AUCES

□استعمالات المياه و آثارها السلبية على مصادر المياه و طرق معالجتها- حالة دراسية / الأردن

□☆ركاد عايد طعاني☆ و طالب راتب أبو زهرة☆☆ ونضال موسى العوران☆

*جامعة البلقاء التطبيقية، كلية الزراعة التكنولوجية / قسم إدارة موارد المياه والبيئة – السلط ١٩١١٧ الأردن

**جامعة البلقاء التطبيقية، كلية الزراعة التكنولوجية / قسم انتاج ووقاية النبات – السلط ١٩١١٧ الأردن

* المراسل الأول البريد الإلكتروني:rakad.ayed@yahoo.com

الملخص العربي :

إن الزيادة المطردة في عدد السكان ادت الى ارتفاع الطلب على المياه مما نجم عنه استنزاف الخزانات الجوفية وارتفاع معدلات استهلاك المياه على كميات التغذية الجوفية الطبيعية وأدى الى حدوث ظواهر خطيرة مثل جفاف الينابيع وتملح الآبار الجوفية وزيادة تركيز النيترات في آبار المياه الجوفية أيضاً. تهدف هذه الدراسة الى إبراز مشكلة استنزاف موارد المياه في الأردن والنتائج المترتبة على عدم إدارتها بشكل جيد والوقوف على الأسباب التي أدت إلى التأثيرات السلبية التي حصلت نتيجة استعمالات المصادر المائية غير الرشيدة وإيجاد الوسائل والسبل لمعالجة هذه التأثيرات السلبية لتوفير الموارد المائية في الزراعة والاستخدام البشري والصناعة. أشارت هذه الدراسة أن السبب في تملح المياه الجوفية وتردي نوعيتها يعود إلى الضخ الجائر واتباع أسلوب الري السطحي واستخدام الأسمدة الكيماوية في الزراعة. وكذلك فإن استخدام المبيدات الحشرية له تأثيرات سلبية على البيئة. تم استعراض بعض الأمثلة للحالات السلبية الناجمة عن الاستخراج الجائر في كافة الأحواض المائية في الأردن وطرق معالجتها. إن إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة يجب النظر إليها بخصوصية ايجابية كمصدر من المصادر الرافدة لكميات المياه المتاحة في الوقت الراهن هذا المصدر غير التقليدي إن جاز التعبير يمكن أن يغطي جزءاً كبيراً من المتطلبات الزراعية المحددة الاستعمال وسد جزءاً من العجز الحاصل في مياه الشرب أخذين بعين الاعتبار مدى ملائمة خصائص المياه المعالجة ونوعية المحصول المراد استغلالها له لتلافي التأثيرات البيئيةالسلبية من الممارسات الحالية.

الكلمات الدالة: استنزاف الخزانات الجوفية، استهلاك المياه، الضخ الجائر، التأثيرات السلبية، الأردن .

المقدمة ومشكلة الدراسة :

تعاني المملكة الأردنية الهاشمية كباقي أغلب مناطق الوطن العربي من ندرة المياه ويرجع ذلك إلى وقوعها في المنطقة الجافة من الكرة الأرضية. ومع النمو السكاني وارتفاع وتيرة التنمية الاجتماعية والاقتصادية فإن مشكلة الندرة تتفاقم كنتيجة منطقية لتزايد الطلب على المياه لتلبية الاحتياجات المنزلية والصناعية والزراعية. ولا تقتصر مشكلة المياه في الأردن على الندرة وإنما تمتد إلى نوعية المياه التي تتدنى وتتحول إلى مياه غير صالحة لأسباب كثيرة (كاستخدام المخصبات الزراعية والمبيدات وطرح المخلفات الصناعية). فالكميات المتاحة في تناقص مستمر والنوعية في ترد دائم وعلية فإن الأردن يواجه تحديات حقيقية لتأمين الاحتياجات المائية للاستعمالات المنزلية في ضوء شح مواردها المائية واستنزاف معظمها إلى حد كبير. وتزداد احتياجات مياه الشرب بشكل متسارع نظراً لارتفاع نسبة ازدياد السكان الطبيعية من جهة والهجرة السكانية التي واجهها الأردن عبر السنوات الماضية وخاصة بعد حرب الخليج وتدفق

أكثر من (٣٠٠) ألف وافد من العاملين الأردنيين في الكويت وكذلك تدفق الوافدين السوريين والعراقيين إلى الأردن. مما جعل سلطة المياه تقوم بالضخ الجائر من المصادر القائمة ومواصلة الكشف عن مصادر جديدة لتلبية الاحتياجات المتزايدة.

يعتبر الأردن من البلدان شبه الجافة والتي لا تملك إلا مصادر مياه عذبة محدودة للغاية. وقد صنف توفر المياه فيها بأدنى درجة على (Water Stress Index) والذي يشير إلى درجة نقص المياه أو شحها. وتعتبر البلدان التي تقل فيها حصة الفرد عن ١٧٠٠م٣ في السنة من البلدان التي تعاني من "ضغوطات قائمة"، بينما البلدان التي تكون فيها حصة الفرد بأقل من ١٠٠٠ م٣ في السنة فهي تعاني من "شح" المياه والبلدان التي تكون فيها حصة الفرد أقل من ٥٠٠ م٣ في السنة تعتبر بأنها " شحيحة الماء تماما ". وحصة الفرد من المياه تعادل ٨٠ لتراً يومياً في عام ٢٠١٣ ونصيب الفرد لكافة الاستعمالات أقل من ١٥٠م٣ في العام نفسه، فهي تقع ضمن فئة "شحيحة المصادر تماما، (عميش، ٢٠١٣).

وتواجه المملكة الأردنية الهاشمية اختلالا في التوازن ما بين إجمالي الطلب على المياه والتزويد المتوفر من المياه العذبة. ولقد تم تطوير خطة لإدارة مصادر المياه للأردن في عام ٢٠٠٤ وقد اختبرت هذه الخطة مصادر المياه التقليدية وغير التقليدية. وأفادت الخطة بأن الفجوة بين الطلب والمتاح من المياه سوف يستمر بالاتساع حتى بعد تطبيق شروط الخطة لسد الحاجة المتزايدة من المياه. وبحلول عام ٢٠٢٠، يتوقع أن يزيد إجمالي الطلب على المياه عن ١,٦٢٠ مليون متر مكعب بسبب الزيادات الكبيرة في عدد السكان، وتحسن مستوى المعيشة ونمو النشاط الاقتصادي والهجرات القسرية المختلفة. كما يتوقع لمصادر التزويد بالمياه أن تزيد من المياه المتاحة التي كانت ٨٥٠ مليون متر مكعب لتصبح ١,٢٨٩ مليون متر مكعب للسنة بحلول عام ٢٠٢٠، وقد يكون المستقبل أسوء بكثير إذا ما تم دراسة التوقعات المستقبلية بشكل يأخذ بالاعتبار الانحدار الحاصل في كميات المصادر المائية السطحية منها و الجوفية مقارنة مع الانحدار الحقيقي في كميات المطر الساقطة على المملكة و ما له من تأثير مباشر على المصادر المائية المختلفة (Abdel Khaleq, 2006).

اذن الأردن امام مشكلة مرتبطة بدراسة اسباب شح ونقص المياه، وسوف تقوم هذه الدراسة الوقوف على الأسباب التي أدت إلى التأثيرات السلبية نتيجة استعمالات المصادر المائية غير الرشيدة وإيجاد الوسائل والسبل لمعالجة هذه التأثيرات السلبية لتوفير الموارد المائية في الزراعة والاستخدام البشري والصناعة.

المواد وطرق البحث :

مصادر المياه :

تعتمد المصادر المائية في الأردن بشكل رئيسي على مياه الأمطار والتي تتصف بقلتها وتذبذبها الكمي مكاناً وزماناً. وفي ضوء شح الموارد المائية واستنزاف معظمها إلى حد كبير فإن الأردن يواجه تحديات حقيقية لتأمين الاحتياجات المائية للاستعمالات المنزلية بشكل رئيس وتأمين الحد الأدنى اللازم للإنتاج الزراعي والصناعي. فدراسة هذه الموارد لها أهمية قصوى في بلد شحيح الموارد كالأردن والتي تستلزم إدارة فعالة تقوم بوضع التخطيط المناسب واتباع سياسة مائية حكيمة. آخذين في الاعتبار أولويات الاستخدام حسب الأهمية ومحاولة تطوير المصادر المائية، إضافة إلى إيجاد مصادر مائية جديدة تلبي الاحتياجات الضرورية لكافة الأغراض.

