

## إدارة مكامن المياه الجوفية الساحلية في الجزء الجنوبي الشرقي من الجمهورية اليمنية

فؤاد سالم بامعروف

جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا - اليمن

### الملخص

تمثل مجموعة الشحر ومجموعة طبقة الكتلة المتجددة للطبقة الصخرية المائية الأساسية في منطقة الساحل الجنوبي الشرقي لليمن . كما تحتوي المكونات الأخرى ( ام الرضومة، جزعه ) اساسا على أحجار جيرية جافة وصخور غنية بالرخام . تعتبر الأحجار الرملية في مجموعة الشحر مستودعات للمياه الجوفية العذبة بينما تحتوي الكتلة المتجددة على مياه جوفية عذبة إلى مالحة .

ومن خلال هذه الورقة الذي بينت إن حوض المكلا ذي الحجر الرملي والذي يتسمى إلى تكوين أم الرضومة يمتاز بمحتوى مائي عذب وتنصف إنتاجيته بأنها متوسطة كما يقع ضمن هذا الحوض حوض غيل باوزير الذي يعاني من استنزافات كبيرة واختلال الموازنة المائية وذلك يعود إلى الفارق الكبير بين كميات المياه المستخرجة وكميات المياه الداخلة ( التغذية ) وذلك لطول فترات الجفاف والتي تعاني منها اليمن بشكل عام . لذلك فإن المخزون المائي الجوفي في مكامن الأحواض الجوفية الساحلية خاصة والأحواض الجوفية اليمنية بشكل عام في انخفاض مستمر مما يعني أن السنوات القادمة ستشهد شحا متزايدا في امدادات المياه الصالحة للشرب والمقدرة ببضعة عشرات من الآلاف الأمتار المكعبة في اليوم للمدن الكبيرة . ونتيجة لذلك سارعت الهيئة العامة للموارد المائية في تطبيق إدارة متكاملة لمكامن المياه الجوفية على مستوى اليمن عامة والذي يهدف إلى الآتي :

1- تطوير مدخلات إدارة الطلب على المياه وإدارة التزويد بها في نطاق تنفيذي واسع وإنشاء إطار تنظيمي وقانوني ومؤسس لإدارة مياه الحوض .

2- رفع كفاءة استخدامات المياه في الزراعة والصناعة والاستخدام المنزلي وتقوية البناء المؤسسي والقانوني لإدارة المياه على مستوى الحوض بشكل خاص . وذلك من خلال ادخال نظم الري الحديثة بما يمكن من تحقيق

ضخ أقل . وعمالة أقل . إلى جانب توفير أكبر قدر من المياه .

3— العمل على زيادة تغذية الخزانات الجوفية من مياه الأمطار من خلال بناء سدود جديدة وترميم السدود القديمة وبناء عدد من الجايونات .

4— تنفيذ حملة توعية وطنية يتم فيها التركيز على إعداد و بث رسائل توعية للحفاظ على المياه عن طريق متخذي القرار .محلسي النواب والشورى والمدارس والجامعات والصحفيين والمزارعين إضافة إلى تكوين مجموعات عمل في المدن والأرياف والمواطنين في جمعيات مستخدمي المياه .

### المقدمة

تعاني الدول القليلة الأمطار وندرة الأنهار من شح مصادر المياه مع تزايد الاستهلاك المائي ، وهذا ما تواجه اليمن التي ازداد فيها الاستهلاك المائي بزيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة، إلى جانب دخول البلاد إلى مرحلة التصنيع ومحاوله الوصول إلى الاكتفاء الذاتي في المنتجات الزراعية التي تستهلك مايعادل 90% من الاستهلاك العام للمياه . وتتميز المناطق الساحلية في الجزء الجنوبي الشرقي من اليمن بارتفاع درجة الحرارة في أغلب أشهر السنة مع ارتفاع في الرطوبة النسبية ويتراوح معدل سقوط الأمطار في المناطق الساحلية من 50 - 100 مم/ سنوياً . ونظراً لهذه الظروف المناخية فقد اثر على معدل تسرب المياه السطحية إلى جوف الأرض ( التغذية) . لذلك فإن المخزون المائي الجوفي في الأحواض الجوفية الساحلية في انخفاض مستمر مما يعني أن السنوات القادمة ستشهد شحاً متزايداً في إمدادات المياه الصالحة للأغراض المنزلية والزراعية إضافة إلى تدهور نوعية المياه نتيجة تعرضها للتلوث الكيماوي والبترولوجي . وارتفاع نسبة الملوحة . وفي ضوء ذلك يهدف هذا البحث إلى إلقاء الضوء على تفعيل دور الإدارة المتكاملة للأحواض الجوفية الساحلية ، والتي نستطيع من خلالها تحقيق خطط تنمية مائية شاملة سواء أكان للأغراض المنزلية والزراعية، ومعالجة استنزاف المياه من جهة ثانية .

ولأجل التوصل إلى مقترحات لمعالجة ذلك لابد من إلقاء الضوء على موقع منطقة الدراسة والطبقات الحاملة للمياه في المنطقة، والعوامل التي أدت إلى الاستنزاف السريع لهذه الخزانات وتدهور نوعيتها . ونظراً لمحدودية التغذية المائية الطبيعية لهذه الخزانات فإن استثمارها يستلزم تطبيق إدارة متكاملة للأحواض الجوفية الساحلية .

### موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في المنطقة الجنوبية الشرقية من الجمهورية اليمنية شكل (1) يحده من الجنوب أدنى مستوى للبحر في حالة الجزر . أما من ناحية الشمال فيحده السفح الجنوبي لهضبة حضرموت الجنوبية ، والتي هي بمثابة خطأ لتقسيم المياه بين أحواض الوديان التي تنصرف ناحية الشمال إلى وادي حضرموت . وأحواض الوديان التي تنصرف ناحية الجنوب إلى البحر ، ويحيط بمعظم قرى الساحل ومدنه ظهير زراعي على هيئة بساتين صغيرة وأراضي زراعية تروي من الآبار وسيول الأودية المنحدرة من المرتفعات . ويخترق السهول والمرتفعات الساحلية العديد من الأودية التي تصب في البحر العربي - مثل وادي حويره، فوه، المسيلة . وفلكياً يقع بين خط طول 84.40 و 54.075 شرقاً ودائري عرض 14.27 و 19.0 شمالاً .

### التركيب الطبوغرافي والبنوي للمنطقة

عند دراسة الطبقات الحاملة للمياه الجوفية ( Aquifers ) يهمننا أن نطلع على طبيعة التركيب البنيوي والصخري . ونوع الرواسب وطبيعة الذرات التي يكونها وذلك لأن هذه العوامل تتحكم في مسامية ونفاذية الرواسب.

تقع السهول الساحلية الجنوبية الشرقية ضمن نظام انكسار خليج عدن والبحر الأحمر ، وهي منبسطة إلى تلالية يتدرج فيها الارتفاع عن سطح البحر بصورة بطيئة إلى ارتفاع يتراوح ما بين 400 - 600 متر عند أقدم مرتفعات هضبة حضرموت الجنوبية .

تنتشر الصخور المتبلورة ( كالجرانيت والنايس والشيست ) المنتمية للدرع العربي الجنوبي على طول المنطقة الساحلية الجنوبية الشرقية والتي تنكشف في مواقع عديدة على طول خط الساحل من المكلا حتى المهرة، أما الصخور الرسوبية ( مجموعة الطويلة ) ، والذي يتراوح عمر هذه المجموعة حسب الدراسات المختلفة ما بين نهاية الجوراسي والبالوسين وتتكون هذه المجموعة بصورة أساسية من ( تكوينات قشن، تكوينات الحرشيات، تكوينات المكلا ) ، وهي عبارة عن ارسابات بحرية لبحار ضحلة تتكون من صخور مركبة ( كلاستية ) وصخر رملي صديفي مع نظاقات من المارل والحجر الجيري الرملي . ويختلف سمك المجموعة من منطقة إلى أخرى . لذا نجدها اقل سمكاً في

منطقة المكلا . وسميكة باتجاه الشرق بالقرب من تكوينات مجموعة المهرة<sup>25</sup>. وتنتشر على طول الساحل الجنوبي الشرقي لليمن حتى اقليم ظفار تكوينات مجموعة حضرموت، والتي تتكون من تكوينات ( حبشية الرص، الجزع، الرضومة ) ، وهي عبارة عن ارسابات بحرية تحوي صخر صلصالي و مارل وبعض متبخرات الرواسب الملحية، وهي تعود للزمن الثلاثي من الباليوسين حتى منتصف الايوسين.

تختلف تكوينات مجموعة حضرموت من حيث السمك فهي أكثر سمكاً في منطقة المسيلة أما المناطق الأقل سمكاً المناطق الساحلية قرب المكلا<sup>26</sup> .

وتوجد على طول خط الساحل من مدينة الشحر وحتى شمال مدينة الغيظة تكوينات مجموعة الشحر التي تتكون من صخر رملي ومارل وصخر صلصالي كما توجد في الطبقات السفلية تشكيلة من التكوينات القديمة<sup>27</sup>. عمر هذه التكوينات يتراوح ما بين الاوليغوسين والمايوسين . وقد تعرضت نطاقات السهول الساحلية إلى التصدع نحو الأسفل لمسافة تمتد آلاف قليلة من الأمتار نحو الشرق، مما أدى إلى تراكم كميات كبيرة من الرواسب الكوارتزية ، ورواسب الحقة الثالثة جدول رقم ( 1 ) .

الطبيعة الطبوغرافية الحالية للسهول الساحلية الجنوبية عبارة عن سهول سطحية إلى قليلة الانحدار ومتعرجة، مع ارتفاعات قصوى تصل إلى مئات قليلة من الأمتار فوق مستوى سطح الحر . يتميز السطح انتشار الرواسب الريحية والغرينية، وبالرغم من ذلك تحتوي على نطاقات زراعية، نتيجة لوجود العديد من الوديان التي تنحدر من المرتفعات الجبلية المجاورة . حيث صاحب كبيعة الجريات والارساب وجود مناطق من الطمي والطين والرمل حيث توجد ضمنها مياه باطنية اختزنت مع مرور مئات السنين .

الرواسب السيلية البلايستوسينية

توجد على طول منطقة الساحل وعلى جوانب الوديان الساحلية وهي بشكل عام عبارة غرين ولويس وحصى ورمل وكثبان رملية . هذه الرمال هي نتيجة عمليات التجوية التي حدثت

<sup>25</sup>Z.R.Beydoun, " Geology of the Arabian Peninsula-Eastern Aden Protectorate and Part of Duffer " United States Government Printing Office, Washington. P. 24-26.

<sup>26</sup>Beydoun, OP, Cit , 1966. P 33 – 34.

<sup>27</sup>J. E. G. W. Greenwood & D. Blcackley ( 1967 ), " Geology of the Arabian Peninsula – Aden Protectorate', Geological survey Professional Paper, United States Government Printing Office, Washington, P. 55.

