المياه الجوفية (مشاكل وحلول و كيفية إدارتها)

الأستاذ المشرف: د. م. صفاء محمود الديب إعداد الطالب: علاء علي عكرة

الملخص:

تشكل المياه الجوفية جزءًا مهمًا من الموارد المائية على كوكب الأرض، حيث تمثل حوالي 30% من إجمالي المياه العذبة المتاحة. هذه المياه تتواجد في مسام الصخور الرسوبية وتكونت عبر أزمنة مختلفة، بعضها حديث وبعضها يعود إلى ملايين السنين. يحصل الإنسان على حاجته من الماء العذب من مصدرين رئيسين: المسطحات المائية (الجداول والأنهار) والمياه الجوفية (حفر وآبار وينابيع)، وتعتمد العديد من المناطق في أنحاء العالم اعتماداً كلياً على المياه الجوفية كمصدر أساسي للمياه من أجل الاستعمالات المختلفة[8].، وبذلك تتضح أهمية المياه الجوفية كمصدر رئيسي يمكن أن يعتمد عليه، إذا ما أحسن استغلاله لتلبية الاحتياجات البشرية، ومن هنا جاءت أهمية هذا المقال من خلال تسليط الضوء على مبادئ حركة المياه الجوفية و المشاكل التي تواجهها من استنزاف وتلوث وغيرها والحلول المقترحة للحد من هذه المخاطر .

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، إدارة المياه الجوفية، تقنيات الاستشعار عن بعد في المياه الجوفية.

1- مقدمة:

تتميّز المياه عن غيرها من الموارد الطبيعية بكون كميتها ثابتة في الكرة الأرضية، وتتجدد خلال فترة محددة من الزمن نتيجة الدورة الهيدرولوجية، وشهدت مصادر المياه تدهوراً كبيراً في الآونة الأخيرة لعدم توجيه قدر وافر من الاهتمام بها، وقد أدّى ازدياد النشاطات الصناعية والزراعية التنموية في كثير من النواحي إلى تلوث المياه،[8]. ومن العوامل المساهمة في تلوث المياه الجوفية (الزراعة، الصناعة، النشاطات المنزلية وغيرها)، كل هذه الأمور تتطلب إدارة سليمة لاستخدام المياه.

2- طبقات المياه الجوفية:

طبقات المياه الجوفية هي التكوينات الجيولوجية التي تخزن وتنقل المياه تحت سطح الأرض. يمكن تصنيفها إلى عدة أنواع بناءً على نفاذيتها وخصائصها، [3,4,7]:

- **الطبقة الحاملة للمياه (Aquifer)**: طبقة ذات نفاذية عالية تحتوي على كميات كبيرة من المياه الجوفية، ويمكن استخراج المياه منها بسهولة عبر الآبار.
- **الطبقة المانعة (Aquiclude)**: طبقة تحتوي على المياه لكنها غير قادرة على تمريرها بكميات كبيرة بسبب انخفاض نفاذيتها.
- **الطبقة شبه الناقلة (Aquitard)**: طبقة تسمح بمرور المياه ولكن ببطء شديد، حيث تكون نفاذيتها أقل من الطبقات الحاملة للمياه.

- **الطبقة الكتيمة (Aquifuge)**: طبقة صخرية لا تحتوي على مياه جوفية ولا تسمح بمرورها.

3- مبادئ حركة المياه الجوفية:

تعتمد حركة المياه الجوفية على عدة عوامل، منها:

- **الجاذبية** :تتحرك المياه من المناطق ذات المنسوب المائي العالي إلى المناطق ذات المنسوب المنخفض. [1]
- **النفاذية**: تحدد قدرة الصخور والتربة على السماح بمرور المياه من خلالها.
- **قانون دارسي** :يصف العلاقة بين معدل تدفق المياه الجوفية وانحدار المنسوب المائي[5.6] .

4- مشكلات المياه الجوفية:

تواجه المياه الجوفية العديد من المشكلات،[2,3,4] مثل:

- **التلوث:** بسبب تسرب المواد الكيميائية والمبيدات الحشرية.
- **الاستنزاف:** نتيجة السحب المفرط دون تعويض كافٍ.
- **التملح:** بسبب تسرب مياه البحر إلى طبقات المياه الجوفية في المناطق الساحلية.