الأمطار:

المطر هو أساس الثروة المائية في الأردن. وهو عنصر متغير غير ثابت، تتفاوت كمياته بين نقص وزيادة وتتغير معدلاته تبعاً لذلك في كل عام. تبدأ الدورة الهيدرولوجية في الأردن بعملية تبخر الماء من الأسطح المائية المختلفة وبشكل خاص من مياه البحر الأبيض المتوسط وما تجلبه الكتل الهوائية القادمة منه من بخار الماء لتكون الغيوم. وبفعل الجبهات الهوائية الباردة وبمساعدة التضاريس الطبيعية في المنطقة يحصل التساقط.

تختلف كميات الأمطار الساقطة على المملكة حسب الزمان والمكان، فهي تسقط خلال الفترة ما بين شهر تشرين أول (اكتوبر) وشهر نيسان (ابريل). حيث يسقط حوالي (٨٠%) من الأمطار السنوية ما بين شهري كانون أول وآذار. تسقط على كامل مساحة الأردن والبالغة (٩٠) ألف كيلو متر مربع ما يزيد معدله عن (٨٥٠٠) مليون متراً مكعباً من مياه الأمطار، إلا أن التضاريس الطبيعية تلعب دوراً هاماً في اختلاف توزيع هذه الكمية من المياه حسب المناطق. يتراوح معدل الأمطار السنوية التي تسقط على الأردن بين أقل من (٥٠) ملم في الصحراء الشرقية ووادي الأردن إلى أكثر من (٦٠٠) ملم فوق مرتفعات عجلون، (JMD, 2010). ويمكن تقسيم الأردن حسب كميات الأمطار السنوية الساقطة سنوياً كما يظهر في الجدول رقم (١).

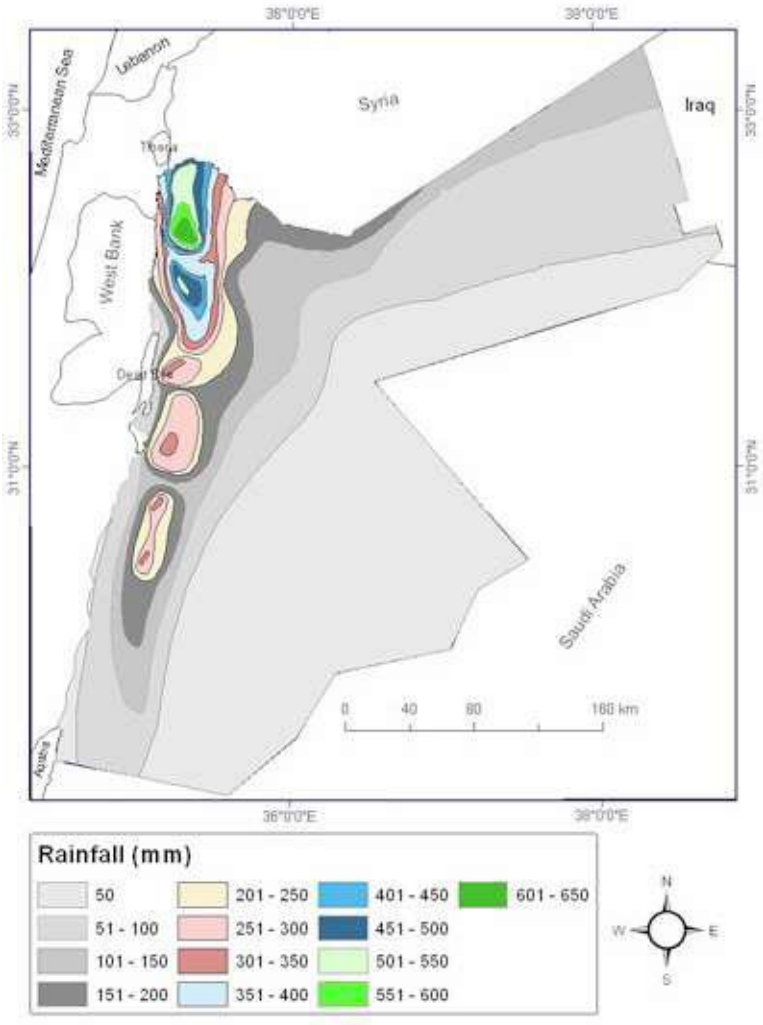
جدول ١: تقسيم الأردن حسب كميات الأمطار الساقطة سنوياً على المساحة الكلية، (Ta'any, 1989).

المنطقة أو النطاق	معدل سقوط المطر السنوي (ملم)	المساحة (كم٢)	النسبة إلى المساحة الكلية (%)	حجم المطر مليون متر مكعب (م م٣)
صحراء	أقل من ١٠٠	٦٤٣٥٠	٧١.٥	٣٤٢٥
جاف	١٠٠-٢٠٠	٢٠٠٥٠	٢٢.٣	٢٩٥٠
هامشية	٢٠٠-٣٠٠	٢٠٣٠	٢.٢	٥٣٠
شبه جاف	٣٠٠-٥٠٠	٢٩٥٠	٣.٣	١١٧٠
شبه رطبة	أكبر من ٥٠٠	٦٢٠	٠.٧	٤٢٥
المجموع		٩٠٠٠٠	١٠٠	٨٥٠٠

بشكل عام فإن الهطول المطري يزداد باتجاه الشمال والغرب ويتناقص باتجاه الجنوب والشرق. والشكل رقم (١) يبين توزيع كميات الأمطار الساقطة على المملكة للفترة من (١٩٣٧-٢٠١٢). من التوزيع الجغرافي للأمطار، يتضح مدى شح موارد المياه في الأردن المعتمدة بشكل رئيسي على الأمطار.

مصادر الأردن المائية :

تقسم مصادر المياه في الأردن إلى قسمين رئيسين، هما المصادر المائية التقليدية والتي تشمل المياه السطحية والمياه الجوفية والمصادر غير التقليدية والتي تقتصر في الوقت الحاضر على المياه العادمة المعالجة ونسبة قليلة تحلية مياه لا تتعدى ١%.



الشكل ١: توزيع الأمطار السنوية على المملكة الأردنية الهاشمية، (Hussein et al.,2009)

المصادر المائية التقليدية :

تعتبر المياه التقليدية المصدر الرئيسي المتاح لكافة الأغراض والتي تتكون من المياه السطحية والمياه الجوفية.

المصادر المائية السطحية :

تعرف المياه السطحية بأنها ذلك الجزء من الدورة الهيدرولوجية الدائمة الجريان على مدار العام والتي تشمل الينابيع والأنهار، بالإضافة إلى المياه الموسمية التي تجري في الأودية والأنهار على شكل فيضانات في فصل الشتاء. إن الأمطار هي المصدر الرئيسي الذي يعمل على تغذية واستمرارية هذه المصادر المائية وأن أي اختلاف أو تذبذب في سلوكية المطر ومقداره ينعكس على هذه المصادر مباشرة.إن

الطاقة الإنتاجية السنوية للمياه السطحية تظهر أيضاً تناقصاً واضحاً كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب وتنطبق هذه السلوكية أيضاً على السنين العادية. من التعريف السابق يتبين أن المياه السطحية تقسم إلى قسمين رئيسين هما الجريان الأساسي والفيضانات. وتعتبر المياه الجوفية مصدر الجريان الأساسي الذي يغذي الأودية أو الأنهار بواسطة الينابيع. والينابيع تعتمد على خصائص الطبقات المائية التي تغذيها وعلى كمية التصريف ونوعيته. وهناك ينابيع تتأثر مباشرة بأية تغيرات تطرأ على أنظمة المياه الجوفية المغذي له. بلغ المعدل السنوي للجريان الأساسي لكافة الأودية والينابيع في الأردن في الموسم المائي ٢٠١٢/٢٠١١ حوالي (٢٣٤.٣) مليون متر مكعب (م م٣). أما حجم مياه الفيضانات السنوية لنفس الموسم المائي بلغ حوالي (١٣٩.٢ م م٣) والتي تشكل حوالي (2.4 %) من حجم المطر السنوي الساقط على كافة الأحواض المائية السطحية تم تقسيم هذه الأحواض إلى (١٥) حوضاً مائياً سطحياً وفقاً للاعتبارات الطبوغرافية، (وزارة المياه والري، ٢٠١٢).

