موارد المـاء بالصـحارى العربية

دكتور صلاح الدين بحيرى *

الماء أثمن شيء فى صحارى العرب بعد النفط ، وتتبدى أهمية المـاء بالصحارى العربية اذا علمنا أن ما يتراوح بين ٧٦٪ و ١٠٠٪ من أراضى الأقطار العربية اما صحار قاحلة أو أشباهها (١) . وتحتل الصحارى العربية الجزء الأكبر من نظام كوكبى عام يدعى صحارى الرياح التجارية ، وهـو نظام حكمت عليه طبيعة الدورة العامة للرياح حول الكرة الأرضية بجفاف مقيم ، ففوق الشطر الشمالى من نطاق صحارى التجاريات ، أى حوالى خط عرض ٣٠° شمالا ، يسود ضـغط مرتفـع دائم ينتشر فوق المحيط الأطلنطى بعروض الخيل خلال الطبقات الدنيا من الغلاف الغـازى حتى سطح الماء . أما على اليابس الأفريقى وامتداده شرقا فقد يختفى الضغط المرتفع بالحيز الأدنى من الهواء الملامس لوجـه الأرض ، غير أنه يعـود للظهور مرة أخرى كعدد من خلايا ضد اعصـار حقيقى على ارتفاع كيلو مترين أو ثلاثة فوق سطح الأرض . معنى ذلك أن القطاع الأوسط مـن التربوسفير ما بين كيلو مترين وستة كيلو مترات فوق منسوب البحر ـ وهو القطاع الفعال فيما يتعلق بنشأة الاضطرابات الجوية ـ يشغله حزام متصل من الضغط المرتفع الدائم على مدار السنة فوق أرض الصـحراء والمسطحات المائية على حد سواء * .

---

* استاذ بالجامعة الاردنية .

(١) صلاح الدين بحيرى : جغرافية الصحارى العربية . عمان ١٩٧٢ ، ص ١٤ .

* يبدو شمال افريقيا وشبه جزيرة العرب كمراكز ضغط منخفضه ضيفا على الخرائط العـامة المتداولة ، فارتفاع الحرارة وشـدة تسخين طبقات الهواء السطحية يتبعها انخفاض حقيقى فى الضغط ، بيد ان هذه الظاهرة تقتصر على طبقة ضحلة من الحيز الأدنى للغلاف الغـازى ، وهى قليلة الجدوى فى مجريات الأمور بالدورة الهوائية العامة حيث يسود فوقها مباشرة حجاب سميك من الضغط المرتفع هو ما يعول عليه .

دواعى الجفاف :

كما هو معروف ، تقترن حالات الجفاف بصفة عامة بظروف الضغط المرتفع ، وهى هنا تعود لسببين :

السبب الأول يتعلق بنشاط أعمدة من هواء هابط متضاغط يتسخن أثناء هبوطه بطريقة آلية ، عبر الحيز الأدنى من التربوسفير . وهو لسوء الحظ حيز يكتنز معظم محتوى الغلاف الغازى من البخار الذى يرتجى منه المطر فى ظل الظروف المواتية ، غير أن التسخين بفضل الهبوط نقيض التكاثف وباعث على تقليص الرطوبة النسبية للهواء ، ومشتت لما قد يتراكم من سحب بالطبقات الدنيا منه ، وبالتالى يدعو الى درجة عالية من الاستقرار فى أحوال الطقس وهى عكس ظروف التقلب التى تقترن فى المعتاد بسقوط المطر . حقيقة قد تنتشر طبقة ضحلة من الهواء السطحى الرطب بهذه العروض فوق المسطحات المائية الكبرى ، الا أنها تبطن من أعلى بطبقة أخرى فى حالة استقرار تام بفضل انقلاب حرارتها ، ومن ثم فانها تصبح عظيمة الجفاف . وفوق اليابس بالصحراء الكبرى وشبه جزيرة العرب صيفا ، تنتشر هذه الطبقة الجافة الساخنة المستقرة الى أسفل حتى تلامس سطح الأرض ، وتحول بفضل الانقلاب الحرارى دون حدوث التصعيد أو تكون السحب .

السبب الثانى للجفاف ، يرتبط بامتداد نطاق الضغط المرتفع فوق الصحارى كحزام يفصل بين العكسيات الغربية والتجاريات الشرقية ، وكلاهما يتأثر بسريان موجات اضطراب معروفة عند علماء المناخ ، تسبب عدم استقرار ظروف الطقس وهطول القسم الأعظم من الأمطار التى تجلبها هذه الرياح ، ومن الثابت أن طاقة هذه الموجات تضعف بسرعة تجاه خلايا الضغط المرتفع شبه المدارى حتى تكاد تتلاشى على امتداد محورها ، فيستتب الاستقرار والجفاف (١) . يضاف الى هذا أن الرياح التجارية السائدة على صحارينا ، والتى تخرج من نطاق الافتراق بحزام الضغط

(١) Hare, F. K., «The Causation of the Arid Zone,» in : L. Dudley Stamp, ed., A History of Land Use in Arid Regions, Arid Zone Research, UNESCO, 1961, p. 25.

المرتفع قاصدة العروض الاستوائية ، تتميز بانقلاب حرارى ، يرفع درجة حرارتها بمعدل يتراوح بين ثلاث وخمس درجات مئوية فى اتجاه عمودى ، ويصحب ذلك هبوط مفاجىء فى نسبة الرطوبة فى نفس الاتجاه بمقدار ٣٠٪ الى ٥٠٪ ، ويقع نطاق الانقلاب الحرارى والتجفف هذا على منسوب يتراوح بين ٢٠٠ الى ٢٥٠ مترا فوق سطح البحر المتوسط (١) .

فالصحراء الكبرى والصحراء العربية بوقوعها ضمن التجاريات تصنف كصحار مناخية ، أى كنتيجة مباشرة لميكانيكية الدورة الكوكبية العامة للرياح حول الأرض ، وتشير الدراسات الحديثة الى أهمية ما يسمى بالتيار النفاث Jet Stream ، الذى يعزى اليه الفضل فى تبادل الطاقة الحرارية بين جهات الفائض الحرارى بالعروض الاستوائية ، وجهات العجز الحرارى عند القطبين فالأهوية المتسخنة الصاعدة بعروض الرهو الاستوائى عند اتجاهها بالطبقات العليا من الهواء صوب القطبين ، تنحرف بفعل دوران الأرض لتصبح تيارات غربية تبلغ أوج نشاطها عند دائرتى ٤٠° شمالا وجنوبا ، لتندفع كرياح صرر عاتية بسرعة ٣٠٠ أو ٤٥٠ كيلو مترا فى الساعة ، ومن ثم أتت التسمية .

تنشط هذه التيارات على ارتفاع يتراوح ما بين ١٣ الى ١٥ كيلو مترا بالعروض العليا ، وتكون من العنف بحيث تضطر التيارات السطحية تحتها الى الانسجام مع حركتها غربا ، ولذا تسود العكسيات الغربية ما بين دائرتى عرض ٣٥° و ٧٥° شمالا وجنوبا ، وتساعد موجات الاضطراب المنبعثة من هذه التيارات الى الرياح الغربية كنبضات عنيفة على تزايد النشاط الاعصارى والطقس المتقلب الماطر . بينما ابتداء من دائرتى عرض ٣٥° شمالا وجنوبا وتجاه خط الاستواء تسود الشرقيات السطحية ، وفوقها على ارتفاع شاهق لا يقل عن ثمانية عشر كيلو مترا توجد التيارات الغربية ، ومن ثم كانت التجاريات أكثر استقرارا (٢) . أضف الى هذا

---

(١) Butzer, K.W., «Climatic Change in Arid Regions Since the Pliocene, «in : L. Dudley Stamp, *ed., op. cit.*, p. 32.

(٢) نفس المصدر ، نفس الصفحة .

خاصية دارجة معروفة عن التجاريات هى انها تنشأ بعروض شبه مدارية قاصدة عروضا أدنى ، فتسخن وتتجفف فى سبيلها ، ولا تسقط أمطارا الا اذا مرت بمسطحات مائية واسعة حملتها بالأبخرة ، وهذا ما لا يتوافر لصحارينا .

تباين تضاريس سطح الأرض ، واختلاف توزيع اليابس والماء ، من بين الأسباب الأخرى التى ترد فى معرض تعليل جفاف الجهات الصحراوية عامة ، فللحواجز الجبلية أثرها الكبير على الأراضى التى تقع على جوانب المنصرف منها lee sides ، فتنشأ فى كنفها صحارى ظل المطر ،كبتجونيا والحوض العظيم على سبيل المثال لا الحصر ، غير أن هذا العامل قليل الفعالية كصانع للصحارى العربية ، وربما اقتصر أثره على نطاقات محلية كالحال فى الأراضى المغربية ــ الجزائرية خلف حاجز الأطلس ، وغور الأردن الشمالى أسفل الهضاب الفلسطينية ، والى حد ما بادية الشام فيما وراء المرتفعات الساحلية بلبنان وسورية . الا أن الأثر السلبى الحقيقى للتضاريس يعبر عنه انبساط أرض الصحراء بصفة عامة ، وامتدادها كسهول أو كهضاب متواضعة المناسيب والا لما كانت صحراء . غنى عن البيان القول بأن الاهوية الرطبة لا تجود بالأمطار الا اذا تصعدت ، والتضرس الذى تفتقده صحارينا أحد بواعث التصعيد المفقودة uplift Orographic ، ويمكن فى هذا المقام مقارنة الوفرة النسبية للأمطار بالجبل الأخضر ومرتفعات الحجاز وتلال البحر الأحمر وسيناء، باستحكام الجفاف بالأراضى السهلية الخفيضة حولها ، كذلك يتضح البون بين مرتفعات قلب الصحراء الكبرى حين تضرب العواصف الشديدة Tamanrasset بالأحجار فترسل السيول العنيفة (١) فى حين تظل أراضى تانزروفت السهلية المجاورة تحترق عطشا .

