

مؤشرات العجز المائي في اليمن.

أ.د. قادري عبد الباقي أحمد

أستاذ الجغرافيا الطبيعية: قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة عدن

المقدمة:

بسم الله والحمد لله الذي أعان على إنجاز هذا البحث متجاوزا العديد من الصعوبات وخاصة فيما يتعلق بالبيانات الهيدرولوجية المطلوبة لتحليل كل مؤشر من مؤشرات العجز المائي في اليمن . وقد زادت تلك الصعوبات تعقيدا بالنظر إلى تلك المؤشرات على مستوى الأحواض الهيدروغرافية لليمن: حوض البحر الأحمر، حوض خليج عدن ، حوض البحر العربي وحوض الربع الخالي، وذلك بسبب غياب قاعدة بيانات تفصيلية هيدرولوجية وبيئية رقمية موحدة عن اليمن .

ويهدف هذا البحث إلى دراسة ثلاثة مؤشرات للعجز المائي الأكثر شيوعا في العالم أثناء العقدين الأخيرين وتطبيقها على اليمن - وخاصة مؤشر الشدة المائية أو ما يعرف بالعلاقة بين الموارد المائية المتاحة سنويا وعدد السكان ومؤشر الشح المائي الذي يقيس درجة استنزاف الموارد المائية من أثناء إيجاد العلاقة النسبية بين مجموع حجم السحب السنوي من كافة الموارد المائية لمختلف الأغراض وحجم الموارد المائية المتاحة سنويا، ومؤشر الفقر المائي وهو الأكثر تعقيدا نظرا لحاجته إلى مجموعة من المتغيرات الهيدرولوجية والبيئية والتنمية كما سنرى فيما بعد.

وفضلا عن سعي البحث لتحديد قيم تلك المؤشرات على المستوى الوطني فإنه يهدف أيضا إلى تحليل تباينها المكاني على مستوى الأحواض الهيدروغرافية وأسبابها واقتراح المعالجات لمواجهة مشكلات العجز المائي

وعلى الرغم من وجود تقديرات دولية لدرجات العجز المائي على المستوى القطري لليمن إلا أن تقدير التباين المكاني والفصلي لمؤشرات العجز المائي - وهي مشكلة هذا البحث - لم تحظ بنصيب وافر من الدراسة. هذا التباين المكاني للعجز المائي في اليمن يمكن الاستدلال عليه من أثناء تباين متغيراته الناتجة عن تنوع الظروف المناخية والطبوغرافية و الهيدرولوجية واختلاف كثافة السكان وتوزيعهم الحضري وتعدد الممارسات الزراعية .

وفضلاً عن تقييم وتحليل الدراسات السابقة ذات الصلة يعتمد البحث في بياناته على إعادة تبويب النتائج التفصيلية لتعدادي السكان في اليمن عام ١٩٩٤ و عام ٢٠٠٤م والبيانات الرقمية للهيئات المحلية وللمنظمات الدولية المتاحة في شبكة العنكبوت (WWW) المتعلقة بمتغيرات مؤشرات العجز المائي .

ختاماً أتوجه بالشكر الجزيل لجامعة صنعاء على استضافتها للملتقى الجغرافيين اليمنيين وأتاحت لنا تقديم هذا البحث ضمن منتدى الملتقى.

مفهوم العجز المائي وشح المياه ومؤشراتها وطرق البحث :

يعبر مفهوم العجز المائي عن الوضع الذي تكون فيه الموارد المائية المتاحة غير كافية لتلبية الاحتياجات المائية الأساسية لنمو المحاصيل الزراعية وإنتاج الغذاء وللأستعمالات البشرية المتنوعة . ويتحكم في طريف هذه المعادلة مجموعة من المحددات المكانية والزمانية في إطار المجال الجغرافي الذي تدرس فيه هذه الظاهرة. وتقذف في الطرف الأول للمعادلة مجموعة من المحددات أهمها الظروف المطرية وعواملها والأوضاع الهيدرولوجية التي تحدد نوع وحجم الموارد المائية المتجددة . وفي الطرف الآخر نجد أن الاحتياجات الأساسية للمياه تتحكم فيها عدة عوامل أهمها مدى إمكانية الوصول إلى المورد المائي والإدراك الواعي لاحتياجات المحاصيل الزراعية من الري ومستوى التطور التقني لأساليب الري، فضلاً عن تلبية الاحتياجات المائية المتزايدة للسكان البشرية والتنمية والبيئية. ويتأثر هذا الطرف الآخر من المعادلة بمستوى التحضر ودرجة التنمية الاقتصادية التي يعيشها المجال الجغرافي ومستوى الوعي بمسألة التنمية المستدامة والاقتناع بأن الماء حق للجميع: الناس والتنمية والبيئة

ويحدث العجز المائي وشح المياه حتى في الأقاليم المناخية الممطرة طالما أنها عاجزة عن تلبية الاحتياجات المختلفة بسبب نوعية المياه المتاحة وتوزيعها المكاني. وفي تقرير لمنظمة الصحة العالمية (WHO, 2008) أن شح المياه تؤثر على ثلث سكان العالم تقريباً وأن الوضع يزداد سوءاً كلما زادت الاحتياجات للمياه وتنامي سكان العالم وارتفاع درجة التحضر وزيادة الاستعمالات المنزلية والصناعية. ونظراً لشح المياه يتجه البشر إلى أساليب خزن المياه في المنازل ما يرفع من درجة الخاطر بالأمراض الوبائية مثل الملاريا وغيرها. ومن جانب آخر فإن ندرة المياه أدت إلى تنامي استخدام الماء العادم غير المعالج في الإنتاج الزراعي، وخاصة في المجتمعات الفقيرة حيث حالياً يستهلك نحو ١٠ ٪ من سكان العالم غذاء روي بواسطة الماء العادم؛ قد تحتوي على كيماويات أو أحياء دقيقة مسببة للأمراض.

وتتنوع أساليب التعبير عن شح المياه والعجز المائي حيث توجد ثلاثة أنماط رئيسية لها هي:

١. الشح المائية المناخية وترتبط بالوضع المناخي الهيدرولوجي حيث العلاقة سالبة بين التساقط والتبخر الكلي الممكن.

٢. الشح المائي الأخضر (*Green Water Scarcity*) هو شح الماء في التربة حيث التوازن المائي المناخي للتربة يكون سالبا، رغم أهمية الرطوبة في التربة، لأنها تحدد مسألة إنتاج الغذاء. وأسباب الشح المائي الأخضر متنوعة: منها المناخية: أي عندما لا يلبي المطر الاحتياجات المائية للنبات، ومنها بيولوجية: تتعلق بخصائص التربة ودرجة نفاذيتها واحتفاظها بالرطوبة.

٣. الشح المائي الأزرق (*Blue Water Scarcity*) وهي الصورة المباشرة للشح المائي والأكثر سهولة في مؤشراتها، حيث تحدها عدة متغيرات ديموغرافية وتقنية (القدرة على إمداد الماء للمستهلك) وحجم استعمالات المياه.

وبهدف التوصل إلى معايير كمية للتعبير عن العجز المائي يتم من أثناءها إجراء المقارنات بين مجال جغرافي وآخر بما يمكن صناع القرار من اتخاذ التدابير والخطط لمواجهة مخاطر هذا العجز، لقد تمكن الباحثون أثناء العقدين الأخيرين من إيجاد عدة صيغ إحصائية على هيئة مؤشرات لعل أكثرها شيوعا ما يلي :

- مؤشر الشح المائي الديموغرافي (*Water Stress Index*):

وهو من المؤشرات الشائعة ويعتمد على متغيرين أساسيين فقط هما حجم الموارد المائية المتجددة وحجم السكان. ابتكرت هذا المؤشر خبيرة المياه السويدية (Falkenmark, 1989) عام ١٩٨٩ م. حيث اعتمدت معيار ١٧٠٠ متر مكعب/فرد/سنة كحد فاصل بين الغنى والعجز المائي، فأقل من هذا الحد تظهر علامات شح المياه (شد المياه) (*Water Stress*). وإذا وصل هذا المعيار إلى أقل من ١٠٠٠ متر مكعب/فرد/سنة فهو علامة على شح المياه، ويشير بالتالي إلى صعوبات في التنمية الاقتصادية، ويكون الوضع حرجا وخطيرا إذا بلغ نصيب الفرد السنوي من المياه أقل من ٥٠٠ متر مكعب .