المصادر المائية الجوفية

تتميز المياه الجوفية بشكل عام بمزايا وخصائص تجعل لها أهمية كبيرة. فغياب الأنهار الكبيرة الدائمة الجريان وقلة الأمطار وتذبذبها مكاناً وزماناً يجعل المياه الجوفية المصدر الأكثر انتشاراً كما هو الحال في الأردن. علاوة على ثبات الكميات التي يمكن استخدامها من المياه الجوفية وجودة نوعيتها تجعلانها أكثر اعتمادية في فترات الجفاف المتعاقبة. كما تلعب دوراً هاماً في التنمية الزراعية وخاصة في المناطق الصحراوية ومنطقة وادي عربة، حيث تشكل المصدر الوحيد للمياه. إن مصادر المياه الجوفية في الأردن تنقسم إلى جزأين هما: المياه الجوفية المتجددة والمياه الجوفية غير المتجددة.

أ. المياه الجوفية المتجددة

وهي المياه التي تصل إلى الطبقات المائية من مياه الأمطار عبر الشقوق والفراغات المتواجدة في الصخور الحاملة للماء. وتعتمد هذه المياه بشكل رئيسي على كميات الأمطار الساقطة سنوياً على مناطق التغذية لتلك الطبقات المائية. وقد تفاوتت تقديرات المياه الجوفية المتجددة في الأردن عند مختلف الباحثين والدارسين، حيث تبين ان المياه الجوفية الممكن استخراجها ضمن الحد الآمن تزيد عن (٢٧٥) م م٣ المعدل السنوي للتغذية المباشرة من مياه الأمطار، (وزارة المياه والري، ٢٠٠٤).

ب. المياه الجوفية غير المتجددة

وتعرف هذه المياه بأنها تلك المياه التي تجمعت في الطبقات الحاملة للماء عبر فترات طويلة من الزمن، حيث ساد مناخ رطب وأمطار غزيرة ثم ساد مناخ جاف توقفت التغذية بعدها. وتعتمد كميات المياه المخزونة على سمك ومعامل التخزين للطبقات الحاملة لها وكذلك على الامتداد الأفقي لها. تتواجد هذه المياه في أحواض المناطق الجنوبية والشرقية للمملكة. يراعى في استخراج هذه المياه النوعية وقرب الطبقات الحاملة للماء من سطح الأرض.

يوجد حوضان رئيسان في المملكة لهذه المياه تم التعرف عليهما أثناء عمليات الحفر الاستكشافي هما: حوض الديسي وحوض الجفر. حوض الديسي في الأردن يتكون من الطبقات الرملية والحجر الرملي الصخري يتخللها طبقات من الرمال ويمتد هذا الخزان داخل أراضي المملكة العربية السعودية. وقدرت أحدث الدراسات التي أجريت على هذا الحوض المائي باستخدام النماذج الرياضية أنه يمكن استخراج ما مقداره (١٢٥ م م٣) سنوياً ولمدة مائة عام. كما دلت أعمال المراقبة لنوعية المياه في هذا الخزان أن ملوحة المياه بحدود (٣٠٠) جزء بالمليون والمصدر الثاني

للمياه غير المتجددة هو المياه الجوفية المخزونة في طبقات العجلون والبلقاء الثانية في حوض الجفر والمقدرة بحوالي (١٨ م م٣) ولمدة (٥٠) عام. أي أن هناك حوالي (١٤٣ م م٣) مياه غير متجددة متاحة للاستثمار في الأردن. وأما المياه الجوفية غير المتجددة فلم تستغل بكامل طاقتها. تتوزع المياه الجوفية في الأردن على (١٢) حوضاً مائياً اعتماداً على خطوط التقسيم المائية ومناطق التغذية والتراكيب الجيولوجية، (Raddad, 2005).

المياه غير التقليدية :

تعتبر المياه العادمة من أهم المصادر المائية غير التقليدية والتي يمكن أن تلعب دوراً هاماً في مشاريع الري وذلك بعد معالجتها في محطات المعالجة المنتشرة في كافة أنحاء المملكة. إن عدد هذه المحطات يزيد عن (٣٠) محطة صرف صحي لتخدم المدن الرئيسة في كافة محافظات المملكة. وتعرف على أنها المياه المعالجة الخارجة من محطات الصرف الصحي وقدرت كميتها عام ٢٠١٢ بحوالي (١١٣) مليون متر مكعب ويتوقع أن تصل إلى (١٥٠) مليون متر مكعب عام ٢٠٢٥، (Ulimat, 2012).

الموازنة المائية للموسم المائي (٢٠١٢/٢٠١١)

للوقوف على حقيقة الوضع المائي خلال العام ٢٠١٢ فلا بد من بيان الميزان المائي للمصادر المائية المختلفة واستعمالاتها والتي تتوزع على جدولين هما جدول (١) الميزان المائي الجوفي والجدول (٢) الميزان المائي السطحي:

الجدول ١: الميزان المائي الجوفي للمصادر المائية المختلفة واستعمالاتها، (وزارة المياه والري، ٢٠١٢).

المصدر	المصادر المائية المتاحة (مليون متر مكعب) (م م٣)	الاستعمالات (م م٣)	الميزان (م م٣)
جوفية متجددة	٢٧٥	٤٣٣.٤٢	-١٥٨.٤٢
جوفية غير متجددة	١٤٣	٧٥.٢٠١	-٧٥.٢٠١
المجموع	٤١٨	٥٠٨.٦٢	-٢٣٣.٦٢

حيث يكون حجم المياه المستنزفة من المياه الجوفية المتجددة ١٥٨.٤٢مليون متر مكعب وكذلك فإن مقدار المياه الجوفية غير المتجددة المستعملة يعتبر استنزافا لهذا المصدر. ايضا المياه الجوفية المالحة المحلاة من حقل ابار ابو الزيغان، وبالتالي يكون العجز الكلي للمياه الجوفية ٢٣٣.٦٢ مليون متر مكعب، (وزارة المياه والري، ٢٠١٢).

الجدول ٢: الميزان المائي السطحي للمصادر المائية المختلفة واستعمالاتها :

المصادر المائية (م م^3)	الاستعمالات (م م^3)	الميزان (م م^3)
٥٨١.٦٢	٣٤٠.٧٤	٢٤٠.٩

يتضح من موازنة المياه السطحية المبينة في الجدول أعلاه، أن هناك فائضاً يعادل٢٤٠.٩ مليون متر مكعب، هذا الفائض يمكن تفسيره أن جزءا من هذه المياه المعالجة والمالحة الغير صالحة للاستعمال حيث يتم صرفها الى نهر الأردن، وجزءً آخر ناتج عن المياه السطحية والتي تصب في القيعان أو السدود القائمة في الصحاري وكذلك المياه التي تم حجزها في السدود للسنة المذكورة أو فواقد في قناة الملك عبد الله والسدود، والجزء المتبقي يذهب إلى البحر الميت من الأودية الرئيسية والتي لم يتم استغلالها لحد الآن.