لصخور المكلا الرملية<sup>28</sup>. معظم هذه الرواسب غير متماسكة لا تحتوي على أية مواد لاحمة في مساماتها ولذا فهي تتميز بمسامية عالية ونفاذية منخفضة التي تؤثر على تواجد المياه الجوفية وحركتها.

### الطبقات الحاملة للمياه

تسمى بالخرانات الحاملة للمياه الجوفية ( Aquifers ) أو مكان المياه الجوفية، وتتكون هذه الطبقات من ضخور مسامية عالية المسامية تسمح بمرور الماء فيها وخزنة ثم استخراجها مرة أخرى بكميات اقتصادية، ويعتبر الرمل والحصى الموجود في رواسب الوديان والسهول الساحلية والكثبان الرملية، أكثر المواد الشائعة والتي تكون الطبقات الحاملة للمياه الجوفية<sup>29</sup>. وفي منطقة الدراسة تتكون الطبقات الحاملة للمياه من الطبقات التالية : شكل رقم ( 2 ).

#### أ-طبقة الترسبات النهرية : ( Alluvium )

عبارة عن رواسب غرينية يتراوح سمكها بين صفر - 140 متر وتنتشر على طول الوديان الساحلية ، وتعتمد عليها جميع الآبار المفتوحة في منطقة الدراسة، ولقد أتضح من المعاينة الميدانية لبعض الآبار في بعض المناطق نذكر منها فوه، الحرشيات، غيل باوزير ، الدير الشرقية، فقد لوحظ بأن المياه فيها ترشح من نطاقات تكون فيها الفتحات والفجوات والشقوق مملؤه بالهواء والماء، لذا فإنها نطاقات شبه جوفية أي متوسطة بين المياه السطحية والمياه الجوفية العميقة.

#### ب-طبقة تكوينات ام الرضمة ( Unmmarrad huma formation )

يتراوح سمك هذه الطبقة من 200 - 440 متر وهي طبقة مكونة اساساً من الحجر الجيري . وحتى الآن لم تستغل مياه هذه الطبقة على نطاق واسع في منطقة الدراسة.

<sup>28</sup> W. Iskander , " Ground – Water Resources og the North Eastern Areas of P.D.R.Y. " , u.n. Office of Texhnlcal Cooperation Development, First Draft, Aden February, 1976, P. 12 – 13.

<sup>29</sup>محمود السلاوة، المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، طرابلس ، 1986 ، ص 24.

### ج-طبقة تكوينات المكلا ( Mukalla Sands Tones Formation )

تقع في أقصى الجنوب الشرقي لمنطقة الدراسة، وتقع ضمن سهول ساحلية تمتد على طول ساحل البحر العربي . توجد العديد من الوديان في هذه المنطقة ، منها وادي الخربة - فوه Khirba Fawwah - ( مساحة مجمع الحوض 450 كم<sup>2</sup> ) ، وادي بويش حمم Bwwaysh - Hmam ( 650 كم<sup>2</sup> ) ، وادي حويره ( 750 كم<sup>2</sup> ) وادي عرف - الشحر ( 1000 كم<sup>2</sup> ) وادي خرد ( 60 كم<sup>2</sup> ) . تعتبر هذه الوديان المغدي الرئيس بالمياه للحوض في منطقة الدراسة، ويزداد اتساع الوديان عند اقترابها من السواحل . وتقطع الرواسب الأوجينية - المايوسينية ( تشكيل الشحر ) مخارج هذه الوديان والتي تتكون غالباً من رواسب ضعيفة النفاذية ( طمي، رمال رسوبية، جبس، وصخور رملية ) . توجد في طبقة تكوينات المكلا وحدات متطبقة من الرواسب الفيضية - الركامية . تتمثل المنطقة الأولى في الكتل البلايستوسينية الواسعة Pleistocene الانتشار في المنطقة ، وتشمل الثانية التشكيلات الطمية - الرملية - الحصوية من الحقبة الهوليسينية المشكلة للمناطق الجورية للوديان<sup>30</sup> . ومنذ بداية عصر الهوليسن تعرضت معظم الوديان لعملية التعرية ، والذي أدى إلى تقلص حاد في سمك الكتل الصخرية والذي ظهر في السهل الساحلي الجنوبي الشرقي على شكل مدرجات نهرية في المناطق المرتفعة للوديان ، ولذلك ساهم التآكل العميق للكتل الصخرية والنفاذية الضعيفة نسبياً الناتجة عن التماسك الشديد للمواد اللاحمة الصخرية إلى تحديد المياه الجوفية السطحية . ولا يعني ذلك عدم ظهور مياه جوفية متقطعة في مواقع متناثرة على طول خط الساحل أو مناطق الوديان الداخلية . وبصورة عامة تعتبر التكوينات الرسوبية - الركامية للحقبة الرابعة في الوديان المصدر الرئيسي للمياه الجوفية في منطقة المكلا .

### د-تكوينات طبقة الكارست الجبسي في غيل باوزير

تقع في طبقة تكتونية مغمورة بالماء، يحدها شمالاً طبقات صخرية تتكون من لايمستون أم الرضومة وتظهر بشكل صدع كبير تنتشر به الضخور الطباشيرية والبالوسينية وذلك لأكثر من 1000

<sup>30</sup> Ali Jabr Alaw, and Nickoloy, V. Mezhelovsky ( eds ), Ground Water Resources available for development, Geological Consulting Company Ltd, Yemen, 1995. P. 18 - 19.

