



مجلة جامعة أم القرى

لعلوم التربية والاجتماعية والإنسانية

الظهور المائي والحجم الأمثل للمدينة السعودية  
 وجهة نظر جغرافية

د. محمد مصلح الثمالي

د. محمد مصلح الثمالي

- أستاذ مشارك - قسم الجغرافيا

- كلية العلوم الاجتماعية

. جامعة أم القرى .

- له بعض الأبحاث والكتب المنشورة في

مجال اختصاصه .

## الظهير المائي والحجم الأمثل للمدينة السعودية وجهة نظر جغرافية

### الملخص

يتضمن هذا البحث مقترن لإطار نظري لمعالجة أزمة المياه في مدن المملكة العربية السعودية . ويقوم هذا الإطار على أساس محاولة التوفيق بين حجم المدينة والإمكانات المائية لظهورها . والهدف الرئيس لربط بين حجم المدينة والإمكانات المائية المحبوطة بها هو تحنيبها موافقة السير على طريق الاعتماد الكلي على مصادر خارجية مكلفة ومؤقتة وغير مأمونة .

ويرى المقترن أن التوفيق بين أحجام المدن وإمكاناتها المائية يمكن أن يتم من خلال إعادة توزيع السكان ( أو على أقل تقدير الحيلولة دون مزيد من التركيز في المدن الكبيرة ) وتجمیع المصادر المائية القليلة والمتفروقة من منطقة الظهير المائي للمدينة . فالأحجام المشتملة للمدن لا يجب أن تقرر بناء على الاعتبارات الاقتصادية فحسب ، بل لابد وأن تتناسب أيضاً مع الإمکانات المائية لبيئات المدن الجغرافية . ولكي تتم الاستفادة من الموارد المائية القليلة والمعشرة في الظهير المائي للمدينة ، نحن بحاجة إلى تطوير تقنيات ووسائل تجمیع هذه الموارد من مساحات كبيرة وإيصالها إلى المراكز العمرانية .

ولا شك أنه إلى جانب هذه الدراسات والأبحاث الهدافة إلى تركيز الموارد المائية ، فالحاجة قائمة إلى تبني مجموعة من السياسات والبرامج الهدافة إلى إعادة توزيع السكان . ويمكن أن تكون الخطة الوطنية للمياه المزمع وضعها لإدارة وتنمية الموارد المائية في المملكة وعاءً مناسباً لكل هذه السياسات والبرامج ومشاريع الأبحاث .

# Water Hinterland and Optimal Saudi City Size

Dr. Mohammed -Althomali

## Abstract

We present in this paper a theoretical framework to tackle the problem of water shortage in Saudi cities. The framework is based on the notion that city size and surrounding water resources should be matched, in order to avoid total dependency on external resources, which are costly, unsustainable and subject to interruptions in the long run.

Matching city size and available water resources can be accomplished by means of redistributing population, prevention of further population concentration in large cities and harvesting resources from cities water hinterlands. City size should not be judged by economic benefits only, but also by water availability. The collection of local scarce water resources should encompass the development of means and ways of harvesting water from large areas and delivering it to urban centers. Along with the wide range of researches and studies, which are required to accomplish this goal, a number of policies are in order .The whole project can be part of the expected national water plan.

## تمهيد

التسليم بحقيقة أثر النمو السكاني وزيادة معدل الاستهلاك الفردي في خلق الأزمة، يبدو لنا تحول توزيع السكان نحو التركز والتجمع على مساحات صغيرة نسبياً ، في حين أن المصادر المائية المتتجدة تتسم بالانتشار والتبعاد ، عاماً مهماً آخر. فإذا كان الأمر كذلك فإن كفاءة استغلال المصادر المائية مرتبطة بتوزيع سكاني معين، لا بد من معرفة خصائصه ومقارنته بالتوزيع الحالي ليتسنى لنا تمييز أثر الابتعاد عنه في إيجاد الأزمة الحالية وبحث ما يمكن عمله بهذاخصوص .

إن هذه الدراسة محاولة نظرية لاستكشاف إمكانية تعظيم (maximization) الاستفادة من الموارد المائية المتتجدة للمملكة للتخفيف من أزمة المياه في المدن، من خلال افتراض وجود توزيع مكاني بديل للتوزيع الحالي للسكان يميل إلى الانتشار وقلة التركز، ليتناسب مع توزيع الموارد المائية القليلة والمترفرقة. وقد قمنا بتجسيد فكرة العلاقة بين أحجام المدن والموارد المائية المتتجدة من خلال غوذج الحجم الأمثل للمدينة السعودية. والمنهج المتبع في هذه الدراسة هو المنهج الإستقرائي الهدف إلى ربط أحجام المدن بالإمكانات المائية المحيطة بها من خلال غوذج رياضي. وهذا النوع من الجهد يندرج تحت ما يعرف بالنماذج المعيارية (normative models)، التي تُعنى بـ " ما يلزم أن يكون " المستعملة في تحطيط الخدمات والمرافق العامة. وحيث أن وضع النموذج موضع التطبيق يستلزم قاعدة بيانات كبيرة لا تتوفّر للباحث وليس في وسعه بناؤها في الوقت الحاضر ،

تمر المملكة العربية السعودية، ودول أخرى كثيرة حول العالم ، بأزمة مائية حادة ناتجة عن اتساع الفجوة بين العرض و الطلب على الماء في المدن. ورغم أن أضحم حل بعض الموارد التقليدية التي تتزود منها المدن بالمياه سواء بالنفاد أو بالتلوث ، ساهم جزئياً في إيجاد الأزمة ، إلا أن جل المشكلة يرجع إلى غلو الطلب بصورة مستمرة و سريعة نتيجة زيادة عدد السكان وزيادة معدل استهلاك الفرد للماء. وقد انصب اهتمام الباحثين عن مخرج من هذه الأزمة على جانب العرض عن طريق البحث عن مصادر جديدة غير تقليدية لتزويد سكان المدن بالمياه للاستعمالات المنزلية و البلدية و الصناعية الأخرى. أمّا جانب الطلب فإن المجهد فيه يكاد يكون مقصوراً على محاولات تشجيع وحد السكان على الاقتصاد في استهلاك الماء و توفيره.

وفي هذه الدراسة نسلط الضوء على جانب آخر من جوانب أزمة المياه في المدن مرتبط بجانبي العرض والطلب لم يدرس رغم الاهتمام المكثف بهذه القضية محلياً و عالمياً. هذا الجانب هو تحول التوزيع الجغرافي للسكان نحو التحضر و التركز في مدن قليلة ، الأمر الذي أدى إلى التقليل من جدوى استغلال المصادر المائية التقليدية الكامنة و التعجيل باستنزاف وتلوث الموارد المائية المتاحة. فمع

كسلعة نهائية يستهلكها السكان مباشرةً. و الماء يظهر أثناء الدورة الهيدرولوجية كسلعة صالحة للاستهلاك ، في صورة بحيرات وأنهار ومياه جوفية. ونظراً لأن الماء وجد أولاً، فقد استقر الإنسان حيثما وجد الماء. ليس هذا فحسب بل إن الماء مقرر لكتافة السكان على الحيز الجغرافي في المجتمعات الزراعية والرعوية. وحتى المدن والبلدان التي نشأت لخدمة ظهيرها الزراعي، اختارت مواقعها حيث تتوفر مياه كافية على ضفاف الأنهار أو على شواطئ البحيرات أو في المرابح الفيضية للأودية.

وكما تعلمنا في جغرافية العمran ، فإن المدن والبلدان في حقبة ما قبل الثورة الصناعية لم تكن بحاجة إلى النمو زيادة على حاجات ظهيرها الزراعي الذي وجدت من أجله والذي يتتأثر ، ضمن ما يتتأثر به من عوامل أخرى كالترابة والأسوق ، بكميات المياه المتاحة له. فالماء شريان الحياة، وهو الذي كان ولا يزال العامل الأهم في توزيع السكان وكثافتهم وموقع المدن وأحجامها في المجتمعات التي تعتمد على إنتاج السلع الأولية. صحيح أن طرق المواصلات والعوامل التاريخية والسياسية تؤثر على موقع المدن وأحجامها. لكن هذه العوامل لاحقة ومتربطة على وجود السكان أصلاً في أقاليم منتجة تحتاج إلى التبادل بجميع أنواعه وإلى الإداره والحكم وتنظيم العلاقات مع العالم الخارجي.

ومع ظهور الثورة الصناعية والزراعية في الأربع اخترل الميزان البيئي الذي كان يربط أعداد السكان وأماكن وجودهم

لذا فقد اقتصرت الدراسة على الجانب النظري ، مع استعمال انتقائي للبيانات المتوفرة حول تركز السكان وموارد المياه هدفه تسليط الضوء على المشكلات التي تعترض وضع النموذج موضع التطبيق.

ويتكون البحث من أربعة أجزاء رئيسية إضافة إلى المقدمة والخاتمة. فبعد استعراض الدراسات النظرية المتعلقة بأحجام المدن ، يتم تقديم نموذج الدراسة. بعد ذلك تقوم بتتبع العلاقة بين المدينة السعودية وظهيرها المائي قديماً وحديثاً ، مبينين أسباب خروج أحجام المدن على إمكاناتها المائية المتتجدة وتزايد اعتمادها على المصادر غير التقليدية. وهذا يقودنا إلى تقديم رؤيتنا حول إعادة هذه العلاقة من خلال فكرة حصاد المياه من الظهير المائي للمدينة ، وإعادة توزيع السكان.

### أولاً: الخلفية النظرية للموضوع

العلاقة بين السكان و الموارد الطبيعية موثقة توثيقاً جيداً في البحث العلمي في تخصصات مختلفة: انظر على سبيل المثال Colombo (1996، ). كذلك فإن التغير في توزيع السكان نتيجة الهجرة و عمليات التحضر ، و التغير في توزيع الموارد نتيجة التقدم التكنولوجي أو الاكتشافات أو الاختزاعات أو نفاذ الموارد الطبيعي، كان ولا زال موضوعاً للدراسة والتحليل في العلوم الاجتماعية و الاقتصادية. ويعتبر الماء أهم موارد الأمة الطبيعية ، ليس كسلعة وسيطة في الإنتاج الزراعي و الصناعي و الترفيهي فحسب، بل أيضاً

الاقتصادية للبدائل الأخرى.

لقد أصبح الوفر الاقتصادي الناتج

عن زيادة حجم الإنتاج ( Economy of scale ) مسيطرًا على الفكر الاقتصادي ، حتى لو كان الموضوع متعلقاً بمشاريع استراتيجية غاية في الأهمية كقضية تقضي المياه. ورغم تحفظ بعض الباحثين على مشاريع التحلية الكبيرة ودعوتهم للتريث ودراسة البدائل الأخرى دراسة تفصيلية<sup>(٤)</sup> ، إلا أن التحلية لا زالت الحل المفضل لدى صناع القرار. والحقيقة أن الاندفاع وراء الوفر الاقتصادي الناتج عن اقتصاديات الحجم الكبير ما هو إلا حلقة في منظومة فكرية اقتصادية تضم أيضاً اقتصاديات التكتل ( Agglomeration economy ) الناجمة عن تضخم أحجام المدن والاقتصاديات المحلية ( Localization economy ) الناجمة عن تجمع المنشآت الإنتاجية من نوع واحد في مكان واحد. وينظر إلى هذه الظواهر في الأدب الاقتصادي باستحسان وتأيد لأنها تساعد على نمو الاقتصاد الحضري رغم ما يرافقها من خوارج اقتصادية ( Externalities ) كالفقر والبطالة والغلاء والازدحام والتلوث والعزلة والأمراض الاجتماعية الأخرى التي تعد سمة من سمات كثر من مدن العالم الثالث المكتظة بالسكان.

والمرجع الفكري الأبرز للباحثين في هذا المجال هو أطروحة الحجم الأمثل للمدينة ( Optimal city size ). ولقد حدد الحجم

بالشروط الطبيعية وفي مقدمتها الماء. فقد أدى وجود فرص عمل إضافية في المدن وفائض في العمالة في الريف إلى تحول التوزيع السكاني لصالح المدن. والماء كسلعة استهلاكية يصعب نقلها لمسافات بعيدة بسبب ما ينجم عن ذلك من زيادة مفرطة في ثمنها وخصوصاً في العروض الجافة حيث تتتوفر بكميات قليلة ، لذا فقد أصبحت شحينة و غالية الثمن في مستقر هجرة السكان. والمدن رغم استقلالها عن ظهيرها الزراعي من حيث بواعث نوها وتطورها في هذه الحقبة إلا أنها بقيت معتمدة على الريف في تزويدها بالماء - السلعة التي لا تستطيع إنتاجها محلياً. والمتتبع للمجهود البشري المكثف لدراسة أزمة المياه في المملكة يلاحظ تجاهل الباحثين لعلاقة التحضر والتركيز السكاني بالموضوع، وكأن الأزمة نشأت من زيادة السكان وزيادة معدل استهلاك الماء فقط. لذلك فإن جل الاهتمام منصب على الاختيار من بين البدائل الهندسية لتقنيات تحلية مياه البحر أو جلب المياه من الخارج أو التحول إلى استعمال المياه الجوفية العميقة غير المتجدد. وفي المقابل لا يجد إلا اهتماماً محدوداً بالمصادر الطبيعية المتتجددة و كأنها أصبحت قضية ميراث منها. وقلة الاهتمام بالمصادر الطبيعية المتتجددة يعزى إلى ضعف هذه الموارد وتشتيتها و عدم انتظام وجودها.

فمشاريع تزويد المدن بالمياه من المصادر الطبيعية المتتجددة تستلزم توفر كميات كبيرة من الماء، لكي تكون منافسة من الناحية

(Elasticity of supply) للمدينة مرنة العرض في عناصر الإنتاج ، فهي في متناول المنتجين بأسعار تزيد بزيادة الطلب. الواقع أن بعض هذه العناصر، مثل الماء في الأقاليم الجافة، موجودة بكميات قليلة في الطبيعة، ويمكن أن يؤدي شحها إلى أن تصبح غير مرنة على الإطلاق أو غالية جداً لدرجة تتوقف عندها العملية الإنتاجية، وبالتالي يتوقف نمو المدينة وربما تفقد بعض سكانها.