النتائج والمناقشة

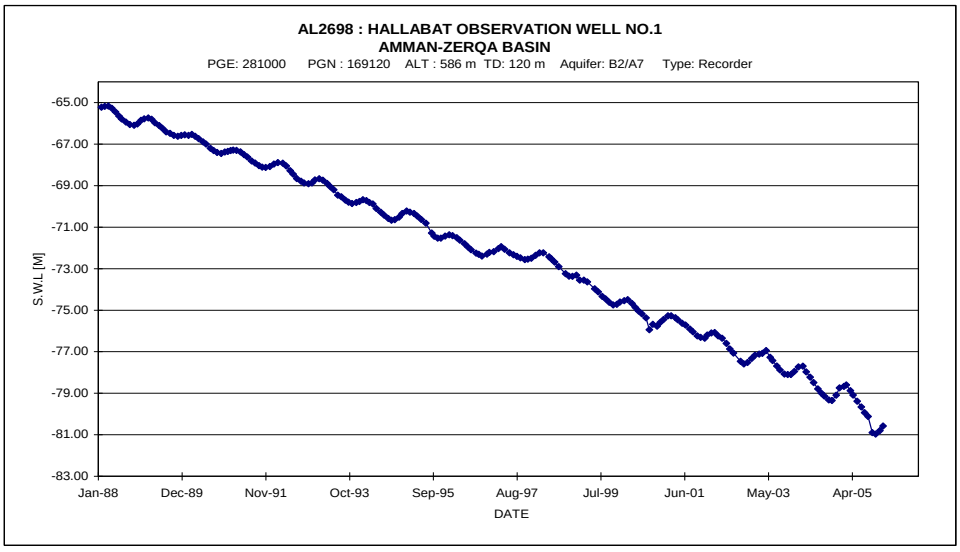
إن الاستمرار في الاستنزاف الجائر للمياه الجوفية واتباع أسلوب الري السطحي وعدم التنسيق مع الدول المجاورة المشتركة في الأحواض المائية ناهيك عن عدم وجود سياسة مائية واضحة لإدارة الموارد المائية وترشيد استهلاك المياه ينذر بخطورة كبيرة إذا لم تتخذ اجراءات علمية سليمة لوقف الاستنزاف.

إن إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة يجب النظر إليها بخصوصية ايجابية كمصدر من المصادر الرافدة لكميات المياه المتاحة في الوقت الراهن. إن هذا المصدر غير التقليدي يمكن أن يغطي جزءاً كبيراً من المتطلبات الزراعية المحددة الاستعمال وسد جزءً من العجز الحاصل في مياه الشرب آخذين بعين الاعتبار مدى ملائمة خصائص المياه المعالجة ونوعية المحصول المراد استغلاله لتلافي التأثيرات البيئية السلبية من الممارسات الحالية. كما أن استخدام المبيدات الحشرية له تأثيرات سلبية على البيئة. إن استعمالات المياه الخاطئة غير الرشيدة أدت إلى ما يلي:

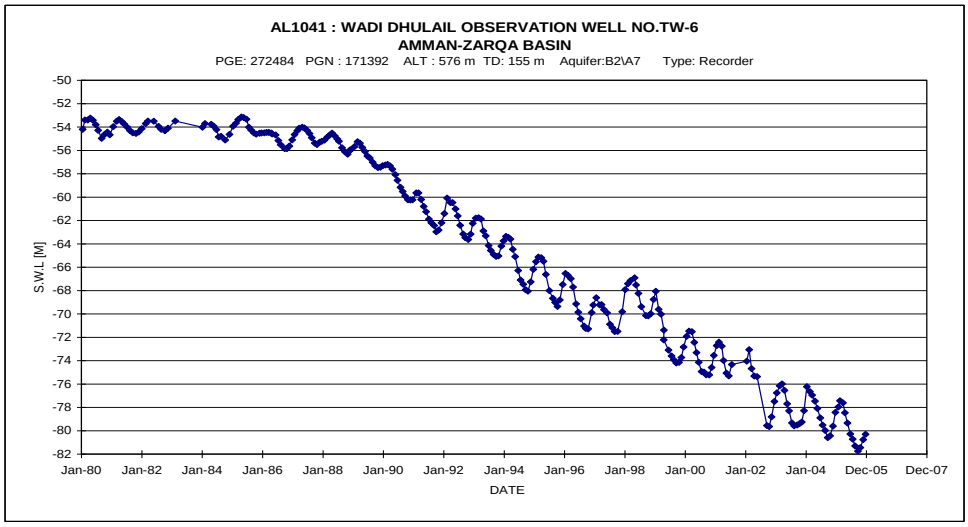
هبوط مستوى المياه الجوفية

مما تقدم تبين أن الاستثمار الزراعي والذي بدأ بشكل متسارع عام ١٩٧٨ في الأردن وذلك باستغلال المياه الجوفية بشكل عشوائي في مناطق مختلفة في المملكة وخاصة في مناطق البادية الشرقية. فقد تزايدت كميات الاستخراج لأغراض الري والتي تعدت كميات الاستخراج الآمن المحسوب للأحواض المائية في المنطقة. الأمر الذي أدى إلى هبوط ملحوظ في مستوى المياه الجوفية في معظم آبار المنطقة وقد تدني إنتاج معظم الآبار بسبب هذا الهبوط وجفاف الجزء العلوي من الطبقة المائية نتيجة الضخ الجائر، (MWI, 2011).

إن استمرار هذا الضخ بهذه الصورة سيؤدي إلى نضوب المخزون الجوفي وبالتالي تدمير الاستثمارات الحالية في تلك المناطق. كما أن استمرار الهبوط في الآبار سيتطلب إنزال المضخات إلى أعماق أكثر ويترتب على ذلك زيادة في الكلفة التشغيلية للآبار. وهناك أمثلة كثيرة على هبوط مستوي المياه الجوفية في المملكة من أهمها الأشكال (٢و٣). حيث تبين هذه الأشكال التذبذب في مستوى المياه الجوفية في آبار المراقبة في منطقتي الحلابات ووادي الضليل. يلاحظ من هذه الأشكال سلوكية منسوب المياه الجوفية والذي يعبر عن الهبوط المستمر في الآبار المذكورة. تراوح الهبوط في مستوى المياه الجوفية حوالي ١٨ م في بئر الحلابات وأكثر من ٢٨ م في بئروادي ضليل.



شكل ٢: بئر الحلابات رقم AL2698 – حوض عمان – الزرقاء



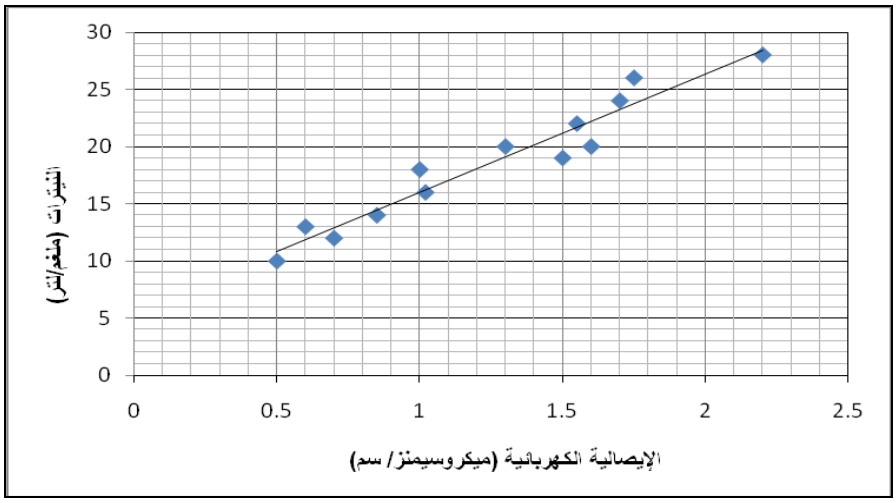
شكل ٣: بئر وادي الضليل رقم Al 1041 – حوض عمان – الزرقاء