متر<sup>31</sup>. ومن وجهة النظر الهيدرولوجية، يمثل التصدع Fault حلقة وصل بين الصخور الرملية الطباشيرية الحاملة للمياه، والصخور الاردوازية الايوسنية السفلية والتي تشكل طبقة صماء إمام تسرب المياه الجوفية . إلى أعماق سحيقة . تمتد الطبقة الكارستية في منطقة غيل باوزير في التكوينات الجبسية المنتمية إلى الايوسين الأوسط، ويغطي باتجاه البحر بتكوينات الاوليوجوميوسين<sup>32</sup> . إلى الغرب يمتد هذا الخزان إلى سهول وادي حويره وإلى الشرق حتى وادي خرد.

ميزت سوجريا ( 1980 ) نوعين من خزانات الحجر الكريتاسي والأول منعزل عن الخزانات الرئيسية تحت هضبة حضرموت ويقع في إطار أحواض الوديان الساحلية بين غيل باوزير وفوه . والثاني على اتصال هيدرولوجي بالخزان الرئيسي يقع في وادي عرف على بعد 25 كم من الساحل . ويمتاز الخزان الأول باتساع كبير وجودة أكثر في المياه الجوفية . أما السبب الرئيس في انعزال خزان الحجر الرملي حول المكلا عن الخزان الرئيسي بل وتمزقه في مساحات مستقلة هو حركات التصدع المتعددة الاتجاه في المنطقة<sup>33</sup> . وتجدر الإشارة هنا أن هذا الخزان من الخزانات الرئيسة التي تمون مدينة المكلا بالمياه الصالحة للشرب .

### معدل الانسياب وتغير المستويات

أن معدل الانسياب وتغير مستويات المياه الجوفية في الأحواض ذو ارتباط مباشر بحركة هذه المياه حيث نجد دائماً تتحرك من المستويات ذات الطاقة العالية إلى المستويات ذات الطاقة المنخفضة، ومصدر هذه الطاقة هو الارتفاع والضغط ، ونظراً لأن حركة المياه الجوفية بطيء جداً وخاصة في الطبقات الرقيقة لذلك يحصل نقص لهذه الطاقة ويساعد على ذلك الاحتكاك مع جدران الوسط الجليبي على طول خط الانسياب لهذه المياه . وقد تم قياس هذا النقص لكل وحدة طول من مسافة الانتقال ( التدرج الهيدوليكي )<sup>34</sup> ، أو الانسياب من خلال السدود الأرضية وقد تجلى ذلك بشكل واضح . عند دراسة حوض المكلا ذو الحجر الرملي . حيث تتحرك سيول منفصلة من الماء

<sup>31</sup> Ali Jabr and Nickolay V. Mezhelovsky ( d ) oP. cit .P.19

<sup>32</sup> قادري عبدالباقى أحمد ، موارد المياه في حضرموت ومشاكل استغلالها ، ورقة بحثية مقدمة إلى الندوة العلمية للتركيب الجغرافي والاقتصادي م / حضرموت ، 1987 ، ص.

<sup>33</sup> قادري عبدالباقى أحمد ، المرجع نفسه، ص 3.

<sup>34</sup> Davis, S.N. and R.I.M.Dewiest, Hydrogeology, Johnwiley & Sons. Inc, New York, 1960. P 112.

الجوفي بشكل متوازي وبسرعة صغيرة مشكلة تياراً مستمراً وهذا ما تم ملاحظته في بعض الأحواض الشبه سطحية في المناطق الساحلية من حضرموت حيث إن صخور هذه الخزانات عبارة عن حجر جيرى الذي يساعد على مرور المياه من طبقاته بشكل أسهل ( منطقة فوه على سبيل المثال

### التغذية

التغذية تعني تسرب المياه من أعلى عبر الفتحات والشقوق الموجودة في الصخور وذلك وفق مجموعة من العوامل منها نسجه وبناء التربة، ودرجة انحدار الأرض، فضلاً عن المحتوى الرطوبي للتربة، والنبات الطبيعي . تتغذى خزانات الرواسب الفيضية في قيعان الأودية بواسطة التسرب من مياه السيول - لذلك يعتبر الجريان السطحي في الأودية القصيرة الأجل هي المصدر الرئيسي للتغذية في المناطق الجافة<sup>35</sup>. أي تحدث تغذية مباشرة من الأمطار والتي تتحول بعد سقوطها على شكل سيول جارفة في الوديان لمدة ايام قليلة، وهناك نوع آخر من التغذية يتم وذلك عن طريق التدخل البشري ( زيادة استهلاك المياه الجوفية لأغراض الري والمتمثل بالتسرب العائد إلى خزان الماء الجوفي من المياه المضخحة ) .

وعلى أية حال فإن التغذية المباشرة للخزانات الجوفية في منطقة الدراسة قليلة جداً بصورة عامة، وهذا ناتج عن قلة الأمطار في المنطقة والذي أدى زيادة موجة الجفاف في منطقة الدراسة ، كما أن معظم الأمطار الساقطة تفقد عن طريق التبخر نظراً لارتفاع درجة الحرارة وقلة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، وبالرغم من ذلك فإن التغذية تحدث في منطقة الدراسة ولو بكميات قليلة . ومن هنا لابد من التعرف على مقدار التغذية الفعلية التي تصل إلى الخزانات الجوفية نظراً للأهمية ذلك في معرفة الموازنة المائية العامة في منطقة الدراسة.

<sup>35</sup> -Wright. C.E., " Surface water and Ground Water Interaction , " hnstudies, and Reports in Hydrology, No. 29 Paris, UNESCO, 1980. P.129.