- مؤشر شح المياه (Index Of Water Scarcity):

يعتمد هذا المؤشر على العلاقة بين الحجم السنوي للمياه المسحوبة لكافة الأغراض وحجم الموارد المائية المتاحة ، هذا المؤشر تعتمد الأمم المتحدة وهو يعبر عن مدى شدة الاستعمالات المائية لكافة القطاعات بحيث تصنف نتائج هذه العلاقة كتعبير نسبي لشح المياه وذلك على النحو التالي :

أقل من ١ .	لا يوجد شح مائي
١ - ٢ .	شح مائي منخفض
٢ - ٤ .	شح مائي معتدل
أكثر من ٤ .	شح مائي مرتفع

- مؤشر الفقر المائي (Water Poverty Index (WPI):

يحاول هذا المؤشر إظهار العلاقة بين مسألة شح المياه ومستوى التنمية في المجال الجغرافي المدروس، وهو من المؤشرات الحديثة نسبياً. وقد تم تصميمه في المركز البريطاني للبيئة والهيدرولوجي. ويستخدم هذا المؤشر لترتيب الدول مائياً على أساس مجموعة من المتغيرات هي:

- حجم الموارد المائية.
- الوصول.
- الكفاءة.
- طرق الاستعمال.
- التأثيرات البيئية.

ويقيس متغير الموارد المائية نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتاحة في حين يقيس متغير الوصول مستوى حصول أفراد المجتمع على خدمات المياه والصرف الصحي . ويحدد متغير الكفاءة مستوى الدخل السنوي والمستوى الصحي والتعليمي. ويتكون متغير الاستعمال من مؤشرات نصيب القطاعات المستخدمة للموارد المائية. ويضم المتغير البيئي مجموعة من المؤشرات ذات الصلة بمواصفات المياه. وتحدد قيمة مؤشر الفقر المائي من مجموع قيم تلك المتغيرات بحيث تتراوح بين ٠ و ١٠٠، ونحصل الدولة على النسبة ١٠٠٪ إذا كانت كافة المتغيرات فيها في حدها الأقصى.

يتطلب كل من هذه المؤشرات وغيرها قاعدة من البيانات بحسب المتغيرات التي يعتمد عليها هذا المؤشر أو ذلك. وفيما يلي البيانات المتاحة لمنطقة الدراسة حول بعض تلك المتغيرات.

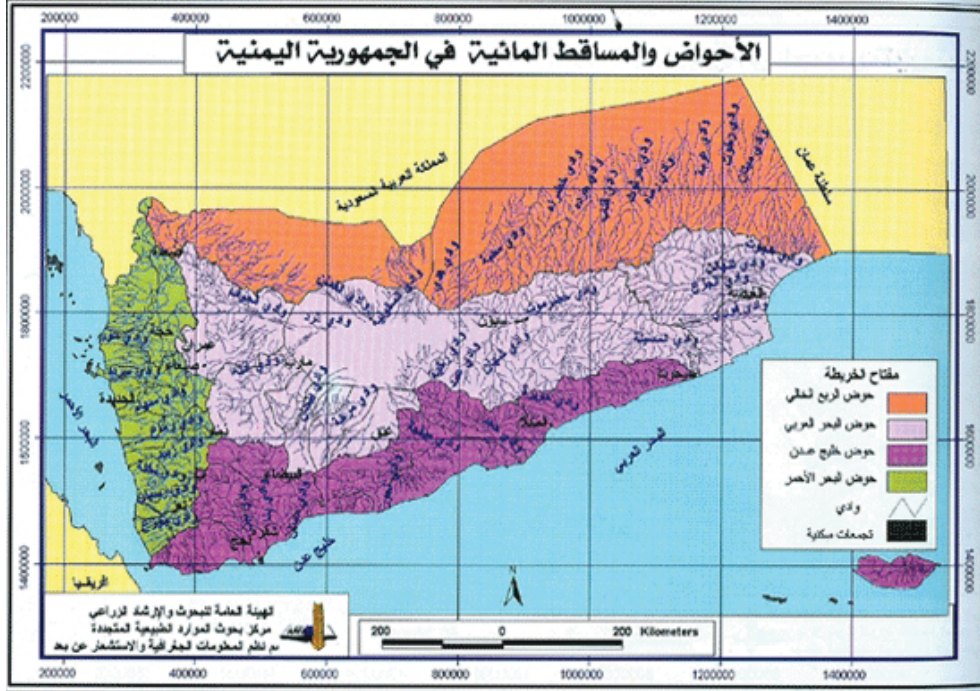
البيانات:

نظرا لوجود صعوبات في تطبيق مؤشرات العجز المائي وشح المياه على مستوى الوحدات الإدارية أو على مستوى كل حوض من أحواض التصريف؛ حيث تغيب في الأولى البيانات الهيدرولوجية وفي الثانية البيانات السكانية، كان لابد من اعتماد المعيار الوطني لسهولة الحصول على البيانات الهيدرولوجية والسكانية، فضلا عن الأخذ بعين الاعتبار التباين المكاني على مستوى الوحدات الهيدروغرافية المعتمدة لدى الهيئة العامة للموارد المائية التي تبينها الخريطة رقم (١). والتي أمكن الحصول على بعض بياناتها. وهذه الوحدات هي:

- حوض البحر الأحمر: ويضم كافة أحواض التصريف المتجهة غربا والمنتهية إلى البحر الأحمر.
- حوض خليج عدن : ويشمل أحواض التصريف المتجهة جنوبا وتنتهي إلى خليج عدن.
- حوض البحر العربي: ويضم حوض وادي حضرموت الطبغرافي الكبير وحوض وادي جزع.
- حوض الربع الخالي: وشمل كافة أحواض التصريف الداخلية المنتهية شمالا إلى الربع الخالي .

ونستعرض فيما يلي أبرز البيانات التي تتطلبها مؤشرات العجز المائي:

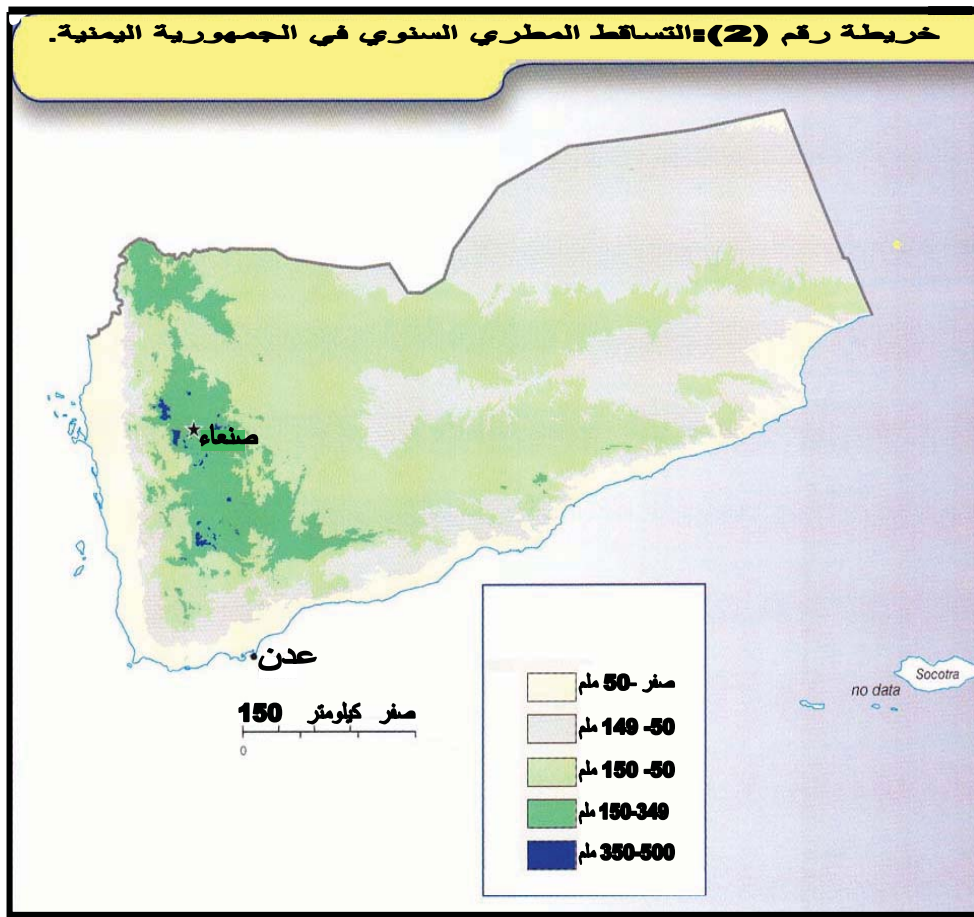
خريطة رقم (١) الوحدات الهيدرولوجية الرئيسية في



الأمطار:

يتراوح معدل هطول الأمطار السنوي في اليمن بين ٥٠٠ و ٨٠٠ ملليمتر في المرتفعات الغربية، وبين ٥٠ - ١٠٠ ملليمتر في الشريط الساحلي والنطاق الصحراوي الداخلي. وبوجه عام ترتفع كمية الأمطار التي تهطل على النصف الغربي لليمن مقارنة بالنصف الشرقي. وتوجد في نطاق المرتفعات الغربية عدة مراكز للمطر يصل فيها معدل المطر السنوي إلى ٨٠٠ ملم، بالمقابل فإن أعلى قيمة مطرية في النصف الشرقي لليمن لا تتجاوز ٣٠٠ ملم وتوجد في بؤرة مطرية على هضبة حضرموت الجنوبية. أنظر الخريطة رقم (٢)

خريطة رقم (2) التساقط المطري السنوي في الجمهورية اليمنية.



المصدر:

<http://images.nationmaster.com/images/motw/middle east and asia/yemen rainfall 2002.j>

وتتميز المرتفعات الغربية في اليمن بوجود نظام فصلي للمطر ذو قمتين: الأولى في فصل الربيع (مارس - مايو) بتأثير من نطاق البحر الأحمر الحراري (*RSCZ*)، والثانية في الأشهر بين يوليو وسبتمبر بتأثير من نطاق الفاصل المداري (*ITCZ*)، وهي فترة أكثر شدة وكثافة مطرية. وتكون بقية المناطق اليمنية نادرة الأمطار وبدون فصلية واضحة.

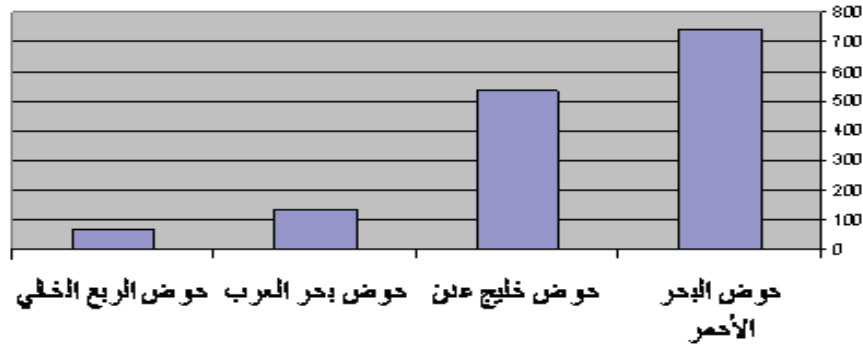
ويبلغ المعدل العام للمطر في اليمن حوالي ١٦٧ ملم/السنة، وباعتبار أن مساحة اليمن تصل إلى ٥٢٧٩٧٠ كلم مربع، فإن الحجم الكلي للمطري يصل إلى نحو ٨٨,٣٢٩ كلم مكعب/السنة. ومع ذلك، ونظرا لشدة تأثير العوامل المؤثرة في

التصريف السطحي للمياه فإن مساهمة الأمطار في اليمن لا تتجاوز ٣٪ من إجمالي حجمها؛ ذلك أن مقدار التبخر الكلي الممكن في المناطق الساحلية وأقدام الجبال يتراوح بين ١٨٠٠ - ٢٧٠٠ ملم/السنة، ويرتفع إلى ما بين ٢٠٠٠ - ٣٥٠٠ ملم/السنة في المناطق الصحراوية الداخلية، في حين ينخفض نسبياً في الكتلة الجبلية الغربية إلى ما بين ١٥٠٠-٢٥٠٠ ملم/السنة .

الموارد المائية:

يختلف الحجم السنوي للمياه السطحية الجارية من حوض لآخر في اليمن بسبب تباين الظروف المناخية وخاصة حجم وشدة الأمطار وفصليتها ، فضلاً عن اختلاف الظروف التضاريسية والجيولوجية ، وهي تتميز بأنها تأتي على شكل سيول فجائية بقمة تصريف سريعة تهبط بعد ذلك سريعاً . وفي المدة الفاصلة بين هذه السيول فإن وديان اليمن إما جافة أو أنها تحمل قدراً ضئيلاً من المياه على هيئة مياه الأساس (الغيول أو base flows) . ويقدر إجمالي حجم التصريف السطحي في الأحواض الرئيسية لليمن بحوالي ٢ كلم مكعب / السنة . ويبين الشكل رقم (١) حجم التصريف المائي السطحي على مستوى الأحواض الهيدروغرافية الأربعة .

شكل رقم (١) : المياه السطحية الجارية في اليمن - حسب الأحواض الطبوغرافية (مليون متر مكعب):



وفيما يتعلق بالمياه الجوفية وهي المورد المائي التقليدي الآخر في اليمن فإن التقديرات تشير إلى أن حجم المياه الجوفية المتجددة يصل إلى ١,٥ كلم مكعب / السنة نسبة كبيرة منها (١,٤ كلم مكعب/السنة) تأتي عن طريق التسرب من بطون الأودية.

وتضم اليمن عددا من الوحدات الهيدروجيولوجية تم تعميم خصائصها المائية في الجدول رقم (١).

وفضلا عن الموارد التقليدية للمياه تنتج في اليمن كمية لا بأس بها من المياه المحلاة وصلت إلى ٢٥.١ مليون متر مكعب في عام ٢٠٠٦ م يتركز معظمها في عدن والحديدة .