تدهور نوعية المياه الجوفية

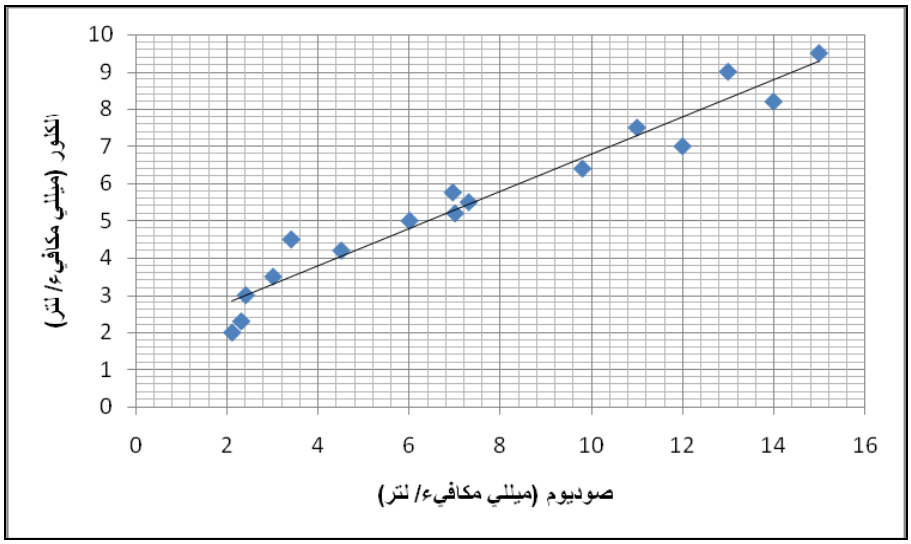
إن الضخ الجائر من ابار المياه الجوفية والاستخراج غير الرشيد في الري بالإضافة إلى استخدام الأسمدة والمبيدات أدى الى تدهور نوعية المياه وأصبح بعضها غير صالح للاستعمال. والأمثلة على هذه الظاهرة كثيرة كما يظهر في الأشكال (٤ و ٥). حيث بينت هذه الأشكال بعض الحالات لتردي نوعية المياه في مناطق العاقب والأزرق. فالشكلين (٤ و٥) تبين العلاقة بين خاصية التوصيل الكهربائي والنترات والتي تشير الى حصول ارتفاع تدريجي في ملوحة مياه الآبار رافقه ارتفاع بالمثل في نسبة النترات والذي تجاوز ٤٠ ملغم/لتر في بعض الآبار. إن وجود علاقة خطية ما بين ارتفاع ملوحة مياه الآبار وارتفاع نسبة النترات فيها

يرجح أن يعزى السبب الى الأسمدة الكيماوية المستعملة في الزراعة المروية كنتيجة لرجوع مياه الري ووصولها الى خزان المياه الجوفية. تحتوي مياه الري على العديد من الأملاح الذائبة وتختلف كمياتها ونوعيتها باختلاف المصدر الذي يغذيها. إن استفحال ظاهرة التملح ستؤدي الى التصحر وعدم ملاءمة المياه لأغراض الري ولاتستعمل الا لبعض أصناف المزروعات التي تتحمل الملوحة العالية.

لمعالجة المسألة المائية ودرء أخطار تفاقمها والتي تتزايد يوما بعد يوم انطلاقا من تشخيص معمق وواقعي لأسبابها، لأن نجاح أية خيارات واستراتيجيات لتنمية الموارد المائية وادارتها بشكل يؤدي لحل المسألة المائية. ويجب أن تستند هذه الخيارات الى معرفة الواقع المائي والاقتصادي والاجتماعي. أما أهم الخيارات الرئيسة التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار لمواجهة العجز المائي.



شكل ٤: العلاقة بين الايصالية الكهربائية والنيترات (ميكروسيمنز/ سم) في منطقة العاقب



شكل ٥: العلاقة بين الصوديوم والكلور (ميللي مكافيء/ لتر) في منطقة العاقب

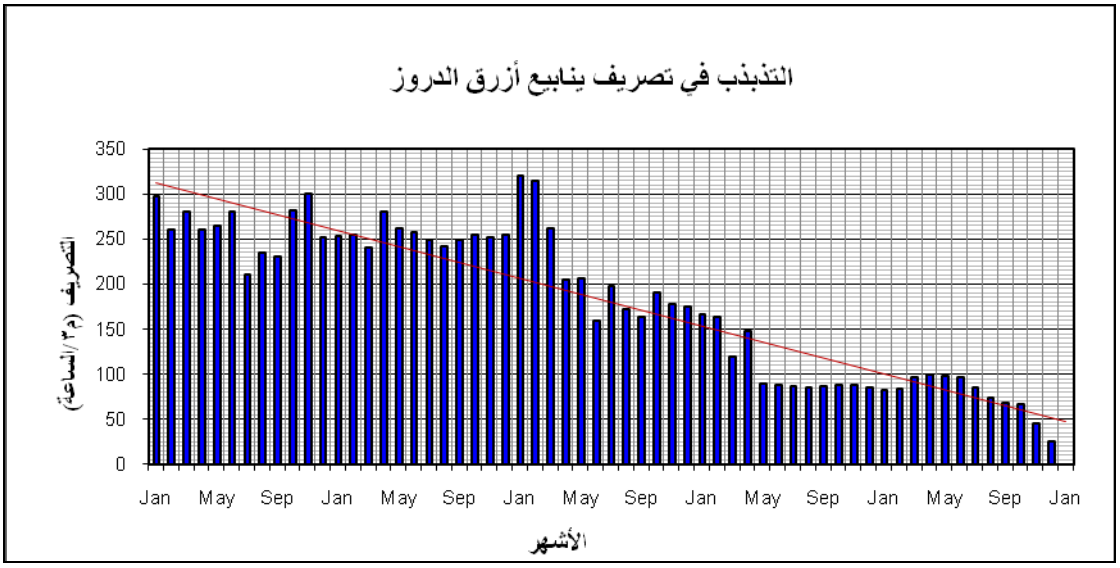
جفاف الينابيع

إن استنزاف الأحواض المائية في المملكة بشل مستمر أدى إلى جفاف ما يزيد عن ١٥٠ نبعاً مائياً في مختلف مناطق المملكة. كما أن حفر آبار وادي العرب واستخراج كميات كبيرة تفوق الاستخراج الآمن أدى إلى جفاف وادي زحر الذي كان يتغذي بمياه الينابيع المجاورة أو التي كانت تنبع في داخل الوادي. حيث كان تصريف الوادي يزيد على ١٠٠٠م٣ /الساعة في أواخر الثمانينات، كذلك أنه نتيجة حفر آبار المخيبة فقد تدنى انتاج ينابيع المخيبة (البلسم والمقلى وغيرها) . فبعد أن كان تصريف ينابيع المخيبة يزيد عن ٢٠٠٠ م٣ / الساعة بأواخر الثمانينات فقد تدنى تصريفها الى أقل من ٨٠٠ م ٣ / الساعة عام ٢٠١٠، (MWI, 2008).

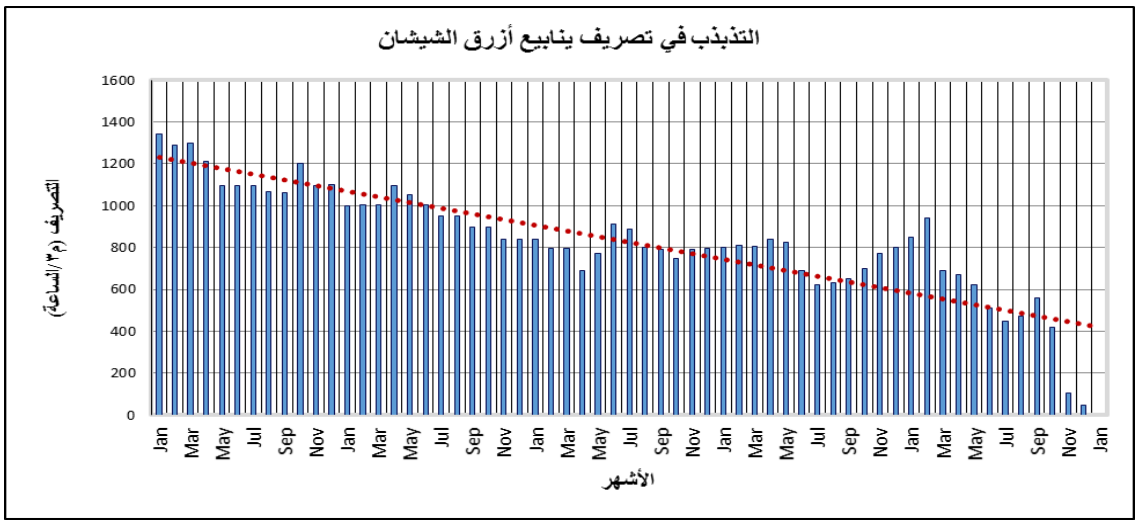
كما أن ينابيع منطقة الأزرق الواقعة شرق المملكة على بعد حوالي ١٠٠ كم إلى شرق العاصمة عمان. جفت بالكامل نتيجة استنزاف المياه الجوفية في حوض الأزرق المائي. وبالتالي جفت واحة الأزرق التي كانت تعتبر من أهم الأماكن الرطبة في المملكة والتي كانت تتغذى بمياه هذه الينابيع. فقد كان تصريف الينابيع حوالي ١٨ م م٣ سنويا بالسبعينات والشكلين (٦ و ٧) يبينان التذبذب العام والحاد في تصريف هذه الينابيع. كما يبين الشكل (٨) عدد الينابيع التي جفت بين الأعوام ١٩٨٠ و ٢٠١٢ في الأردن.