## المناخ والاختلال المائي في الساحل الجنوبي الشرقي لليمن

للمناخ دور هام في تحديد الخصائص الكمية والنوعية للماء في أي منطقة من مناطق العالم . وفي الساحل الجنوبي الشرقي للإقليم اليمني كانت لطبيعة المناخ أثر واضح على وجود الماء ونوعه، يتميز المناخ في منطقة الدراسة عموماً - بصيغة الحار جداً والجاف، والشتاء الحار- ويتسبب قلة الغطاء النباتي - وبالتالي العاكسية العالية لحرارة سطح الأرض مع كثافة الإشعاع الشمسي وارتفاع درجات الحرارة في اختلال التوازن المائي الطبيعي في منطقة الساحل بحيث أن كميات التبخر السنوي الذي ومعدلاته تفوق كميات التساقط السنوي مما ينعكس ذلك سلباً على تغذية الخزانات الجوفية في منطقة الدراسة ، ولذلك يمكن حصر عدة عوامل تسهم في حدوث ظاهرة الاختلال في التوازن المائي في منطقة الدراسة.

### 1- تأثير الإشعاع الشمسي

يتميز الساحل الجنوبي الشرقي لليمن بطول فترة الإشعاع الشمسي أثناء ساعات النهار الطويلة في الصيف، ولا تقل ساعات الإشعاع في نهار الشتاء إلا قليلاً جداً بحيث إن فترة الإشعاع الشمسي هذه تتراوح بين 6، 7 ساعة كحد أدنى و 9 ساعات كحد أعلى وممتوسط سنوي يعادل 8 ساعات في اليوم، يتسبب في ذلك قلة غطاء السحب في المنطقة . وأهم أثر للإشعاع الشمسي هو ارتفاع درجات الحرارة حيث يتراوح المعدل السنوي بين 24م و 34م<sup>36</sup>. يعمل هذا المعدل العالي على زيادة معدل التبخر/ النتح في المنطقة مما يسهم في اختلال التوازن وفعالية المطر في منطقة الدراسة . وذلك لأن عنصر الحرارة هو العنصر الرئيسي الذي يحدد معدل التبخر / النتح في أي منطقة من مناطق العالم وبه تحسب القيمة الفعلية للأمطار.

### 2- تأثير قلة الغطاء النباتي

قبل أن تتأثر منطقة الدراسة بعوامل الجفاف ومظاهر التدهور البيئي الأخرى فيها . فإنها تعاني فقر الغطاء النباتي بحيث لا يوجد بها إلا الأشجار الشوكية وهذا يدل على فقر البيئة الحيوية بصورة

عامة . والنباتية بصورة خاصة . وينعكس ذلك سلباً على معادلة التوازن المائي لأن زيادة عاكسية الأرض ( Albedo ) يرفع من كمية الحرارة التي تمتصها الأرض مما يؤدي الى رفع التبخر / النتح فوق معدل الإسقاط ويعني هذا الأمر في نهايته أن معدل استهلاك الماء في المنطقة يفوق معدلات تعويضه أي أكثر من عملية (( التموين الطبيعية )) تقود هذه الحقيقة المنطقية لأن تعتمد على مصادر خارجية حتى في عملية تغذية الأحواض الجوفية بالماء ( تغذية صناعية ) والذي يبقى المصدر الوحيد الأهم ، وهو مصدر معرض للفناء أن لم يعامل معاملة عاملة ورشيدة.

### 3- تأثيرات توزيعات الضغط الجوي والرياح

الضغط الجوي هو الضابط الرئيسي والمنظم لحركة الرياح التي تتبعها الأمطار. وتتأثر منطقة الدراسة بنظامي ضغط جوي : أحدهما مرتفع مركزه الجزء الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة العربية ويسود في فصل الشتاء باعتباره جزءاً من نظام الضغط المرتفع فوق وسط آسيا . يخنفي هذا الضغط الجوي المرتفع في الصيف لتحل محله منطقة ضغط منخفض مركزه شبه القارة الهندية، ولكن أطرافه تمتد حتى منطقة جنوب جزيرة العرب والتي تكون منطقة الدراسة جزء منها . خلق هذان النظامان للضغط الجوي نظاماً للرياح السائدة في المنطقة ذا اتجاهين : أحدهما الرياح الشمالية الشرقية الجافة التي تهب شتاءً والتي لا تحدث أي إمتار في المنطقة والأخرى هي الرياح الجنوبية الغربية الرطبة والتي تمر موازية في أغلب الأحيان مع السواحل الجنوبية الشرقية مما يؤدي إلى أثر ضعيف في توفير الرطوبة وبالتالي أحداث التساقط بكمية كافية في المنطقة . شكل رقم (3) .

### 4- الأمطار

لا توجد قياسات دقيقة للأمطار في منطقة الدراسة، وذلك لقلة محطات الأرصاد الجوي في منطقة الدراسة ، والتي لا تعطي تقييم حقيقي عن الأمطار في منطقة الساحل الجنوبي الشرقي . وبما يمكن معرفة حقيقة الماء المتسرب إلى الخزانات الجوفية في المنطقة . وبالرغم من شحة الأمطار وعدم انتظامها في منطقة الدراسة تبقى مصدر رئيسي لتغذية الخزانات الجوفية في المنطقة وإذا كانت كمية المطر السنوي في السواحل الجنوبية الشرقية هي . 5 ملم ، فإن الأمطار في المنطقة الجبلية لأحواض الوديان الساحلية يصل كمية المطر السنوي بها إلى حوالي 300 ملم شكل رقم (4) وهذا في حد