أما بخصوص توزيع اليابس والماء ، فقد كان الاعتقاد السائد من قبل هو أن السبب الرئيسى للجفاف يمكن فى البعد عن المؤثرات البحرية ،

---

(١) Stamp. L.D., Africa, A Study in Tropical Development. John Wiley & Sons, New York, 1961, p. 256.

والمسطحات المائية الكبرى مصدر الرطوبة (١) ، ومن ثم كانت الأعماق القارية لكتل اليابس الكبرى قفارا جافة كقلب آسيا . نفس القول يمكن أن ينسحب على الجهات الداخلية من الصحراء الكبرى وشبه جزيرة العرب التى تبعد بعض أرجائها نحو ألف كيلو متر عن المياه الفسيحة . غير أن الدرسات الحديثة شككت كثيرا فى أثر الموقع الداخلى القارى كسبب لاستشراء الجفاف(٢)، فقلب حوض الأمزون بأمطاره الدائمة السخية يقع على مسيرة ألف كيلو متر من أقرب المسطحات المائية فى كافة الاتجاهات .

على النقيض من ذلك ، فان علة مناطق ساحلية تلاطم مياه المحيط صخورها مناخ عظيم الجفاف ، كصحراء تشيلى وبيرو وجنوب غرب أفريقية ، ومن صحارينا خير أمثلة جنوب المغرب والصحراء الغربية وموريتانيا ، وجنوب شبه جزيرة العرب ، بالاضافة الى صحراء الصومال .

فالرطوبة المحلية ليست الباعث على هطول الأمطار على نطاق اقليمى ، وان كانت ذات تأثير محدود للغاية فى بعض الحالات. أما التيارات الهوائية التى تسافر مسافات شاسعة حاملة الرطوبة من عرض المحيطات هى المصدر الرئيسى للتساقط على اليابس ، ولهذا فان محاولة تحسين ظروف التساقط بجهات صحراوية باغراق بعض المنخفضات الأرضية المجاورة بمياه البحر مقضى عليها بالاخفاق ، وان أتت بنتائج ايجابية هزيلة .

الأمطار والمياه السطحية

المطر صانع الأخبار فى الصحراء بما يجلبه من نعم ، أو ما يجره من نقم . فان سقط بعد طول احتباس برصانة وتعقل ، أتى بالخير ، وأخرج المرعى ، وروى الظمأ ، وان انهمر مدرارا وبالغ فى كرمه لحد الاسراف ، أرسل السيول والفيضانات والخراب . واذا كان من المألوف أن تمطر السماء بجهات العالم الرطب ، فالمطر فى الصحراء شذوذ عن المألوف وان كان متوقعا ، وعنصر غريب عليها ، لا لأنه يزورها غبا فحسب ، بل لأنه يأتى

---

(١) Miller, A.A., Climatology. London, 1963, p. 252.

(٢) هير ، مصدر سابق ، ص ٢٥ .

كفضلة ما تجود به جهات أخرى متاخمة للصحراء من الشمال أو الجنوب ويرتبط مطر الشمال بمؤثرات مناخ البحر المتوسط الشتوية ، بينما يأتى مطر الجنوب صيفا على هامش الدورة الموسمية لتيارات المحيط الهندى والأطلنطى ، أما الوسط فقد يصيبه قدر من هذا وذاك ، ولكنه على العموم قليل ، وبالتالى يمكن تقسيم الصحراء بناء على نظم المطر الى نظامين : شتوى فى الشمال وصيفى فى الجنوب .

النظام الشتوى :

فى الشتاء تشكل الصحارى الأفريقية العربية جسرا من الضغط المرتفع يصل فى الشرق ما بين ضد الاعصار الاسيوى الهائل الجاثم على قلب القاره ، وبين خلية الضغط المرتفع الآزورى الدائم على المحيط الأطلنطى فى الغرب . يقابل هذا نطاق آخر من الضغط المرتفع يرزح تحته كل من وسط وشرق قارة أوربا حيث تظل تتكدس فوقه أهوية باردة طوال الشتاء، فيما بين هذين النطاقين من الضغط البارومترى العالى يمتد حوض البحر المتوسط كبحيرة شتوية(١) Winter lake يخف عليها الضغط نسبيا بفضل تسخن أهويته لدفء الماء بمقارنته مع اليابس على الجانبين . لذا يصبح البحر ممرا تسلكه شعبة جنوبية من أعاصير الرياح الغربية التى تجلب المطر الشتوى للسواحل والحاشية شبه الجافة ، وقلما تسمح الظروف بتوغلها الى قلب الصحراء على الرغم من أن أمطار الشتاء هى القاعدة العامة بجميع صحارى البلدان العربية الأفريقية ، باستثناء الأطراف الجنوبية من ليبيا والجزائر ، كما أن هذه الأعاصير هى المصدر الوحيد لرطوبة شبه الجزيرة العربية من أقصى شمال بادية الشام وسهوب العراق حتى خط عرض ٣٠° شمالا ، بما فى ذلك المنحدرات الغربية لمرتفعات عمان .

يعطى بعض الباحثين (٢) البحر المتوسط دورا أكبر من مجرد الممر الذى ترتاده منخفضات مستوردة من مصادر نائية بالأطلنطى ، ويؤكدون

---

(١) Fitzgerald, W., Africa A social, Economic and political geography of its Regions. London, 1961, p. 30.

(٢) Fisher, W.B., The Middle East, A Physical, Social and Regional Geography. London 1963, pp. 39-41.

أهمية المنخفضات المتوسطية الأصيلة التى تنشأ فوق مياه البحر ذاته بقبرص، أو على جوانبه من مراكز معينة بشمال ايطاليا وجنوب جبال أطلس ، متحركة منها الى عرض البحر فى مسارات شرقية تصل بها مرتفعات الأناضول وزاجروس حتى هضبة ايران . كذلك يعتقد بأن التفاوت الحرارى الهائل ما بين منطقة سلاسل الألب المجللة بالثلوج شتاء وبين وجه الصحراء الكبرى الحار ، يخلق منحدرا حراريا وعرا فوق وسط البحر المتوسط ، باعثا النشاط فى تيارات هوائية خاطفة Jet streams تسبب الاضطراب والتقلب فى أحوال الطقس ، وتكون ذات تأثير بليغ فى هطول الأمطار بالأراضى المحدقة بحوض ذلك البحر .

الواقع أن هناك اختلافا لا ينكر بين أنماط المنخفضات الجوية الأطلسية التى تفد على غرب أوروبا ، وبين تلك التى تنشط بحوض البحر المتوسط شتاء ، بما يستدعى اعادة التفكير فى المفهوم الدارج من أن البحر المتوسط ما هو الا امتداد شرقى فصلى للمحيط الأطلنطى ، أو هزة الوصل بين مصدر الكتل الهوائية بعرض المحيط وبين أهدافها فى جنوب أوروبا وسواحل شمال أفريقيا وجنوب غرب آسيا . فمن ناحية الحجم ، منخفضات المتوسط أصغر وأقل عمقا من منخفضات الأطلنطى التى قد تغطى نصف مساحة حوض المحيط بمنحدر بارومترى أشد بكثير مما هو معهود عن منخفضات البحر المتوسط .

ترجمة ذلك فترات اضطراب متوسطية أقصر وأمطارا أقل مما يقترن بالمنخفضات الأطلسية . من ناحية أخرى يختلف دور الجبهات الدافئة فى كلتا الحالتين ، فكما سنوضح فيما بعد تتميز كتل الهواء الدافئة بمقدمات أعاصير البحر المتوسط بالجفاف والصحو ، بينما تجلب تلك الجبهات على أوروبا الرطوبة والسحب المتكاثفة والتساقط العميم . كذلك يختلف الهواء القطبى بمؤخر أعاصير غرب أوروبا فى خصائصه ونتائجه عن الهواء البارد الذى يأتى بأعقاب أعاصير البحر المتوسط .

تميل أعاصير الرياح الغربية لارتياد مسالك معينة عبر البحر المتوسط فى سعيها من الغرب الى الشرق ، أبرزها مسار يبدأ بشمال ايطاليا الى

البحر الادرياتى فكريت حيث تعترضه بعد ذلك كتلة شبه جزيرة الأنضول ، فيتجه عدد من الأعاصير شرقا الى قبرص وساحل الليفانت والعراق ، بينما ينحرف عدد آخر منها شمالا فيدخل بحر ايجه فالبحر الأسود ويصل تأثيره شرقا أراضى بحر قزوين • مسار آخر يلتزم جنوب البحر المتوسط ويقترب فى حركته شرقا من سواحل شمال أفريقيا حتى يدخل اليابس الآسيوى فيشمله حتى الخليج العربى وداخلية هضبة ايران ، أما أعاصير المحيط الأطلنطى فتلج البحر المتوسط من شمال أسبانيا وبوغاز جبل طارق ، وسلك فى رحلتها شرقا مسارا متوسطا فى عرض البحر يمر بجنوب جزيرة سردنيا وصقلية وكريت حتى السواحل الشرقية للبحر •

حين تنشط الأعاصير تجتذب الرياح من اتجاهات متعارضة ، تنخفض عن مفارقات حرارية واسعة وفقا لمصدر كتل الهواء المشاركة • فالهواء البحرى الذى ينصب الى البحر المتوسط يشمل أهوية بعضها مدارى وبعضها قطبى ، وهى عند التصعيد التضريسى أو الاختلاط بأهوية أخرى تحدث التكاثف والمطر • أما كتل الهواء المدارى القارى فتتوافد من مصادر محلية عند مقدم المنخفض • وتشكل صحارينا الواسعة أقاليم مصدرية لكتل هوائية حارة قاسية الجفاف، تثار عندما يتكون منخفض ربارومترى نحو الشمال ، فيجذب الرياح على نطاق واسع من داخل شبه الجزيرة العربية وشمال أفريقيا •

خلاصة القول، جميع صور التكاثف بالنطاق الشمالى من الصحراء تأتى عن طريق البحر المتوسط ، كما تسهم مؤثرات هذا البحر بكميات مختلفة من أمطار مرتفعات الأحجار وشمال تهامة . وحتى المنحدرات الشمالية لهضبة الصومال المطلة على خليج عدن تتلقى النزر اليسير من المطر الشتوى، ولو أن الرياح التى تسوقه تدعى الموسميات الشتوية لارتباطها أكثر بالدورة الفصلية للرياح الآسيوية (١) • أما عدن فالقسم الأكبر من أمطارها البالغة ٥٠ مم فى المعدل تسقط فى الربيع ، وفى هذا ارتباط وثيق بنظام البحر المتوسط (٢) •

(١) فتزجيرالد ، مصدر سابق ، ص ٥٧ .
(٢) فيشر ، مصدر سابق ، ص ٥٩ .

