معدل سقوط الأمطار بين 100-500 ملم. متوسط حجم الفائض الشهري في ديسمبر ويناير وفبراير ومارس. معدل التبخر يشكل حوالي 90 ٪ من مجموع هطول الأمطار. متوسط معدل التسلل هو ما يقرب من 4-10 ٪. تتميز المرتفعات الشرقية للأردن ومناخها بصيف حار وشتاء معتدل. تحدث كميات قليلة من الأمطار خلال الأشهر الرطبة نسبيا من أكتوبر

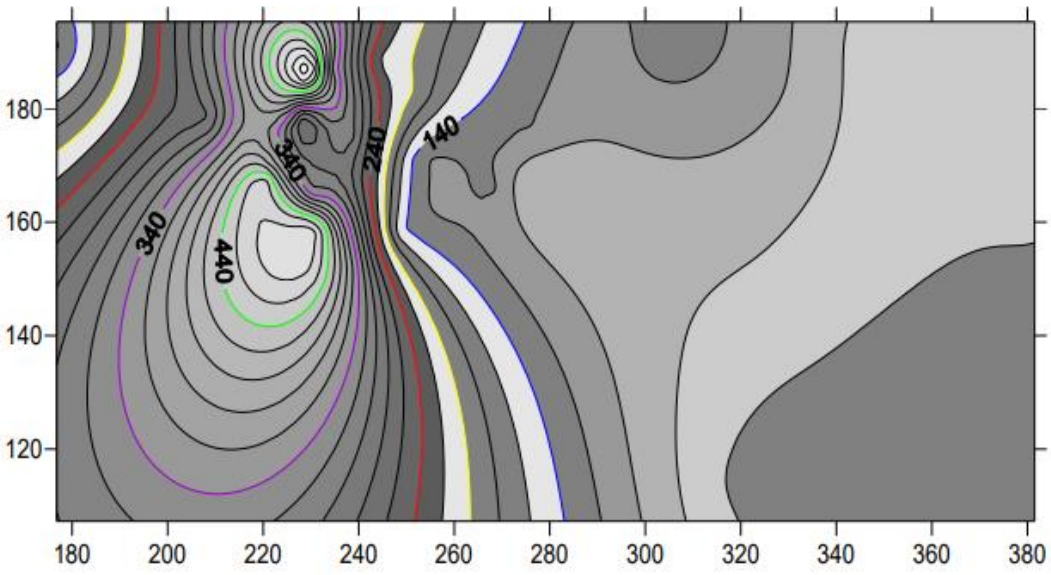
إلى مايو وترتبط عادة بنقل البخار الداخلي من البحر الأبيض المتوسط. يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية 17.3 درجة مئوية. يتراوح متوسط درجة الحرارة اليومية من حوالي 8 درجات مئوية في الشتاء إلى 25 درجة مئوية في فصل الصيف. الرياح السائدة في مطار عمان هي من الجنوب الغربي في الشتاء وتتحول إلى الشمال الغربي في الصيف. تشير البيانات المتاحة لسنوات المياه من 1965 إلى 1966 إلى 1989-90 إلى أن التبخر السنوي المتراكم ، استنادًا إلى بيانات من النوع A ، يكون في حدود 2000 ملليمتر على الأقل. تتراوح معدلات التبخر الشهرية من حوالي 85 إلى 90 ملليمتر في ديسمبر ويناير إلى 210 ملليمترات في أبريل ، وما يصل إلى 300 ملليمتر في مايو (Chehata و Livant، 1997). وتبلغ سرعة التبخر 567 ملم في اب.