جدول رقم (١) تقديرات السحب والتغذية السنوية في خزانات المياه الجوفية الرئيسة في اليمن

ملاحظات	المحزون المائي الجوفي مليون متر 3	تقدير معدل التغذية مليون متر 3 / سنة	تقدير السحب الكلي مليون م 3 / السنة *	الوحدة الهيدروجيولوجية
خزان ربايعي	250.000	550	810	مجموعة خزانات سهل قحمة
عدة وحدات خزن ربايعية	70.000	1.375	225	مجموعة خزانات السهول الساحلية الجنوبية الغربية
حجر رملي كرتاسي مع توصلات رسوبية ربايعية	10.000.000	500	575	مجموعة خزانات الحجر الرملي الكرتاسي
عدة وحدات معزولة متغيرة الخصائص اللثولوجية	50.000	100	500	خزانات السهول الحوضية المرتفعة
	10.370.000	1525	2110	الإجمالي

المصدر : WRAY ,1995

وتتباين التقديرات العامة حول إجمالي الموارد المائية المتجددة في اليمن ، ومرد هذا التباين يعود إلى طرق احتساب الموارد المائية السطحية والجوفية وسوف نعتمد في هذا البحث على بيانات الفاو لعام ٢٠٠٨ والتي قدرت إجمالي حجم الموارد المائية المتجددة في اليمن بنحو ٤.١ كلم مكعب / السنة ، تتوزع على الوحدات الهيدروغرافية كما يبينها الجدول رقم (٢):

جدول رقم (٢): تقديرات حجم الموارد المائية المتاحة في اليمن (كلم مكعب/السنة):

الحوض الهيدروغرافي	حجم الموارد المائية المتاحة كلم مكعب/السنة
البحر الأحمر	١.٥١٢
خليج عدن	١.٠٦٦
البحر العربي	١.٢٣٤
الربع الخالي	٠.٢٨٨
الإجمالي	٤.١

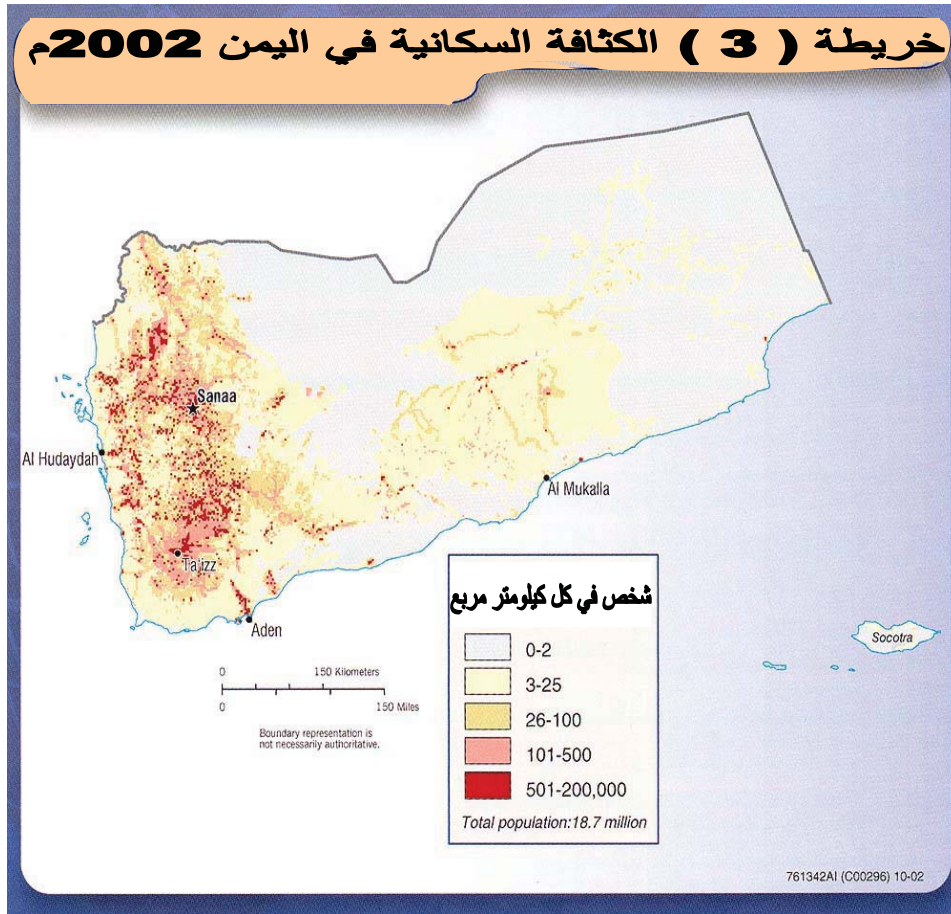
المصدر : WRAY ,1995

السكان:

وصل تقدير عدد السكان في اليمن إلى حوالي ٢١ مليون نسمة، منهم ٧٤ ٪ هم سكان الريف والنسبة الباقية هم السكان الحضر. وقد وصل تقدير النمو السكاني أثناء المدة ٢٠٠٠ - ٢٠٠٥ إلى حوالي ٣.٢ ٪ . من جانب آخر بلغت الكثافة السكانية إلى ٤٠ مواطنا / كلم مربع، وهي كثافة تختلف من محافظة لأخرى . أنظر الخريطة رقم (٢)

واعتمادا على التعداد السكاني في اليمن لعام ٢٠٠٤ م على مستوى المحافظات وإسقاطاتها تم من قبل الجهاز المركزي للإحصاء تقدير عدد السكان في اليمن حتى عام ٢٠٢٥ م ومنها قدر عدد السكان في كل حوض هيدروغرافي حتى عام ٢٠١٥ على النحو الذي يظهر في الجدول رقم (٣) والشكل رقم (٢) .

خريطة (3) الكثافة السكانية في اليمن 2002م



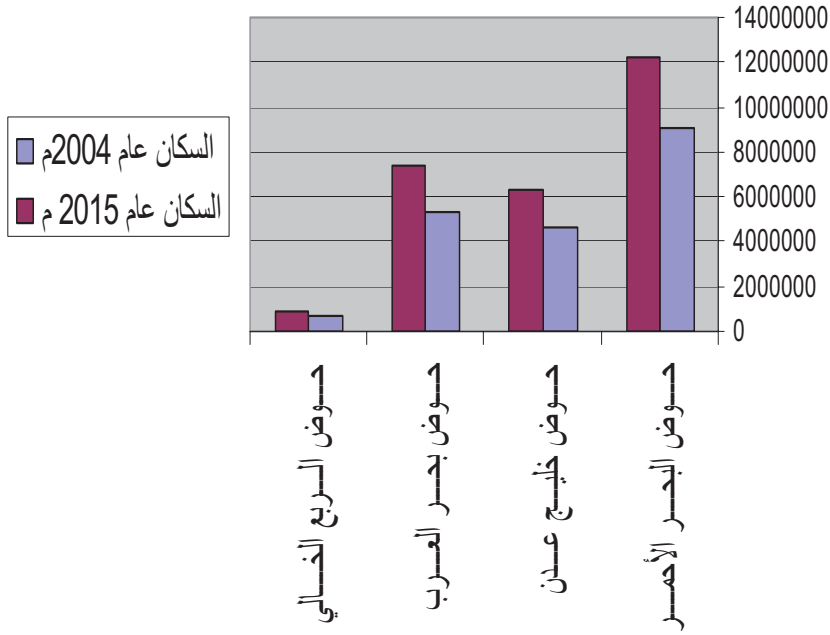
المصدر : http://www.lib.utexas.edu/maps/middle_east_and_asia/yemen_pop_2002.jpg

جدول (٣) إسقاطات السكان في اليمن حتى عام ٢٠٢٥

عدد السكان	السنوات	عدد السكان	السنوات
26,687	2015	19,983	2005
30,411	2020	23,154	2010
		34,045	2025

المصدر الجهاز المركزي للإحصاء، ٢٠٠٣

الشكل رقم (٢): توزيع السكان في اليمن حسب الأحواض الطبوغرافية:



المصدر الجهاز المركزي للإحصاء، ٢٠٠٣

المساحات الزراعية والمحصولية:

تقدر الأراضي الصالحة للزراعة في اليمن بنحو ٣.٦٢ مليون هكتار أي حوالي ٧ % من إجمالي مساحة اليمن . وفي عام ٢٠٠٤ م وصلت مساحة الأراضي المزروعة إلى حوالي ١.١٩ مليون هكتار مقارنة مع ١.٠٥ مليون هكتار عام ١٩٩٤ م (الضاوا ٢٠٠٨)

ومن بيانات التعداد الزراعي في اليمن لعام ٢٠٠٣ تم تقدير المساحات المزروعة في كل حوض هيدروجرافي كما يظهر في الجدول رقم (٤) .