ولعل ما تعاني منه المدن الكبيرة من مشكلات متعددة اجتماعية واقتصادية مما يندرج تحت مسمى الخوارج الاقتصادية، أكبر الحجج ضد مناصري فرضية الحجم الكبير. وهذه المشكلات أصبحت في الوقت الحاضر الشغل الشاغل للإدارات المحلية والمركزية للمدن. فالتحضير السريع في الدول النامية مكلف جداً من حيث تمويل مشاريع الخدمات والمرافق العامة (Linn, 1982, p. 646)، كما أن السياسات التنموية لم تفلح في مساواة مستويات التنمية بين المدن والريف أو بين المدن الكبيرة والصغيرة لأسباب متعددة تم دراستها وتبيانها في أبحاث التنمية. وسبب التغاضي عن هذه المشكلات عند الحديث عن أحجام المدن، هو إيلاء النمو الصناعي أهمية مطلقة من قبل الباحثين، الأمر الذي جعل الكفاءة الإنتاجية Efficiency in production مقدمة على الكفاءة في تقديم الخدمات العامة وعلى المساواة (Equity) في معدلات التنمية.

وفي دراسة حديثة للمدن الإيطالية يرى كابلو وكاجاناني أن البحث يجب أن لا يكون عن الحجم الأمثل لعدد السكان بل عن

الأمثل للمدينة في البداية بالحجم الذي يكون عنده متوسط تكاليف الإنتاج في حدودها الدنيا (The point of minimum public cost). ثم تتبه الباحثون إلى أن الاحتكام إلى متوسط التكلفة لا يأخذ في الاعتبار حجم الإنتاج الذي يدل دالة إيجابية في حجم المدينة. وعليه فقد حدد النزو الحجم الأمثل للمدينة بالحجم الذي يكون عنده الفرق بين متوسط التكلفة (Average cost) و متوسط الإنتاج لكل فرد (Average productivity) أعلى ما يكون عليه. فهذا الحجم يوفر لسكان المدينة أعلى مستوى للإنتاج ، وأقل مستوى للتكليف (Alonso, 1970, p. 71). ومنذ قرون عدة والباحثون يقدمون مقترناتهم للحجم الأمثل للمدينة ابتداءً بمقترن فوريير الذي حدد حجم المدينة في سنة ١٨٢٩ م بـ ١٦٢٠ نسمة. ثم زادت الأرقام المعطاة للأحجام المثلثي للمدن باستمرار إلى أن وصلت ربع مليون نسمة للمدن الجديدة في بريطانيا (Galantay, 1987, p. 10). ولا زالت الأرقام الكبيرة (مليون نسمة أو أكثر) تلقى تأييداً من قبل الباحثين في دول مختلفة (Brutzkus, 1975, p. 644). وتصطدم تحليلات الحجم الأمثل للمدينة بعدد من العقبات على الصعيدين النظري و التطبيقي. فهي أولاً غير منطقية في واقع الحال ، ولو كان هناك حجم أمثل لا تفوقت المدن في أحجامها في الدول المختلفة وفي الدولة الواحدة. وما نشهده، وثبتته الدراسات، سير منظومة المدن وفق قانون المرتبة / الحجم (Rank/size rule) في كثير من الدول. من جهة ثانية يفترض الباحثون في الحجم الأمثل

المرتبطة بالمناخ و مصادر المياه والمرافئ و طبغرافية السطح ( Henderson , 1987 , p. 940 ). فتباين أحجام المدن أو انتظام توزيعها حسب قانون المرتبة / الحجم ناتج عن طبيعة الفائدة الاقتصادية لكل مدينة من حيث التخصص أو التنوع في الإنتاج وعن خصائص موقعها الجغرافي ومواردها ومشكلاتها الطبيعية ( Quigley , 1998 ).

إن ربط الباحثين الاقتصاديين أحجام المدن بالخصائص الطبيعية للأقاليم إلى جانب القوى والمؤثرات الاقتصادية الفاعلة داخل المدن، يمثل عودة إلى الواقع والحقيقة المائلة للعيان. هذه الحقيقة قدمها البحث الجغرافي في نظرية المحلات المركزية وقانون المرتبة / الحجم. ففي هذه الإضافات العلمية المهمة المشتقة من الواقع المشهود ، وغيرها من الدراسات التطبيقية والنظرية ذات العلاقة بأحجام المدن ومواقعها وعلاقتها ببعضها، تبرز العلاقة وطيدة بين كثافة المدينة وحجمها وتركيب اقتصادها وبين ظهيرها الريفي ومواردها الطبيعية.

من هذا المنطلق نسعى في هذه الدراسة إلى بناء نموذج معياري ( Normative Model ) لأحجام المدن في المملكة، تقوم من خلاله بربط أحجام المدن بالموارد المائية المتاحة، استناداً إلى المبررات التالية:

1- التحليلات الاقتصادية المؤيدة للأحجام الكبيرة للمدن لا تتضمن الأعراض الاقتصادية والاجتماعية والبيئية الضارة

الحجم الذي تتوفر معه أعلى مستوى للكفاءة. وهذا الحجم كما وجد الباحثان من دراستهما لشمان وخمسين مدينة إيطالية، مرتبط بالتركيب الاقتصادي للمدينة وبعلاقتها بالمدن الأخرى في المنظومة الحضرية، التي تتحدد من خلال التفاعل بين بيئات المدينة الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية . والجديد في هذه الدراسة أن نمو المدن ليس ذاتياً فقط بل مرتبط بعوامل كثيرة داخلية وخارجية محفزة أو مثبطة. ولم ينكر الباحثان الأثر الطيب لاقتصاديات الحجم الكبير، لكنهما أدركوا أن له حدود تنتهي حيث تبدأ آثار الحوارج الاقتصادية Capillo and Camagni, ( 2000 , pp. 5-6 ) .

وفي إطار دراسة تباين أحجام المدن على نحو ما قدمه كابلو و كاجاني، يوجد سلسلة من الدراسات ترزعها هندرسون، تحاول تقديم تفسير اقتصادي لهذا التباين. وتستمد هذه الدراسات جذورها من نظرية المحلات المركزية ( Central Place Theory ) لكريستالر ( Henderson , 1987 , p. 928 ). والهدف من هذه الدراسات تقرير التوازن الحجمي لمدن المنظومة الحضرية ( Equilibrium of city size ) الذي يعتبر بدليلاً لأطروحة حجم واحد أمثل لجميع المدن. وتفيد هذه الدراسات أن التوزيع الحجمي للمدن يتأثر بالتركيب الإقليمي للإنتاج وبالخصائص الطبيعية

للمراكز العمرانية لابد أن يتوازن مع توزيع السكان وكتافتهم. فالإقليم منخفض الكثافة تحتاج إلى عدد أقل من المحلات المركزية الكبيرة وعدد أكبر من المحلات الصغيرة والمتوسطة بسبب ضعف الطلب على السلع المركزية.

٣- الماء سلعة نادرة وثمينة في الدول الواقعة في العروض الصحراوية مثل المملكة العربية السعودية. لذلك فإنه من اللازم عدم ادخار أي جهد موجه للبحث عن مصادرها واستغلالها الاستغلال الأمثل. وتقدير الاستغلال الأمثل للمياه لا يتم إلا من خلال خطة وطنية بعيدة المدى تأخذ في الاعتبار كل الإمكانيات المتاحة والظروف الاقتصادية السائدة خلال فترة الخطة. وفي اعتقادنا أن الأمان المائي يجب أن يكون أبرز مرتکزات الخطة. والأمن المائي لا يتحقق بوجود الماء فقط، بل يلزم ضمان استمرارية إمداداته تحت أي ظرف اقتصادي أو أمني. والموارد المائية المحلية المتعددة لا زالت غير مستغلة استغلاً كاملاً و مدروساً ، بسبب تناثرها على الحيز الجغرافي. وفي ظل الظروف الاقتصادية والأمنية الحالية لا تبدو هذه الموارد خياراً حقيقياً على الصعيد العملي. لكننا نأمل من خلال هذه الدراسة، أن نلقي الانتباه إلى هذا الخيار، وأن نهد الطريق نحو دراسته فنياً واقتصادياً من قبل المهتمين بشؤون المياه.

المصاحبة لظاهرة الاكتظاظ الحضري (Over-urbanization) وخصوصاً استنزاف الموارد الطبيعية وفي مقدمتها الموارد المائية. فالنموذج الاقتصادي يهدف بصورة أساسية إلى تعظيم النمو الصناعي، بصرف النظر عن الأهداف الكلية للتنمية القطاعية والمكانية.

٤- البحث في المنفعة الاقتصادية للتراكز السكاني لم يكتمل ، لأننا لا نعرف مستوى التركز السكاني المناسب لكل إقليم على ضوء مساحته و عدد سكانه و موارده. والنموذج الاقتصادي لا يفرق بين الأقاليم على هذا الأساس. لكن النموذج الجغرافي يأخذ ذلك في الاعتبار، فالمكان المركزي في نظرية المحلات المركزية يتقرر حجمه على أساس عدد الخدمات والسلع التي يقدمها للمنطقة التي يخدمها. وكل خدمة أو سلعة تحتاج لكي يمكن تقديمها في المحل المركزي جداً أدنى من عدد السكان (Threshold). وهذا هو الحد الأدنى للطلب على الخدمة أو السلعة. أما المنطقة التي يخدمها المحل المركزي (The Range) فمرتبطة بالمسافة القصوى التي يقبل المستهلك بقطعها للحصول عليها، وهي مرتبطة بسعر السلعة وديومة الحاجة إليها (Carter,1981,p.61).

وحيث أن السكان أصلاً يتوزعون على الأقاليم على ضوء مواردها الطبيعية فإن توزيع المحلات المركزية وأحجامها وثيق الصلة في النموذج الجغرافي بـ الموارد الطبيعية للإقليم، أي أن التوزيع السكاني والجمعي

فالمدن التي تكون فيها الظروف المناخية والهيدرولوجية والجيولوجية مواتية تنمو فيها مدن كبيرة نسبياً مقارنة بغيرها. وهذهحقيقة تاريخية، أمكن من خلالها تفسير تباين أحجام المدن في مراحل سابقة لمرحلة اختلال التوازن المائي بين المدينة و ظهيرها.

إن القيمة (م) تمثل كمية المياه التي يمكن استغلالها من الظهير المائي للمدينة بتكلفة اقتصادية لا تزيد على تكلفة المصادر الخارجية الأخرى كتحلية مياه البحر. وقد افترضنا في النموذج أن هذه المياه هي المياه الجوفية و مياه الأمطار ومياه الجريان السطحي فجميع هذه المصادر يمكن حساب كمياتها وتکاليف استغلالها لكل وحدة مساحية. والتكلفة تتكون من جزئين: تكلفة ثابتة تتضمن رأس المال اللازم لإنشاء السدود والخزانات والمضخات ومحطات التقنية وخطوط الأنابيب.....الخ، وتكلفة متغيرة تزداد مع المسافة وتتضمن تكلفة ضخ الماء من مصادره إلى المدن.

أما القيمة (س) فتمثل الحجم المفترض للمدينة، أخذًا في الاعتبار كمية المياه المتوفرة في ظهيرها المائي. فإذا رمنا للحجم الفعلي للمدينة بالرمز (س) فإن الفرق بين القيمتين (س - س) يمثل التضخم في حجم المدينة زيادة على إمكاناتها المائية، إن كان موجباً، وإن كان سالباً فيمثل إمكانات النمو في المستقبل. وبطبيعة الحال يتوقع أن تكون هذه الأرقام موجبة لأكثر المدن - أي أن أكثر المدن فاقت

### ثانياً: نموذج حجم المدينة السعودية

تقوم فكرة فوزح الحجم الأمثل للمدينة السعودية ، كمدينة واقعة في عروض صحراوية، على أساس التوفيق بين عدد سكان المدينة وكمية المياه الممكن استغلالها من إقليمها المحيط بها. وكمية المياه الممكن استغلالها مرتبطة بكمية التساقط و مقدار التبخر و خصائص الطبقات الحازنة للمياه والتقنية المتوفرة ، إضافة إلى تكلفة تجميع الماء ومعالجته و نقله إلى المدينة. ونحن سنفترض أننا نحيط علماً بهذه المعلومات جميعاً ، أي أنها نعرف مقدار وتكلفة ما يمكن استغلاله لصالح المدن من المياه المتعددة على مستوى المملكة ولكل مدينة على حده. والمطلوب هو معرفة حدود المنطقة المحيطة بالمدينة التي يمكن جمع ومعالجة ( إن لزم الأمر ) المياه منها وإيصالها إلى المدينة بتكلفة لا تزيد عن تكلفة المصادر المائية الأخرى غير التقليدية. وبمعرفة حدود الظهير المائي للمدينة نستطيع حساب كمية المياه المتوفرة فيه، والتي سنرمز لها بالحرف (م). فإذا كان متوسط استهلاك الفرد من الماء في المدينة هو ( ط )، فإن الحجم الأمثل لسكان المدينة ( س ) هو حاصل قسمة كمية المياه المتوفرة على متوسط استهلاك الفرد:

(١)

$$س = \frac{م}{ط}$$

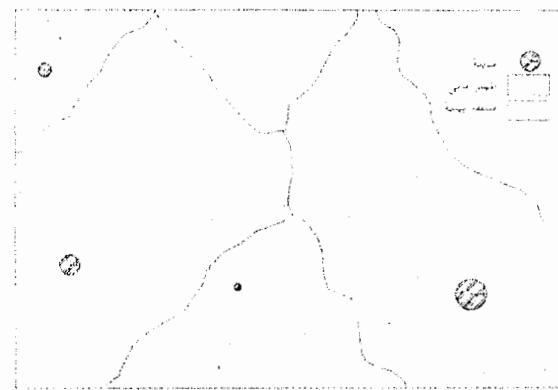
وهذا الحجم يضمن لسكان المدينة إمدادات منتظمة وكافية من الماء. وهو يتناسب مع البيئة الجغرافية للمدينة ،

أشكال الظهير المائي متصلة، بل يمكن أن تكون هناك مناطق بيئية لا تتبع ظهير مائي معين ( انظر الشكل رقم ٢). مثل هذه المناطق لا توجد في نظرية المحلات المركزية ، لأنها في نظرية المحلات المركزية يوزع الريف على المحلات التي توله بالسلع و الخدمات، فلا بد أن تتبع جميع أجزاءه حلاً مركزياً أو آخر. فإذا وجدت نقطة أبعد من مدى السلعة (the range) التي تقدم في محل مركزي من فئة معينة، فإنه يفترض وجود محل مركزي آخر من نفس الفئة تقع النقطة ضمن دائرة مدى السلعة فيه. فنحن في المحلات المركزية خارج منطقة السوق ( Market Area ) وليس منطقة العرض ( Supply Area ) كما هي الحال في الظهير المائي ، ووجود منطقة بيئية لا تتبع أي ظهير مائي، لا يعني عدم تبعيتها من النواحي الاقتصادية الأخرى لمركز عمري معين، فمقاييس التبعية هنا مقتصر على وجود وتكلفة الماء كسلعة نهائية. من جهة ثانية ، يمكن أن تجد منطقة بها مصادر مائية تصلح لإمداد مركزين عربانين أو أكثر. وفي هذه الحالة يمكن أن تجعل ضمن الظهير المائي للمركز الذي يمكن إيصالها إليه بتكلفة أقل أو للمركز الأكثر حاجة إليها.