ذاته يعطي دليلاً أكيداً على الأحواض العليا للوديان الساحلية في تشكيل السيول التي تغذي المياه الجوفية في المنطقة ، وهذا يعطي دليلاً بأن المرتفعات الجبلية والتي يزيد ارتفاعها عن 2000 متر فوق سطح البحر يمكن أن تكون مصدراً حرارياً لتكون الصحب المطرة فوق المنطقة<sup>37</sup>. وبطبيعة الحال فإن كمية الأمطار السنوية لا تعتبر مؤشراً على حدوث السيول ، حيث توجد عوامل عديدة تؤثر في جريان السيول مثل معدلات تبخر / النتح أثناء سقوط الأمطار . وحالة رطوبة التربة ونوعية استغلال الاراضي . وفي العادة عندما تقل الأمطار وترتفع درجة الحرارة فإن النتح التبخري يؤدي إلى إزالة الرطوبة التي كانت مخزونة في التربة . وعندما تسقط الأمطار بعد فترة جفاف طويلة فإن الأمطار تفقد مباشرة بواسطة النتح التبخري ولكن مع ازدياد تساقط هذه الأمطار وبشكل متتابع فإن رطوبة التربة . تزداد لدرجة تؤدي بعدها إلى ترشيح المياه نحو خزان المياه الجوفي . لذلك فإن سجلات الأمطار اليومية وتتبع الحالة الجوية في المنطقة تمثل حالة دقيقة لمعرفة كمية الجريان في الوديان الاسحلية والتي بموجبها يمكن أن نتعرف على كمية المياه التي تتسرب الى الخزانات الجوفية في منطقة الدراسة والتي على أثرها يمكن أن نتعرف على مخزون المياه الجوفية في هذه الخزانات شكل رقم .

### العوامل البشرية المؤثرة على توفر المياه

تزايد معاناة سكان السواحل الجنوبية الشرقية من الاقليم اليمني من شح المياه نتيجة للزيادة المضطردة للسكان، حيث تشهد معظم مدن النطاق الساحلي الجنوبي الشرقي زيادة سكانية مرتفعة حيث وصل عدد السكان عام 2004م . إلى حوالي 1.029.462 مقارنة بعام 1994م . 755.631<sup>38</sup>، وذلك بمعدل نمو سنوي للسكان يصل إلى 3% . واعتماداً على معدلات الزيادة الطبيعية الحالية فإن سكان منطقة الدراسة سيتضاعفون في السنوات القادمة . الأمر الذي يعني مضاعفة استهلاك المياه خلال السنوات القادمة . كما أ، التطور الاقتصادي والصحي الذي شهده ويشهده الوطن اليمني بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص زاد من حجم استهلاك المياه في المنطقة ففي عام

37 إبراهيم بن سلمان الاحيدب، توزيع الامطار في جنوب عذب المملكة العربية السعودية ، معهد البحوث والدراسات العربية - القاهرة ، 1992م، ص 27.

38 الجمهورية اليمنية، وزارة التخطيط والتنمية . الجهاز المركزي للإحصاء، كتاب الاحصاء السنوي 2004م، صنعاء ص 30.

2002م بلغت كمية المياه المستهلكة 7552م<sup>3</sup> من المياه في عام 2004م فقد بلغت الكمية المستهلكة من المياه 11323م<sup>393</sup> من المياه . وإذا قورنت أحجام استهلاك الفرد من المياه في منطقة الدراسة لوجدناها دون المتوسط العالمي . فلا يزيد معدل نصيب الفرد من المياه المستهلكة في منطقة الدراسة على 29م<sup>3</sup> سنوياً مقارنة مع 13000م<sup>3</sup> المعدل العالمي<sup>40</sup> .

كما أن عدم كفاءة شبكات توزيع المياه في المدن والمراكز الحضرية في كثير من أجزاء السهل الساحلي الجنوبي الشرقي من الإقليم اليمني، والتي تساعد في ضياع نسبة كبيرة تصل أحياناً إلى أكثر من 30% من كمية الإنتاج ، وتسهم في تفاقم مشكلة المياه، كما أن غياب الوعي بأهمية الثروة المائية يدفع البعض إلى إهدار كميات كبيرة من المياه مما يسهم في زيادة العجز المائي. ومما لا شك فيه أن استخدام طرق الري القديمة التي تعتمد على غمر المحاصيل الزراعية بالماء بواسطة قنوات ترابية تؤدي إلى إهدار كميات كبيرة من الماء عن طريق التبخر والى زيادة تملح التربة وغسل العناصر المعدنية فيها . علماً بأن ري هكتار واحد في المناطق الجافة يحتاج ما بين 10.000م<sup>3</sup> - 13.000م<sup>3</sup> من الماء<sup>41</sup> .

مما تقدم نرى أن الآبار التي تعتمد عليها منطقة الدراسة بشكل شبه كامل في الحصول على احتياجاتها من المياه، تواجه بدورها مشكلتين رئيسيتين، تتمثل الأولى في الزيادة المضطردة في عدد السكان ما يعني زيادة الحاجة لكميات أكبر من المياه، فيما تتمثل المشكلة الثانية في عدم حصول تلك الآبار على تعويض كاف للمياه التي تفقدها والتي تعتبر مياه الأمطار المصدر الوحيد لها، الشيء الذي أدى إلى استنزافها وارتفاع ملوحتها . وقد كشفت الدراسات الجديدة للهيئة العامة للموارد المائية إن كمية المياه الجوفية المستخدمة على مستوى القطر اليمني في العام تبلغ 250مليون م<sup>3</sup> في حين أن كمية التغذية السنوية للخزانات الجوفية والمتمثلة في معدل التساقط المطري تتراوح بين 700 - 800 مليون م<sup>3</sup> منها 90% معرضة للتبخر<sup>42</sup> .

إن زيادة الطلب على المياه بفعل الزيادة السكانية والتوسع والتنوع في الأنشطة الاقتصادية

39 المصدر نفسه ، ص 104.