جدول رقم (٤) المساحة المزروعة في اليمن لعام ٢٠٠٣ بحسب الأحواض الهيدروجرافية (هكتار)

المساحة المزروعة	الحوض الهيدروجرافي	المساحة المزروعة	الحوض الهيدروجرافي
٣٠٧٦٥٢	البحر العربي	٥٩٦١٤٤	البحر الأحمر
٤٥٩٧٠	الربع الخالي	١٢٧٠١٣	خليج عدن
١٠٧٦٧٧٩			الإجمالي

المصدر الجهاز المركزي للإحصاء، ٢٠٠٣

السحب واستعمالات المياه:

ارتفعت كمية المياه المستعملة في اليمن للأغراض المختلفة من ٢.٩ كلم مكعب عام ١٩٩٠ م إلى ٣.٤ كلم مكعب عام ٢٠٠٠ م، ٩٠٪ منها للأغراض الزراعية و٨٪ للأغراض المدنية و٢٪ للأغراض الصناعية. ويبين الجدول رقم (٥) تنامي استعمالات المياه في اليمن حتى عام ٢٠١٠. و الجدول رقم (٦) حجم المياه المستعملة في اليمن بحسب الوحدات الهيدروجرافية.

جدول (٥): استعمالات المياه في اليمن بحسب القطاعات للسنوات ١٩٩٠-٢٠١٠ م (مليون

متر مكعب/ السنة)

استعمالات المياه	1990	2000	2005*	2010*
الري	2,600	3145	3,235	3,328
مديني /حضرري/ريفي	168	210	265	552
الصناعة والتعدين	31	45	65	90

المصدر الجهاز المركزي للإحصاء، ٢٠٠٣
*تقديرات

جدول رقم (٦) حجم المياه المستعملة في اليمن بحسب الوحدات الهيدروجرافية

حجم الماء المستخدم (مليون متر مكعب)	الحوض الهيدروجرافي
119228.9	حوض البحر الأحمر
2540.3	حوض خليج عدن
6153	حوض بحر العرب
919.4	حوض الربع الخالي

النتائج والمناقشة :

أولا : مؤشر الشح الديموغرافي:

على المستوى الوطني ووفقا للعلاقة التي اقترحتها الخبيرة السويدية Falkenmark عام ١٩٨٩ حول مؤشر الشح الديموجرافية وشدة المياه Water stress واستنادا إلى البيانات المتاحة حول اعدد السكان وإسقاطاتها حتى عام ٢٠٢٥ م وإلى حجم الموارد المائية المتاحة يمكن احتساب نصيب الفرد السنوي منها كما يظهره الجدول رقم (٧) .

جدول رقم (٧) نصيب الفرد من الموارد المائية المتاحة في اليمن حتى عام ٢٠٢٥ متر

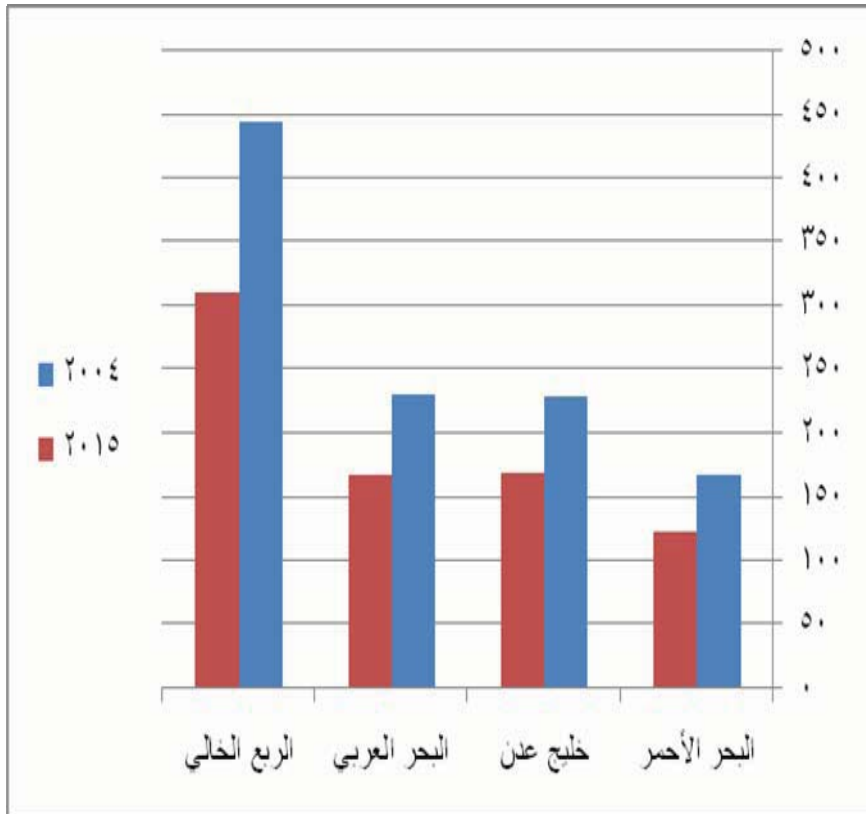
السنوات	عدد السكان	نصيب الفرد متر مكعب / السنة
2005	19,983	205
2010	23,154	177
2015	26,687	154
2020	30,411	135
2025	34,045	120

المصدر الجهاز المركزي للإحصاء، ٢٠٠٣

ويتبين من الجدول (٧) أن نصيب الفرد السنوي من الموارد المائية المتاحة قد انخفض من 205 متر مكعب عام ٢٠٠٥م إلى 177 متر مكعب عام ٢٠١٠م .

وفيما يتعلق بنتائج مؤشر الشدة المائية على مستوى الوحدات الهيدروجرافية لليمن فهي تقع كلها تحن خط الفقر المائي والشح المطلق، وأن حوض الربع الخالي رغم الجفاف يمثل أفضل الجهات في اليمن بالنسبة لحصة الفرد السنوية من المياه المتاحة وذلك بسبب انخفاض عدد السكان ، وأن أشد جهات اليمن فقرا في المياه وفقا لهذا المؤشر هي حوض البحر الأحمر . أنظر الشكل رقم (٣) :

شكل رقم (٣) نصيب الفرد من المياه المتاحة في اليمن بحسب الوحدات الهيدروجرافية (متر مكعب/السنة)



المصدر : مصادر مختلفة

يضع هذا المستوى المتدني للمؤشر اليمـن ضمن الدول الفقيرة والـحرجة مائيا . ومع الثبات النسبي لحجم الموارد المائية المتاحة سنويا والنمو السكاني المتزايد فمن المتوقع وفقا لهذا المؤشر أن يستمر انخفاض نصيب الفرد إلى 120 في عام ٢٠٢٥ م وهو العام الذي فيه تتوقع فيه تقارير الأمم المتحدة بأن ١.٨ مليار نسمة من سكان العالم آنذاك سوف يعانون من شح مائي مطلق من بينهم سكان اليمـن ودول الجزيرة العربية . وأن ثلثي سكان العالم سيقعون في شدة وضائقة مائية .