وكما أن الظهير المائي للمدن المختلفة لا يلزم أن يكون متصلةً، فإنه لا يلزم أيضاً أن يكون منتظماً في شكله كأن يتبع شكلاً هندسياً معيناً. ويعتبر الحوض المائي ( Catchments Area ) وحدة القياس المكانية المفضلة في

أحجامها إمكاناتها المائية المتعددة. ويمكن تمثيل توزيع الفروق بين الأحجام الفعلية للمدن وأحجامها المفترضة بموجب النموذج، كما في الشكل رقم (١) ، حيث ربنا الفروق ترتيباً تصاعدياً. فالمدن الواقعة في المنطقة ( ص ) تقل أحجامها الفعلية عن أحجامها المفترضة بموجب النموذج. أما المدن الواقعة في المنطقة ( ع ) فستتجاوز أحجامها الفعلية الأحجام المفترضة لها بموجب النموذج. ويمكن اعتبار نسبة مجموع سكان المدن في المنطقة المطلقة فوق ( ص ) إلى مجموع سكان المدن مقاييساً للاكتظاظ الحضري ( over-urbanization ) من منظور مائي. لاحظ أنه يمكن أن يكون لدينا نسبة عالية للاكتظاظ الحضري ونسبة منخفضة للتحضر نظراً لتركيز سكان الحضر في مدن قليلة. والعكس صحيح ، فيمكن أن يكون لدينا نسبة منخفضة للاكتظاظ الحضري ونسبة عالية للتحضر نظراً لتوزع سكان الحضر على عدد أكبر من المدن. فلا يوجد ترابط بين نسبة التحضر ونسبة الاكتظاظ الحضري. إن تحديد الظهير المائي للمدينة وتوزيعه على الحيز الجغرافي للدولة بحاجة إلى مزيد من التوضيح. فالمصادر المائية ليست متغيرةً مستمرةً (Continues Variable ) لأنها متوقفة على عوامل مناخية وهيدرولوجية واقتصادية غير منتظمة كما أسلفنا. لذلك فإن أشكال وتوزيع الظهير المائي لا يمكن معرفتها إلا عن طريق الدراسة الميدانية. لكننا نعلم أنه لا يلزم أن تكون

وعليه فإن حدود الظهير المائي للمدينة سيتشكل من حدود الأحواض المائية التي يتكون منها ( انظر الشكل رقم ٢).



شكل (٢) تمثيل أشكال الظهور المائي للمدن إن العلاقة بين حجم المدينة ومساحة ظهيرها المائي ورصيده من الماء المتجدد يمكن رؤيتها من زاوية أخرى بإعادة تعريف القيمة (م) لتصبح:-

$$م = د \alpha$$

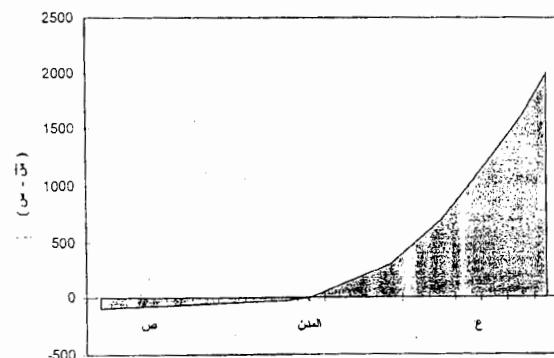
حيث تمثل (د) مساحة الظهير المائي (بالكيلومتر المربع مثلاً)، وتتمثل (أ) متوسط تغذية (Recharge) خزانات المياه الجوفية لكل وحدة مساحية في الظهير المائي للمدينة (أو متوسط التساقط أو الجريان السطحي) وبإحلال القيمة (دأ) محل (م) في المعادلة رقم (١)، نحصل على:-

$$(2) \quad س = \frac{دأ}{ط}$$

والتي يمكن إعادة كتابتها كما يلي:-

$$(3) \quad س = \frac{أ}{ط} د$$

الدراسات الهيدرولوجية. وفي الحوض المائي تشبه المجاري المائية شكل الشجرة حيث يمثل الساق المجرى الرئيس للوادي الذي يتفرع منه مجموعة الروافد الفرعية ويتنفرع من كل راقد مجموعة أخرى من الروافد الثانوية. وتندفع المياه السطحية (السيول) من خلال المجاري المائية للحوض. أما المياه الجوفية فتوجد في الطبقات الخازنة للمياه في الحوض كالمراوح الفيضية و بطن المجرى الرئيس و بطون المجاري الفرعية ، في حين أن الأمطار تسقط على كامل مساحة الحوض. ويمكن أن يكون الحوض المائي تابعاً لمدينة واحدة أو أن يقسم على أكثر من مدينة تبعاً لمكان وجود الماء و تكلفة استخراجه و إيصاله إلى المدن المختلفة. و بما أن شكل الحوض المائي غير منتظم فإن أشكال الظهير المائي للمدن غير منتظمة أيضاً. ورغم أن مصادر المياه في الحوض قد تكون موجودة في مناطق أو نقاط معينة ، إلا أن الحوض بكامله أو بعضه يعتبر جزءاً من الظهير المائي للمدينة.



شكل رقم (١) توزيع افتراضي للمدن حسب الفروق بين أحجامها الفعلية والافتراضية

بين سكان الريف والبادية وبينهم وبين العالم الخارجي.

ولم تكن معظم المراكز العمرانية في مستهل القرن الميلادي المنصرم ( باستثناء مكة المكرمة والمدينة المنورة وبواپتیہما على العالم الخارجي جدة وینبع ) إلا بلدات صغيرة تقع على أطراف الأودية الكثيرة أو في المرواح الفيضية لها حيث توجد كميات كافية من المياه الجوفية. أو حيث توجد الينابيع التي تندفع مياهها إلى أعلى من خلال الصدوع المتصلة بالطبقة الحاملة للمياه أو بروز أجزاء منها إلى السطح ( الشمالي، ١٤٦١هـ، ص ٢٥، ٤٩). أما البنية الاقتصادية فلا تختلف كثيراً من بلدة إلى أخرى، إذ أنها توفر أسواق دائمة لظهورها الزراعي و الرعوي لبيع منتجاته وشراء حاجاته مما تنتجه من صناعات يدوية بسيطة أو تستورده من البلدات الأخرى أو من العالم الخارجي. وفي البلدات الواقعة على السواحل تمارس مهنتنا صيد الأسماك والغوص بحثاً عن اللؤلؤ. وقد ارتبط نمو هذه البلدات بظهورها الزراعي فبرزت الطائف و بخران وصبيا والهفوف والقطيف وعنيزة والخرج ، بسبب إمكاناتها الزراعية الوفيرة نسبياً. ثم نمت هذه المراكز وغيرها بمعدلات بطئية خلال فترة توحيد المملكة، وزادت معدلات النمو خلال الخمسينيات و السبعينيات الميلادية و بلغت معدلات النمو ذروتها خلال السبعينيات والثمانينيات من القرن الميلادي المنصرم. وخلال عقود قليلة، وبعد أن كان السكان ينتشرون في طول البلاد وعرضها تخلّى معظمهم ، ولاسباب مفهومة، عن نمط العيش الذي ألغوه عبر العصور و هاجروا إلى المراكز الحضرية

فالقيمة ( س / د ) تمثل كثافة سكان المدينة قياساً إلى مساحة ظهرها المائي والقيمة ( أ / ط ) تمثل عدد الأشخاص الذين يمكن توفير المياه لهم في الكيلومتر المربع الواحد. فكأننا نقول يجب أن يتساوى متوسط كثافة سكان المدينة مع متوسط عدد السكان الذين يمكن توفير المياه لهم من كل كيلومتر مربع واحد في الظهير المائي. وحيث أن القيمتين ( د ) و ( أ ) ثابتتان لم يبق لنا لتحقيق تساوي طرق المعادلة إلا القيمتان ( س ) و ( ط ) ، فهما قيمتان متغيرتان قابلتان لأن تكونا موضوعاً لسن السياسات و البرامج التخطيطية. والحقيقة أن معدل استهلاك الفرد من الماء ( ط ) هي التي تخضع حالياً لمحاولات التخفيض من خلال حملات التوعية بأهمية الماء وضرورة الاقتصاد في استهلاكه و إعادة النظر في تعرفته. أما أحجام سكان المدن فلا يزال غالباً عن بساط البحث والتخطيط إلا فيما ندر.

### ثالثاً: الماء والمدينة السعودية

تقع المملكة العربية السعودية ضمن النطاق الصحراوي الجاف، حيث تسقط الأمطار بكميات قليلة وغير منتظمة في مواعيد سقوطها <sup>(٢)</sup>. وقد ترتب على ذلك كثافة سكانية منخفضة تناسب مع الموارد الرعوية والزراعية الفقيرة. وتكيف السكان مع هذه الظروف الطبيعية الصعبة بالانتشار على مساحات واسعة وممارسة الرعي المتنقل و الزراعة المطربة والمرورية حيث تتتوفر المياه الجوفية في بطون الأودية والمنخفضات. ومع سيادة الكثافة السكانية المنخفضة تباعدت المدن و البلدات، فأنشأت الأسواق الأسبوعية لتسهيل مهمة التبادل التجاري

## ١- أحجام المدن في المملكة

في ظل فرضية الظاهر المائي، يلزم ألا يتتجاوز حجم المدينة إمكانات ظهرها المائية. وقد ربطنا هذه الإمكانيات بالتكلفة الاقتصادية لانتاج وضخ الماء للمدينة، حيث اشترطنا ألا تتتجاوز مثيلاتها في المصادر البديلة غير التقليدية الأخرى. وحساب الأحجام المثلثي للمدن في ظل فرضية الظاهر المائي متوقعة على معرفة هذه الإمكانيات التي تتوقع أن تكون غير كافية في الوقت الحاضر. ولعل التفكير الآن في توزيع السكان وربطه بتوزيع الموارد الطبيعية يأتي في الوقت المناسب تماماً، حيث تنص صراحة إحدى سياسات إستراتيجية المحافظة على البيئة التي تضمنتها خطة التنمية السابعة على ضرورة "الاستمرار في تحقيق توازن مستمر بين التوزيع السكاني والطاقة الاستيعابية للبيئة" (وزارة التخطيط، ١٤١٩هـ، ص ٤٢٣).

وفي مكان آخر دعت الخطة إلى "الحد من الهجرة الداخلية ذات التأثيرات السلبية على المراكز الحضرية الكبيرة" من خلال مجموعة من السياسات الهدافلة إلى تنمية الريف وجعله أكثر جاذبية للعمل والاستثمار (وزارة التخطيط، ١٤١٩هـ، ص ٣٨٥). ويفهم من هذه السياسات والبرامج إدراك المخططين لضرورة التوفيق بين توزيع السكان المائل نحو التركيز في المدن الكبيرة وتوزيع الموارد الطبيعية وفي مقدمتها الماء الذي أولته الخطة اهتماماً كبيراً.

وميل التوزيع السكاني نحو التركيز ظاهرة تدلنا عليها الإحصاءات السكانية. فقد قدر أن نسبة سكان المدن في المملكة (خمسة آلاف نسمة أو أكثر) لم يكن يتتجاوز ١٠% في مطلع القرن

التي تحولت بفعل الهجرة إلى مدن كبيرة وسط الصحراء، تجاوز بعضها حاجز المليون نسمة والبعض الآخر يسير على الطريق نفسه. فلماذا خرجت المدن السعودية على ضوابط ثورها وميراث وجودها عبر التاريخ؟

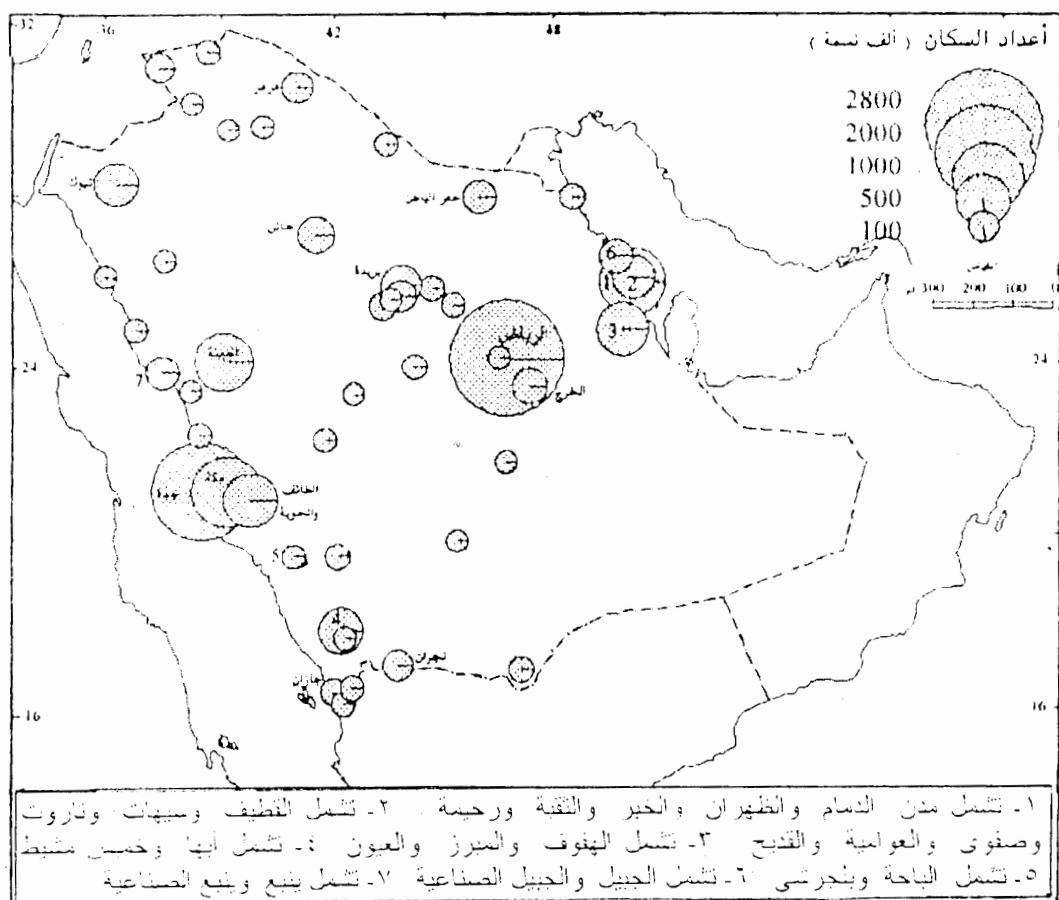
لقد تغيرت علاقة المدينة بظهورها فلم يعد ثورها ورفاهيتها مرتبطة بنموه ورفاهيته فقط. بل أصبح لديها مصدر ثورها ذاتي جديد ناشئ عن تسارع معدلات الاستثمار العام والخاص بصورة كبيرة في جميع القطاعات، الأمر الذي مكنتها من الاستقلال عن القطاع الريفي الذي كان قائداً ثم أصبح تابعاً في ظل هذه التطورات الاقتصادية العاصفة . وإلى حيث تكون القيادة، بما تحمله من فرص عمل وخدمات وترفيه تشتد الرحال. إن اكتشاف النفط وإنتجاه بكميات كبيرة وزيادة أسعاره أدى إلى بروزه كمحرك ثورها الاقتصادي مهم جداً في المدن التي كانت عبر تاريخها معتمدة بصورة أساسية على ما يجري في ظهرها الزراعي والرعوي الذي يتاثر سلباً أو إيجاباً بكميات وانتظام سقوط الأمطار عليه. لكن المدن بقيت معتمدة على الريف والبادية في إمدادها بحاجاتها من الطعام ومياه الشرب. ومع تنامي أحجامها فاقت حاجات المدن إلى الطعام والماء قدرات الريف الزراعية والمائية، فتم استيراد الطعام من الخارج وأنشأت محطات تخليق مياه البحر. وقد حقق قطاع الزراعة ثوراً نوعياً وكثيراً أدى إلى الاكتفاء من بعض السلع ، وساعد على ذلك اكتشاف المياه الجوفية العميقة في الرف العربي. أما مياه الشرب فبقيت مشكلة تهدد رفاهية سكان هذه التجمعات العمرانية الكبيرة.