تقل كمية المطر وتتباعد نوباته فى اتجاهين من الشمال الى الجنوب ومن الغرب الى الشرق • ويعبر عن تدهور كميات التساقط فى الاتجاه الأول الساحل الشرقى للبحر المتوسط حيث المعدلات ٧٩٠ و ٦١٠ و٥١٠ و ١٠٠ مم لكل من بيروت وحيفا ويافا والعريش على التوالى • وبالنسبة للأراضى المصرية ، تحظى الاسكندرية بنحو ١٨٥ مم فى المعدل ، بينما القاهرة على مسافة ١٥٠ كيلو مترا فى خط مستقيم من ساحل البحر يصيبها أقل من ٣٠ مم ، وهذه حقيقة تدعو للدهشة بالنسبة لأكبر مدن القارة الأفريقية قاطبة ، وحقيقة مؤلمة لا تدانيها فيها أية مدينة أخرى تقاربها فى الحجم والأهمية على وجه الأرض (١) • فاذا ما بلغنا أسوان ، لا يكاد يعرف المطر • ويعبر عن تقلص الأمطار من الغرب الى الشرق تلاحق نطاقات مناخ البحر المتوسط والسهوب والصحراء فى شقة لا يزيد عرضها على ستين كيلو مترا ، حتى تكاد تداخل الحدود الفاصلة بينها على الخريطة بأراضى الحافة الشمالية الغربية لشبه الجزيرة العربية •

يستثنى من القاعدة السابقة بعض جزر أوروجرافية داخل النطاق الصحراوى ذاتة ، كهضاب وسط الصحراء الكبرى ، وتلال حواشى البحر الأحمر ، وجبال عمان ، وأراضى الاطار الجبلى الخارجى لمرتفعات كردستان شمال العراق • فالمعدل السنوى للمطر بالأحجار نحو ٢٥٠ مم ، بينما هو فى عين صلاح ٤٠ مم ، والمنحدرات الغربية الحرجية الزراعية لعمان مطرها مابين ٣٥٠ و ٥٠٠ مم ، بينما الساحل العمانى على الجانب الآخر وفى ظل المطر يصيبه ١٢٠ مم فقط (٢) • ومثلها لجنوب ووسط العراق ، مقابل ٢٠٠٠ مم على روابى كردستان (٣) •

فيما بين نبضات الأعاصير الشتوية يستقر الطقس وتعود الرياح التجارية سيرتها الأولى ، فتهب كتيارات شمالية شرقية منتظمة آتية من المرتفع الآزورى على غرب الصحراء الكبرى ، كما تسود هباتها الشطر

---

(١) فيتزجيرالد ، المصدر السابق ، نفس الصفحة .

(٢) Kendrew, W.G., The Climates of the Continents, Oxford University Press, 1961, p. 252.

(٣) كندرو ، نفس المصدر ، ص ٢٥٤ .

الأعظم الأوسط من تلك الصحراء ، وان عرفت فيها باسم رياح الهرمطان ، وأما التيار المصرى فينشط بشرق الصحراء الكبرى ولكنه يميل أكثر الى الشمال ، ويسافر عبر وادى النيل جنوبا حتى يصل أثره عروضا واقعة الى الجنوب من خط الاستواء (١) • وتكاد تكون شبه الجزيرة العربية نسخة من الصحراء الكبرى ، فالرياح الشمالية الشرقية على معظم أرجائها تتسة لنظيرتها الأفريقية ، الا أنها فى كثير من الأحيان يشوبها هواء قطبى يجعل شمال شبه الجزيرة أبرد من معدل حرارة خطوط عرضه ، وتتحول هذه الرياح الى شرقية فى خليج عدن ، ثم تنحرف بعد ذلك قليلا لتقبل من شرق الجنوب الشرقى فى بوغاز باب المندب (٢) •

النظام الصيفى :

تنعكس الآية فى فصل الصيف ، اذ ينجاب الضغط المرتفع على اليابس الأفريقى وكأنه يهاجر شمالا مع حركة الشمس الظاهرية ليستقر فوق البحر المتوسط ، كما يتركز ضغط اعصار واضح الى الغرب من جبل طارق ، فيسد الطريق أمام الأعاصير • أما شبه جزيرة العرب فتتأثر بالمنخفض البارومترى الهائل على آسيا والذى ينتشر فى حيز ضحل من بلوشستان صوب الغرب عبر شبه الجزيرة وصحارى شمال أفريقيا عدا ساحلها الغربى • وفى نفس الوقت تنتقل جبهة الالتقاء ما بين المدارية شمالا فتصل جنوب غرب شبه الجزيرة العربية ، ومنها عبر النطاق السودانى الأفريقى جنوب الصحراء الكبرى حتى المحيط •

ويعمل المنحدر البارومترى من الشمال الى الجنوب على هبوب رياح شماليةما بين البحر الأحمر والنيل ، تتحول الى شمالية شرقية فوق الصحراء الكبرى هى التى عرفها الاغريق القدماء بالرياح الاتيزية ، ومن خصائصها الهدوء ليلا ومعاودة النشاط أثناء النهار نتيجة شدة تسخين اليابس،ووضوح المنحدر البارومترى حينئذ بينه وبين الماء فى ساعات ما بعد الظهر • أما فوق شبه الجزيرة العربية فتهب رياح شمالية غربية باتتظام متأثرة بجذب

---

(١) ستامب ، مصدر سابق ، ص ٦٨ .
(٢) كندرو ، المصدر السابق ، ص ٢٤٩ .

منخفض جنوب آسيا . هذه الرياح وما يقابلها على الجانب الأفريقى تتألف من كتل هوائية مدارية جافة أصلا . ويزداد جفافها كلما أمعنت جنوبا ، فلا تسقط أمطارا الا فى أحوال نادرة على هضبة الأحجار (١) .

فى نفس الوقت يتأثر النطاق الجنوبى من الصحراء بجبهة الالتقاء ما بين المدارية التى تهاجر قليلا نحو الشمال ، فتندفق عليها كتل من الهواء البحرى المدارى تحملها تيارات جنوبية شرقية من المحيطات الجنوبية تجاه خط الاستواء ، فاذا ما تجاوزته شمالا انحرفت على يمين اتجاهها لتشكل الموسميات الجنوبية الغربية بالحوض الشمالى للمحيط الهندى وخليج غانه . وهى اذ تتوغل كثيرا داخل أفريقيا من مصدرها بالأطلنطى ، فانها تعطى السافانا مطرها الصيفى بما فى ذلك هوامشها الصحراوية ، خاصة مرتفعات أيروتيبستى والأحجار ، ثم شمال السودان كذلك يرجع اليها الفضل فى الجزء الأعظم ، أن لم تكن كل فيضانات أثيوبيا . أما ارتريا والصومال فتقعان فى ظل الهضبة . نفس الشىء يقال عن موسميات المحيط الهندى التى قد تتوغل من أفريقيا الى النطاق السودانى وتجلب لليمن أمطاره الصيفية ، بيد أن هناك وجهة نظر أخرى بخصوص أمطار اليمن التى يعتقد البعض أنها تبلغ الذروة بفضل تيارات المحيط الأطلنطى ، حين تصلها فى نهاية مطافها بالنطاق السودانى الافريقى ، وتتجاوزها شرقا الى ظفار (٢) .

لسوء الحظ لا تخرج أمطار الصيف سوى أراض عربية محدودة من حيز الجفاف والصحراء بكل من مرتفعات اليمن ووسط السودان وجنوبه . ويقدر ما تتلقاه اليمن من أمطار بنحو ٥٠٠ و ٧٥٠ مم . تسقط فى زوابع رعد تحدث بعد الظهر حين تتكاثف سحب التصعيد على رؤوس المرتفعات ، كما تتمتع المنحدرات الغربية بالضباب والسحب التى تظللها نهارا وتسبب صورا من التكاثف الليلى له قيمته عند الزراع ، وتقدر أمطار صنعاء فى معدلها السنوى بنحو ٦٥٠ مم (٣) .

---

(١) فتزجيرالد ، مصدر سابق ، ص ٣٢ .
(٢) فيشر ، مصدر سابق ، ص ٤٤ .
(٣) فيشر ، نفس المصدر ، ص ٥٩ .