ويعكس مؤشر الشح المائية الديموغرافية في بعض جوانبه الظروف المناخية الجافة ، ومع ذلك نجد تفاوتاً في شدة الفقر المائي ونصيب الفرد من الموارد المائية المتاحة في بعض دول الجوار التي تهيم عليها ظروف الجفاف . وعلى سبيل المثال نجد نصيب الفرد السنوي في جيبوتي لعام ٢٠٠٥ م بلغ ٤٢٠ متر مكعب في السنة في حين انخفض في اليمـن إلى ١٩٨ متر مكعب/ السنة وإلى ٩٦ في السعودية و ٨٦ في قطر (الفاو ٢٠٠٥) . ويعزى سبب هذا الاختلاف إلى تفاوت حجم السكان في كل دولة . من جانب آخر لا يشفع هذا المؤشر لتحسن الظروف الاقتصادية وقدرة الدول الغنية رغم مناخها الجاف على تحلية مياه البحر وسد الاحتياجات المائية لسكانها ، ذلك أنه لا يحتسب سوى الموارد المائية الطبيعية فقط .

الملاحظة الأخرى الجديرة بالمناقشة أن هذا المؤشر حين وضع حدوده الكمية للتفريق بين الفقر والغنى المائي انطلق من أن مليون متر مكعب في السنة تـلبي كافة الاحتياجات المائية لـ ٢٠٠٠ شخص يعيشون في مجتمع متطور متخذاً من دولة الاحتلال الإسرائيلي نموذجاً مرجعياً . ومن ثم فإن إسقاط مثل هذه الحدود على الدول النامية ليس منصفاً . ونشير هنا إلى الرؤية المغايرة التي ترى أن ٢٠ لتر/فرد/يوم تعد كافية لتلبية الاحتياجات الأساسية للبشر (Gleich, 1996).

ثانيا : مؤشر الشح المائي:

يقيس هذا المؤشر مستوى ضغط السكان على الموارد المائية المتجددة وهو يعتمد على متغيرين أساسيين هما : إجمالي حجم المياه المسحوبة من كافة الموارد المائية

المتجددة وغير المتجددة وغيرها من الموارد غير التقليدية مثل التحلية من البحر ومياه الصرف الصحي بعد معالجتها، والمتغير الثاني هو إجمالي حجم الموارد المائية المتجددة المتاحة في نفس المجال الجغرافي. ومن أثناء هذا المؤشر يتم تقدير العلاقة الحرجة لشح المياه والتنمية في مختلف جوانبها وانعكاساتها على البيئة . ومع ارتفاع وتيرة التنمية الزراعية في اليمن ونموها الحضري وخاصة منذ عام ١٩٩٠ م . زادت الحاجة إلى الموارد المائية وارتفع حجم المياه المستعملة من ٢.٩٣ كلم مكعب عام ١٩٩٠ م إلى ٦.٦٣ كلم مكعب عام ٢٠٠٠م أنظر الجدول رقم (٩). ويظهر من الجدول الزيادة النسبية للسحب من الموارد المائية المتجددة للأغراض الزراعية التي وصلت إلى ٩٥ % .

وبالنظر إلى العلاقة بين عدد السكان وحجم المياه المستعملة في كل قطاع فإن الجدول (٩) يظهر أن نصيب الفرد من حجم المياه المسحوبة للأغراض الزراعية ارتفع من ١٤٩ متر مكعب / السنة عام ١٩٩٠ م إلى ٣١٦ متر مكعب / السنة عام ٢٠٠٠ م. وفي حين ينظر إلى هذه الزيادة في الجانب الزراعي بأنها تمثل هدرا واستنزافا للموارد المائية وخاصة الجوفية . فإن الزيادة في نصيب الفرد من المياه المستعملة في القطاع المنزلي من ١١ إلى ١٣ متر مكعب / السنة لأعوام ١٩٩٠ م إلى ٢٠٠٠ م على التوالي يشكل تحسنا في ظروف إمدادات المياه للأغراض المنزلية والمدنية . وتتوقع الدراسات أن يرتفع إجمالي حجم المياه المسحوبة والمستعملة في عام ٢٠٢٥ م إلى ٨.٥٩ كلم مكعب ؛ أي أكثر من ضعف الموارد المائية المتجددة . وقد قدر أن نصيب الفرد في كل قطاع سيصل في عام ٢٠٢٥ م _ في حال تحسن كفاءة الري وتلبية الاحتياجات البشرية الأساسية للمياه - إلى ٢٣١ متر مكعب في القطاع الزراعي وإلى ٢٠ متر مكعب / السنة في القطاع المنزلي (David S, and Randolph B.; أنظر الشكل رقم (٤) .

وبالنظر إلى العلاقة التي ينسب فيها إجمالي حجم المياه المستعملة إلى إجمالي حجم الموارد المائية المتجددة يمكن تقدير مؤشر الشح المائية في اليمن على النحو الذي يبينه الجدول رقم (١٠) حيث يلاحظ أنه على الرغم من أن حجم السحب في عام ١٩٩٠ م كان أقل من حجم الموارد المائية المتجددة وأن مؤشر الشح المائية في اليمن بلغ ٧١ % إلا أن هذه النسبة وضعت اليمن في ذلك العام ضمن الدول التي تعاني من شدة مائية

مرتفعة ، هذا المؤشر تفاقم بعد ذلك حتى أنه وصل إلى ١٦٢ ٪ عام ٢٠٠٠ م بعجز مائي وصل إلى ٢.٥٣ كلم مكعب ، ومن المتوقع أن يصل مؤشر الشح المائية إلى ٢١٠ عام ٢٠٢٥ م بعجز مائي يصل إلى ٤.٤٩ كلم مكعب .

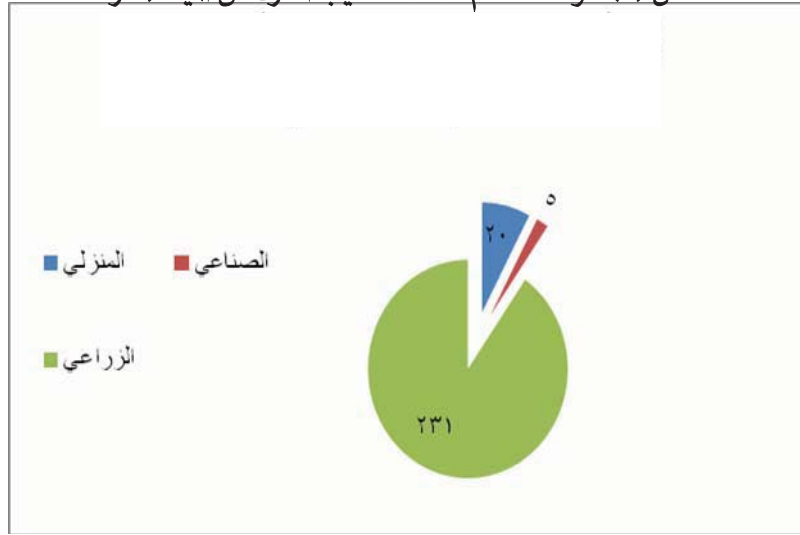
إن المتبع لتطور مشكلة المياه في اليمن وخطورتها على مستقبل التنمية وتلبية الاحتياجات البشرية الأساسية يجد لشح المياه في اليمن من الأسباب الطبيعية ما يبرره. نظرا لوقوع البلاد ضمن النطاق المناخي الجاف القاحل إلى شبه الجاف فضلا عن حالات الجفاف (*drought*).