الإستخدام الأفضل للمياه الجوفية

ان الغاية من ادارة الموارد المائية هي تلبية احتياجات المجتمع من المياه مع ضمان التنمية المتواصلة لموارد المياه ، الأمر الذي يقتضي حماية الموارد المائية كماً ونوعاً وكذلك حماية البيئة من الآثار السلبية لاستخدام المياه . لذا وللحفاظ على هذه الموارد الثمينة، لابد لنا البحث عن أنجح السبل والوسائل



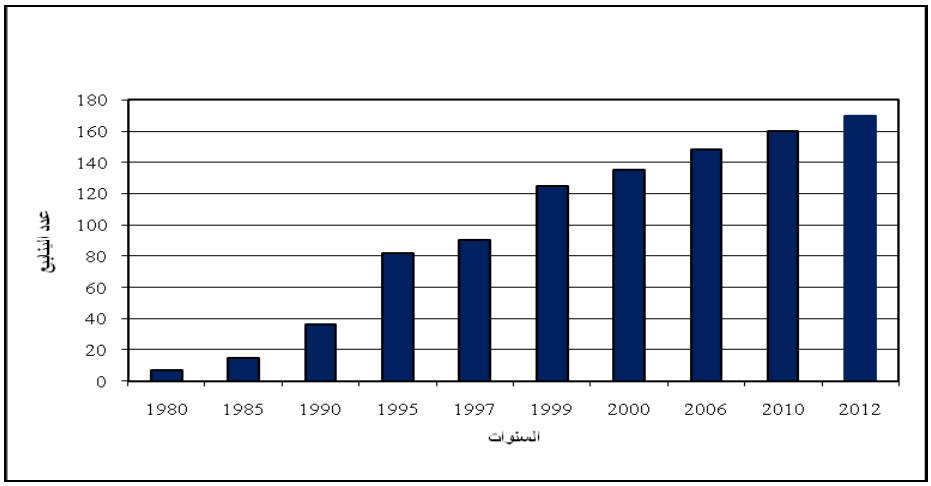
شكل ٦:التذبذب في تصريف ينابيع أزرق الدروز (م٣ / الساعة)



شكل ٧: التذبذب في تصريف ينابيع أزرق الشيشان (م٣ / الساعة)

التوازن بين كميات الأستخراج وكميات التغذية

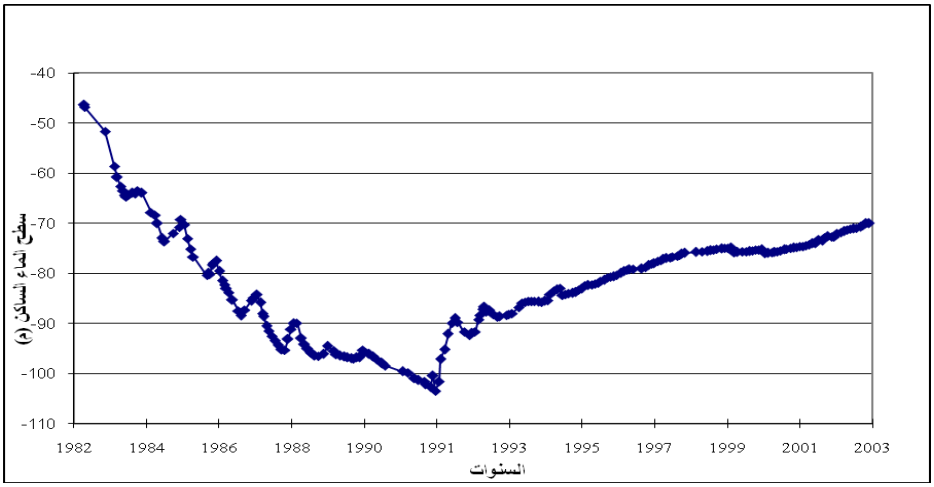
لحماية الموارد المائية الجوفية واستمرار توافرها ينبغي استغلال المياه الجوفية بما يتناسب مع الاستخراج الآمن والذي يمكن تعريفه بشكل عام بأنه كمية المياه التي تحقق التوازن المائي في الطبقة المائية المتجددة. حيث تم تطبيق هذا الخيار الاستراتيجي في الأردن وحقق زيادة في منسوب المياه الجوفية وتحسين النوعية.



شكل ٨: عدد الينابيع التي جفت في جميع أنحاء المملكة الأردنية الهاشمية

ومن الأمثلة البارزة على تطبيق مبدأ الإستخراج الآمن في المملكة بئر كفر أسد رقم (١) والذي يتمثل في الشكل (٩) حيث بلغ الهبوط في مستوي المياه الجوفية في هذا البئر حوالي ٧٠م من عام ١٩٨٢ وحتى عام ١٩٩٢ نتيجة الضخ الجائر من آبار وادي العرب الذي تجاوز الحد الآمن.

وبعد تطبيق مبدأ الأستخراج الآمن في الحوض المائي بدأ منسوب المياه الجوفية في الارتفاع والثبوت على منسوب (– ٨٠ م) عن سطح البحر عام ١٩٩٢ بدلاً من منسوب (– ١٥٠م) عام ١٩٨٢ أي بارتفاع حوالي ٢٥ م عن سطح البحر.



شكل ٩: ارتفاع منسوب المياه الجوفية في بئر كفر أسد، (MWI, 2011).

استخدام النماذج الرياضية

تعتبر النماذج الرياضية المائية من أهم الطرق التي تلجأ إليها الجهات المسؤولة عن تخطيط استثمار المياه الجوفية ، لدراسة الآثار الناجمة عن استغلال المياه الجوفية وتجنبها بقدر الإمكان . حيث تعطي فكرة للدارسين عن كميات المياه المتاحة في الأحواض المائية الجوفية ، بالإضافة إلى التنبؤ بالهبوط المحتمل لمناسيب المياه الجوفية . وتعتبر هذه التقنية من أهم الأمور التي يجب أن يعرفها متخذو القرارات قبل البدء بتنمية أي حوض مائي.

لأن الاستغلال العشوائي الذي لا يستند إلى دراسات علمية يؤدي إلى استنزاف المياه والى الهبوط المستمر والسريع لمناسيب المياه الجوفية ، والذي يعكس زيادة تكاليف ضخ المياه الجوفية المتاحة . ومن أهم التطبيقات على هذه التقنية النموذج الرياضي الذي تم إعداده لحوض الأزرق المائي والذي من خلاله تم التنبؤ بأقصى حد لهبوط سطح الماء المسموح به وهو ٥٠٤ م فوق سطح البحر لتفادي هجرة المياه المالحة باتجاه المياه العذبة. كما تم إعداد نماذج رياضية لأحواض عمان – الزرقاء واليرموك وكذلك لحوضي السرحان والحماد.

تنمية موارد المياه السطحية

إن كميات كبيره من المياه السطحية تهدر دون الاستفادة منها وخاصة في الأحواض المائية الجافة. حيث يجب الاهتمام بهذه المصادر السطحية لتقليل الضغط على المياه الجوفية المستنزفة في الأحواض المائية في الأردن. ومن هذه التقنيات المستخدمة لتنمية موارد المياه السطحية ، السدود ،نشر مياه الفيضانات ، التغذية الاصطناعية وتقنيات حصاد مياه الأمطار وغيرها . ومن المعلوم ان التحكم في المياه السطحية يستوجب متابعة متواصلة للمراقبة كماً ونوعاً لهذه المياه.