أما بالسودان ، فالى الجنوب من خط العرض الثالث عشر يبدأ ظهور فصل مطر بالفعل نحو أواخر الصيف وخلال الخريف ، فيه تكتسى الأرض حلة خضراء ، وتجد الماشية مراع سخية وماء وفيرا ، وهذا نقيض مظاهر القفر والجفاف التى تطبق الى الشمال من خط العرض المذكور ، ويبلغ معدل الأمطار السنوية على أطراف هذا النطاق أكثر من ٥٠٠ مم ، كما توضحه محطات الجنينة والروصيرص وهى جميعا أمطار تصعيد ، تهطل بعد الظهر أو فى الليل ، وقد تستمر لمدة أربع وعشرون ساعة متوالية (١).

باستثناء هذه البقاع ، أمطار الصيف على الهامش الجنوبى للصحراء قليلة ، فهى فى العطبرة أقل من ٧٠ مم ، ونحو ١٥٠ مم بالخرطوم ، فاذا ما انتقلنا شرقا الى ساحل البحر الأحمر أصبحت الأمطار موزعة ، بعضها صيفى وبعضها شتوى ، كالحال فى بور سودان التى تتلقى نحو مائة ملليستر ، القسم الأعظم منها فى الخريف والشتاء ، كذلك عدن تفوق أمطار الشتاء بها أمطار الصيف أضعافا ، ونفس الشىء يقال عن مصوع حيث ديسمبر أمطر الشهور . أما الساحل الجنوبى بشبه الجزيرة العربية وأواسط الصحراء الكبرى ، فجهات تفتقر الى محطات الأرصاد ، وأقربها الى صحارينا الأفريقية توجد فى بلما جنوب غرب تيبستى وأغادز عند قواعد مرتفعات أير ، وكلاهما بشمال جمهورية النيجر ، وتبين الأرقام هناك تركز الأمطار بشدة فى فصل الصيف ، أما الشتاء بكلتا المحطتين فتام الجفاف .

اذا كانت المفارقات بين أمطر وأجف بقاع الصحارى العربية محدودة ضيقة بسبب تقارب جميع أرجائها فى درجة الجدب بشكل يغرى بعض الكتاب بالعزوف عن مناقشة هذا العنصر باسهاب لتفاهته ، فان المفارقات فى رطوبة الهواء النسبية بين بقعة وأخرى ، أو بين بعض السواحل والداخل.

---

(١) د. محمد محمود الصياد ومحمد عبد الغنى سعودى : السودان دراسة الوضع الطبيعى والكيان البشرى والبناء الاقتصادى . مكتبة الانجلو. القاهرة ، ١٩٦٦ ص ١٠٧ .

تعد من أوسع ما سجل على ظهر الأرض (١) • فأينما وجد سهـل ساحلى تحده جروف هضاب أو منحدرات تلال وجبال ، فان نسمات البحر تحمل اليه كميات وفيره من الرطوبة تبقى محتبسه مركزة فى هوائه حيث تحول التضاريس الخلفية دون انتشارها وتبددها للداخل •

ينطبق هذا الوضع على سواحل دول الخليج العربى وعمان وجنوب العراق وبحر العرب وخليج عدن والبحر الأحمر وخليجيه • فالمياه مدارية عالية الحرارة على مدار السنة . والهواء الملامس لسطح المـاء حار جاف قابل للتشبع بالبخار الذى ينتشر مع نسيم البحر على البر المجاور ليركد ، وتقدر كمية البخر من مسطح البحر الأحمر بنحو ١٥ مم يوميا فى أشـهر الصيف من مايو الى اكتوبر (٢) • كما يعتقد بأن طاقة التبخر فى جنـوب شبه الجزيرة العربية تبلغ ١٨٠٠مم سـنويا (٣) • ولذا فالرطوبة النسبية للهواء بالجهات الساحلية عالية (ما بين ٦٠٪ و ١٠٠٪) ، وهى دائمـا أضعاف نسبتها بالمناطق الداخلية (أسوان ٣٠٪ فى يوليو و ٤٦٪ فى يناير)•

ارتفاع رطوبة الهواء على هذا النحو بجهات صـحراوية ليست كلها مثالب ، فعندما تتدنى درجات الحرارة فى الليل فانها كثيرا ما تبلغ نقطـة الندى عند الفجر ، فيرسب الهواء المشبع حبات من الندى الثقيل فى جهات لا تكاد تعرف المطر • وفى ساحل عمان ، وحتى على ساحل البحر المتوسط الشرقى ، تكون الرطوبة النسبية على أشدها صيفا ، ورغم احتباس المطر يحدث الندى الكثيف بمعـدل ٢٠٠ أو ٢٥٠ يوما فى السنة ، ويسـجل الندى ربع معدل التساقط السنوى ببيروت (٤) • كذلك الندى وسحب

---

(١) Maury, M.F., The Physical Geography of the Sea and its Meteorology. John Leighly, *ed.*, Harvard University Press, 1963, p. 173.

(٢) Cressey, G.B., Asia's Lands and Peoples. McGraw-Hill, 1963, p. 536.

(٣) فيشر ، مصدر سابق ، ص ٥٣ .

(٤) Finch, V.C., *et al*, Physical Elements of Geography. McGraw-Hill, New York, 1957, App. A, p. 502.

الضباب على الساحل اليمنى للبحر الأحمر عنصر هام فى سقى المزرعات . وفى الاردن يرتجى ندى الربيع لانضاج المحصولات الشتوية بعد انتهاء موسم المطـــر .

تقييم المطر والمياه السطحية بالصحارى العربية :

بالاضافة الى ندرة المطر بالأراضى الجافة ، هناك عدة عـــوامل تقلل كثيرا من قيمة التساقط هى ارتفاع الرصيد الحرارى للصحراء ، وتباعد نوبات السقوط ، وتفاوت الكميات من عام لآخـــر ، وتركزها فى رخات معدودة .

من البديهى أن تتلقى الجهات الصـــحراوية كميات هائلة من الطـــاقة الشمسية نهارا ، وفى ذلك تضرب بعض محطاتنا أرقاما قياسية على نحـــو ما يوضح الجدول رقم (١) . ولكن كما أن الايراد من الطاقة نهارا عظيم ، فالفاقد منها بالاشعاع ليلا كبير ، ومع هذا لا يتبدد كل الرصيد ، فيبقى شطر كبير ينفق فى أوجه ثلاث هى تسخين السطح وتسخين الهواء الملامس له والتبخير . وفى ضوء قلة الرطوبة تصبح طاقة التبخير أضعاف أضعاف كميات التســاقط . وقد أشرنا من قبل الى أن هذه الطاقة تبلغ ١٨٠٠ مم سنويا بالجهات الجنوبية من شبه جزيرة العرب،و ٥٠٠٠مم بغور الاردن ، و ١٥ مم يوميا من مسطح البحر الأحمر خلال أيام الصيف ، و ١٢٠٠ مم من مسطح البحر الميت فى شهور الحرارة العظمى (١) . لذا فكثيرا ما تتكون سحب الانقلاب السخية فوق بعض بقاع الصحراء ويشاهد المطر ينهمر ، منها الا أن حباته الشحيحة تتبخر فى الهواء اللافح قبل أن تضرب الأرض ومن الطبيعى أن تتأثر نظم المطر الصيفى بهذا العامل أكثرمن مناطق المطرالشتوى. ومع هذا فأكثر من ٦٠٪ من ماء المطر يتبخر بـــعد السقوط مباشرة على الجهات الصحراوية من أراضى فلسطين ، وربما بلغت النسبة ٩٥٪ بالمناطق ذات الأمطار الصيفية .

كثيرا مايقال بأن معدلات المطر للمحطات الصحراوية قيم فاقدة المدلول، وذلك بسبب تفاوت الكمية من عام لآخر بشكل يقلل كثيرا من الاعتماد عليها

---

(١) Orni, E. and Efrat, E., Geography of Israel, Jerusalem, 1966, p. 116.

كسورد للماء فى هذا المجال تشكل الصحارى العربية نموذجا فذا للتفاوت حيث يزيد معامل الافتراق عن المعدل بجميع أرجائها على ٤٠٪، لافرق فى ذلك بين الداخل والهوامش • ففى عين صلاح قد يسقط المطر مرة كل عشر سنوات ، كذلك مرصد العباسية فى الفترة ما بين سنة ١٨٨٧ - ١٩٣٢ لم يسجل أمطارا تذكر خلال ثلاثة عشر عاما متفرقة ، فى حين فاقت الامطار المعدل فى أحد عشر موسما ، سجل خمس منها ضعف المعدل ، وفى موسمين زاد التساقط عن أربعة أمثال المعدل. وفى معظم ماتبقى من مواسم جاء المطر دون المعدل بكثير • تتكرر نفس الظاهرة بمحطة حلوان • اذ بلغ مجموع التساقط خلال عشرين عاما من سنة ١٩٠٤ الى ١٩٢٤ نحو ٧٨٠ مم سقط ربعها فى سبع رخات متفرقة •

جدول (١)*

مقارنة معدلات الحرارة بقية الاشعاع والمطر

الحرارة بالتدريج المئوى ، والاشعاع بالسعر للسنتيمتر المربع ، والمطر بالمليمتر •

المحطة	درجة العرض		درجة الطول		يناير		يوليو		المطر السنوى
					معدل الحراره	الأشعاع الوارد	معدل الحراره	الأشعاع الوارد	
مراكش	٣٧	٠٢	٣١	٠٨	١١٫٥	٢٩٠	٢٨٫٢	٦٧٠	٢٤٢
بسكرة	٤٨	٤٤	٣٤	٠٥	١١٫٤	٢٩٠	٣٤٫٢	٦٩٠	١٢٨
تدمر	٣٣	١٧	٣٤	٣٨	٠٧٫٩	٢٤٠	٢٩٫٨	٧٤٠	١٥٣
بغداد	٢٠	٢٤	٣٣	٤٤	١٠٫١	٣٠٠	٣٤٫٦	٧٣٠	١٥١
حلوان	٥٢	٢٠	٢٩	٣١	١٣٫٣	٣٠٠	٢٨٫٤	٧٣٠	٢٨
الخرطوم	٣٦	٣٣	١٥	٣٢	٢٣٫٦	٥٢٠	٣١٫٧	١٦٠٠	١٥٧
بياما	٤١	٥٥	١٨	١٢	١٧٫٢	٤٨٠	٣٣٫٠	٦٣٠	٢٣

فمظر الصحراء عشوائى التوزيع ، فجائى مركز محدود الأثر ، فقد تضرب عاصفة مفاجئة منابع أحد الأودية فيدهم السيل الناس عند المصب

(*) Wallen. C.C., «Ariad Zone Meteorology,» in : Hills, E.S., *ed.*, Arid Lands, Paris : UNSCO, 1966, p. 37.