40 قاسم الدويكان، مشكلة المياه في الوطن العربي، مجلة كلية الملك خالد العسكرية ( السعودية ) ، العدد 45، السنة 13، ربيع وصيف 1995م، ص 46.

41 المصدر نفسه، ص 46.

42 صحيفة الثورة، العدد ( 14093 ) ، الجمعة ، 13 يونيو، 2003م.

الأخرى في اليمن . حتى وصل المعدل الكلي للاستهلاك المياه إلى مستوى حرج قد يؤدي في حالة تزايد مستقبلاً إلى وضع اليمن عامة ومنطقة الدراسة خاصة في وضع مائي حرج . لهذا أصبح تطوير وتحسين إدارة خزانات المياه الجوفية في منطقة الدراسة مطلباً بل وشرطاً ملحاً لأهمية الحفاظ على ديمومة المياه في هذه الخزانات، واستخدامها استخداماً مقنناً وفعالاً.

### إدارة خزانات المياه الجوفية الساحلية

إن مفهوم إدارة مصادر المياه ( السطحية والجوفية ) ليست وليدة عصرنا هذا ، فإن من أسباب ازدهار الحضارات اليمنية القديمة هي الإدارة الحكيمة لمصادر المياه . فعلى سبيل المثال في حضارة السبأين لم تكن مهارة البناء التي استغلوها في تشييد العرم سبب ازدهارها بقدر ما كان المستوى المعرفي الذي أحرزوه في الهندسة الهيدرولوجية والتي مكنتهم في تصريف كميات هائلة من مياه السيول خلال فترة قصيرة . ولم يكن لهذا المشروع العظيم أن يتحقق بدون وجود البناء المؤسسي القوي للدولة والقوانين المنظمة لسير العمل . لذا علينا أن نتعلم من حكمة الأوائل - ونسعى نحو حلول شاملة ونتبنى إدارة متكاملة لمصادر المياه وعلى هذا الأساس ينبغي التركيز على تنظيم عملية استثمار واستعمالات مياه الأحواض المائية الذي لن يتم إلا عن طريق إدارة متكاملة للأحواض المائية واتخاذ مجموعة من الإجراءات من أهمها :

#### 1-التشريعات

إنشاء إطار تنظيمي وقانوني ومؤسسي لإدارة مياه الأحواض الساحلية ، وذلك من خلال تطوير مدخلات إدارة الطلب على المياه وإدارة التزويد بها، باعتبار التشريعات المائية راتداً أساسياً في تنظيم عملية استخراج المياه وتوزيعها والاحتياج بين المستعملين . كما أنها تؤدي دوراً هاماً في عملية ترشيد الاستعمالات المختلفة للمياه.

#### 2-تعويض الفاقد في مخزون المياه الجوفية

ويتم ذلك من خلال اتباع الاساليب والطرق الحديثة لتغذية المياه الجوفية والمهادفة إلى زيادة تغذية

الجزانات الجوفية من مياه الأمطار ، وذلك من خلال بناء العديد من السدود وترميم السدود القديمة ، وبناء العديد من الجايونات في مجاري الوديان .

### 3- تخفيض المتطلبات المائية

يتزايد الطلب على المياه بشكل مستمر ومتصاعد نتيجة للتوسعات العمرانية والتزايد السكاني بالإضافة إلى التوسع في القطاع الزراعي والصناعي، ولتخفيف الحد الأدنى والمعقول بين مختلف القطاعات ينبغي اتخاذ الآتي :

أ- تخفيض المتطلبات المائية لأغراض الشرب عن طريق التحكم في توزيع المياه في الشبكة الداخلية للمدن.

ب- تخفيض فواقد المياه الغير محسوبة من خلال ترميم شبكات المياه وتغيير التالف.

ج- إدخال نظم الري الحديثة بما يمكن من تحقيق ضخ أقل . وعمالة أقل إلى جانب توفير أكبر قدر من المياه . إضافة إلى عدم التوسع في زراعة المحاصيل التي تتطلب كميات كبيرة من المياه.

### 4- المعالجة السليمة للمياه العادمة

هناك كميات كبيرة من المياه المستعملة لا تتم معالجتها بالطريقة الصحيحة ويتم تسريبها وهدرها بطريقة خاطئة نجم عنها الكثير من المشاكل الصحية من جراء تلوث أحواض المياه الجوفية بالمياه العادمة . لذلك فإذا تم معالجتها بطريقة صحيحة يمكن الاستفادة منها في مجالات مختلفة، وبذلك ستحد إلى حد كبير من استنزاف المياه الجوفية.

### 5- السيطرة على التلوث

ويتم ذلك عن طريق مراقبة جميع المنشآت الصناعية والمنشآت الأخرى المؤدية بشكل مباشر إلى تلويث الأحواض المائية وفرض نظام صارم يحظر عليها تعريف مخلفاتها ومياهها العادمة إلى الأحواض المائية.

## 6- سياسة التعرف المائية

وتتمثل في إتباع سياسية التعرف المائية المتصاعدة والتي قد يكون لها دور فعال في تخفيض الاستهلاك للمياه في حدود المعقول، والمحافظة على كل قطرة ماء.

## 7- التوعية الشعبية

وذلك من خلال تنفيذ حملة توعية وطنية يتم فيها التركيز على إعداد وبث وسائل توعية للحفاظ على المياه عن طريق متخذي القرار بمجلس النواب والشورى، والمدارس والصحفيين وكبار وصغار المزارعين إضافة إلى تكوين مجموعات عمل في المدن والأرياف والمواطنين في جمعيات مستخدمي المياه.