ورغم أن نسبة التحضر لا تعني بالضرورة وجود ترکز سكاني عالي في المدن إلا أنها تعتبر عالية في المملكة كدولة نامية. فحسب تقدیرات البنك الدولي للإنشاء والتعمیر بلغت نسبة التحضر في المملكة عام ١٩٩٧ %٨٤.

وهذه النسبة تضاهي مثيلاتها في بعض الدول المتقدمة كاستراليا والدنمرك ( ٨٥ % ) والمملكة المتحدة ( ٨٩ % ) وألمانيا ( ٨٧ % ) بل وتزيد على مثيلاتها في دول أخرى متقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية وكندا ( ٧٧ % ) وفرنسا ( ٧٥ % ) وإيطاليا ( ٧٨ % ) والنرويج ( ٧٤ % ) وسويسرا ( ٧٩ % ) و النمسا . (The World Bank ,2000 , p 21) ، ( ٦٤ % )

الميلادي المنصرم (السرياني ، ١٤١٢هـ ، ٢٧). وحسب التعداد السكاني الأول الذي أجري في سنة ١٩٦٢م، أي بعد ٦٠ عاماً من فتح الرياض، قدرت نسبة التحضر بـ ٢٤% (السرياني، ١٤١٢هـ، ص ٤٣٠)، أي أن سكان المدن زادوا بنسبة ٦١% تقريباً كل أربع سنوات وثلاثة أشهر. وعند إجراء التعداد السكاني الثاني سنة ١٩٧٤م، وجد أن نسبة التحضر زادت بنسبة ٨٣% سنوياً خلال الفترة الفاصلة بين التعدادين لتصبح ٤٦%. وتدلنا أرقام التعداد الأخير (١٩٩٢م) على أن نسبة التحضر وصلت إلى ٧٤% ، أي بزيادة سنوية مقدارها ٤٧%<sup>(٢)</sup>.

شكل رقم (٣) احجام المدن السعودية فوق ٢٠ الف نسمة لعام ١٤١٣ هـ



تكن نسبة سكان هذه المدن تزيد على ٣١٪ سنة ١٩٧٤م. وعلى مستوى المناطق الإدارية تستحوذ الرياض على أكثر من ٧٢,٥٪ من سكان منطقة الرياض سنة ١٩٩٢م بعد أن كانت هذه النسبة ٥٢,٩٪ سنة ١٩٧٤م. ويعيش أكثر من ٦٠٪ من سكان منطقة تبوك في مدينة تبوك سنة ١٩٩٢م ، مقارنة بـ ٣٨٪ سنة ١٩٧٤م. وتتكرر هذه الصورة في مناطق المدينة المنورة والحدود الشمالية ومكة وحائل (القبياني، ١٤١٣هـ، ٨٧). وتشير مقارنة حصص الفئات الحجمية للمدن في التعدادين إلى أن المدن التي يقل عدد سكانها عن ٥٠ ألف نسمة قد فقدت ٥٥,٥٪ من حصتها سنة ١٩٧٤م، وقدت المدن التي يتراوح عدد سكانها بين ٥٠ ألف نسمة إلى أقل من ٤٠٠ ألف نسمة ١٣,٩٪ من حصتها. أما المدن التي يزيد عدد سكانها على ٤٠٠ ألف نسمة فقد زادت حصتها بنفس مجموع النسبتين السابقتين (١٩,٤٪)، (الحرّيف ، ١٤١٩هـ، ٨٤).

وقد عقدنا في الجدول رقم (١) مقارنة لمتوسط نصيب الفرد من المصادر المائية المتعددة ومتوسط أحجام المدن فوق ٥٠ ألف نسمة ونسبة التحضر في المملكة مع مثيلاتها في تسعة دول واقعة في عروض جغرافية مشابهة. ومن الجدول نلاحظ وجود تناسب بين نصيب الفرد من المياه وبين نسبة التحضر ومتوسط أحجام المدن ، فالدول الأوفر حظاً من الماء هي الدول الأكثر تحضرًا والأكبر مدنًا. ولا يشذ عن ذلك إلا المملكة والإمارات. فالمملكة تختل المرتبة ما قبل الأخيرة من حيث نصيب الفرد من الماء ولكنها تختل المرتبة الأولى من حيث نسبة التحضر و المرتبة الثانية من

ولا شك أن ارتفاع نسبة التحضر حتى مع افتراض اعتدال أحجام المدن سيقلل من جدوى استغلال الموارد المائية الفقيرة والمنتشرة على مساحات كبيرة والتي يناسبها توزيع سكاني منتظم على كامل الحيز الجغرافي الصالح للاستيطان.

لكن المقياس الأكثر أهمية بالنسبة للتركيز السكاني هو التوزيع الحجمي والمغرافي للمدن ، انظر الشكل رقم (٣). فعندما نقارن التوزيع الحجمي للمدن في سنتي التعداد الأخيرتين، نلاحظ أنه مع زيادة عدد المدن بنسبة ٢٠٠٪ من ٥٩ مدينة سنة ١٩٧٤م إلى ١٧٩ مدينة سنة ١٩٩٢م، زاد أيضاً متوسط حجم المدينة السعودية بنسبة ٣٣٪ من ٥٢٥٤٢ نسمة سنة ١٩٧٤م إلى ٦٩٩٠٠ نسمة سنة ١٩٩٢م. وقد وجد الحرّيف أن مؤشر الهيمنة (نسبة سكان المدينة الأولى إلى سكان المدن الثلاث التالية) قد ارتفع من ٥٩٪ سنة ١٩٧٤م إلى ٧٧٪ سنة ١٩٩٢م. كما وجد أن مؤشر نسبة تركز المدن ، city concentration ratio (الذي يقيس توزيع السكان على المدن مقابل تركيزهم في المدينة الأولى لازال أعلى رغم اختفائه قليلاً من ٧٢٥٪ سنة ١٩٧٤م إلى ٧٠٦٪ سنة ١٩٩٢م. وبالرغم من اقتراب توزيع المدن من قاعدة المرتبة الحجم في سنتي التعداد، إلا أن الباحث لاحظ أن المدن الكبيرة لازالت أكبر من أحجامها النظرية والمدن الصغيرة أصغر من أحجامها النظرية (الحرّيف، ١٤١٩م، ص ٩٤، ١٠٩). ووجد القبياني أن حوالي نصف سكان المملكة سنة ١٩٩٢م يعيشون في ست مدن هي الرياض وجدة و مكة المكرمة والمدينة المنورة والدمام و الطائف، في حين أنه لم

مجموع سكان الحضر في المملكة سنة ١٩٩٢ م يسكنون في ٢٧ مدينة واقعة في مساحة لا تزيد على ٦٪ من المساحة الكلية للمملكة<sup>(٤)</sup>. وعليه فإن التوزيع العشوائي لمجموع مدن المملكة لا يعكس التوزيع الحجمي للمدن على الحيز الجغرافي للدولة. على أنه من الأهمية بمكان ملاحظة أنه ، حتى التوزيع الجغرافي للموارد المائية غير منتظم، وربما كان أقرب إلى التركز منه إلى العشوائية.

من هذا كله خلص إلى القول أن التوزيع الجغرافي للسكان في المملكة العربية السعودية شهد ويشهد تحولات مهمة في ثلاثة اتجاهات:

الاتجاه الأول: زيادة سكان الحضر على حساب الريف والبادية  
الاتجاه الثاني: زيادة سكان المدن الكبيرة على حساب المدن الصغيرة و المتوسطة.

الاتجاه الثالث: زيادة سكان المدن المتقاربة جغرافياً على حساب المدن المتباعدة.

وجميع هذه التحولات تشير إلىحقيقة واحدة هي أن توزيع سكان المملكة يتوجه نحو التركز والتجمع في مناطق جغرافية محدودة، الأمر الذي ساهم في التقليل من إمكانات استغلال الموارد المائية المتعددة الضعفية أصلاً ، والمنتشرة على مساحات واسعة.

حيث متوسط أحجام المدن. فإذا علمنا أنه لا يوجد في المملكة أي أنهار دائمة الجريان أو بحيرات ، أدركنا مدى ابعاد المدن السعودية عن إمكاناتها المائية مقارنة بالدول الأخرى المدرجة في الجدول. والحقيقة أن المقارنة يمكن أن تعقد على نطاق أوسع لتشمل عدد كبير من دول العالم دون أن تتغير هذه النتيجة.

وفي جانب التوزيع الجغرافي للمدن السعودية تنتشر المدن السعودية في جميع أرجاء الدولة تقريباً باستثناء صحاري الربع الحالي و الدهناء والنفوذ. وانتشار المدن و تباعدها يزيد من فرص استفادتها من الموارد المائية على مساحات أكبر على عكس تقاربها و تنافسها على الموارد المحدودة. لكن أكثر المدن السعودية نشأت أساساً حيث تتوفر المياه الجوفية بكميات كافية للإقامة المستدامة لأعداد أكبر من السكان أما حيث لا تتوفر موارد كافية فيسود غط التنقل وعدم الاستقرار كأسلوب مناسب لاستغلال هذه الموارد. وقد بيّنت الدراسات أنه على مستوى المملكة ككل، يقترب نط توزيع المدن من النمط العشوائي، مع وجود مناطق يقترب فيها التوزيع من النمط المتجمع كالمنطقة الشرقية والقصيم والرياض والجوف والباحة (الثمالي، ١٤١٦هـ، ص ٨٦) لكن المتغير للتوزيع المكاني للمدن لا يمكن أن يفوته ملاحظة تقارب المدن الكبيرة جغرافياً. ففي منطقة مكة المكرمة تقع مدن جدة و مكة والطائف ضمن دائرة لا يزيد نصف قطرها عن ١٠٠ كيلو متر. وكذلك الحال بالنسبة لأكثر مدن المنطقة الشرقية ومدن القصيم ومدن جازان ومدن الباحة ومدن عسير. ويمكن القول أن حوالي ٦٨٪ من

١٣٦١ هـ، تبعتها مدينة الرياض سنة ١٣٧٧هـ عندما حفرت آبار الشميسى في طبقة المنجور التي أدى تلوثها ببياه المجاري فيما بعد إلى صرف النظر عنها. أما مكة المكرمة فقد بدأ في تزويدها ببياه البحر الملحاء من محطة الشعيبة مع بداية القرن الهجري الجديد. وبعد ذلك بفترة قصيرة وصلت ببياه البحر الملحاء إلى مدينة الطائف (وزارة الزراعة، ١٤٠٥هـ، ص ٨١، ٨٥). وقد تتابع بناء محطات التحلية على ساحلي البحر الأحمر والخليج العربي حتى أصبحت تنتج ٧٩١ مليون متر مكعب سنوياً سنة ١٤٢٠هـ تفي بحوالي ٤٤٪ من الاستعمالات المنزلية للماء (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ٢٠). ويأتي الجزء الأعظم من بقية حاجة المدن من الماء من المياه الجوفية العميقة. أما المياه الجوفية السطحية المتتجددة فقد نقصت مساهمتها نتيجة بروز التحلية والمياه الجوفية العميقة كمصادر جديدة ، إضافة إلى استنزاف الموارد المعروفة وعدم تنمية موارد جديدة.