حيث لم يصبه مطر ، وقد تمر بعد ذلك سنين طويلة قبل أن يفيض الوادى مرة أخرى • وليس أدل على تركز الأمطار وانهمارها من أنه فى ٥ ديسمبر سنة ١٩١٤ سقط من المطر فى بئر السبع ٦٤ مم خلال أربع وعشرين ساعة ، وفى تمد Themed على حدود سيناء الشرقية سقط نحو ١٤٢ مم خلال يوم ١٨ نوفمبر سنة ١٩٢٥ (١) • والأمثلة على عنف الأمطار بجميع الجهات الصحراوية كثيرة متعددة •

هذه الخصائص من حيث التباعد والعنف والعفوية تقلل كثيرا من قيمة المطر • فقد أثبتت الدراسات التى أجريت على منطقتنا امكان قيام الزراعة البعلية على أمطار حدها الأدنى ٢٥٠ مم شريطة ألا يتجاوز معامل الافتراق عن هذا القدر ٥٠٪ (٢) ، وهذا ما لايتوافر سوى لشريط ضيق من الاستبس يمتد عبر شمال أفريقيا متقطعا فى ليبيا ثم هوامش بادية الشام فى الغرب والشمال • الى الداخل تتدهور كمية التساقط بسرعة ويتعاظم معامل الافتراق حتى ليقرب من ١٠٠٪ فى بعض المواضع ، فتتفاقم خطورة الاعتماد على الزراعة المطرية • لهذا كثيرا ما نجد نطاق انتقال بين البداوة الصرفة والريف الزراعى المستقر فى الحدود التى يتأرجح فيها خط المطر المتساوى ٢٥٠ مم من عام لآخر . فى هذا النطاق تسود بداوة يشوبها طابع زراعى متنقل حيث قد تغل الأرض عاما وتخيب غلتها أعواما •

رغم كل هذا فالموارد المائية فى القسم الأكبر من صحارينا هى رطوبتها المحلية ومطرها الذى يسقط عليها مباشرة أو على جهات قريبة منها ، بعض هذه الموارد سطحى وبعضها الآخر جوفى ، ويمكن طلبها بأحدى الوسائل التالية :

١ ــ استدرار الندى :

اذا كان استمطار السماء بوسائل اصطناعية تكنيك ما زال فى طور التجريب والتحسين ، فان له على ما يبدو نظير قديم هو عملية استقطار حبات الندى من بخار الماء بهواء الصحراء فيما يعرف باسم « آبار الهواء

---

(١) المصدر السابق ، ص ١٢٠ .
(٢) والن ، المصدر السابق ، ص ٣٨ .

air wells » (١) • وهى فى الحقيقة عبارة عن كومات أثرية من أحجار كبيرة مملسة الأسطح ــ يحسن أن تكون من الحجر الجيرى ــ تراكم على سطح التربة ، وفى الليل عندما تبرد أسطح هذه الأحجار أسرع مما حولها فانها غالبا ما تصل بدرجة حرارة الهواء حولها الى نقطة الندى فتتراكم عليها حباته الثمينة موفرة قطرات من الماء فى بيئة عطشى ، ويقال بأن الاغريق قد عرفوا هذه الوسيلة وطبقوها فى شبه جزيرة القرم ، كما أن البدو من سكان شواطىء شبه الجزيرة العربية وجنوب تونس قد مارسوا هذا النوع من التكثيف الاصطناعى فى عصور مبكرة ، ويبالغ بعض الكتاب فيصورون الماء ينقل من تحت هذه الأكوام الحجرية فى قنوات الى خزانات استخدمتها الجماعات البشرية قديما للسقيا • لذا قام مهندسو الجيش البريطانى خلال الحرب العالمية الثانية باجراء تجارب مشابهة فى بعض مواضع على الساحل الليبى أتت بنتائج ايجابية (٢) • وفى اقليم الكروم الفرنسى بمونتبلييه Montpellier أجرى أحد الباحثين تجربة أخرى بأن كدس هرما من أحجار كلسية على مساحة تسعة أمتار مربعة من الأرض شيد حوله غرفة من الخراسانة ينفذ الهواء داخلها من فتحات بالجدران ، وتجمع الرطوبة المكثفة على أسطح الأحجار بمستودع أسفل الهرم ، فوجد أن كمية الماء المتجمعة خلال أيام الصيف الحار الجاف تعادل لترين ونصف يوميا ، فى حين أنه بأيام الشتاء الباردة الرطبة تتضاءل الكمية الى قدر لا يذكر (٣) • ومع هذا فما زال الشك يكتنف الغرض الذى من أجله كومت تلك الأحجار ، ويستبعد البعض أن تكون لها أية علاقة بتكثيف الندى •

٢ ــ البرك الطبيعية :

المياه السطحية الجارية بوديان الصحراء وعلى أطرافها ظاهرة قصيرة الأجل ، تحدث أثناء عواصف المطر وتستمر بضع ساعات أو أيام أو أسابيع

---

(١) Amiran, D.H.K., «Man in Arid Lands,» in : Hill, Ibid., p. 232.

(٢) Nazim Maussley, Le Probleme de L'Eau En Syrie, Imprimerie BOSC Freres 42 Quai Gailleton, Lyon, 1951, p. 135.

(٣) اميران ، المصدر السابق ، ص ٣٣٢ .

على أحسن الظروف ، وفى بعض الأحيان تكون كمية المياه من القلة بحيث تضيع قبل أن تكمل رحلتها حتى المصبات ، وأحيانا أخرى تكون المياه من الوفرة حتى لتجيش الوديان بالسيول الى منتهاها بفلوات داخلية خفيضة مستوية تعرف بمسميات عـدة عند البدو • وتشترك هـذه الفلوات فى خصائص طبيعية معينـة ، هى انبساط القاع الذى تبطنه مـواد طينية أو غرينية دقيقة الحبيبات قليلة المسام غير قابلة على انفاذ الماء بفضل ترسب مواد لاحمة بين الجزئيات ، من أشيعها أملاح الصوديوم والكالسيوم ، ولذا تعرف أرضها باسم السباخ أو القصرة الملحية الكلسية Coliche أو القصرة الصلبة hardpan

هذه المنخفضات كثيرا ما تكون أواسطها بؤرات تتجمع لها الحصيلة المائية لشبكات من الأودية ذات انماط تصريف مركزية تصلها من جميع الاتجاهات . ونظرا لشـدة تلاحم حبيبات المواد المبطنة للقـاع لا يضيع بالتسرب من مائها سوى النزر اليسير ، كما أنها بسبب نفس الخاصية ، تكاد تكون بيئات محرمة على النبات الذى لا يستطيع أن يضرب بأصوله فى ترباتها المتماسكة فتسلم مياهها من النتح ، ومن ثم يستخدمها البـدو كمصدر للشرب والسقيا بعد ترسيب ما بها من شوائب وتصفيتها بطرق يجيدونها • وتعتقد بعض جماعات منهم أن لهذه المياه خصـائص طبيعية مفيدة لعلاج بعض العلل . نظرا لمرورها الطويل على أعشاب الوديان التى يشيع استخدامها لأغراض طبية بينهم • وتختلف نوعية المياه من قاع لآخر تبعا لنسبة الأملاح القابلة للذوبان بمواد القاع وتبعا للحجم أو عمق المياه . فكلما قلت نسبة الأملاح وارتفعت حصيلة القاع من الماء ،كلما كان طعمه أكثر استساغة وأمكن الانتفاع به لفترات أطول ،بعض هذه البرك تظل زاخرة بالماء خلال الشتاء وربما الربيع ، ولكن بمقدم حرارة الصيف تزداد ملوحة ما تبقى بها قبل أن تجف تماما •

هناك أنواع أخرى من البرك الطبيعية تنشأ ببطون الأودية الصحراوية ذاتها،ففى أعقاب الفيضان وبعد انحسار الماءعن الأود، يةتتخلففى مواضع مختارة منقنواتها مناقعمن الماء تبقى فترات، تطولأو تقصر،حسب أبعادها ومدى احتمائها منأشعة الشمس• هذه البرك على أنواع،منها مايتكون فى

أعطاف الجوانب المقعرة من أكواع القنوات حيث تمارس عمليات النحت المائى وأج نشاطها ، فتعمق قاع القناة بشكل ملحوظ وتغور به فى جانب الوادى حتى لتظلله فى بعض الحالات جروف صخرية معلقة ، تحفظ ما يختزن به من ماء لفترات طويلة بعد انتهاء موسم المطر • ومنها ما ينشأ كحفر وعائية potholes عند سقوط المياه فى شلالات على أعتاب صخرية ، فتحفر دواماتها المسلحة بالحصى فجوات دائرية ببطون القنوات الصخرية ، تمتلىء بالماء وتظل عامرة به بعد انقضاض السيل ، هذه الحفر أيضا تظللها فى المعتاد الجروف ، وربما استمر الماء فى بعضها على مدار السنة وان تلوث بنفايات الحيوانات والطيور التى تؤمها للسقيا •