الجغرافية الهيدروجيولوجية

تم تحديد ثلاث طبقات مياه رئيسية: طبقة الجير من الحجر الجيري A7 / B2 معظم هذا التكوين الكلساني يقع بالكامل ضمن حدود التشبع. في المناطق التي يكون فيها التكوين أقل من مستوى المياه حيث توجد الشقوق . تتحكم درجة التكسير والمسامية في إنتاجية المياه وتوافرها. تعتبر الطبقة البازلتية وطبقة المياه الجوفية القديمة هي واحدة من شبكة طبقات المياه الجوفية الرئيسية في منطقة الدراسة وتمتد من مركز الحوض إلى الشمال والشمال الشرقي. تقع الرواسب الغرينية تحت البازلت ، في قنوات الصرف و المنخفضات من سطح الأرض السابق وضمن تسلسل البازلت. وهي تعتبر القنوات الرئيسية التي تحمل مياه التغذية من المناطق التي تتساقط فيها أمطار غزيرة في مقاطعات دهوليل وغيرها من المياه الجوفية.

هطول الأمطار

باستخدام برنامج Findgraph تم حساب الاتجاه الأكثر انخفاضاً لمعظم 35 محطة من محطات الأمطار بشكل عام خلال 58 عامًا ، ومن الواضح أنه من خلال الاتجاه ، يتضح أن الأمطار المطلقة السنوية في غالبية المحطة تتجه لأسفل لمحطة Kitta . وعلاوة على ذلك ، فقد تم حساب بيانات هطول الأمطار السنوية لكل محطة من أجل تغيير التحديد في كمية الأمطار حيث يبين الميل في هطول الأمطار بالنسبة للزمن . في s1940 كان هطول الأمطار بنسبة 40-50 ٪ أعلى من المتوسط على المدى الطويل . الشكل (1)



الشكل(1), خريطة الكنتورية السنوية حول هطول الأمطار (AZB)

درجة الحرارة والتبخر

الأبحاث الحديثة التي نفذت ونشرت حول التغير المناخي في الأردن ، تشير الى تغيرات سرعة الدوران في درجة الحرارة والحرارة الموجية ، أعادت هذه الدراسة تنظيم محطة التبخر الخمسة التي تقع داخل AZB مع بيانات التبخر السنوية القائمة على طريقة المقلاة من الفئة A لمدة 25 سنة وفقًا للجدول أدناه. الشكل (2)

Years						
	AL0019	AL0035	AL0053	AL0059	AL0066	
1980						
1981		2606	2570	2953		
1982		2318	2740	2543		
1983		2354	2422	2795		
1984		2595	2775	3359		
1985			2840	2848		
1986				2965	2661	
1987			2785	3395	2548	
1988	2359		2512	3071	2183	
1989	2478	2459		3851	2122	
1990	2684	2472		3592	1948	
1991	2334	2341		3059	2160	
1992	1785	2059		3539	1953	
1993	2573	2380		2630	1748	
1994	2332	2003		2603	1910	
1995	2447	1704		2504	2076	
1996	2349	1943	2313	2722	2079	
1997	1678	3102		2449	2124	
1998	2048	3023		2578	2112	
1999	2267	3399	2300	2643	1832	
2000	2159	3418	1018	2529	1910	
2001	2202	3308	2550	3090	1983	
2002	2229	2383		3010	1652	
2003	2079	3267		2815	1718	
2004	2132	3082	2044	2742	2118	
2005	1780	2362	1903	2600	2071	