ولاشك أن النمو السريع لعدد السكان وارتفاع معدل الاستهلاك نتيجة ارتفاع مستوى المعيشة كان لهما أكبر الأثر في تنامي الطلب على الماء في المدن مع ثبات أو تناقص المعروض منه. ولقد جادلنا في هذه الدراسة أنه ثمة سبب آخر ساهم في اتساع الفجوة بين العرض و الطلب على المياه البلدية في المملكة ، هو اتجاه توزيع السكان نحو التحضر والتراكز السكاني في عدد قليل من المدن، مما أدى إلى زيادة معدلات الاستهلاك واستنزاف الموارد المحلية التقليدية وتفويت فرصة تنمية المصادر البعيدة عن المدن الكبيرة. ففي جانب الطلب تتفوق المدن الصغيرة على المدن

الدولة	متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية المتتجددة * ١٩٩٦	متوسط أحجام المدن من الموارد المائية المتتجددة ** ١٩٩٦	نسبة التحضر ١٩٩٧ *	متوسط أحجام المدن ٥٠ ألف نسمة أو أكثر بالآلاف %
تشيلي	٣٢٠٧	٣٠٣	٨٤	٣٢٠٧
казاخستان	٨٦٩٦	٣٢٣	٦٠	٣٢٣
بيرو	١٦٤١	٣٩٦	٧٢	٣٩٦
إيران	١٣٣٩	٢٥١	٦٠	٢٥١
المغرب	١٠٨٨	٢٦٩	٥٣	٢٦٩
مصر	٩٦٦	٢٧٨	٤٥	٢٧٨
الجزائر	٤٦٣	١٤٣	٥٧	١٤٣
الأردن	١٩٨	١٩٠	٧٣	١٩٠
المملكة العربية السعودية	١٢٠	٣٣٨	٨٤	٣٣٨
الإمارات العربية المتحدة	٦١	٣٠٠	٨٥	٣٠٠

جدول رقم (١)

متوسط نصيب الفرد من الموارد المائية المتتجددة و نسبة التحضر و متوسط أحجام المدن للمملكة و مجموعة من الدول الواقعة في عروض جغرافية مشابهة .  
1999/2000 \* Tab. A.2 p.218 + Tab. 9 p.246  
The World Bank , World Development Report  
\*\* Internet, <http://WWW.citypopulation.de>

## ٢- مصادر مياه المدن في المملكة

تفاوتت بديايات استعاناً بالمدن السعودية بمصادر المياه غير التقليدية حسب إمكانات موقعها المائية. فمدينة جدة التي ارتبط تاريخها بأزمات مائية مستمرة أنشئ بها أول مكتف للماء (كنداة) سنة ١٣٢٨هـ، وأول محطة كبيرة للتخلية سنة ١٣٩٠هـ. وكان أول استغلال للمياه الجوفية العميقة غير المتتجدة لصالح مدينة الدمام سنة

فاقت براحل معدلات التغذية. وينطبق هذه التعميم بصورة واضحة على المدن الواقعة في الدرع العربي كجدة ومكة المكرمة و الطائف. فقد أدى سحب المياه الجوفية من رسوبيات الأودية الكبيرة القريبة من هذه المدن كوادي فاطمة ووادي خليص ووادي نعمان ووادي وج إلى انخفاض مستوى الماء بشكل كبير. وفي دراسة للبارودي وجد الباحث أن معدل الانخفاض في مستوى الماء الجوفي في وادي فاطمة الذي سحب منه إلى جدة و مكة قد بلغ ٣٧ متراً في السنة خلال الفترة من عام ١٩٤٤ حتى عام ١٩٦٣ م. ثم زاد معدل الانخفاض إلى ١٠٦ متراً في السنة خلال الفترة من سنة ١٩٦٣م إلى سنة ١٩٦٦م. وبين عامي ١٩٦٦ و ١٩٧٨ كان معدل الانخفاض ٥٦ متراً في السنة. وبلغ أعلى مستوياته بين عامي ١٩٧٨ و ١٩٨١، حيث وصل إلى ٣٦ متراً في السنة الأمر الذي جعل المؤلف يتوقع نضوب مخزون الوادي من الماء قبل نهاية القرن الميلادي إذا استمر السحب الجائر للمياه بنفس المعدل الذي كان عليه عام ١٩٨١م (البارودي، ١٩٨٦م، ص ٤٨٠ - ٥١). والكلام نفسه يمكن أن يقال عن بقية الأودية في المنطقة وعن أودية أخرى في المملكة. وعمليات السحب الجائر هذه ليست نتاج مشاريع الدولة لتزويد المدن بالمياه فقط، بل أيضاً من الشاحنات التي تخوب الأودية القريبة من المدن بأعداد كبيرة وتعمل ليل نهار على جلب المياه الصالحة للشرب لسكان المدن ومن هم غير موصلين بشبكات المياه، أو من لا يكفيهم ما يصلهم من ماء. ويقدر الباحث أنه في الوقت الحاضر يتم تعبئة ٢٥٠ شاحنة بالماء يومياً من وادي نعمان الواقع شرق

الكبيرة في كفاءة تقديم الخدمات العامة ومنها الماء (مكي، ١٩٨٨م، ص ٧٢ و Linn, 1982 pp. 634-635). ويمكن إعادة أسباب هذا التفوق إلى انخفاض نسبة الفاقد من الشبكة وحسن إدارة وتوزيع المياه بسبب صغر حجم المدينة. وقد وجد أن متوسط استهلاك الفرد من الماء في المدن الكبيرة أعلى منه في المدن الأصغر حجماً. فقد جاء في خطة التنمية السابعة أن متوسط بصير الفرد من مياه الشرب ارتفع بصورة مطردة في المدن الكبيرة من ١٢٠ لتر في اليوم سنة ١٤٠٠هـ إلى ٣١٥ لتر في اليوم سنة ١٤٢٠هـ (وزارة التخطيط ، ١٤١٩هـ، ص ٢١١). ونقل إبراهيم الفقي عن الطخيش أن معدل استهلاك الفرد من الماء يختلف من مدينة لأخرى حسب حجمها، ففي المدن الكبيرة التي يزيد عدد سكانها على ثلاثة ملايين نسمة يصل المعدل إلى ٣٦٠ لتر في اليوم ، وفي المدن التي يقل عدد سكانها عن ١٢٠ ألف نسمة يصل المعدل إلى ٢٠٠ لتر في اليوم (الفقي، ٢٠٠١م، ص ٢٩٩). وعندما قدرت وزارة الزراعة والمياه الطلب على الماء في بعض المدن السعوديةأخذت في الاعتبار حجم المدينة، فالمدن الكبيرة يستهلك الأفراد فيها كميات أكبر مما يستهلكه الأفراد من الماء في المدن الصغيرة. وقد تراوحت التقديرات بين ٣٠٠ إلى ٣٨٠ لتر في اليوم لسنة ١٤١٠هـ و ٣٢٠ إلى ٤٢٠ لتر في اليوم لسنة ١٤٢٠هـ (وزارة الزراعة والمياه، ١٤٠٥هـ، ص ٨٠). وفي جانب العرض أدى تضخم أحجام المدن (إلى جانب التوسع السريع في الزراعة) إلى استنزاف الموارد المائية المتعددة في الأودية المجاورة لهذه المدن نتيجة ارتفاع معدلات السحب التي

الماء من على بعد مائتي كيلومتر وارتفاع يقل عن مستوى ارتفاع المدينة بألفي متر (Falkenmark and Lindh , 1993 , p. 86 )<sup>(٥)</sup>. وفي كولومبيا أضطرت مدينة بوكتا العاصمة إلى جلب الماء من مسافات بعيدة، ولم يكن بوسع مدينة كاليف الاستفادة من مياه نهر كوكا الملوثة القريب من المدينة إلا بعد تنقيتها بتكلفة عالية (Linn, 1982) . فتضخم أحجام المدن رغم فائدته في تخفيض تكاليف الإنتاج إلا أنه يزيد من تكاليف توفير الخدمات. وقد نقل جوزيف كوجلر عن الباحث في شؤون التنمية الحائز على جائزة نوبل في الاقتصاد أرشر لويس قوله: إن التحضر يكلف كثيراً وأن التنمية أرخص في الأرياف منها في المدن (Gugler , 1982 , p. 182).

ونحن نرى هنا أن التحضر السريع وتضخم أحجام المدن انعكس سلباً على أكثر الموارد ندرة وهو الماء فأنت على كل مخزون المياه في الأودية المجاورة للمدن أو كاد. ليس هذا فحسب بل إن المصادر البعيدة لم تعد مجديّة اقتصادياً، لأنها لم تعد في متناول أكثر السكان الذين هاجروا من القرى والمدن الصغيرة إلى المدن الكبيرة. إزاء هذا الوضع المتفاقم، لم تجد السلطات القائمة على شؤون المياه بداً من اللجوء إلى مصادر خارجية غير تقليدية. ويرز حل التحلية كمحلص من هذه المعضلة التنمية الكبيرة. ومع تنامي الطلب تزايد الاعتماد على مياه التحلية التي أصبحت تضخ لمسافات بعيدة جداً.

لكن الاكتفاء الذاتي من مصادر المياه المتعددة للأغراض البلدية في المملكة لا يعد استهانة حسابية. فالمملكة بمساحتها الشاسعة

مدينة مكة المكرمة. وهذا يعني أنه يتم سحب ما بين تسعمائة ألف متر مكعب إلى مليون ونصف المليون متر مكعب من الماء سنوياً بواسطة الشاحنات من هذا الوادي فقط. فإذا أضفنا إلى ذلك مقدار ٣٥ مليون متر مكعب يتم سحبه عن طريق الأنابيب لصالح مدينة مكة (وزارة الزراعة والمياه، ١٤٠٥هـ، ص ٨٥)، إضافة إلى ما يتم استعماله في الزراعة والشرب في الوادي نفسه، أمكننا بسهولة توقيع نضوب مخزون الوادي من المياه في غضون سنوات قليلة.

إن الفكرة التي نريد إبرازها هنا هي، أن النمو السريع لبعض المدن ساهم بصورة مباشرة في خلق الأزمة المائية في المملكة عن طريق تخفيض أو استنزاف مخزون المياه الجوفية المتتجددة. ولو كان هذا النمو موزعاً بالتساوي بين جميع مدن المملكة أو حسب إمكاناتها المائية لتغيرت الصورة، لأنه سيكون لدينا توزيعاً سكانياً أكثر انتظاماً على مساحة الدولة وبالتالي استفادة أعظم من الموارد المائية البعيدة حالياً عن المراكز العمرانية الكبيرة، ومحافظة أكبر على الموارد القريبة منها. ولا أدل على ذلك من أن الأزمة تتركز حالياً في المدن الكبيرة وأن كثير من المدن الصغيرة و المتوسطة لازالت مكتفية ذاتياً من مواردها المائية المحلية. ولدينا أمثلة لمدن كثيرة من دول أخرى تضخت أحجامها وكان من أبرز نتائج ذلك حاجتها إلى استيراد الماء من مناطق بعيدة بعد أن أصبحت الموارد المائية المحلية غير كافية أو ملوثة. فمدينة مسكونستي كانت سنة ١٩٨٢م تجلب الماء من على بعد مائة كيلومتر وارتفاع يقل عن مستوى ارتفاع المدينة بألف متر و في سنة ١٩٩٠م اضطرت لجلب

الذي نود طرحه: إذا كانت حاجة المدن من المياه لن تتجاوز حتى بعد ٢٥ سنة من الآن ٤% من مجموع كمية الأمطار الساقطة على أرض المملكة، ألا توجد طريقة لتأمين هذه النسبة البسيطة من المياه المتتجدة تغنينا عن الحلول الأخرى غير التقليدية؟

بداية أقول: إنني لا أملك إجابة لهذا السؤال. ومن المؤكد أن البحث في هذا الموضوع أولوية وطنية لا يجادل أحد في أهميتها ، لأن الوضع المائي في المملكة مصنف ضمن الفئات المرجة. وقد أولت خطة التنمية الأخيرة ١٤٢٥هـ - ١٤٢٠هـ هذا الموضوع عناية فائقة ودعت إلى إجراء مزيد من الدراسات والأبحاث بمشاركة الجهات البحثية من داخل المملكة وخارجها، وأقرت سياسة تنمية موارد المياه السطحية والجوفية المتتجدة لكونها المورد الاقتصادي الأول للمملكة، كما ترى الخطة (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١١٩ - ١٢٠). والحلول البديلة المطبقة حالياً هي التوسع في تحلية مياه البحر وتنقية مياه الصرف الصحي والدعوة للاقتصاد في استعمال المياه والمحافظة على مخزون المياه الجوفية العميقة غير المتتجدة كمخزون احتياطي<sup>(٧)</sup>. وقد طرحت حلول أخرى لا تزال في طور الدراسة مثل سحب جبال الجليد (آل سعود ، ١٤٠٢هـ) أو نقل المياه من الدول التي لديها فائض كالباكستان بواسطة الناقلات (Farooq and AL-Layla , 1987) . غير أن هذه الحلول جميعاً تعاني من عدد من العيوب أهمها:-

البالغة أكثر من مليونين كيلو متر مربع، يسقط عليها في المتوسط ٧٥ ملم من الأمطار في السنة (المقرن، ١٤١٧هـ، ص ١٤). وهذا يعني أن مجموع كمية الأمطار التي تسقط على أرض المملكة تزيد على ١٥٠ مليار متر مكعب من الماء، بمعدل ٣٧٥٠٠٠ كلل كيلو متر مربع<sup>(٨)</sup>. ومن أصل كمية التساقط الكبيرة هذه، لا يصل إلى خزانات المياه الجوفية بواسطة التغذية(Recharge) إلا نسبة ضئيلة تتراوح تقديراتها بين ٥٩% و ٣٩٪ أي ٠,٨٨٥ إلى ٣,٥٨٥ مليار متر (AL-Alawi and Abdulrazzak , 1994 , p 177 , AL-Turbak and AL-Dhowali , 2001 , 77 ) . أما ما تبقى فيتبخر أو يبقى في الجزء العلوي من التربة وفي حالات قليلة تصل كميات محدودة منه إلى البحر من خلال الجريان السطحي الذي يقدر بأنه يتراوح بين ٣,٥-٢ مليارات متر مكعب في السنة (المقرن ، ١٤١٧هـ، ص ١٤) و ( AL-Turbak , 1999 , p. 98 ، أي حوالي ١٢٦٪ من كمية الأمطار الساقطة. كما قدر أن الطلب على الماء لهذه الأغراض سنة ٢٠٢٥ م سيصل إلى ٥,٩٦٨ مليار متر مكعب على أساس ٣٠٠ لتر للشخص في اليوم الواحد. AL-Turbak and AL-Dhowali) ، أي حوالي ٣,٧١٪ من كمية الأمطار الساقطة. والسؤال

الطرق لا يجب النظر إليه كحل نهائي، بل مؤقت يرافقه تفكير وعمل جاد لإيجاد حلول مناسبة على المدى البعيد. ومن هنا تأتي أهمية الإسراع في إنجاز استراتيجية الخطة الوطنية للمياه التي تردد ذكرها في الخطة الخمسية وآخرها خطة التنمية السابعة ( وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١٢٠ )، وأهمية أن يكون تأمين إمدادات ثابتة من المياه من أول أهدافها.