فى بعض الأحيان تنشأ البرك أمام سدود طبيعية بقيعان الوديان الرئيسية عند التقائها بروافد كبرى تحمل اليها كميات وفيرة من الرواسب ، التى تلقيها بالقنوات الرئيسية فتسدها جزئيا ، وتحتجز أمامها شيئا من ماء الفيضان • ولذا تعرف هذه البرك لدى بدو الاردن باسم (الأجران) أقران لموقعها عند مقترن القنوات • ويساعد على استمرار وجود الماء بهذه البرك أحيانا مصدر تغذية جوفى ، اذ أن جفاف المياه السطحية لا يعنى بالضرورة توقف نوع من الانسياب المائى سفليا تحت السطح sub-surface flow فيما بين حبيبات الرواسب التى تظل تنضح بالماء لفترات مختلفة (١) •

٣ ـ البرك الاصطناعية :

كأنما استوحى الانسان الطبيعة حينما انتفع بمياه البرك الطبيعية فى الصحراء ، فشرع يحاكيها بأن وجه مياه المطر وجمعها فى برك من صنعه ، وقد كان الأنباط ومن بعدهم الرومان أول من برع فى استخدام هذه الوسيلة لخزن المياه من موسم الوفرة الى موسم القحط الطويل ، وتعرف هذه البرك باسم الآبار ، ويطلق عليها سكان حلب اسم الجب ، وهى خزانات لماء المطر rainwater cisterns بمراكز العمران من مدن وقرى

(١) Dixey, F., «Water Supply, Use and Management,» in : Hills, Ibid, p. 83.

على أطراف الصحراء وفى نطاق الاستبس ، وخزانات لمياه الفيضان floodwater cisterns بالبادية .

وقد شاعت خزانات ماء المطر بجميع جهات الشرق الأوسط حتى كانت المصدر الوحيد للماء المستخدم منزليا بكثير من مدن ذلك الاقليم الى عهد قريب ، وما زالت كذلك حتى اليوم بالقرى النائية ، ليس فى الشرق الأوسط فحسب ، بل فى بعض جهات أوروبا حيث المساكن الريفية المنعزلة فى المزارع البعيدة من مراكز العمران (١) . وهى عبارة عن غرف أرضية كانت تحفر تحت الأفنية الداخلية للمبانى وتسقف وتبطن بالملاط منعا للتهريب ، وتختلف أحجام هذه الخزانات كثيرا ، فمنها ما كان بحجم الغرف العادية ، يكفى مخزونه حاجات الاستهلاك السنوى لأسرة واحدة . ومنها ما شيدته الجماعة بمواضع مختارة من المدينة كمرفق عام حجمه من الكبر بحيث يسمح بانتفاع الجميع . ويوجه ماء المطر الى الخزانات من أسطح المبانى بعد أن تكون رخات الخريف المبكرة قد غسلتها ، وأحيانا تطلق اليها مياه الأفنية وحتى الشوارع بالنسبة للخزانات العامة بعد التأكد من نظافتها . ويدخل الماء الى الخزانات من فتحات بالأسقف ، كما يرفع بأوعية من نفس هذه الفتحات عند الاستعمال .

علمت ندرة المياه سكان تلك المناطق عادة الاقتصاد الشديد والحرص فى استخدامه حتى ليقدر بأن استهلاك الفرد سنويا لا يتجاوز مترين ونصف المتر المكعب ، وهى كمية يمكن أن توفرها الأمطار الساقطة على مساحة أرضية قدرها خمسة عشر مترا مربعا اذا كان معدل المطر السنوى فوقها ٢٠٠ مم . وفى سنة ١٩٢١ كان بمدينة القدس من هذه الخزانات نحو سبعة آلاف قدرت سعتها القصوى بما يقرب من ١٫٦ مليون متر مكعب (٢).

وعندما كانت هذه الخزانات مصدر الماء الوحيد ، كان الأهالى يهتمون بتنظيفها واخلاء الرواسب من قيعانها قبيل حلول موسم الأمطار ، كما

---

(١) نظيم الموصلى ، المصدر السابق ، ص ١٣٦ .
(٢) امبران ، المصدر السابق ، ص ٢٣٤ .

كانت البلديات تقوم بتطهيرها بالمواد الكيماوية سنويا منعا للتلوث . وتتفوق مياه هذه الخزانات فى نوعيتها على كثير من مياه الينابيع لخلوها من الأملاح المعدنية المذابة ، ثم ان استقرارها يضمن ترسب ما قد يعلق بها من شوائب . على أن اعتماد سكان المدن وبعض القرى بالهلال الخصيب وشمال أفريقيا فى السنوات الأخيرة على تمديدات المياه من الآبار التى حفرتها وشغلتها البلديات ، قد قلل كثيرا من الاعتماد على خزن مياه المطر بهذه الوسيلة ، ولكن ظل بعض السكان على عادتهم يحفرون الخزانات عند وضع قواعد مبانى مساكنهم حتى اليوم ، وان كان ماؤها الآن يستخدم فى رى الحدائق أو أغراض التنظيف . ومن المؤسف أن نرى تدهور أحدى وسائل المحافظة على موارد الماء بعد أن أهمل السكان تلك الوسيلة التى استخدمها الأجداد آلاف السنين .

بالانتقال من ظروف الاستبس الى نطاق الصحراء ، تتحول وظيفة الخزانات الأرضية من مصايد لماء المطر الى مستودعات لخزن ما يمكن من مياه الفيضانات العشوائية المتباعدة . ويتبع ذلك اختلاف فى خصائص الموقع والحجم والتصميم . فعلى حين كان المسكن الدائم هو الذى يحدد موضع الخزان بالقرية أو المدنية ، فان طبيعة الأرض هى التى تقرر الموضع المناسب لبركة الصحراء ، وتستقطب هذه البرك فيما بعد مضارب الخيام ودروب القوافل . وأول الشروط اللازم توافرها لحفر البركة أو الصهريج — كما يدعى أحيانا — هو مساحة أرضية كافية على جانب منحدر لطيف تضمن جداوله مصدرا لتغذية الصهريج بالماء ، ومن المواقع المناسبة أيضا الأراضى القريبة من مجارى السيول حيث يمكن بواسطة أقنية خاصة تحويل قسم من ماء الفيضان اليها . واستطاع الانسان ببصيرته أن يكتشف أنسب التراكيب للأرض ، حين فضل حفر خزاناته بمواضع تيسر عليه عملية التحجير واقتلاع الصخور من ناحية ، كما تضمن لجدران الخزان وقاعه تكوينات كتيمة قليلة الانفاذ اقتصاديا للضائع بالتسرب من ناحية أخرى . ففى صحراء النقب على سبيل المثال ، توجد جميع الخزانات بلا استثناء على خطوط التحام طبقات من الحجر الجيرى الصلب على السطح بتكوينات من الطباشير الهش أسفلها ، فكان من السهل على الجماعات التى حفرتها

اخـلاء تكوينات الطباشير الرخوة من تحت الحجـر الجيرى الذى ترك كأسقف تظلل الماء . فى حين تحـول الحوائط الطباشيرية الصـماء دون تسربه . وفى حـالة الخزانات الكبيرة ، كانت تترك أعمـدة من المـواد الطباشيرية الأصلية دون اخلاء ، كركائزكى لا تخر الاسقف الجيرية على نحو ما هو معمول به حاليا فى التعدين بالأنفاق الجوفية .

كان لا بد أن تكون برك الصحراء أكبر حجما من خزانات المنازل ، لتغطى بعضها مساحات تربو على مائة وأربعين مترا مربعا بأعماق تتراوح بين ستة أو سبعة أمتار ، أى أن سعة الواحد منها تناهز الألف متر مكعب عندما تمتلىء تماما بالماء ، وقد تميزت بعض الجهات بوجود أسراب من الخزانات المتصلة التى من شأنها مضاعفة المخزون المائى أضعافا .قلنا لا بد أن تكون الخزانات الصحراوية كبيرة لعدة أسباب أهمها ، أنها خزانات جماعية عامة تستخدمها القبيلة أو العشيرة فى الشرب والأغراض المنزلية وسقيا الأنعام التى تعد أحيانا بمئات أو بآلاف الرؤوس ، يضاف الى ذلك تزويد قوافل التجارة ودواب الحمل بها بذخيرة ماء تكفى على الطريق ، كذلك فان التحسب من السنوات العجاف فى بيئة غير مضمونة المطر ، مدعاة للاحتفاظ بخزن ما يمكن خزنه عند الوفرة حتى يظـل لدى الجماعة مدخر فى حالة شح الغيث بأحد المواسم . وأخيرا لا بد من عمل حساب تضاؤل السعة بسبب وفرة الرواسب التى تكتسحها مياه الفيضان الخاطفة بالصحراء ، وتستقر عاما بعد عام بقيعان الخزانات . وتلافيـا للانطمام السريع ، فان الكثير من الخزانات زودت بأحواض استقرار أو بحفر ترسيب تمر عليها مياه القنوات قبل انصبابها فى الصهريج ، فتتخفف من الرواسب الغليظة التى تنظف بين حين وآخر .

وتجهز الخزانات عادة بدرجات مشيدة تفضى من المآخذ الى القاع ، كى يتمكن المنتفعون من الهبوط وتناول الماء منها مع انخفاض مسـتواه خلال موسم الجفاف الطويل ، وفى بعض الاحيـان كانت طبيعة الأرض تستدعى بناء بعض حوائط الخزان من الحجر اذا كانت جوانبه الأرضية

عرضة للتهدل والانهيار ، أو تبطن من الداخل بالملاط أن كثرت فجاج الصخر ومسار به .