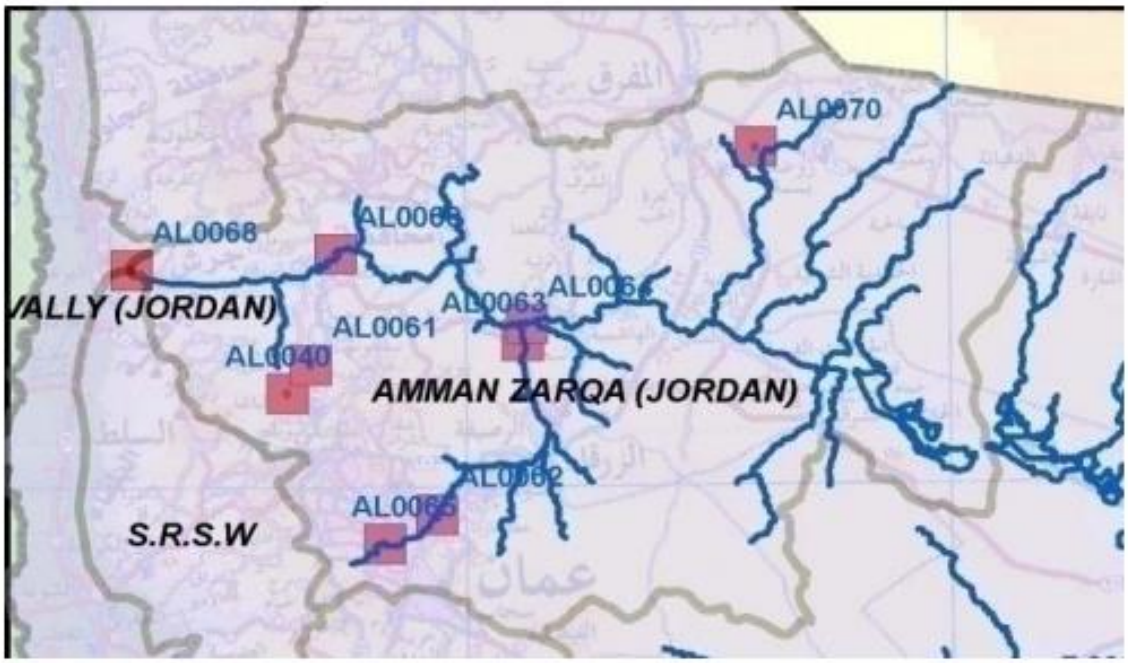
الشكل (2), درجة الجرارة والتبخر.

قسمت بيانات التبخر للمحطات (AL0019، AL0035، AL0059 ، و AL0066) لمدة عشرين سنة (1988-1998 ، 1998-2008) ، وتم استخدام تيسين للمضلعات

وخرائط Isohyatal لحساب قيمة التبخر ، حيث وجدت قيمة التبخر المحتملة للفترة (1988-1998) حوالي 2452 مم ولكن لفترة (1998-2008) حوالي 2502 ملم.

جريان المياة

تم تقسيم حوض الزرقاء الأردني لأربعة عشر منطقة مستجمة مياه فرعية تحتوي كل واحدة منها على تيارات رئيسية كما هو موضح الشكل (3) ، وجميع الأنهار تصطدم بالمجرى الرئيسي الرئيسي الذي يدعى نهر الزرقاء وتسقط الأراضي السفلى الغربية (جاور) حيث تحتفظ بها سد الملك طلال . محطة جسر جرش (AL0060) واحدة من محطات قياس الجريان السطحي الثمانية التي تقع على نهر الزرقاء وغيرها من الجداول في الحوض ، وقد اتخذت هذه المحطة لحساب حجم جريان حوض الزمان.



الشكل (3), محطات قياس الجريان السطحي من AZB

الحفائر

الحفائر هي البرك المحفورة ميكانيكيا بأشكال مختلفة (مربعة ، مستطيلة ، دائرية) وأعماق. يتم حفرها عادة في الأراضي المنخفضة على طول مسارات الفيضانات والوديان الموسمية في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية. هذه التكنولوجيا يمكن أن تخدم أحد هدفين. إذا كانت قاع الحفائر قابلة للنفاذ ، يمكن استخدامها لضمان تسلل تدفق جريان السطح المحتفظ به ، لإعادة شحن المياه الجوفية في منطقة الحفائر. في المقابل ، إذا كان أسفل الحفائر غير نافذ ، يمكن استخدامها كخزان لإمداد مياه الشرب والري أو تربية الماشية. في كلتا الحالتين ، تلعب الحفائر دورًا في تكنولوجيا حصاد المياه السطحية ، على غرار السدود الاصطناعية لتغذية المياه الجوفية.

تم استخدام الحفائر لأغراض التغذية الاصطناعية في سوريا والأردن في حوض حماد. بالإضافة إلى ذلك ، تم استخدام حفائر التغذية مثل تقنية إعادة التغذية الاصطناعية منذ بضعة عقود. يمكن رؤية هذا النوع من الطرق في وادي الموكار في الأردن. وبالمثل ، تم تطبيق طريقة حقن البئر على نطاق واسع في قطر ، وعلى مستوى تجريبي أكبر في سوريا والأردن والكويت.