- ٣- أنها عرضة للخطر في أوقات الحرب لكونها أهداف سهلة يترب على النيل منها قطع إمدادات المياه عن المدن 78 ( Allen , 1994 , p. 78 & Agnew and Anderson, 1992 , p. 183 ) (ورغم ضعف احتمال حدوث ذلك إلا أنه يبقى أمراً ممكناً). والماء سلعة استراتيجية هامة يجب المحافظة على مصادرها و التأي بها عن الأخطار المحتملة أيًّا كان مستوى هذا الاحتمال. وعندما تتتنوع مصادره بدلاً من التوحد و تتوسع بدلاً من التركز تصبح أكثر أمناً و أقل عرضة للأخطار . وهكذا فإنه مع ضرورة الاستثمار في الاستعانة بمصادر المياه غير التقليدية على المدى القريب والمتوسط، لابد من تكثيف الجهد للبحث عن مصادر محلية متتجدة لها صفة الديومة والأمان على المدى البعيد. هذه المصادر ستكون مياه الأمطار وما ينبع عنها من جريان سطحي ومياه جوفية. وبطبيعة الحال، ستكون العقبات التي يلزم تخطيها ، لكي تستثمر هذه المصادر ، عقبات فنية واقتصادية. فالقضية لا يجب أن تقتصر على البحث عن خزانات المياه الجوفية وبناء مزيد من السدود لحجز مياه السيول ، بل لابد من البحث عن أبشع السبل والوسائل للمحافظة على المياه

١- أنها غالبة الثمن ومكلفة جداً. فتحليلية المياه المالحة لا تقدم عليها الدول إلا عندما تنعدم البديل الأخرى أو تصبح غالبة جداً ، مع ضرورة توفر مصادر الطاقة الرخيصة. وفوق ذلك كله تحتاج إلى رأس مال كبير 3 ( Wade , 2001 , 3 ) (وقد قدرت تكلفة الإنتاج في المملكة بـ ٦٠,٨٠٠ دولار للمتر المكعب الواحد في سنة ١٩٩٥م ( Sahlawi , 1999 , p. 41 ). وعلى مستوى العالم قدرت التكلفة سنة ٢٠٠٠ بـ ٥٠,٧٠٠ دولار للمتر المكعب الواحد Wade , 3 p. 2001. ومع أن تكنيات تحلية المياه المالحة خطت خطوات كبيرة نحو تخفيض التكاليف، إلا أنها لا زالت غالبة وممكنة فقط في الدول الغنية بمصادر الطاقة ورأس المال. والتكلفة المشار إليها أعلاه هي تكلفة الإنتاج فقط، وهي تمثل تكاليف التحلية في المدن الساحلية. أما إذا أردت إيصال المياه إلى مدن داخلية فإن ذلك يستلزم تكلفة إضافية تعتمد على بعد هذه المدن عن الساحل وارتفاعها عن مستوى سطح البحر. وفي المملكة يعتبر حل التحلية الحل المفضل لدى صناع القرار، ليس لجاذبيته ولكن لكونه الحل الوحيد المعروف مع أنه يكلف خزانة الدولة مبالغ باهظة ( وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١١٩ ).

-٢- أنها مهما طال أمدها فهي مؤقتة. فمحطات التحلية لها عمر افتراضي إذا انتهى احتاجنا إلى محطات جديدة و رأس مال جديد وكذلك الحال بالنسبة للمياه الجوفية العميقية غير متتجدة وسوف يتم استنزافها كلية في يوم من الأيام (٨). و حيث أن الماء سلعة استراتيجية ضرورية لضمان تنمية مستدامة، فإن علاجها بهذه

فركزوا جل اهتمامهم على التحلية والمياه الجوفية العميقة (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١١٩). والحقيقة أن قرار تبني التحلية اخذ منذ زمن بعيد، وبالتحديد سنة ١٩٧٦م عندما أوصى فريق الخبراء من منظمة الزراعة والتغذية الدولية (الفاو) بتزويد مدينة جدة بمحاجتها من الماء عن طريق التحلية. ولم يرد في حثيثات التوصية أي ذكر للتكليف، ربما لأنها اخذت في فترة لم تكن الجوانب الاقتصادية فيها موضع سؤال. أما المياه الجوفية المتعددة فقد أوصى الفريق بالاحتفاظ بالجزء الأعظم منها كاحتياط يستخدم في أوقات الذروة كفترة الحج أو في حالة خراب محطات التحلية (وزارة الزراعة ١٩٨٠م، ص ص ٣٢٤، ٣٢٦). وفي اعتقادنا أن الوقت قد حان للشرع في دراسة إمكانيات استغلال موارد المملكة من المياه المتعددة دراسة جادة و شاملة ومفصلة. هذه الدراسة يمكن أن تكون في إطار فرضية الظهير المائي المقترحة في دراستنا هذه.

#### رابعاً: الظهير المائي و حصاد المياه

من المعروف أن مصادر المياه المتعددة في المملكة من مياه جوفية و مياه ناتجة عن الجريان السطحي ومياه أمطار لم تكتمل معرفتنا بها بعد. لذلك دعت خطة التنمية السابعة إلى إنشاء بنك للمعلومات المائية ليصار إلى دراستها وتحليلها بهدف حسن استغلالها و الاستفادة منها في إعداد خطة وطنية حديثة للمياه (وزارة التخطيط ١٤١٩هـ، ص ١٢٠). ولا شك أن حسن إدارة الموارد المائية المحدودة يشكل أولى الخطوات الإيجابية للتعامل مع الأزمة المائية الحالية ، والتي

الجوفية و مياه الجريان السطحي و الأمطار من الضياع و تحقيق أفضل استفادة ممكنة منها. وهذه المهمة تتطلب تضافر جهود الباحثين من تخصصات مختلفة على مدى سنوات طويلة لتقدير الأوضاع المائية بكل دقة وتفصيل وبحث كل الفرص المتاحة مما كانت ضئيلة بما في ذلك تصميم تجارب جمع وتخزين وضخ المياه من مصادرها إلى أماكن الاستهلاك ، و تقييمها فنياً واقتصادياً وبيئياً. ولا شك أن مجهدنا بخشياً ضخماً كهذا سيؤدي - إن شاء الله - إلى سد ولو جزء من احتياجات المدن من المياه و تخفيف الضغوط على المصادر غير التقليدية من تخلية أو تنقية أو مياه جوفية عميقة. إن المتذمّر للسياسات والخطط المائية في المملكة يلاحظ دعوتها باستمرار إلى دراسة المصادر المائية المتعددة ابتداءً بالخطة الخمسية الأولى (الهيئة المركزية للتخطيط ، ١٣٩٠هـ، ص ٢٩ ) وانتهاء بخطة التنمية السابعة ( وزارة التخطيط ١٤١٩هـ ، ص ٢٩ ). وقد انجز الكثير من الدراسات والمسوح الهيدرولوجية، وتم تنفيذ توصيات البعض منها في صورة مشاريع لبناء السدود واستغلال المياه الجوفية لصالح المدن والقرى. لكن بعض ما دعت للخطط إلى دراسته مثل دعوة الخطة الثانية إلى بحث موضوع حصاد المياه (Ministry of Planning, 1976 , p. 110 ) الذي لم يتم بحثه حسب علمنا ، ودعوة الخطة الرابعة إلى بحث الهطول والتبرّق والتغذية (وزارة التخطيط، ١٤٠٥هـ، ص ١٧٢). ويبدو أنه رغم موافقة الحديث عن المصادر المائية المتعددة ، إلا أن المخططين فقدوا الأمل في إمكانية سد النقص في مياه الشرب والصناعة من هذه المصادر

المستوطنات العمرانية والإمكانات المائية لكل مستوطنة وبالتالي الحجم النظري لها، ممهدين الطريق للمخططين وصناع القرار لتبني السياسات والبرامج الازمة لإعادة توزيع السكان على ضوء هذه النتائج ، Hobbs and Woolmington ( ١٩٧٢ ) . فإذا كانت هذه هي الطريقة التي يفكر بها الباحثون في دولة تفوق إمكاناتها المائية براحل كثيرة إمكانات المملكة ، أليس من الواجب أن تكون قضية إعادة توزيع السكان خو التوازن الحجمي والمكاني من أولى وأهم إستراتيجيات التخطيط في المملكة؟ لابد من القول أن التخطيط الإقليمي يجب أن يأخذ في الاعتبار الإمكانيات المائية للمرأكز العمرانية، لا كدليل على أهليتها كمراكز نمو فقط ( المسلم ، ١٤٠٦ هـ ، ص ٤٧٢ ) ، بل أيضاً كحد لسقف هذا النمو وحدوده. لقد نمت المدن السعودية خارج بيئتها وبديناميات وبوعاث مؤقتة وخارجية المنشأ، وإذا لم يتم التنبه ومعالجة المشكلة في الوقت المناسب فإن السير في هذا الطريق رئما يوقعنا فيما يسميه مارفن هاريس " بالمصيدة الهيدرولوجية " Marfan Hariss ( Worster , 1985 , p. 329) حيث يقودنا التمادي في بناء مدن كبيرة وسط الصحراء وفي ظل ظروف اقتصادية مواتية إلى الوقوع في أزمة مائية خانقة في فترات لاحقة.

إن إعادة توزيع السكان، أو على أقل تقدير الحيلولة دون مزيد من الترکز، يشكل أحد جانبي معالجة الأزمة. أما الجانب الثاني، فهو العمل على تركيز وتخمير الموارد المائية. فالملكة ذات مساحة شاسعة وهذا يعني أنه رغم فقر الموارد المائية إلا أنها في جملتها كبيرة، وكافية

يُنتظر أن تزداد حدة في المستقبل. وكما هو منتظرا يتوقع أن يتركز الاهتمام على طرف الأزمة الطلب والعرض. وقد بينا في هذه الدراسة أن أموراً مهمة مرتبطة بطرف الأزمة لم تدرس . فقد ترکز الاهتمام على الاقتصاد في استهلاك المياه، وأهملت الجوانب المرتبطة بتضخم أحجام المدن كأسباب فاعلة في خلق الأزمة. فالحقيقة أن افتراض أن زيادة الطلب ناتج عن زيادة عدد السكان وزيادة معدل الاستهلاك فقط لا يمثل الحقيقة كاملة إذ أن وجود الأحجام الكبيرة للمدن يرافقه تبذير وإسراف شديدان للموارد المائية، وتفويت لفرص استغلال الموارد القليلة و المتناثرة على أرض المملكة. وال الحاجة قائمة لدراسة هذه المسألة دراسة دقيقة، إذ هل سنسمح للمدن الكبيرة أن تستمر في النمو؟ وماذا عن المدن المتوسطة التي تسير على نفس الطريق؟ هذا موضوع كثر الحديث عنه ليس لعلاقة بالأزمة المائية فقط ، ولكن أيضاً لأنه مرتبط بسلسلة من الأزمات و المشكلات الأخرى. وقد دعى عدد من الباحثين إلى إعادة توزيع السكان في المملكة ( Decentralization ) من خلال التخطيط المتراoط لوقف الترکز السكاني وتوجيه التوزيع خو التوازن الوطني والإقليمي ( AL-Khalifah and Frisbie , 1989 , p. 27 & AL-Hathloul and Edadan , 1991 , p. 387 ) وفي دول أخرى تنبه الباحثون إلى العلاقة المباشرة بين الترکز السكاني وبين أزمة المياه في المدن. وقد عثروا على دراسة فريدة من نوعها تقاد تكون تطبيق مباشر لفكرة الظهور المائي التي ننادي بها هنا. ففي هذه الدراسة التي أجريت على إقليم نيوساوث ويلز في استراليا، قام الباحثان بدراسة

الأنباب وبناء الخزانات. وتستعمل تقنيات حصاد الأمطار للأغراض المنزليّة في عدد من دول العالم مثل الصين والهند واستراليا ونيوزلندا والدول الأوروبيّة والولايات المتحدة وكثير من الدول النامية الأخرى في آسيا وأفريقيا<sup>(٤)</sup>.

وفي المملكة العربيّة السعودية تقف مئات البرك والمجاري المائيّة المبنية بالحجارة والنورة على طول درب زبيدة الممتد من مكة المكرمة حتّى العراق، شواهد حيّة على قدم الفكرة والتطبيق. وفي سلطنة عمان ودولة الإمارات العربيّة المتّحدة نشأ وتطور نظام الأفلاج وهي مجاري مائيّة تقوم بتجميل مياه الأمطار والسيول من على سفوح المنحدرات الجبلية وإسالتها إلى القرى والمزارع. ويقدر عدد الأفلاج في عمان بأربعة آلاف فلج لا يزال الكثيرون منها يعملون حتّى وقتنا الحاضر (المقرن، ١٤١٧هـ، ص ١٣). وكانت بعض المدن في المملكة كمدينة جدة تعتمد في فترات سابقة من تاريخها على تجميل مياه الأمطار من أسطح المنازل في صهاريج بواسطة ميازيب المنازل. وذكر عبد القدوس الأنباري أن استعمال الصهاريج في جدة قدّيم جداً ويعود إلى العصر الجاهلي (الأنباري، ١٣٨٩هـ، ص ٢٧). ويقدر أنه مع حلول القرن السادس الهجري كان يوجد في جدة ٥٠٠ صهريج لتجميل مياه الأمطار (وزارة الزراعة، ١٤٠٥هـ، ص ٨٣).

والذي نراه: أن فكرة الظهير المائي تصلح أن تكون إطاراً نظرياً مناسباً لدراسة إمكانات حصاد المياه حول وداخل المدن السعودية. فالظهير المائي للمدينة هو المنطقة الجغرافية المحيطة بها التي يمكن أن تزودها بالماء وفق معايير اقتصاديّة معينة. وقد

من الناحية النظريّة لسد حاجة السكان. فالمطلوب هو بحث إمكانية تجميع هذه الموارد المنتشرة من النواحي الهندسيّة والاقتصاديّة والبيئيّة. والحقيقة أن جمع وتخزين المياه من المناطق الغنية بها ونقلها إلى المناطق الفقيرة كأحد استراتيجيات المياه في المملكة فكرة نادى بها أحد الخبراء منذ فترة طويلة (Tucker, 1982, p 11) دون أن يتم تطويرها وترجمتها إلى سياسات وبرامج محددة.

وعلى الصعيد العالمي تعد فكرة جمع وتخزين المياه لوقت الحاجة أو ضخها إلى حيث تكون موجودة، ممارسات معروفة. فلقد تزايد الاهتمام في السنوات الأخيرة بما اصطلح على تسميته في علوم المياه بحصاد المياه (Water Harvesting) . وتقوم فكرة حصاد المياه على أساس تجميع مياه الأمطار أو الجريان السطحي في مناطق تجميع قد تكون خزانات أرضية أو صناعية فوق سطح الأرض أو تحت السطح للاستفادة منها في مناطق مختارة والأغراض معينة. وتحت هذا التعريف الواسع تندرج كثير من الممارسات القديمة والحديثة، لعل أبرزها إقامة السدود والمدرجات الزراعية وحفر القنوات الأرضية (الدبول) أو السطحية لتجميع المياه وإيصالها إلى المناطق الزراعية أو إلى المدن. لكن حصاد المياه أرتبط بصورة أوّلية بتجميع مياه الأمطار (Rainwater Harvesting) من مساحات صغيرة كأسقف وأفنية المنازل وموافق السيارات، وإيصالها من خلال قنوات أو أنابيب إلى أماكن التخزين لاستعمالها للأغراض المنزليّة وسقيا الحدائق. وقد تم تطوير تقنيات مختلفة للتجميع وتخزين المياه تشمل تجهيز السطوح ومد

له إلا مثلاً واحداً هو دراسة اسحق وخرارجيان (Ishaq and Khararjian , 1988) . وهناك عدد من الدراسات حول مصادر المياه للأغراض البلدية والزراعية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة مثل دراسة كوف (Ciuff, 1989) ودراسة بن اشر (Ben-Asher and Prinz, 1995) ودراسة الغرياني (AL-Ghariani, 1997) ودراسة جودي وفوك (Joudi and Fok, 1999) هذه الدراسات لابد وأنها ستكون ذات فائدة في هذا المجال لأنها أجريت على **أقاليم قليلة التساقط**. وما يلاحظ على الدراسات التي كان موضوعها المياه الجوفية والسطحية في المملكة، تركيزها على تقييم إمكانات أحواض الأودية الكبيرة للأغراض الزراعية. وهذا، عوضاً عن كونه يخدم الزراعة وليس المدن، لا يتناسب مع مفهوم الحصاد الذي يعني تجميع المياه من جميع مصادرها كبيرة كانت أم صغيرة بما في ذلك المدن نفسها.