هذه الخزانات جميعا أثرية ، يرجع البعض تاريخ انشائها الى الألف سنة السابقة على ظهور المسيح والألف سنة التالية (١) ، بعضها من صنع الأنباط وبعضها رومانى أو عربى ، وأشهرها فى سورية يوجد فى بصرى الشام بحوران والسويداء بجبل الدروز(٢) ، كما يوجد العديد منها بالأردن ، وبالنقب وساحل مربوط بمصر ، كذلك تعرف هذه الصهاريج على ساحل سيناء باسم الهرابات ، وتتوزع بين القصيمة وعين الجديرات وأم خشيب.وفى ليبيا تكثرالصهاريج باقليم برقةالذى أحصى فيه منذ عدةأعوام ما يزيد على ٢٣٠٠ صهريج،وفى اقليم طرابلس الغرب قدر عددها بالآلاف . بعض هذه الصهاريج من القدم بحيث يصعب الحكم اذا كانت من صنع يد الانسان أم أنها فجوات طبيعية محسنة . وهى فى الأراضى الليبية تكثر بالجهات التى يعز فيها الماء الجوفى أو أينما شابته ملوحة تحول دون الانتفاع به ، وتتميز خزانات برقة بعظم سعتها التى تبلغ فى معدلها ألف متر مكعب للخزان الواحد . أى نحو عشرة أمثال نظيرتها بطرابلس (٣) . وفى السعودية وجدت الصهاريج بمنطقة الوجه وهى ميناء الحجر أومدائن صالح على البحر الأحمر ، وقد أهملت هذه الآبار بعد استخدام الابل والسيارات مؤخرا لنقل الماء من آبار على بعد عشرة كيلومترات حيث تنبجس نبوعه من جوف الأرض فى وادى سبيل (٤) ، وقد أقام عرب سبأ

---

(١) أميران ، المصدر السابق ، ص ٢٣ .

(٢) نظيم الموصلى ، المصدر السابق ، ص ١٣٦ .

(٣) International Bank for Reconstruction and Development : The Economic Development of Libya. Washington, 1960, p. 101.

(٤) عبد الله فلبى،أرض الأنبياء ومدائن صالح . تعريب عمر الديراوى، منشورات المكتبة الاهلية ، بيروت ١٩٦٥ ، ص ٣٢٩ ــ ٣٣٠ .

وحمير الصهاريج بأرض اليمن بأعالى التلال فيما بين الألف سنة السابقة على الميلاد ، وبين منتصف الألف التالية ، عندما أصبحت تقام بعد ذلك عند قواعد المنحدرات (١) .

على الرغم من استخدام البدو حاليا بعض صهاريج الصحراء ، الا أن الاهمال الطويل أدى الى انطمام الكثير منها ، حتى أجبرت سلطات الاحتلال البريطانى والايطالى الأهالى على تنظيف العديد منها ، وفى سنة ١٩٥٧ بدأ فى برقة برنامج يهدف الى اصلاح وترميم واستخدام ما يمكن من الصهاريج الأثرية ، وحتى سنة ١٩٥٩ تم تجديد مائتين منها ولكن بتكاليف باهظة بسبب سوء المواصلات وارتفاع تكاليف نقل مواد البناء . كذلك قامت النقطة الرابعة الأمريكية ببذل المعونة لحفر عدد من الصهاريج المكشوفة بالقرى الصحراوية بأطراف شمال وشرق الأردن ، حيث يفضل البدو حاليا الاستقرار بعض الوقت على الأقل .

٤ ـ السدود :

تقام السدود على مجارى الماء لتوفير كميات كبيرة منه لاستخدامها فى أغراض الرى والزراعة ، ولاستيفاء الحاجات المائية لاستهلاك المدن ومراكز العمران الكبيرة ، ولذا فالسدود ليست من مشخصات الصحراء الحقيقية التى تخلو عادة من الزراعة والتجمعات السكانية الكبيرة باستثناء الواحات . ولكن هذا لا ينفى قيام الزراعة على مياه السيول الجارية ببعض هوامش الصحراء فيما يعرف بالزراعة الفيضية floodwater agriculture وهى على درجات أبسطها زراعة بطون الأودية الضحلة بأطراف الرق والحماد الواقعة على حافة الاستبس ، على نحو ما يمارس بدو الأردن بالأراضى الممتدة على مسيرة أربعين كيلومترا جنوب شرق عمان . فعند انحسار السيل الذى يكون قد فرش بطن الوادى بطبقة من الطمى ، ونقع التربة لأعماق معقولة ، يبذر الشعير أو القمح فيتغذى على

---

(١) Huzayyin, S., «Changes in Climate, Vegetation, and Human Adjustment in the Saharo-Arabian Belt, With special reference to Africa, in : Thomas, W.L. *ed.*, Man's Role in Changing the Face of the Earth. University of Chicago Press, 1962, p. 316.

الرطوبة المتوافرة ، وربما سقاه سيل أو سيول أخرى أثناء الموسم • لكن فى بعض السنوات تكـون هذه السيول من الوفرة بحيث تحول الأرض الى مستنقعات تتلف المحصول • ومـن المقرر أن الجهـات الهامشية التى يقصر بها أجل الفيضان الى ما يتراوح بين ٣٢ ، ٧٦ ساعة فقط فى الموسم ، لا تتشبع تربتها برطوبة كافية وتصبح زراعتها من قبيل المقامرة غير المضمونة العواقب (١) • وتستخدم طريقة الزراعة الفيضية كذلك فى بعض أجـزاء الأودية المخدرة على الجانب الشرقى من مرتفعات الحجاز ، وأودية المرتفعات الجنوبية بشبه الجزيرة العربية بجمهورية اليمن الجنوبية والجوانب المدرجة من الأودية الخانقية المنتهية الى خليج عمان (٢) •

تمارس الزراعة الفيضية على مستوى أرقى باسطح الدالات المروحية عند قواعد جبال أطلس الصحراوية بالجزائر ، حيث يحول الزراع مياه السيول التى لا تترسم مجارى معينة الى حقولهم ، ويصبح جهد الجماعة منصبا على محاصرة السيل لا رغامه باستمرار على الجريان بأعلى نطـاق على ظهـر المخروط الفيضى ، كى تسيل مياهه فى الأقنية المفضية للحقول على الجانبين • الا أن لهذا النشاط الزراعى خطورته أيضا ، ففى بعض البقاع تكون المياه من العنف بحيث تمارس نشاطا حتيا يجرف التربة ويعرى جذور الأشجار ويقتلعها ، وفى مرات أخرى يجلب النيل أطنانا من الرواسب ليحطها فوق الحقول ويدفن أشجارها تحت الرغام (٣) •

أما الخزانات Dams وسدود التحويل Diversion dikes فهى تكنيك معروف منذ القدم بجزام الاستبس والهامش الصحراوى المجاور ، وهى عبارة عـن حواجز من الأحجار أو التراب أو الاسمنت المسلح تقام على مجارى الأودية ، خاصة تلك التى تضرب منابعها بمناطق رطبة بالحواشى الجبلية المجاورة ، فتقوم تلك الحواجز باحتباس مياه الفيضانات للانتفاع بها فى الرى ، وتسمى السد أو الربطة بالمغرب الكبير ، وهى سدود مؤقتة

---

(١) Monod, Th. and Toupet Ch, «Land Use in the Sahara-Sahel Region,» in : Dudley Stamp, ed., 1961, Ibid, p. 245.

(٢) فيشر ، المصدر السابق ، ص ٤٥٩ — ٤٧٠ •

(٣) Despois, J., «Development of Land Use in Northern Africa. with reference to Spain. in : L. Dudley Stamp, ed., Ibid p. 224.

تقام من الحصى والطين والأحجـار والمواد النباتية وتثبت بقوائم خشبية متينة تدق فى الأرض ، ولكـن سرعان ما تجتاحها الفياضانات لتقام من جديد • وتحول المياه أمام السد الى قناة على أحد الجوانب أو قناتين على الجانبين يلزم ترميمهما كلما اهترأت مآخذهما ، فاذا كانت الأرض المزروعة محدودة المساحة بالمناطق الوعرة داخل نطاق المرتفعات،استخدمت القنوات الرئيسية مباشرة فى رى الحدائق على ضفافها ، أما بالأحباس الدنيا حيث تنفسح السهول ، تتفـرع من القنوات الرئيسية مساق فرعية تحمل الماء للحدائق على جوانبها •

من الطبيعى أن يستفيد بمياه هذه الخزانات كل من يملك أرضا على جانبى المجرى شريطة أن يكون قد أسهم بعمله فى اقامة السد والمساقى ، والسهر على صيانتها • وفى المناطق الجبلية حيث الماء وفير والأرض القابلة للزراعة محدودة ، يأخذ كل مزارع من الماء الحصة التى ترضيه • وتتابع الخزانات أو السدود على مجرى الماء على أبعاد كافية لاعطاء الفرصة لكل منها لخزن كمية معقولة من الماء ، وأحيانا ينظـم ملؤها فى مناوبات يتفق عليها بين جميع الزراع على المجرى المشترك • وعندما يشارف المجرى مصبه عند السهول قرب قواعد المرتفعات يتضاءل ماؤه ، ولذا يقام خزان واحد كبير ، الا أن قلة الماء واتساع الرقعة القابلة للزراعة تخلق تنافسا ومنازعات بين المنتفعين على الحصص المائية ، وهذا ينطبق على سهول الهدنة وقواعد أو راس حيث يقسم الماء بنسبة مساحة الأرض المـزروعة ولا ينفصـل عنها حق الارتفاق ، وعند الرعاة وأنصاف الزراع الماء كالأرض ملك جماعى للعشيرة (١) •

يشيع استخدام هذه الخزانات بسهـل الهدنة الجزائرى بالاستبس والسهول الصحراوية عند قواعد أطلس وسهـل القيروان بتونس وسهل الجفارة بطرابلس وبعض المرتفعات الجنوبية للجزائر ، وكذلك منطقة تدمر وجنوب الفرات بسورية ، والمنحدرات الشمالية الشرقية لهضبة اليمـن

---

(١) المصدر السابق ، ص ٢٢٤ .