## الخلاصة

من خلال ما تقدم أتضح أن الاختلافات بين الطبقات الصخرية الحاوية على المياه الجوفية في منطقة الدراسة نسبية وليست مطلقة . وإن ترسبات العصر الرباعي والحجر الرملي لمجموعي حضرموت والشحر اللتان تكونان أهم الأحواض الجوفية في منطقة الدراسة . وإن الآبار المنتجة للمياه الجوفية في الأحواض الساحلية مرتبطة بترسبات الوديان المفككة التي تزداد اتساعاً قاطعة ترسبات Olig-Miocene ( تكوين الشحر ) والتي تتكون من رسوبيات ضعيفة النفاذية كلى وكيلين رملي Clays- Clayeysnds وجبس وحجر رملي أحمر . وبشكل رئيس يعتبر حوض المكلا الرملي الحوض الأكثر انتشاراً في منطقة الدراسة وأن أكبر الوديان المغذية لهذا الحوض هي الخربة - فوه ، حمام - بويتش ، وادي حويره، والتي تنبع من هضبة حضرموت الجنوبية . ويلاحظ إن معظم الأحواض الساحلية تعاني من استنزافات كبيرة واختلال الموازنة المائية وذلك يعود إلى الفارق بين كميات المياه المستخرجة وكميات المياه الداخلة ( التغذية) إلى فترات الجفاف الطويلة التي تعاني منها منطقة الدراسة، إضافة إلى عدم وجود توعية كاملة لترشيد لاستخدامات المياه الجوفية، إضافة إلى عدم وجود إدارة كفؤة وحسنة لهذه الأحواض حتى تستطيع تطبق القوانين واللوائح المتعلقة بالموارد المائية فلو أن كل مواطن ينظر إلى المياه التي يستخدمها إنها ملكية ويتصرف بها كما لو

كانت ملكة شخصياً وليست ملكية عامة، يستولى على ما يقدر عليه ويهدر ما يقدر عليه وهذه هي المشكلة الأساسية الموجودة في ثقافتنا، فالشئ الذي هو مملوك ملكية عامة مثل الماء ليس هناك مسؤولية عامة للحفاظ عليه كل شخص يرى المشكلة على غيره وعلى الحكومة . بينما في الأساس واقعنا الآن هو نتيجة لسؤ الاستخدام من المجتمع ككل . إذن هذه المشكلة ولكنها ليست المشكلة الأساسية فالمشكلة الأساسية هي في الوصول إلى الإدارة الحسنة للمياه الموجودة . وهنا يبرز سؤال عام هل المشكلة العامة تكمن في أزمة إدارة .... أم أزمة موارد ؟ !!

## المراجع

أولاً : العربية

إبراهيم بن سلمان الاحيدب . 1992 . توزيع الامطار في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، 1992م.

الجمهورية اليمنية، وزارة التخطيط والتنمية . الجهاز المركزي للإحصاء، كتاب الاحصاء السنوي . 2004م . صنعاء.

صحيفة الثورة، العدد ( 14093 ) ، الجمعة ، 13 يونيو . 2003م.

قاسم الدويكان . 1995 . مشكلة المياه في الوطن العربي، مجلة كلية الملك خالد العسكرية (السعودية) ، العدد 45، السنة 13، ربيع وصيف 1995م.

محمود السلاوي 1986 . المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، طرابلس ، 1986م.

ثانياً : الأجنبية

Ali Jabr Alaw, and Nickoloy, V. Mezhelovsky (eds) . 1995 . Ground Water Resources available for development, Geological Consulting Company Ltd, Yemen.

**Davis, S.Nanel R. I.M.Dewiest . 1960.** Hydrogeology, Johnw : Ley & Sons, Inc. New York .

**J.E.G.W.Green wood & D.Bleakley . 1967 .** " Geology of the Arabian Penins Ula-Aden Protectorate, " Geological Survey Professional Paper, United States Government Printing Office Washington.

**W.Iskander . 1976 .** " Grounf – Water Resources of the North Eastern Areas of P.D.R.Y. " U.N. Office of Technical Cooperation Development, First Draft, Aden. February.

**Wright. C.E. 1980 .** " Surface water and Ground Water Interaction , " hnstudies, and Reports in Hydrology, No. 29 Paris, UNESCO, 1980.

## **Integrated and Continuous Management of Water Resources in Yemen**

**Fowad Salem Bamarroof**

*Fac. of Arts, Univ. of Hadramout for Science and Technology, Yemen*

Yemen is suffering of a shortage of water, because there is lack of water resources and the consumption of water is exceeding the resources . This paper aims at stating the existing situation of water resources in the Republic of Yemen and the problems the country faces. The annual refreshing resource of water in Yemen is about 2.1 billion square meter and 1.7 billion square meters is internal water . On the other hand, the consumption of water is about 3.2 billion square. That means that there is a big gap between consumption and supply, which is about 700 billion square meter. The water resources condition in Yemen indicates that the average of water provided to individuals is between 120 – 150 square meter and this is very less than the regional average that is about 1250 square meter. The paper speaks about the uses of water in Yemen where the agricultural sector consumes ( 90% ) about 3094 million square meter, whereas the louse consumption is ( 7% ) about 238 million square meter . Besides the industrial uses of water about ( 3% ) 98 million square meter. The research demonstrates the main problems facing water resources due to the increase of population and the lack of rains that Unbhtute water in the interior tanks. Hoverer the Yemen government should think of following strangers to over come this problem by applying integrated management eater and apply new civil policies and following new and his dare methods of lrnigation ssurry new resolutions to protect water.