إن فكرة حصاد المياه قد ثبتت فعاليتها نظرياً وعملياً في أماكن كثيرة جداً من العالم. والفكرة غير مرتبطة بمناخات معينة إذا أنها صالحة للتطبيق في كل المناخات بما في ذلك المناخات الجافة وشبه الجافة (Ciuff , 1989 , p. 149). وبالرغم من وجود تجارب ناجحة لحصاد المياه من كميات قليلة من الأمطار ، إلا أنه يوجد شبه إجماع على ألا تقل كمية الأمطار السنوية عن ٥٠ ملم لكي يكون المشروع اقتصادياً (Joudi and Fok, 1999, p. 485). ومعظم مناطق المملكة يسقط عليها في المتوسط أمطار تزيد عن هذه الكمية. وقد وجد اسحق وخرارجيان من دراستهما لحوض السلامة في مدينة الظهران في

اقتراحنا أن تكون هذه المعايير التكلفة التنافسية لاستخلاص و إيصال الماء إلى المدينة. فإذا أردنا أن نأخذ في الحسبان الاعتبارات الاستراتيجية والأمنية فإنه في الإمكان توسيعة الظهير المائي للمدن المختلفة. وبصورة عامة يمكن تحديد عدد من الأنظمة المائية المتحلقة حول كل مدينة تختلف عن بعضها من حيث **التكلفة الاقتصادية والاعتبارات الأمنية والبيئية وغيرها من المعايير والأسس التي نضعها**. وهذه الأنظمة تقدم كبدائل لصناعة القرار لمقارنتها بالحلول غير التقليدية واتخاذ ما يلزم من قرارات ستكون- بطبيعة الحال- صعبة لأنها ستبنى على مقارنة خيارات ذات خصائص قيست بوحدات مختلفة. ومع صعوبتها إلا أنها ملزمة لأن أي إدارة مائية ناجحة في أي دولة استحكمت فيها الأزمة المائية ، لابد وأن تأخذ كل هذه الظروف و الاعتبارات في الحسبان .

ويمكن أن تتم دراسة إمكانات الظهير المائي للمدينة السعودية على ثلاثة مستويات:- مستوى المياه الجوفية ومستوى المياه الجوفية والجريان السطحي ومستوى المياه الجوفية والجريان السطحي والأمطار. والمستويات الثلاثة مرتبة تصاعدياً حسب الشمولية ، فالمستوى الثالث أكثرها شمولية إذ أنه يتضمن دراسة المياه في صورها الثلاث التي تتمثل فيها على سطح الأرض. وقد تناولت الدراسات والأبحاث التي أجرتها الشركات الاستشارية والأفراد، المستويات الثلاثة بدرجات متفاوتة ، فمعظم الإهتمام انصب على المياه الجوفية والجريان السطحي. أما مياه الأمطار كمصدر مباشر من مصادر المياه في المملكة فلم نجد

إن حصاد مياه الأمطار ومياه الجريان السطحي والمياه الجوفية تمثل فرصةً كامنة لمصادر مياه متتجددة للدول التي تعاني من شح في المياه كالمملكة. غير أن ترجمة هذه الفرص إلى حقائق واقعة يستلزم الكثير من الجهد. فأي نظام لحصاد المياه يتكون من ثلاثة مراحل: التجميع والنقل والخزن. والتقنيات المتوفرة والمطبقة في دول كثيرة من العالم تكاد تقتصر على تجميع مياه الأمطار من قبل السكان من مساحات صغيرة كسطح وأفنية المنازل لغرض الاستعمال المنزلي. لكن أحداً لم يقل بعدم إمكانية تصميم أنظمة حصاد للمياه تتضمن تجميع المياه من مساحات أكبر وضخها لمسافة أطول وتخزينها بكميات أكبر من المشاريع الفردية الصغيرة. إننا ندرك بكل تأكيد أن الاندفاع وراء هذه الفكرة قد يكون أمراً مفرطاً في التفاؤل. لكننا وبنفس القدر من القناعة، وعطفاً على الوضع المائي الحرج في مدن وقرى المملكة نشعر بأنها فكرة تستحق الاختبار والتجربة للأسباب التالية:-

-١- أن نقل مياه البحر الملحاء إلى مدن داخلية يستلزم دائمًا ضخ المياه في اتجاه معاكس لاخدار سطح الأرض. وهذه الحقيقة يقابلها حقيقة أن الأمطار غالباً ما تكون تضاريسية وأن المدن تقع في نهايات الأودية. لذا فإن ضخ المياه التي يتم تجميعها من الأمطار أو من الجريان السطحي ستكون غالباً مع اخدار السطح، وهذا عامل اقتصادي مهم.

-٢ أن مساحة المملكة كبيرة جداً والمناطق الزراعية قليلة ومتفرقة وخصوصاً في سهول تهامة كما أن الغطاء النباتي ضعيف. وهذه العوامل

منطقة جامعة الملك فهد للبترول والمعادن و مجمع شركة أرامكو السكني ، أنه في الإمكان الحصول عن طريق الجريان السطحي على ٢٢١٧٠ متر مكعب من الماء سنوياً من هذا الحوض فقط، بمعدل ١٢٢٠٠ متر مكعب للهكتار أي حوالي ١٢٢٠٠ متر مكعب للكيلو متر المربع الواحد Ishaq and Khararjian , 1988 , p. 1228 ) . وفي دراسة لمدينة طرابلس في ليبيا وجد الغرياني أنه في الإمكان تزويد كل أسرة في المدينة البالغ عدد سكانها مليون وربع المليون نسمة سنة ١٩٩٥ بـ ٦١ متر مكعب من المياه من ٧٩,٥ كيلومتر مربع تُمثل مساحة المدينة و ٢٨٦ ملم تُمثل متوسط الأمطار السنوية ( AL-Ghariani , 1997 , p. 66 ) . وقدر هوسمان وأولسثورن أن مدينة عدد سكانها ١٠٠ ألف نسمة يستهلك الفرد فيها ٢٠٠ لتر في اليوم تحتاج إلى خزان مياه جوفي يتم تغذيته من حوض مائي متوسط التساقط ، مساحته تتراوح بين ٣٠ إلى ١٢٠ كيلو متر مربع ( Agnew and Anderson , 1992 , p. 208 ) . وبصفة عامة فإن ١٠٠ ملم من الأمطار سنوياً تعني سقوط ١٠٠ ألف متر مكعب من الماء على كل كيلو متر مربع ، ولو تكنا من تجميع ربع هذه الكمية مثلاً، لأن أصبحت كافية لعدد ٢٥٠ نسمة بمعدل مائة متر مكعب للفرد في السنة. وعليه فإن مدينة عدد سكانها مائة ألف نسمة ستحتاج لظهير مائي مساحته ٤٠٠ كيلومتر مربع لتزويدها بما تحتاجه من المياه. وهذا ، بالنسبة لبقية الأحجام: فمدينة النصف مليون نسمة تحتاج إلى ظهير مائي مساحته ٢٠٠٠ كيلومتر مربع ، ومدينة المليون نسمة تحتاج إلى ظهير مساحته ٤٠٠٠ كيلوا متر مربع..الخ.

فهم صحيح لتاريخ المشكلة وتطورها وكان لصيقاً بالبيئة المحلية ونابعاً منها. ومع ذلك لا نريد أن يفهم من هذا الكلام أنها وجدنا حلّاً لأزمة المياه في مدن المملكة. فما ندعّيه أنه توجد نافذة أمل للخروج من أزمة المياه أو التخفيف من غلائها بالاستعانة بمصادر مائية محلية مرتبطة ببيئات المدن الجغرافية. فإذا ما تم لنا ذلك فإننا نكون قد تفادي إضافة مرفق جديد إلى قائمة المرافق والقطاعات أحاديث المصدر ، وإلا فإننا نكون قد حررنا أنفسنا من الشعور بذنب عدم المحاولة.

تقوم فكرة هذه الدراسة وتصورها حل مشكلة المياه في المملكة على أساس أن المدينة تنشأ وتنمو ويقرر حجمها وفقاً لإمكانات ما سميّاه ظهيرها المائي، وهو المنطقة المحيطة بها التي يمكن أن تدّها بالمياه وفق معايير مقبولة. وعليه فإن مناقشة المشكلة على أساس أنها مجرد زيادة المطلوب من الماء على المعروض منه كنتيجة لزيادة عدد سكان المدن ومعدل الاستهلاك ، يعدّ تبسيطأً للأمور وربما تقويتاً لفرصة ممكنة للعلاج. فزيادة عدد سكان المدن و معدل الاستهلاك لا يجب أخذهما كمسلسلتان ، لأنهما مع كونهما جزء من المشكلة فقد يكونان جزءاً من الحل أيضاً. فمعدل استهلاك الفرد من الماء ونسبة الهدر في الشبكة والاستنزاف الجائر للموارد المحلية ، يزداد عملياً بزيادة حجم المدينة. لكن الأثر الأكبر لتضخم أحجام المدن هو تقويت فرصة استغلال الموارد المائية المنتشرة على أرجاء الدولة ، بسبب ابتعاد توزيع أحجام المدن عن توزيع الإمكانيات المائية لاظهرتها. فلو كان التوزيع الحجمي للمدن يتناسب طردياً مع توزيع الإمكانيات المائية المجاورة

تساعد على زيادة فرص الحصول على مناطق تجميع للمياه من المنحدرات الجبلية دون ضرر كبير بالحياة النباتية والحيوانية أو بالزراعة.

٣- أن التكلفة الاقتصادية لجمع وتخزين مياه الأمطار والجربان السطحي والمياه الجوفية رعا تتأثر إيجاباً بحقيقة أنها مشاريع أطول عمراً من مشاريع التحلية.

٤- أن الاعتبارات الاستراتيجية والأمنية ترجح كفة الاعتماد على مصادر المياه التقليدية حتى لو زادت تكلفة الحصول عليها على تكلفة مياه البحر.

## الخاتمة

عندما تواجه عملية التنمية في أي دولة عقبة كأداء كعيبة نقص المياه فإنه من الواجب عدم ادخار أي مجهد مهما كان قليلاً أو صرف النظر عن أي فكرة مهما كانت غريبة. وعلى هذا الأساس قمنا في هذه الدراسة باستقراء أصل مشكلة نقص المياه في مدن المملكة وتتبع مسارها من منظور جغرافي (بيئي ومكاني) ومن ثم التوصية بالتعامل معها على ضوء هذا التشخيص. وجاء استقرارنا لل المشكلة بهذه الصورة والبحث عن علاج لها من هذا المنطلق إدراكاً منها لأهميته مع عدم الاهتمام به من قبل الباحثين الذين انساقوا وراء البحث عن مصادر جديدة لتزويد المدن بالمياه، دون إحاطة بتفصيلات أصل المشكلة وتطورها وإدراك لمحدوديات تنامي الاعتماد على هذه المصادر . ولا شك أننا جميعاً نعلم أنه في التخطيط التنموي لعلاج المشكلات العامة، أحكم التوصيات وأنجح المشاريع والبرامج ما بني على

ينبغي أن تستمر في الاعتماد على موارد مائية ناضبة أو مرتبطة بموارد دخل ناضبة ، دون أن بذل قصارى جهودنا لتأمين استمرارية وثبات هذا المرفق الحيوي الهام

### الهوامش

١- جريدة الوطن ، العدد ١٧٣ في ٢٦ ذي الحجة ١٤٢١هـ.

٢- تفاوت كمية الأمطار التي تسقط على أرض المملكة من مكان إلى آخر. وبصفة عامة تحظى المناطق الجبلية في جنوب غرب المملكة وغربها بكثافات أكبر من الأمطار من غيرها من المناطق . ففي أبها يقدر المعدل السنوي بـ ٣١١ مم في السنة ، ثم تتناقص الكمية كلما اتجهنا شمالاً لتصل إلى ١٥٠ مم في الطائف. أما بقية المناطق فتتراوح معدلاتها السنوية ( Internet , www. Agrwat. Gov.sa) بين ٧٠ إلى ١٢٠ مم. وفي دراسة لتوزيع الأمطار في المملكة قسم سندل والشيخ المملكة إلى سبعة أقاليم مطوية هي: إقليم السهل الساحلي الغربي وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٨٤-١٠٩ مم في السنة ، وإقليم الجبال الجنوبية الغربية والسفوح الغربية لها ، وتتراوح كمية الأمطار فيها بين ٢١٣-٥٥٣ مم في السنة، وإقليم المنحدرات الشرقية للجبال الجنوبية الغربية ، وتتراوح كمية الأمطار فيها بين ٧٣-١١٣ مم في السنة ، والإقليم الشمالي وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٢٨-٥٩ مم في السنة ، وإقليم المنطقة الوسطى، وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٨٣-١٢٢ مم في السنة، والإقليم

لها - على ضعفها- وكانت الأزمة المائية الحالية أقل حدة مما هي عليه.

وبناءً عليه ، تقترح في هذه الدراسة بذل الجهد للتقرير بين التوزيعين: التوزيع الحجمي للمدن وتوزيع المصادر المائية وذلك عن طريق إعادة توزيع السكان وتركيز المصادر. فاما إعادة توزيع السكان فكان ولايزال موضوع بحث في الآداب المعنية بالمدينة ، وقد آثرنا عدم الخوض فيه بتوسيع. لكننا ناقشنا بصفة خاصة أطروحة الحجم الأمثل للمدينة ، وبياناً أن جل البحث الاقتصادي حول هذا الموضوع أسقط العوامل البيئية من تحليلاته لأسباب منهاجية. وقد ترتب على ذلك الخروج بنتائج غير منطبقة واقعياً وغير ملائمة تخطيطياً. وأماماً تركيز الموارد المائية ، فيعني جمع المياه من مصادرها الثلاثة: الأمطار والجريان السطحي والمخزون الجوفي ، على نحو ما هو مطبق ويزداد الاهتمام به في أجزاء كثيرة من العالم ، مما يندرج تحت مسمى حصاد المياه. وقد اقترحتنا أن يتم بحث سبل التقرير بين التوزيعين في إطار فكرة الظهير المائي للمدينة التي قدمناها في هذا البحث والتي تربط بين حجم المدينة والإمكانات المائية المجاورة لها.