جدول رقم (٩) حجم الاستعمالات المائية في اليمن (كلم مكعب) والحصص النسبية للقطاعات ونصيب الفرد منها (متر مكعب/السنة)

٢٠٠٠		1990		القطاع
نصيب الفرد (متر مكعب / السنة)	الحصة النسبية %	نصيب الفرد (متر مكعب / السنة)	الحصة النسبية %	
13	4	11	7	المنزلي
2	1	2	1	الصناعي
301	95	149	92	الزراعي
	كلم مكعب 6.63		كلم مكعب 2.93	الحجم الكلي للاستهلاك
316		162		نصيب الفرد من إجمالي السحب

المصدر: The World's Water 2008-2009 Data

شكل (٤): توقعات عام ٢٠٢٥: نصيب الفرد من المياه (متر



المصدر: The World's Water 2008-2009 Data

جدول رقم (١٠): مؤشر الشح المائي - كلم مكعب/السنة

مؤشر الشح المائي %	حجم الفائض / العجز المائي (كلم / مكعب)	حجم المياه المسحوبة (كلم/مكعب)	حجم الموارد المائية المتجددة (كلم/مكعب)	العام
71	1.17	2.93	4.1	1990
162	-2.53	6.63	4.1	2000
210	-4.49	8.59	4.1	2025

أثناء العقد الأخير حين انخفضت كميات الأمطار المتاحة للزراعة بنسبة ٤٠٪ تقريباً عن معدلاتها السنوية. ولهذه الأسباب ارتفعت درجة الاعتماد على موارد المياه

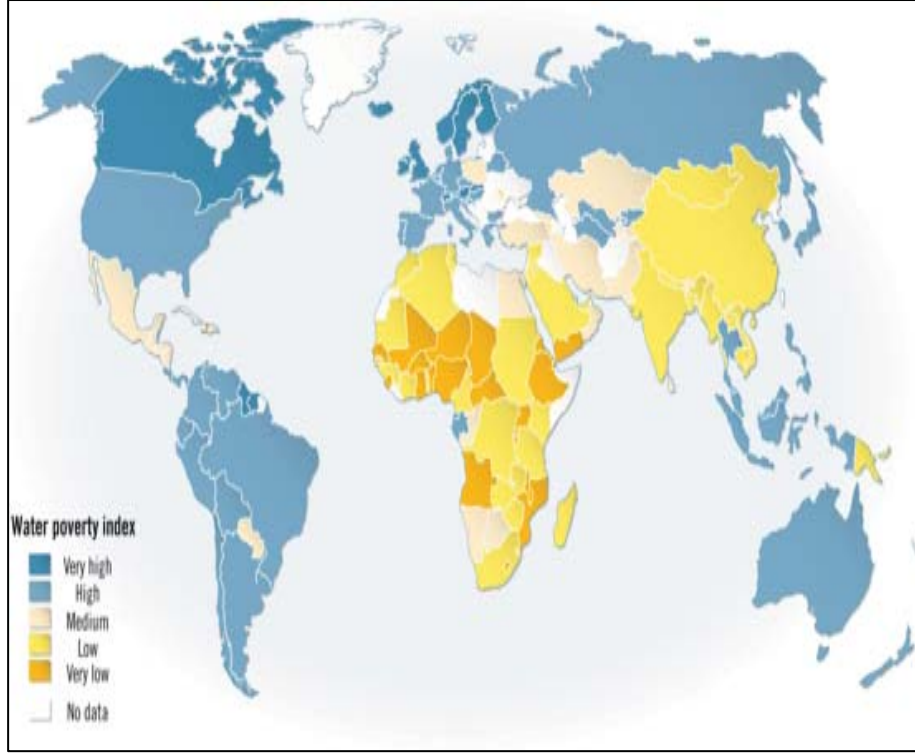
الجوفية حتى بلغ معها عدد الآبار العاملة في اليمن حالياً نحواً من ٥٥ ألف بئر معظمها آبار شخصية حفرت ويسحب منها الماء دون اعتبارات فنية هيدرولوجية

وفي ظل غياب الإدارة الحكيمة للموارد المائية بين العرض والطلب ومع انخفاض كفاءة الري والتوسع في زراعة القات في اليمن، ازدادت الأوضاع المائية حرجاً حتى أن حوض صنعاء - حيث عدد الآبار العاملة فيه تصل إلى ٥ ألف بئر، ٩٨٪ منها آباراً تسحب المياه الجوفية لأغراض زراعة القات، أصبح مهدداً بالانضوب. ونقلنا عن شبكة الأنباء الإنسانية (أيرين) فقد حذر خبراء من أن إمدادات المياه المجدية اقتصادياً قد تنفذ من حوض صنعاء بحلول عام ٢٠١٧ م. وذلك بسبب الانخفاض الحاد لمناسيب المياه الجوفية في العقود الأخيرة بمعدل ٤ - ٦ متر / السنة. وتتجه بدائل الحل لمشكلة المياه في هذا الحوض إلى نقل العاصمة أو ضخ مياه البحر المحلاة. وفي المناطق الساحلية لليمن فقد كان لاستنزاف موارد المياه الجوفية فيها وانخفاض مناسيبها الانعكاس المباشر في تغلغل التأثيرات البحرية وتدهور مواصفاتها ومن ثم عدم قدرتها على تلبية الاحتياجات البشرية من المياه الآمنة صحياً. وهنا أيضاً يدور الحديث عن البحث عن مصادر بديلة بما في ذلك تحلية مياه البحر رغم كلفته المالية.

ثالثاً: مؤشر الفقر المائي

صمم مؤشر الفقر المائي كمييار متعدد النظم لتقدير الشدة والشح المائية من خلال علاقة الموارد المائية المتاحة بالجوانب الاقتصادية والاجتماعية للفقر في المجال الجغرافي المدروس، وقد حظي هذا المؤشر بأهمية كبيرة لدى صنّاع القرار بوصفه أداة فعالة لإدارة المياه، ولاسيما في تموضع الموارد المائية وتحديد الأولويات، ونظراً لأن هذا المؤشر يتطلب قاعدة بيانات جغرافية عريضة، لم يكن بالإمكان التوصل إلا على بعض جوانبها على المستوى الوطني، وهي بعيدة المنال حالياً - على المستويات المكانية الداخلية. وعليه، نكتفي هنا بما توصلت إليه الدراسات الأولية المقارنة، وخاصة دراسة (Peter L. Jeremy M. and Caroline S. (2000)). لقد توصلت هذه الدراسة إلى ترتيب ١٧٤ دولة حسب مؤشر الفقر المائي، حيث حصلت على تقدير ٤٣.٨٪ محتلة بذلك المرتبة الـ ١٣١ من بين الدول المدروسة بتوصيف فقير جداً لا يشترك معها في هذا التوصيف إلا بعض الدول الإفريقية مثل إثيوبيا وموزنبيق. أنظر الخريطة رقم (٤). ويلاحظ من نتائج وخريطة مؤشر الفقر المائي في العالم أن بعض الدول الغنية مثل الولايات المتحدة واليابان حصلت على المرتبة الـ ٣٢ - ٣٤ على التوالي. في حين أن بعض الدول النامية مثل غيانا في شمال أمريكا الجنوبية وجارتها سورينام جاءتا من العشر الدول الأوائل بتقدير ٧٥.٨٪ - ٧٤.٩٪ على التوالي.

خريطة (٤) توزيع مؤشر الفقر المائي في العالم



المصدر: UNEP/GRID-Arendal World poverty map

ولعل من المفيد هنا أن نحلل أسباب حصول اليمن على هذا التقدير المنخفض في مؤشر الفقر المائي من أثناء القيم النسبية التي حصلت عليها في كل متغير من المتغيرات الخمسة التي بمجموعها يتحدد مؤشر الفقر المائي وهي : الموارد المائية ، الوصول ، الكفاءة ، الاستعمال و البيئة . أنظر الشكل رقم (٥) الذي يظهر منه أن متغير الاستعمال في اليمن ، كان مستواه الأفضل على بقية المتغيرات ، في حين حصل متغير الموارد المائية و متغير الوصول على تقديرات منخفضة .