5- طرق حل المشكلات:

- لحل هذه المشكلات، يمكن اتباع عدة استراتيجيات، مثل:

- **إدارة الموارد المائية** :عبر تنظيم عمليات السحب وإعادة تغذية الخزانات الجوفية.
- **تقنيات المعالجة:** مثل استخدام الفلاتر الطبيعية والاصطناعية لتنقية المياه.
- **التشريعات البيئية:** فرض قوانين صارمة للحد من التلوث والاستنزاف.

4-1- كيفية إدارة المياه الجوفية:

تشمل الإدارة الفعالة للمياه الجوفية:

- **المراقبة المستمرة**: عبر قياس مستويات المياه وجودتها بشكل دوري.
- **التخطيط المستدام**: لضمان الاستخدام الأمثل للمياه الجوفية دون الإضرار بالمخزون الطبيعي.
- **التوعية المجتمعية** :لتعزيز السلوكيات المسؤولة في استهلاك المياه.

تتطلب إدارة المياه الجوفية استراتيجيات فعالة لضمان استدامتها وحمايتها من الاستنزاف والتلوث. بعض الاستراتيجيات الأكثر فعالية:

- **إعادة تغذية المياه الجوفية:** عبر تقنيات مثل حصاد مياه الأمطار وإعادة استخدامها لزيادة المخزون الجوفي.
- **تقليل الاستهلاك:** من خلال تحسين كفاءة استخدام المياه في الزراعة والصناعة، مثل استخدام أنظمة الري بالتنقيط.
- **مراقبة جودة المياه:** عبر أنظمة استشعار حديثة للكشف عن التلوث واتخاذ التدابير اللازمة.
- **التشريعات والسياسات:** فرض قوانين صارمة لتنظيم استخراج المياه الجوفية ومنع الاستغلال المفرط.
- **استخدام التكنولوجيا الحديثة:** مثل الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات واتخاذ قرارات مستدامة.[6] .

4-2- استراتيجيات متقدمة لإدارة المياه الجوفية:

4-2-1- استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد:

تساعد تقنيات الاستشعار عن بعد في اكتشاف مواقع المياه الجوفية وتحديد كمياتها بدقة، مما يسهل عمليات التخطيط واتخاذ القرارات المناسبة بشأن استخراجها وإدارتها.

4-2-2-تطبيق الجيوفيزياء الكهربائية:

تُستخدم هذه الطريقة لتحديد مواقع المياه الجوفية من خلال قياس الخصائص الكهربائية للتربة والصخور، مما يساعد في تقييم جودة المياه وكمية المخزون المتاح.[6] .

4-2-3- إعداد الخرائط الهيدروجيولوجية

توفر الخرائط الهيدروجيولوجية معلومات دقيقة حول توزيع المياه الجوفية، مما يساعد في التخطيط الفعّال لإدارتها وضمان استدامتها.

4-2-4- الحفر الاستكشافي

يُستخدم الحفر الاستكشافي لتحديد مصادر المياه الجوفية وتقييم جودتها وكمية المخزون المتاح، مما يسهم في اتخاذ قرارات مستدامة بشأن استخدامها.

4-2-5- تنمية موارد المياه الجوفية

يشمل ذلك تحسين طرق إعادة تغذية المياه الجوفية وضمان استدامتها من خلال الإدارة الاقتصادية الفعالة، مثل استخدام تقنيات الحصاد المائي[7] .

4-2-6- إعادة تدوير المياه

يمكن استخدام المياه المعالجة في الري والصناعة لتقليل الضغط على الموارد الجوفية، مما يسهم في الحفاظ على المخزون الطبيعي.

4-2-7- تحلية المياه

تُعد تحلية المياه خيارًا مهمًا في المناطق التي تعاني من شح المياه الجوفية، حيث توفر مصدرًا إضافيًا للمياه العذبة، مما يقلل الاعتماد على المياه الجوفية.