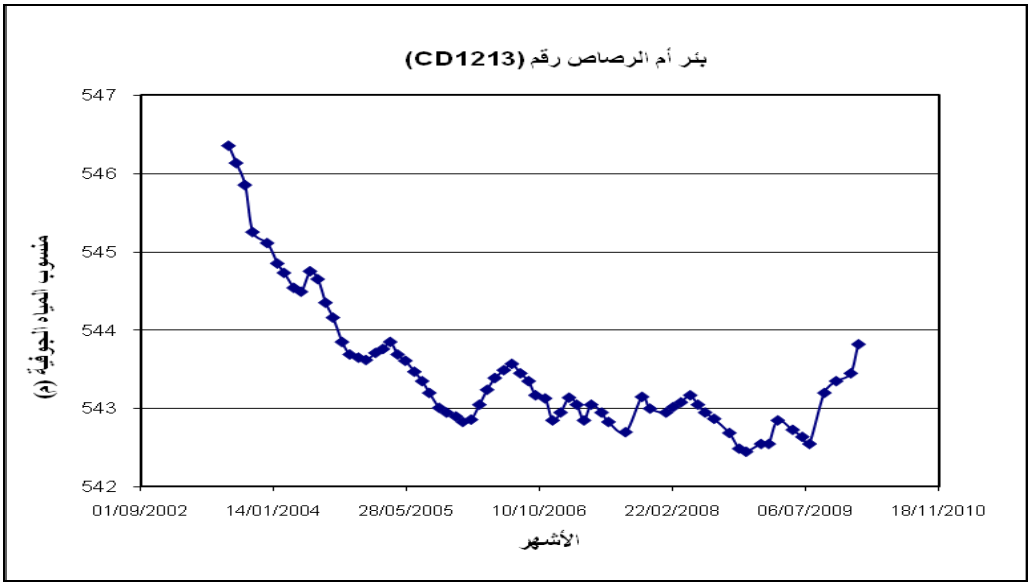
ومن تطبيقات تنمية موارد المياه السطحية في الأردن استخدام تقنية التغذية الاصطناعية. نظرا لضآلة كمية التغذية في الأردن فان موضوع التغذية الاصطناعية أصبح يحظى باهتمام الجهات المختصة بإدارة وتنمية موارد المياه لدعم التغذية الطبيعية وخاصة في المناطق الصحراوية والتي تواجه صعوبات كثيرة بسبب ارتفاع معدلات التبخر فان تخزين مياهها الجوفية يعتبر الطريقة الأكثر ملاءمة لاستغلال جزء هام من مياهها الضائعة.

إن استخدام تقنية التغذية الاصطناعية في الأردن سوف يساهم في تنمية الموارد المائية وتحسين نوعيتها. يعتبر سد الخالدية مثالاً جيداً لتنمية الموارد المائية، ويبين الشكل (١٠) ارتفاع في منسوب المياه الجوفية بئر أم الرصاص نتيجة التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية من خلال سد وادي الوالا.

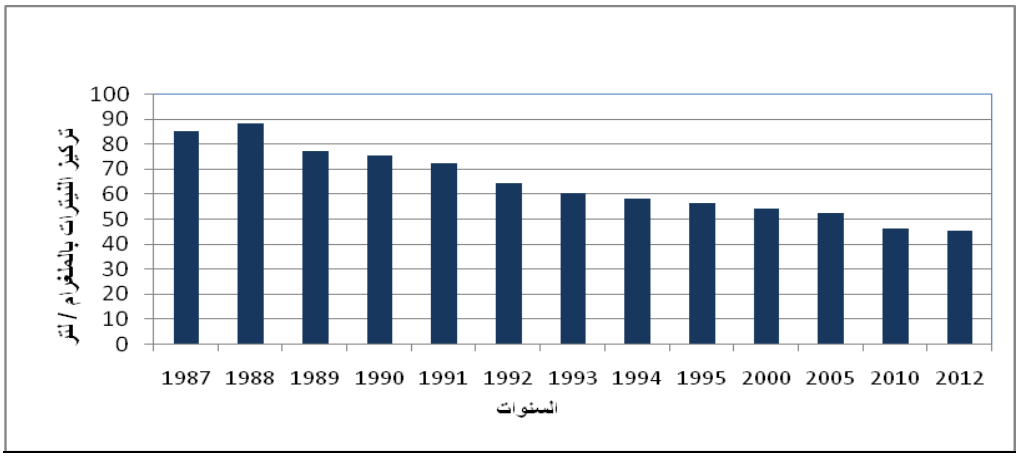
إنشاء محطات معالجة الصرف الصحي

تحتل مياه الصرف الصحي المعالجة أهمية كبرى مع تزايد الحاجة إلى المياه وتزايد استهلاكها فهي تساعد على حماية الطبيعة والحد من تدهور نوعية المياه السطحية والجوفية وعلى تنمية الموارد المائية الصالحة لمختلف الاستخدامات. إن إنشاء شبكات الصرف الصحي هي الخطوة الأولي الواجب تنفيذها للبدء في معالجة مياه الصرف الصحي والتي ستؤمن مصدرا متجددا ومتناميا مع الزمن للمياه الصالحة لاستخدامات عديدة وستلعب دورا كبيرا في حل مسألة المياه. إن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي دون معالجة صحية لهو أمر شديد الخطورة على الصحة العامة والبيئة ، وفي الوقت نفسه فإن التخلص منها دون الاستفادة منها يعتبر تبديدا لموارد مهمة وضرورية . ويمكن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري المناطق المستصلحة والأراضي الزراعية البعيدة عن التجمعات السكانية. كما يمكن استخدامها كمياه للتبريد في الأغراض الصناعية وغسيل الشوارع والحدائق العامة ولأغراض ترفيهية.

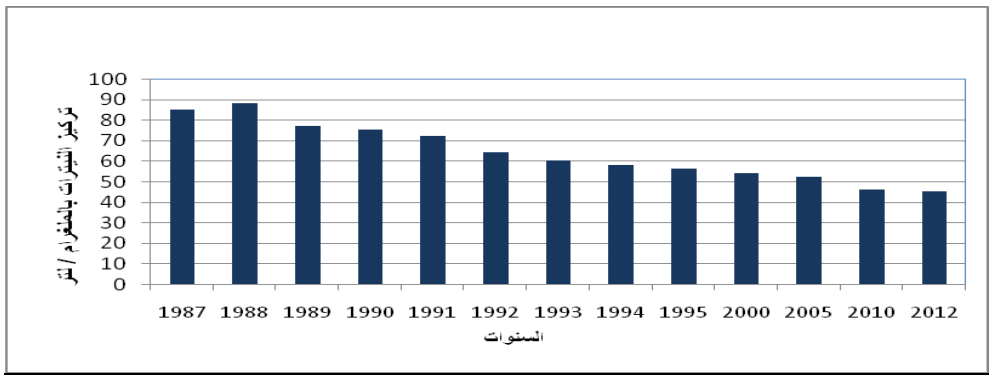
تم إنشاء ما يزيد عن ٣٠ محطة معالجة صرف صحي موزعة على مناطق مختلفة في الأردن إن إنشاء هذه المحطات لها عدة منافع والتي تتمثل في حماية مياه الشرب من التلوث وحماية البيئة. بالإضافة إلى المنافع الاجتماعية والاقتصادية والتي تتمثل في إعادة استخدام المياه المعالجة للأغراض الزراعية المقيدة (كالبرسيم والأعلاف والأخشاب) مما يخفف الضغط على استعمال المياه الجوفية. والشكلان (١١) و (١٢) يمثلان التحسن الذي طرأ على نوعية مياه نبعي حزير في السلط وعين سارة في الكرك بعد إنشاء أنظمة صرف صحي ومحطات لمعالجة المياه العادمة، لوحظ انخفاض ملموس في كمية النترات (NO_3).