إن دراستنا هذه يمكن أن تكون أساساً لإطار بحثي موسع لدراسات أخرى هندسية واقتصادية وبيئية. فالماء سلعة استراتيجية مهمة يلزم عدم ادخار أي جهد لتأمينها من مصادر آمنة ومحليّة ومستدامة وفق ما نرتضيه من معايير وأهداف. ومادمنا نعلم أن المهمة ليست مستحيلة، علينا مباشرة البحث وعدم استعجال النتائج. لقد قامت في المملكة مدن كبيرة وسط الصحراء، فلا

-٨- لمزيد من التفصيلات حول أنظمة حصاد المياه وتطبيقاتها في أنحاء مختلفة من العالم ، أنظر أحد المراجع التالية:

Gould and Nissen-Petersen , 1999 +  
UN International Environmental  
Technology Center , 1998 + Keller ,  
. 1982

### المراجع العربية

الأنصاري ، عبد القدس ، تاريخ العين العزيزية بجدة وملحات عن مصادر المياه في المملكة العربية السعودية، إدارة العين العزيزية بجدة، جدة ١٤٣٨هـ.

آل سعود، محمد الفيصل ، " سحب جبال الجليد كمصدر من مصادر المياه العذبة " أبحاث ندوة تنمية مصادر المياه واستعمالاتها المنعقدة في الرياض في الفترة من ١٣ - ١٥ جمادى الأولى ١٤٠٢هـ، الجزء الأول ، ص ٦٨ - ١٠٧ . وزارة التخطيط، الرياض ١٤٠٢هـ.

البارودي، محمد سعيد ، الميزانية المائية لخوض وادي فاطمة ، سلسلة رسائل جغرافية رقم ٨٨ ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، ١٤٠٦هـ . الثمالي، محمد مصلح، مواقع المدن السعودية ، سلسلة رسائل جغرافية ، رقم ١٨٦ ، الجمعية الجغرافية الكويتية ١٤١٦هـ.

الخريف، رشود بن محمد، التحضر في المملكة العربية السعودية- دراسة في تعريف المدن وتوزيعها الحجمي ومعدلات نوها السكاني، مركز البحوث بكلية الآداب بجامعة الملك سعود، رقم ٦٩ . الرياض ١٤١٩هـ.

الجنوبي ، وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٣٩ - ٦٧ مم في السنة ، والإقليم الشرقي وتتراوح كمية الأمطار فيه بين ٩١-٩٠ مم في ( Sendil and AL-Shaikh , 1986 , 806)

٣- النسب المئوية حسبت من الإحصاءات السكانية للمدن التي يبلغ عدد سكانها خمسة آلاف نسمة أو أكثر.

٤- تم استنباط هذه النتيجة عن طريق رسم دوائر تشمل تجمعات المدن في هذه المناطق ، وحساب مساحتها.

٥- مدينة مكسيكو سيتي من أكبر مدن العالم. ويقدر جالتني أن تكلفة جالون الماء فيها يساوي تكلفة جالون البنزين ، بسبب حاجتها لضخ الماء من مسافات بعيدة ومنخفضة عن مستوى سطح المدينة ( Galantay , 1987 , 107 ).

٦- يقدر الهيتي والحدشي الكمية بـ ١٤٧ مليار متر مكعب (الهيتي والحدشي، ٢٠٠٠ م ٢٦٣ ص).

٧- تلبي التحلية نسبة ٦٠% من الطلب على المياه البلدية سنة ٢٠٠٠م ، وسوف ترتفع هذه النسبة إلى ٧٠% سنة ٢٠٠١ ( Sahlawi , 1999 , 41 ) .

نقل أندرسون وأجنيو عن المعهد العالمي للموارد ( World Resource Institute ) ، أن المملكة قد تستهلك مياهها الجوفية العميقه بحلول عام ٢٠٠٧ م. ، (Anderson and Agnew , 1992 , 208 ) .

دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية " ،  
أبحاث مؤتمر الخليج الثالث للمياه المنعقد في مسقط  
بسلطنة عمان في الفترة من ٨ - ١٣ مارس ١٩٩٧ م  
ص ١١ - ٣٢ ، مسقط، ١٩٩٧ م.

مكي، محمد شوقي بن إبراهيم ، " المدن  
الصغرى أمل المستقبل - نحو نمو مدنى متوازن:  
دراسة تطبيقية على المملكة العربية السعودية " ،  
المجلة العربية للعلوم الإنسانية، المجلد الثامن،  
العدد الواحد والثلاثون ص ٣٤-٧٨، ١٩٨٨ م.  
وزارة التخطيط ، خطة التنمية السابعة  
١٤٢٠ / ١٤٢٤-١٤٢١ هـ ، وزارة التخطيط ، الرياض  
١٤١٩ هـ.

وزارة الزراعة والمياه ، أطلس المياه. وزارة  
الزراعة والمياه، الرياض، ١٤٠٥ هـ. وزارة الشؤون  
البلدية والقروية ، التوزيعات المكانية لإجماليات  
تعداد السكان لعام ١٤١٣هـ/١٩٩٢م للمسimيات  
السكانية التي يزيد حجمها عن ٢٤٠٠ نسمة  
(النتائج الأولية) ، الرياض ، د.ت.  
الهيئة المركزية للتخطيط ، خطة التنمية  
١٣٩٠ هـ. الهيئة المركزية للتخطيط، الرياض  
١٣٩٠ هـ.

الهيتي، نوازد عبد الرحمن وعصام  
عبد المجيد الحديثي ، " أمثلية استخدام  
المياه في دول مجلس التعاون الخليجي " ،  
أبحاث مؤتمر الخليج الخامس للمياه المنعقد في  
الدوحة بدولة قطر في الفترة من ٢٤ - ٢٨ مارس ٢٠٠١م، المجلد العربي ، ص ٢٦١ -  
٢٧٢ ، الدوحة ، ٢٠٠١م.

السرياني، محمد محمود ، ملامح التحضر في  
المملكة العربية السعودية ، مركز بحوث العلوم  
الاجتماعية ، معهد البحوث العلمية وأحياء  
الترااث الإسلامي، جامعة أم القرى ، بحث رقم  
١٦ ، ١٤١٢ هـ.

الفقي، إبراهيم محمد علي، " ترشيد  
استخدامات المياه في القطاع المنزلي والزراعي  
والصناعي في المملكة العربية السعودية " ، أبحاث  
مؤتمر الخليج الخامس للمياه المنعقد في مدينة  
الدوحة بدولة قطر في الفترة من ٢٤ - ٢٨ مارس  
٢٠٠١م ، المجلد العربي ، ص ٢٩٥ - ٣١١ .  
الدوحة ٢٠٠١م.

القباني، محمد بن عبد العزيز ، التوزيع  
المكاني للسكان والتنمية في المملكة العربية  
السعودية ١٣٩٤ - ١٤١٣ هـ ، سلسلة بحوث  
جغرافية رقم ٣٧ ، الجمعية الجغرافية السعودية ،  
الرياض ١٤٢٠ هـ.

القنيبيط، محمد بن حمد، " الأمن المائي في  
المملكة العربية السعودية " ، أبحاث مؤتمر الخليج  
الثالث للمياه المنعقدة في مسقط بسلطنة عمان في  
الفترة من ٨ - ١٣ مارس ١٩٩٧ م ، ص ٧٧ -  
٨٧ مسقط ، ١٩٩٧ م.

ال المسلم، حمود بن سليمان وعبد الرحمن  
فوزان القرشي ، " الاستيطان والقواعد والأسس  
التي تحكم نمو وتكوين الهجر " . بحوث المؤتمر  
الثاني للبلديات والمجمعات القروية ، ص ٤٥٧ -  
٤٨٤ ، وزارة الشؤون البلدية والقروية، الرياض  
١٤٠٦ هـ.

المقرن، عبد اللطيف إبراهيم، " السياسات  
المائية وأهميتها في تخطيط وإدارة الموارد المائية في

M. Al-Ankary and El-S. El-Bushra (eds.) , urban and rural profiles in Saudi Arabia , pp. 15-22. Gebruder Borntraeger , Berlin , 1989.

**Alonso**, William, " The economic of urban size " Papers of the Region of science Association " vol. XXV1 , 1971 , pp. 68-83.

**Al-Turbak**, Abdulaziz S , " Future water supply and demand projections in Saudi Arabia " , in the Proceedings of the Fourth Gulf Water Conference, pp. 93-101, Bahrain , 1999.

**Al-Turbak** , A.S. and K.H. , Al-Dhowalia. " Sustainable water management for the Kingdom of Saudi Arabia " in the Proceeding of the WSTA, 5<sup>th</sup> Gulf water conference, Doha, 2001, pp. 75-85.

**Ben-Asher**. Jifta and Dieter Prinz," Greenhouse roof top water harvesting " in Nicos X. Tsioritis (ed.) Water Resources management under Drought or water shortage conditions , pp 145- 152 - A.A. Balkema, Rotterdam, 1995.

**Brutzkus**, Eliezer. , " Centralized versus decentralized Pattern of urbanization in developing

### المراجع الإنجليزية

**Agnew**, Clive and Ewan Ander - son , Water resources in the arid realm, Rourlede , London 1992.

**Al-Alawi**, Jamil and Mohammed Abdulrazzak , "Water in Arabian Peninsula: Problems and perspectives "in Peter Rogers and Peter Lydon (eds.) Water in the Arab World :perspectives and prognoses, pp. 171-202. Harvard University Press, USA , 1994.

**AlGhariani** , Saad A. , " Rainwater collection and utilization as a potential resource for urban areas ". The Proceeding of the 27<sup>th</sup> congress of the International Association for Hydraulic Research managing water: coping with Scarcity and abundance, American Society of civil Engineers , New York , 1994.

**Al-Hathloul**, Saleh , and Narayanan Edadan "Urban primacy in Saudi Arabia " Ekistics , vol. 382-384 January-Jane , 1997, pp. 43-47.

**Al-Kalifah** , A. H. and W. P. Frisbie , " The interdependence of the core and periphery of the Saudi Arabian communities- A test of the ecological expansion theory " in K.

**Farooq**, Shaukat and Rasheed I. Al-layla , " Study of water Transportation to Saudi Arabia " Journal of water Resources Planning and Management, Vol. 113, No. 3, 1987, pp. 392-404.

**Galantay**, Ervin Y. , " How big should cities grow ? The concept of optimal size and its relevance to spatial planning in developing countries " In Ervin Y. Galantay (ed.).The metropolis in transition, Paragon House Publishers, New York, 1987.

**Gould**, John and Erik Nissen-Petersen , Rainwater catchments systems for domestic supply, Intermediate Technology Publications , London , 1999.

**Gugler**, Josef. , "Overurbanization Reconsidered " Economic Development and Cultural Change vol. 31, no. 1, 1982, pp. 173-189.

**Henderson** , Vernon , " General equilibrium modeling of systems of cities " , in E.S. Mills (ed.) Handbook of Regional and urban economics vol. II pp. 927-656. Elsevier Science Publishers B.V. 1987.

**Hobbs** , John and Eric Woolmington , " Water and urban decentral-

countries: an attempt to elucidate guideline principle " Economic Development and Cultural Change vol. 23, no. 4, 1975, pp. 633-652.

**Capello**, Roberta and Roberto Camagni , " Beyond optimal city size: an evaluation of alternative urban growth patterns " Urban Studies vol. 37 , no 9 , 2000 , pp. 1479-1499.

**Carter** , Harold , The study of urban geography , Edward Arnold , London , 1976.

**Colombo** , Bernard , Paul Demeny and max Perutz (eds.) Resources and population , Clarendon Press , Oxford , 1996.

**Cuiff**, C.B., " Water harvesting systems in arid lands ". in the Proceeding of the Kuwait sympo-sium on management and technology of water resources in arid zones. pp. 149-159. Kuwait. 1987.

**Falkenmark**, Malinand Gunnar Lindh, "Water and economic development " in Peter Gleick (ed.) water in crisis: a guide to the world's fresh water resources, pp. 80-91. Oxford University Press, Oxford, 1993.

**Quigley, John M.** , "Urban diversity and economic growth" Journal of Economic Perspectives, Vol. 12 , no 2 , 1998 , pp. 127-138.

**Rai, J. A.** , Strategy of Balanced regional development in Saudi Arabia" In K.M. Al-Ankary and El-S El-Bushra (eds.) Urban and rural Profiles in Saudi Arabia , pp. 23-30. Gebruder Borntraeger , Berlin , 1989.

**Sahlawi, Mohammed Abdulaziz** , "Sea water desalination in Saudi Arabia: economic review and demand projections " , in The Proceedings of the Forth Gulf Water Conference, pp.37-43 Bahrain , 1999.

**Sendil, Uygur and Abdulkohsen A. Al-Shaikh** , "Regional frequency analysis of rainfall for Saudi Arabia " in the proceedings of the International conference on water resources needs and planning in drought prone areas , Khartoun 16-18 December , 1986.

**Shukri , I. M.** , "Municipal water management in Saudi Arabia " in K.M. Al-Ankary and El-S El-Bushra (eds.) Urban and rural profiles in Saudi Arabia , pp. 121-126 , Gebruder Borntraeger , Berlin , 1989.

**Tucker, R.** , "Water resources

lization in new South Wales " Australian Geographical Studies, vol. 9, 1971. pp 37-41.

**Ishaq, Achi M. and H A. Khararjain** , "Stormwater harvesting in the urban watersheds of arid zones " Water resources Bulletin, vol. 24 no 6 Dec. 1988.

**Joudi, David N. and Yu-Si Fok** , "Rain Water harvesting in arid regions " , in the Proceedings of the Fourth Gulf water conference, pp. 471-489, Bahrain , 1999.

**Keller , Kent** , Rain water harvesting for domestic water supplies in developing countries, WASH working paper no. 20, water and Sanitation health project, Washington DC. 1982.

**Linn, Johannes** , "The Costs of urbanization in developing countries " Economic Development and Cultural Change Vol. 30 no. 3, 1982, pp.'25 - '84.

**Ministry of Agriculture and water** , Seven green spikes . Ministry of Agriculture and water , 1980.

**Ministry of Planning** , Second development plan 1395-1400, Ministry of Planning , 1976.

planning and engineering for the kingdom of Saudi Arabia " in Seminar on development and uses of water resources , 8-10 March 1982. Ministry of planning pp. 1-12 .

**The World Bank** , World Bank development report 1999 / 2001, The International Bank for Reconstruction and Development, Washington DC. 2000

**United Nations** International Environmental Technology Center , Sourcebook of alternative technologies for freshwater augmentation in some Asian countries. United Nations. New York, 1998.

**Wade**, Neil M. , " Distillation plant development and Cost update " Desalination, Elsevier. www. elsevier. com / locate / desal 136 ' (2001) 3-12

**Worster**, Donald. , Rivers of empire , Pantheon Books , new York. 1985.