4-2-8- تحسين كفاءة استخدام المياه

يمكن تحقيق ذلك من خلال اعتماد أنظمة ري حديثة مثل الري بالتنقيط، وتقليل الفاقد في شبكات المياه، واستخدام تقنيات حديثة في إدارة الموارد المائية.

4-2-9- تعزيز التشريعات والسياسات

فرض قوانين صارمة لتنظيم استخراج المياه الجوفية ومنع الاستغلال المفرط، بالإضافة إلى وضع سياسات تحفيزية لاستخدام المياه بكفاءة.

4-3- استخدام التكنولوجيا الحديثة

تساهم أنظمة المراقبة الذكية وأجهزة الاستشعار وتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة شبكات المياه، من خلال الكشف المبكر عن التسربات، وتحليل البيانات لاتخاذ قرارات مدروسة، وتقليل الفاقد.

تبدأ دورة المياه الطبيعية بتبخر مياه المحيطات، ثم تتكثف لتسقط على شكل أمطار أو ثلوج، حيث يتغلغل جزء منها في التربة ليصل إلى الخزانات الجوفية. هذه المياه المخزنة تُعد مصدرًا رئيسيًا يعتمد عليه الإنسان لسد احتياجاته المائية، خاصة في المناطق التي تعاني من شح المياه السطحية. على الرغم من أن المياه الجوفية تُعتبر مخزونًا استراتيجيًا، إلا أن استغلالها يجب أن يتم بحذر للحفاظ على استدامتها، حيث أن الإفراط في استخراجها قد يؤدي إلى انخفاض منسوبها وتدهور جودتها بسبب التلوث أو تسرب المياه المالحة إليها.[3,5]

5- مخاطر انخفاض نسبة المياه الجوفية:

يشكل انخفاض نسبة المياه الجوفية تهديدًا بيئيًا واقتصاديًا كبيرًا، حيث يؤدي إلى عدة مشكلات منها:

تراجع المحاصيل الزراعية: تعتمد العديد من المناطق الزراعية على المياه الجوفية للري، وانخفاضها يؤدي إلى نقص المياه المتاحة للمحاصيل، مما يؤثر على الإنتاج الزراعي.

هبوط التربة: يؤدي استنزاف المياه الجوفية إلى انهيارات أرضية وهبوط التربة، خاصة في المناطق الساحلية، مما قد يسبب أضرارًا للبنية التحتية والمباني.

تلوث المياه: مع انخفاض مستوى المياه الجوفية، قد تتسرب المياه المالحة إلى الخزانات الجوفية، مما يجعلها غير صالحة للشرب أو الاستخدام الزراعي.[5]

زيادة تكلفة استخراج المياه: مع انخفاض مستوى المياه الجوفية، يصبح استخراجها أكثر صعوبة ويتطلب تقنيات أكثر تكلفة، مما يزيد من الأعباء الاقتصادية على المجتمعات التي تعتمد عليها [5]

6- الحلول الممكنة لمواجهة هذه المخاطر

لمواجهة مخاطر انخفاض المياه الجوفية، يمكن اتخاذ عدة إجراءات فعالة، منها:

- **تحسين إدارة الموارد المائية:** من خلال تقليل الهدر في الاستخدامات الزراعية والصناعية، واعتماد تقنيات الري الحديثة مثل الري بالتنقيط.
- **إعادة تغذية المياه الجوفية:** عبر إنشاء خزانات تجميع مياه الأمطار واستخدام تقنيات إعادة تغذية الطبقات الجوفية بالمياه المعالجة.
- **تقليل استهلاك المياه:** عبر حملات توعية وتشجيع استخدام الأجهزة الموفرة للمياه في المنازل والمصانع.
- **مراقبة عمليات الاستخراج:** من خلال فرض قوانين تحد من استخراج المياه الجوفية بشكل غير مستدام.
- **معالجة التلوث:** عبر تحسين إدارة النفايات وتقليل استخدام المواد الكيميائية الضارة التي قد تتسرب إلى المياه الجوفية.