شكل ١٠: الارتفاع في منسوب المياه الجوفية نتيجة للتغذية الجوفية من سد وادي الوالا، (JICA, 2001)



شكل ١١: تحسن نوعية مياه عين سارة في منطقة الكرك



شكل ١٢: تحسن نوعية مياه عين حزير في منطقة السلط

تنمية المياه الجوفية العميقة

أن الاستثمار المكثف للمياه الجوفية الضحلة أدى إلى تدهورها كما ونوعا. ومع تفاقم العجز المائي يتعاظم يوما بعد يوم دور المياه الجوفية في سد الفجوة المائية. ومن اجل تخفيف الضغط على الطبقات المائية الضحلة المستنزفة فلابد من الاتجاه إلى استكشاف الطبقات العميقة. ومما تجدر الإشارة إليه أن يتواجد في الأردن أحواض مائية لم تستغل طبقاتها المائية المتوسطة والعميقة أحواض الأزرق والحماد والسرحان.

تحلية المياه

إن الظروف المائية الصعبة في المملكة والناتجة عن ندرة المصادر المائية وزيادة الطلب على المياه واستنزاف المياه الجوفية و تلوثها ، يتوجب البحث عن مصادر مائية جديدة ومن ضمنها الطبقات المائية المالحة. ان تقنية تحلية المياه الجوفية المالحة سوف تساعد في تخفيف الضغط على المياه الجوفية العذبة المتواجدة في الطبقات المائية الضحلة.

وتتواجد المياه الجوفية الملحة (المسوس) في أماكن متعددة من المملكة مثل وادي ضليل والأزرق والسرحان والحماد والمدورة ووادي عربة وفي منطقة البحر الميت ينابيع مالحة كثيرة. وتعتبر تحلية المياه المسوس ذات جدوى اقتصادية أكثر من تحلية مياه البحر.

إعادة تخصيص المياه (Reallocation)

ضمن الحلول التي يمكن تطبيقها لمعالجة الأزمة المائية في الأردن في ظل الموارد المائية الشحيحة هي إعادة النظر في تحصيص المياه. حيث أن أعلى نسبة من المياه في المملكة مخصصة للري والتي تزيد على ٦٥ % من ثروتها المائية في الزراعة المروية. في حين لا تزيد نسبة المياه المخصصة للري في الدول الصناعية الغنية على ٤٠% وتصل مياه الصناعة إلى ٤٧ % من مجمل الثروة المائية. وعلى هذا يمكن تخفيض مخصصات الري الحالية وإعطاء الزراعة حصصا أقل وهي أفضل طريقة في الحفاظ على المياه. آخذين بالاعتبار أولوية الاستخدام لمياه الشرب وأن باقي الكميات المتاحة يجب تخصيصها اعتمادا على الجدوى الاقتصادية والاجتماعية ومن المؤشرات الهامة التي يجب اعتمادها كم يحقق استعمال متر المياه من إضافة للدخل القومي. ان اتباع النمط الزراعي والابتعاد عن زراعة المحاصيل التي تحتاج إلى كميات كبيرة وعائدها الاقتصادي متواضع ، يعني عمليا أن المياه المخصصة للزراعة ستقل تدريجيا لحساب القطاعات الأخرى .

النتائج

على ضوء ما تقدم ، تبين أن المملكة الاردنية الهاشمية تعاني من عجز في مواردها المائية ، نتيجة الاستثمار الجائر للمياه الجوفية مع زيادة الطلب على المياه والتي رافقت التزايد المطرد في عدد السكان وزيادة استهلاك الفرد . علاوة عن تدني النوعية للمياه بسبب سوء استعمال واستثمار الموارد المائية في مختلف القطاعات. إن الاستمرار في الضخ الجائر من الخزانات المائية الجوفية المختلفة أدى إلى:

- **تدهور نوعية المياه الجوفية وخاصة الخزانات المائية العليا في معظم الأحواض المائية الجوفية.**
- **جفاف ما يزيد عن ١٥٠ نبعاً موزعة في جميع أنحاء المملكة وخاصة الينابيع التي تتغذى من الخزانات المائية العليا تراوحت تصريفها بين بعض الأمتار المكعبة بالساعة وبين مايزيد عن ١٠٠ م٣/ الساعة بعد إنشاء محطات معالجة صرف صحي وربط الوصلات المنزلية بها أدى إلى تحسين نوعية المياه الجوفية بشل ملحوظ وخاصة هبوط ملحوظ في تراكيز النيترات التي تعتبر مؤشر تلوث. كما ظهر في نبعي حزير وسط المملكة ونبع عين سارة في جنوب المملكة. كما أن إنشاء سدود التغذية في أماكن متعددة واتباع سياسة الاستخراج الأمن أدى إلى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في معظم الخزانات المائية الجوفية .**

المراجع العربية

- وزارة المياه والري، ٢٠٠٤. التقرير السنوية لوزارة المياه في الأردن. عمان – الأردن.
- وزارة المياه والري، ٢٠١٢ . الموازنة المائية في الأردن بحث غير منشور . عمان – الأردن.
- عميش، ٢٠١٣. أزمة الماء والوضع المائي في الأردن. عمان – الأردن.

المراجع الأجنبية

Abdel Khaleq, R. and Dziegielewski, D., 2006. "A National Water Demand Management Policy in Jordan", Journal of Management of Environmental Quality: 17(2): 216- 225, Emerald Group Publishing.

Hussein I., Abu Sharar T., and Battikhi A. 2009. "Water resources planning and development in Jordan". Food security under water scarcity in the Middle East: Problems and solutions: 183–197.

JICA. (2001) Study on water resources management in the Hashemite Kingdom of Jordan, Amman, Jordan.

Jordan Meteorological Department (JMD), 2010. Annual Report, Ministry of Transport. Amman, Jordan.

Ministry of Water and Irrigation (MWI), 2008, National water strategy 2008 - 2022, Ministry of water and Irrigation, Amman, Jordan.

Ministry of Water and Irrigation (MWI), 2011. National Water Master Plan, Amman, Jordan.

Raddad, K., 2005. Water supply and water use statistics in Jordan. International Work Session on Water Statistics, Vienna, June .

Ta'any, R., 1989. Jordan Experience in Water Resources Management, Ministry of Water and Irrigation, Amman, Jordan.

Ulimat, A., Wastewater Production, Treatment, and Use in Jordan. Second Regional Workshop, New Delhi, India, 2012.

Water Uses and their Negative impacts on Water Resources and Treatment Methods A Case Study/Jordan

*Rakad A. Ta'any , Taleb R. Abu-Zahra **and Nedal M. Al Ouran1

*** Faculty of Agricultural Technology, Al Balqa' Applied University, Dept. of Water Resources and Environmental Management Al-Salt 19117 Jordan**

**** Faculty of Agricultural Technology, Al Balqa' Applied University, Dept. of Plant Production and Protection, Al-Salt 19117 Jordan**

*** (Corresponding Author: e-mail: rakad.ayed@yahoo.com, Tel.: +962776361225)**

ABSTRACT :

The continuous of increase in population has led to higher demand on water, resulting the depletion of groundwater aquifers and high water consumption rates on the amounts of groundwater recharge. This led to serious phenomenon, such as drying springs and salinization of groundwater wells and increasing the concentration of nitrate in groundwater wells too. This study aims to highlight the problem of water resources depletion in Jordan and the consequences of the lack of proper management and stand on the reasons that led to the negative effects that occurred as a result of un rationing water resources uses. Also to find ways to rid of these negative effects for the provision of water resources in agriculture domestic and industry uses. This study indicated that, the reason for salinization of groundwater and deterioration of the quality due to overpumping , the use of surface irrigation technique and the use of chemical fertilizers in agriculture. As well as the use of pesticides has negative impacts on the environment. Some examples of negative effects cases due to severe abstraction in all water basins in Jordan and methods of treatment were reviewed. The reuse of treated wastewater must be considered with positive specificity as tributary sources to the available water amounts at the present time. This nonconventional source is the achievement expression can cover a large part of the agricultural requirements of the specific use and fill part of the domestic water shortage. Taking into account the appropriate water treatment characteristics and quality of the crop to be harvested to avoid negative environmental impacts of current practices.

Key words: **Groundwater depletion, water consumption, overpumping, negative impacts, Jordan**