(إعادة التعبئة الاصطناعية) الخطة الوطنية

يمكن استخدام التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية لأغراض مختلفة. في جنوب كاليفورنيا ، تم تشغيله لمدة 30 عامًا لتجديد أحواض المياه الجوفية المثقلة بالأعباء ، وتخزين المياه المستصلحة ، وصد مياه البحر ، والحد من انحدار الأرض ، وزيادة إنتاج الغاز / النفط. بسبب زيادة استهلاك المياه ، الانخفاض المحتمل في تخصيص إمدادات المياه السطحية ، وانخفاض مستويات المياه في العديد من أحواض المياه الجوفية ، والقلق بشأن تدهور نوعية المياه ، وتحسين إدارة موارد المياه أمر مرغوب فيه للغاية هناك العديد من الطرق لزيادة مصادر المياه الجوفية بشكل مصطنع ولكنها قد تصنف جميعها في أساليب مباشرة

وغير مباشرة مع الطرق غير المباشرة . يتم الحصول على زيادة التغذية عن طريق تحديد وسائل لتجميع المياه الجوفية في أقرب مكان ممكن إلى مناطق التفريغ الطبيعي.

يمكن تقسيم الطرائق المباشرة إلى تقنيات إعادة التغذية السطحية وتقنيات التقشير تحت سطح الأرض. في التغذية السطحية ، ينتقل الماء من سطح الأرض إلى طبقة المياه الجوفية عن طريق التسلل عبر التربة. عادة ما يتم حفر السطح ويتم إضافة الماء إلى أحواض الإنتشار والخنادق والحفر والأعمدة ويسمح بالتسرب. بشكل عام ، تعتمد الطرق السطحية على وقت التلامس مع الماء في التربة و تنطوي الطرق السطحية المباشرة على تكاليف بناء منخفضة وسهلة التشغيل والصيانة ، بالمقارنة مع الطرق الأخرى.

يتم توزيع المياه على سطح الأحواض التي تم حفرها في الأراضي الحالية وأكثرها فعالية في التربة شديدة النفاذية , اما صيانة طبقة من الماء فوق التربة فهو أمر ضروري, وتكون إعادة التغذية أكثر فاعلية عندما لا توجد طبقات معوقة بين سطح الأرض وطبقة المياه الجوفية. يمكن أن تكون الحفر وأعمدة إعادة الشحن دائرية أو مستطيلة أو مربعة المقطع ، ويمكن ردمها بالمواد المسامية. تعتبر الحفر والأعمدة طرق فعالة لاختراق الطبقات الأقل نفاذية بين سطح الماء وجدوله في المناطق التي قد لا يكون حوض الانتشار فعالا فيها ، من أجل الوصول إلى طبقة المياه الجوفية التي يتم فصلها.

وتشمل الطرق غير المباشرة تركيب مرافق لضخ المياه الجوفية بالقرب من المسطحات المائية السطحية المتصلة من أجل خفض مستويات المياه الجوفية وإحداث تسربات إلى أماكن أخرى في حوض التصريف. تشمل الطرق غير المباشرة تعديل طبقات المياه الجوفية لتعزيز احتياطات المياه الجوفية. تعزيز تسلل مجرى مائي هو خلق نظام من الآبار بالقرب من جسم المياه السطحية. يتم وضع خط واحد من الآبار بشكل موازٍ على ضفة النهر ، ويقع الخط الثاني من الآبار على بعد مسافة قصيرة من النهر ، ولكن يتم فحص الآبار الملتصقة في كل من طبقة المياه الجوفية الضحلة وطبقة المياه الجوفية الأرتوازية. يتم ضخ المياه من الطبقة الصخرية العميقة وإذا تم خفض سطحها السفلي تحت سطح المياه

الضحلة ، فإن المياه من الطبقة الصخرية الضحلة تصب مباشرة في الطبقة الجوفية العميقة. بالإضافة إلى انخفاض معدل هطول الأمطار الصافية .