7- نسبة المياه الجوفية في سوريا:

المياه الجوفية في سوريا تُعد من الموارد المائية المهمة، حيث تعتمد عليها العديد من المناطق في تلبية احتياجاتها المائية، خاصة مع التراجع المستمر في معدلات هطول الأمطار. وفقًا للتقديرات، فإن إجمالي المياه الجوفية المتجددة في سوريا يبلغ حوالي 6 مليارات متر مكعب سنويًا [1]، ومع ذلك فإن الاستهلاك الجائر لهذه الموارد أدى إلى انخفاض مستويات المياه الجوفية في العديد من المناطق، مما يهدد الأمن المائي في البلاد. تتوزع المياه الجوفية في سوريا عبر عدة أحواض مائية رئيسية، مثل حوض الفرات، حوض العاصي، وحوض الساحل، حيث تختلف كمية المياه المتاحة في كل منها بناءً على طبيعة التكوينات الجيولوجية ومعدلات التغذية السنوية.[1] كما أن بعض المناطق تعاني من ارتفاع نسبة الملوحة في المياه الجوفية، مما يقلل من إمكانية استخدامها للشرب أو الزراعة. [2]

لضمان استدامة المياه الجوفية، هناك حاجة إلى إدارة فعالة للموارد المائية، تشمل تحسين تقنيات الري، الحد من الهدر، وتعزيز مشاريع إعادة تغذية المياه الجوفية عبر تجميع مياه الأمطار واستخدام المياه المعالجة.[3] هذه الإجراءات يمكن أن تساعد في الحفاظ على هذا المورد الحيوي للأجيال القادمة.

8- السياسات الحالية لإدارة المياه في سوريا

إدارة المياه في سوريا تواجه تحديات كبيرة بسبب التغير المناخي، النزاعات المستمرة، والتوسع السكاني. وفقًا للتقارير، تعتمد الحكومة السورية على التعاون الإقليمي والدولي لضمان استدامة الموارد المائية، حيث تسعى إلى إدارة الموارد المشتركة مع الدول المجاورة بطريقة عادلة ومتوازنة.[4]

تشمل السياسات الحالية عدة استراتيجيات، منها:

1- تحلية مياه البحر: يتم العمل على إنشاء محطات جديدة لتحلية المياه لتوفير مياه صالحة للشرب.

2- تقنيات الري الذكي: توسيع استخدام تقنيات الري الحديثة لتحسين كفاءة استهلاك المياه.

3- استخدام المياه المعالجة: تعزيز الاستفادة من مصادر المياه غير التقليدية، مثل معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في الزراعة والصناعة.

4- التوعية المجتمعية: تنظيم حملات توعوية تستهدف المدارس والمزارعين والمستهلكين لتعزيز الوعي بأهمية ترشيد استهلاك المياه.

5- بالإضافة إلى ذلك، تواجه سوريا تحديات كبيرة بسبب السياسات الإقليمية، حيث أدى بناء السدود التركية إلى انخفاض مستويات نهر الفرات، مما أثر على توفر المياه للشرب والزراعة وتوليد الكهرباء.[2] كما أن ارتفاع درجات الحرارة يزيد من معدلات التبخر، مما يؤدي إلى نقص الموارد المائية وتأثير سلبي على الزراعة والصحة العامة.

المراجع:

[1]. Maher Hamdi Aish. Geography of dry lands, Menoufia University Press, Shubin al- . Kom, 2009, p: 75

[2]. Advantages and Disadvantages of Groundwater Use in Daily Life", ".deepoceanfacts.com, Retrieved 3/2/2022. Edited

[3]. Oliver Sc., Guy H. (2006): Protecting Groundwater for Health, WHO, London. Course

Notes, Water and

.[4]. Masri N.M. (2006): Groundwater environmental Studies, An-Najah University

.[5]. Schwartz, Zhang (2003): Fundamentals of Groundwater. U.S.A.

[6]. Lawrence B., Chilton A.R. (2003): Hydrogeological Environments. UNEP Publication.

[7]. Ohio-EPA (2006): Pumping and Slug Tests, Technical Guidance for Groundwater Investigation, Revision 1, Environmental Agency.

Columbus 2006

[8] الديب صفاء، عبد الله إيهاب، محمد عابر (2021)، نمذجة انتقال العناصر الملوّثة في تربة غير مشبعة تحت تأثير الري، رسالة دكتوراه، جامعة حمص.