ونرى أن السبب في انخفاض النسبة المئوية لمؤشر الفقر المائي في اليمن كان سببها انخفاض نصيب الفرد من الموارد المائية المتجددة الذي تمت مناقشته في مؤشر الشدة المائية (ارجع إلى جدول ٧)،

وانخفاض النسبة المئوية لعدد السكان الحاصلين على كل من خدمات المياه الآمنة صحيا وخدمات الصرف الصحي . حيث بلغت هذه النسبة في عام ٢٠٠٠ م ٦٩ ٪ - ٤٥ ٪ على التوالي. (WHO / UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation

شكل (6) القيم النسبية لمتغيرات مؤشر الفقر المائي في اليمن لعام 2000م



المصدر : Peter L. Jeremy M. and Caroline S. (2000)

ومما تجدر الإشارة إليه في ختام مناقشة متغير الضقر المائي هو ما وجدناه من ملاحظات تقنية وإحصائية حول هذا المؤشر لعل أبرزها التنوع الكبير للمؤشرات التفصيلية لكل متغير من متغيراته الخمسة (ارجع إلى صفحة ٨) وتوجد في الوقت الراهن بعض الأعمال البحثية لتطوير هذا المؤشر وتبسيطه (Agustí P., Ricard G., Garriga, 2010).

وبوجه عام وبالنظر إلى تداخل متغيرات كافة مؤشرات العجز المائي واشتراكها في احتساب أكثر من مؤشر فإن تحليل العوامل المسببة لانخفاضها يجب أن يأخذ بعين الاعتبار هذا التداخل والكل يتأثر بالكل وتحتاج إلى المزيد من البحث المعمق . ولعل أهم هذه الأسباب الاستخدام غير الرشيد للموارد المائية وهجرة الإنسان اليميني لممارسات التنمية المائية و بهما تتحد الضجوة والعجز المائي .

إن لضعف السيطرة الإدارية وتنفيذ التشريعات المائية على ممارسات الأفراد في الحضر العشوائي للآبار وتقنين أحجام المياه المسحوبة منها علاقة ارتباط قوية باستنزاف الموارد المائية المتاحة في اليمن . وحين تستعمل مياه كثيرة لإرواء محاصيل زراعية منخفضة القيمة وتكون كفاءة الري منخفضة ويفقد جز كبير وهام من موارد المياه السطحية بالتبخر من القنوات المبطنة والري بالغمر . فإن ذلك كله له علاقة بمستوى الوعي بحاجة المحاصيل الفعلية من المياه ومن ثم باستنزاف الموارد المائية المتاحة . ومثل هذه النتائج والعلاقات نجدها في الاستخدامات البشرية للمياه ولاسيما في المدن حيث نجد أن نسبة الفاقد من المياه المنتجة لتموين المياه لكل من مدينتي صنعاء وعدن تصل إلى ٥٠ % - ٣٠ % على التوالي .

وفيما يتعلق بالسبب الآخر وهو هجرة الإنسان اليميني لممارسات التنمية المائية فإننا نجد له من الارتباطات المباشرة وغير المباشرة مع بعض الممارسات البشرية منها هجرته لزراعة المدرجات والكفاءة المنخفضة لنظم حصاد الأمطار الأمر الذي نتج عنه انخفاض معدلات تغذية خزانات المياه الجوفية .

التوصيات:

بما أن التشخيص السليم يعادل نصف العلاج فإن نصف العلاج الآخر يكمن في التفات صناع القرار إلى المكونات التفصيلية لكل مؤشر من مؤشرات العجز المائي واتخاذ التدابير اللازمة لإيقاف هبوط النتائج السلبية، أولاً، ثم العمل بعد ذلك على تنفيذ المتغيرات ذات الصلة بنشاط البشر التي أدت إلى العجز المائي بهدف الاعتراف بالمشكلة وبأسبابها المباشرة وغير المباشرة ورغم أن الباحثين فيها أدركوا أنها في المقام الأول سياسية واجتماعية وتشريعية قبل أن تكون طبيعية . ولعل أول الطريق لمساعدة الباحثين على التشخيص المعمق للمشكلة في إطارها المجالي بدلا من التعميمات ، وتساعد صناع القرار على تصميم آليات العمل التنفيذية لعلاجها . يبدأ من تأسيس هيئة وطنية لقاعدة البيانات الجغرافيا الرقمية بحسب الإحداثيات تستوعب كافة المتغيرات البشرية والديموغرافية والهيدرولوجية و الهيدرواقتصادية وكل ماله تأثير مباشر أو غير مباشر على الموارد المائية .

المراجع:

أولا : العربية:

المركز الوطني للمعلومات الوضع البيئي لليمن ، <http://www.yemen-nic.info/contents/Geog/3.pdf>

المركز الوطني للمعلومات خرائط <http://www.yemen-nic.info/contents/Geog&envir/maps/detail.php?ID=9799>

الجهاز المركزي للإحصاء ، التعداد الزراعي لعام ٢٠٠٣:

<http://www.cso-yemen.org/content.php?lng=arabic&id=345>

الجهاز المركزي للإحصاء ، إسقاطات السكان حتى عام ٢٠٢٥
<http://www.cso-yemen.org/publiction/Population Projection/Most important results .doc>

مجلس النواب ، ملحقات تقرير لجنة المياه والبيئة لعام ٢٠٠٣ ،
<http://www.yemenparliament.com/content.php?lng=arabic&id=f20>

مصادر المياه في اليمن ، مجلة المياه الأليكترونية ،
<http://www.almiyah.net/mag/articles.php?action=show&id=172>

Aquastatdatabase , FAO

<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>

David Seckler, David Molden, and Randolph Barker ; Water Scarcity in the Twenty-First Century , IWMI* WATER BRIEF 1 , http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACH595.pdf

Food and Water , Food and Agriculture Organization of the United Nations, Keele University, World Health Organization, United Nations Children's Fund

http://earthtrends.wri.org/text/water-resources/food_water_2008.pdf

Gateway to Land and **Water** Information: **Yemen** national report ;

http://www.apipnm.org/swlwpnr/reports/y_nr/z_ye/ye.htm

Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report

http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/Globassessment/Global7-2.htm

Indicators and Indices for decision making in water resources management, Water Strategy": Man Newsletter

<http://environ.chemeng.ntua.gr/WSM/Newsletters/Issue4/Indicators.htm>

Josep ,Xeracavenis I valls ; water scarcity . http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0219103-085153/09CAPITOL7.pdf

Peter Lawrence, Jeremy Meigh and Caroline Sullivan ; The Water Poverty Index: an International Comparison ; <http://www.keele.ac.uk/depts/ec/wpapers/kerp0219.pdf>

Population density map of Yemen

http://www.lib.utexas.edu/maps/middle_east_and_asia/yemen_pop_2002.jpg

; Improved Method to Calculate a Water Poverty Index at Agustí Pérez Foguet1 and Ricard Giné Garriga Local Scale . Journal of Environmental Engineering 2010

[link.aip.org/link/doi/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0000255](http://link.aip.org/link/doi/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000255)

The World's Water 2008-2009 Data

<http://www.worldwater.org/data.html>

UNEP/GRID-Arendal World poverty map (2002)

<http://maps.grida.no/theme/poverty>

WHO / UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation

http://www.wssinfo.org/resources/documents.html?type=country_files

World Resources 2008 - Comparative Table of Food and Water Resources

http://www.nationsonline.org/oneworld/food_water_resources.htm

WRAY. 1995. Water Resources of Yemen – A Summary and Digest of Available Information, Report WRAY-35. Ministry of Oil and Mineral Resources, Republic of Yemen and TNO Institute of Applied Geoscience, the Netherlands. Compiled by Jac A.M. van der Gun and Abdul Aziz Ahmed. Sana'a, Republic of Yemen.\

Yemen annual rainfall

http://images.nationmaster.com/images/motw/middle_east_and_asia/yemen_rainfall_2002.jpg

YEMEN: Capital city faces 2017 water crunch

<http://arabic.irinnews.org/ReportArabic.aspx?SID=1915>