النتائج والتوصيات

وفقًا لهذه الدراسة ، يمكن تصنيف ظاهرة تغير المناخ على أنها تسجيل ظاهري حيث ان لها تأثير على معدل الأمطار بشكل جازم . على الرغم من أنه يجب اتخاذ إجراءات وقائية لتخفيف حدة النضوب في مستوى المياه وتدهور نوعية. في حين أن الإجراء الأكثر ملاءمة هو مشاريع حصاد المياه التي تحقق ضد نقص المياه والتغيرات المناخية.

وحيث أن هذه الدراسة توافق على انخفاض هطول الأمطار بنحو 12٪ سنويًا. وانخفاضًا في كمية التبخر بنسبة 1٪. مما يقلل من ظواهر الطقس المتفاقمة التي تؤدي إلى إعادة توزيع النسبة المئوية بين المياه الجوفية والمياه السطحية . لذا فإن تأثير تغير المناخ سيكون أكثر على المياه الجوفية ، مع انخفاض بنسبة 12 في المائة في هطول الأمطار ينبغي أن يؤدي إلى نقص في المياه الجوفية بنسبة 15 إلى 20 في المائة. وهذا يمكن أن يشكل الضغط على المنشآت الهيدرولوجية للمياه السطحية.

فيما يتعلق بما سبق ، أوصت الدراسة بتجميع منشآت تجميع المياه والتغذية الاصطناعية كإجراءات للتخفيف والتكيف لمواجهة كل من نقص الموارد المائية الذي حدث في الأردن ولمواجهة الآثار المحتملة الناجمة عن تغير المناخ. فيما يتعلق بالحد من تكلفة هذه المنشآت والقدرة على التمويل والتنفيذ محليا.

المراجع

المراجع باللغة العربية

- الصمادي ، الزبون ، العزب (2010) إدارة المياه و إعادة استخدام الفرص في محطة للطاقة الحرارية في الأردن. Afr J Biotechnol (29): 4606-4614.

- الطبال جلال ، الزبون (2012) تقييم ملاءمة المياه الجوفية لأغراض الري والشرب في الشمال منطقة الاردن. J Environ Sci Technol 5 (274): 290

- العيساوي (2006), ندرة المياه فيما يتعلق بالأمن الغذائي والاستخدام المستدام للتنوع البيولوجي في الأردن. In: Hamdy A، Monti R (eds) الأمن الغذائي تحت ندرة المياه في الشرق الأوسط: المشاكل والحلول. CIHEAM، Bari، pp 239–248

- أبو عواد ، إيه إم. وشطناوي ، م. ر. (1997). حصاد المياه والتسلل في المناطق القاحلة المتأثرة بالسطح.

المراجع باللغة الانجليزية

Oamri, Raed (2011): "Too early to declare water emergency", Jordan Times, December 1 2010, http://jordantimes.com/index.php?news=3223 8 [02/24/2011].

Hamdi, Moshrik; Abu-Allban Mahmoud; AlShayeb Ammar; Jaber Mohammed; Momani Naill (2009): „Climate Change in Jordan: A Comprehensive Examination Approach" American Journal of Environmenta Sciences 5 (1), 58-68,

"Arab Public Opinion and Climate Change, (AOP) 2009", Arab Forum for Environment and Development, 2009, 9.

Omari, Raed (2011): "Climate change may be to blame for delayed rains", Jordan Times, November 23 2010, http://jordantimes.com/index.php?news=3199 1 [02/24/2011].

Hamdi M, Abu-Allaban M, Al-Shayeb A (2009) Climate change in Jordan: comprehensive examination approach. Am J Environ Sci 5(1):58–68

Amro H, Kilani S, Jawawdeh J, Abd El-Din L (2001) Isotope based assessment of water water recharge and pollution in water water scarce: a case study in Jordan. WAJ flew

Hansen E, Sato M (2011) Paleoclimate implications for humanmade climat
change.http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2011/20110118_MilankovicPaper.pdf