ومرتفعات عسير والحجاز . ويلاحظ أن بعض السدود فى تلك المناطق أثرى مهمل ، وبعضها الآخر شيده الأهالى فى عهود لاحقة .

أهم عيوب هذه السدود ، تعرض مخزونها المائى للبخر الشديد تحت شمس الصحراء وهوائها الجاف ، ثم تناقص سعتها بسرعة مذهلة بفضل ما يحمل اليها من رواسب غزيرة مع كل سيل ، فكان لابد من التفكير فى اجراء تجارب لضبط معدلات الارساب والبخر لاطالة عمر الخزانات بصفة عامة وتقليص الضائع بالبخر . وأخيرا فان تفاوت الفياضانات من موسم لآخر له خطورته فى ناحيتين ، الناحية الأولى هى عنف الفيضانات فى بعض المواسم بحيث تخرب السدود ، ويتعين على الانسان أن يظل فى كفاح مستمر مع الطبيعة لضمان معيشة الكفاف . أما الناحية الثانية فهى عدم ضمان الايراد المائى الكافى لملء الخزانات فى مواسم أخرى ، ولذا فان بعض الخزانات الحديثة التى أقامها العدو على صحارى المناطق المحتلة من فلسطين ، صممت لاستيعاب ثلاثة أمثال الحاجة الفعلية من الماء تحسبا للمواسم الشحيحة (١) .

من حيث عمر هذه السدود ، فان براعة الرومان فى تصميمها واختيار أمثل المواقع لاقامتها ، وازدهار الزراعة بأراضى الامبراطورية فى عهودهم ، أغرى الكثير من الباحثين بارجاع الفضل اليهم وحدهم فيما نشاهد من آثار العديد من السدود بمنطقتنا العربية . ففى منطقة تدمر السورية كشف عن العديد منها مثل سد الريشة وخان منقورة ، وفى منطقة الفرات سد الرصافة قرب أطلال سرجيوبوليس Sergiopolis الواقعة على بعد ثلاثين كيلو مترا الى الجنوب من مجرى الفرات (٢) . كذلك بسهل الهدنة بالجزائر توجد شبكات رى كاملة لنقل مياه الفيضان للحقول من أمام عدد من الخزانات الرومانية . وفى بعض بقاع بقية المغرب الكبير لا يكاد يخلو واد ذو شأن من سدود تحويل رومانية كانت تبنى من الحجر أو خليط من الحصى فى طينة لاحمة ، وفى بعض الحالات درجت قيعان المجارى المائية خلف السدود كى تتكسر عليها تيارات الماء فى هوادة فلا

(١) دكسى ، المصدر السابق ، ص ٨٤ .
(٢) الموصلى ، المصدر السابق ، ص ١٣٧ — ١٣٨ .

تسبب حدة سقوطه واندفاعه نحرا قاعديا يقوض الأبنية من الخلف ، كما كانت بعض قنوات الرى تقام من الحجر حتى لا تهيل (١) .

لكن هذا لا يعنى استئثار الرومان بذلك الفن دون غيرهم ، فمن قبلهم أقام العرب من أهالى اليمن سدودا دخل بعضها التاريخ ، فكان سد مأرب الصخرى أعظم مشاريع خزن المياه فى حينه بشمال شرق الهضبة ، وبلغ من اتقانه أن ظل يقاوم غوائل الفيضان ويجود بالخير عدة قرون حتى انفجر أخيرا حوالى القرن الثالث الميلادى فتفرق السكان فى أنحاء شبه الجزيرة ، وزال ملك سبأ فذهبت مثلا حين يقال « تفرق القوم أيدى سبأ » (٢) . وخلال الفترة العربية أقيمت سدود جديدة كما أعيد بناء وترميم الشبكات الرومانية القديمة بانحاء العالم العربى . وقد ارتبط انشاء القيروان ـ على سبيل المثال ـ بتحويل مياه عدد من الأودية بواسطة مشاريع هندسية شملت البرك والخزانات والسراديب الأرضية ، وتبين من دراسة سوليناك Solignac آثارها بعناية ، أن ما بها من عمارة له طابع عربى أصيل أكيد ، يرجع الى الفترة ما بين القرنين الثامن والحادى عشر ، كذلك اكتشف بئر تجميع بالقرب من تلمسن Telmcen يعود للقرن الرابع عشر كان يستخدم لرى حدائقها ، وأقام العرب الكثير من الخزانات بالاستبس التونسى لسقيا الحيوان ، وقد ظلت بقايا ما شيد منها من حجر باقية فى الوقت الذى اندثرت قرى اللبن التى استخدمتها . وحديثا أقيمت عدة سدود فى ظل الاستعمار الفرنسى والايطالى بشمال أفريقيا(٣). ويكمل الاستعمار البريطانى الصورة باقامة سد أسوان .

بالأراضى السعودية بقايا العديد من السدود القديمة فى المناطق التى اشتهرت بالزراعة على مر العصور ، ففى منطقة الطائف أمكن التعرف على ثمانية سدود لحجز مياه السيل للرى ، منها سد العياد على بعد عشرة كيلومترات شرقى الطائف ويرجع تاريخ انشائه الى سنة ٦٨٠م . وسد

---

(١) دى‌بوا ، المصدر السابق ، ص ٢٢٧ .
(٢) د. عبد الحميد البطريق : من تاريخ اليمن الحديث . معهد البحوث والدراسات العربية ، القاهرة ١٩٦٩ ، ص ٦ ـ ٧ .
(٣) دى‌بوا ، المصدر السابق ، ص ٢٢٩ ـ ٢٣٠ .

السلقى وسد الجبرجب على بعد ٣١ و ١٣ كيلومترا جنوب شرق وشمال غرب الطائف على التوالى • وفى خيبر اكتشفت بقايا سدود ست ، منها سد الحصير وسد خيبر وسد قصر البنت ويقع سد الحصير على مسيرة ثلاثين كيلومترا جنوب شرق خيبر ولا يقل عمره عن ١٥٠٠ سنة ، ويبلغ طوله ٣٣٠ مترا وارتفاعه ١٢ مترا ، واستخدم فى بنائه الحجر والجص (١) • وفى جهات تهامة ما زال السكان حتى الوقت الحالى يقيمون سدودا ترابية على مجارى الأودية المنحدرة من المرتفعات عبر السهل الساحلى كى لا يضيع ماؤها هباء الى البحر الأحمر ، وتكثر هذه السدود بصفة خاصة بأودية تهامة عسير لوفائها بفياضانات أكثر انتظاما فى ظل ظروف تعتبر أرطب ما بالأراضى السعودية ، الا أن انجراف هذه السدود فى بعض السنوات وما يتبع ذلك من اهتزاز الاقتصاد الزراعى المتواضع ، دفع الحكومة لاجراء دراسات مستفيضة تمخضت عن برنامج لاقامة عدد من السدود على الأودية الرئيسية ، نفذ منها بالفعل سد على وادى جيزان لرى نحو ٧٠ ألف فدان من الأراضى الزراعية • وفى منطقة الطائف أقيم سد عكرمة على وادى وج لحجز أكثر من ١٫٥ مليون متر مكعب سنويا ، وعلى وادى نمار جنوب غرب الرياض شيد سد آخر يحجز نحو ستة ملايين متر مكعب من الماء تسقى بساتين الرياض وحدائقها •

المياه الجوفية

ندرة المياه السطحية وعدم انتظامها تجعل المياه الجوفية المصدر الوحيد الذى يعول عليه بشىء كبير من الاطمئنان فى الصحراء ، فلولاها لبقيت مساحات واسعة خلوا تماما من كل بشر لا بالصحراء الداخلية فحسب ، بل وفى النطاق الهامشى من الاستبس • وحتى بالمناطق القريبة من مصادر المياه السطحية بالأنهار التى تعبر الصحراء ، يصبح الماء الجوفى تحت أراضى تلك المناطق أيسر موردا من استجلاب مياه الأنهار فى قنوات أو ما شاكلها ، أبلغ دليل على ذلك زراع الهامش الصحراوى المحدق بوادى النيل بمصر الوسطى والعليا ممن يحفرون آبارا لرى مزارعهم المتواضعة من الماء

(١) قلبى ، المصدر السابق ، ص٢٦ ــ ٢٧ •

الجوفى ، فى الوقت الذى يتعذر عليهم ـ بسبب ارتفاع الأرض ـ الحصول على ماء النيل وهو على مرمى النظر من حقولهم (١) . فمتى ثبت وجود خزان جوفى أمكن السحب منه على مدار السنة ، وقلما يتأثر بالذبذبات التى تنتاب المطر من عام لآخر ، طالما كان الاستغلال فى حيز المعقول ، وهذا أحد أوجه تفوق المياه الجوفية على المياه السطحية . ثمة ميزة أخرى هى خلو المياه الجوفية من الشوائب والأكدار ، وعدم تعرضها للتلوث بالنفايات العضوية على نحو ما يصيب المياه السطحية المخزونة التى ينبغى تصفيتها وتنقيتها قبل استعمالها للشرب ، الا أن المياه الجوفية فى حالات غير قليلة قد تتحمل بكميات من الأملاح المعدنية المذابة التى ان فاقت حدا معينا اضحت زعافا قليلة النفع للشرب والزراعة .

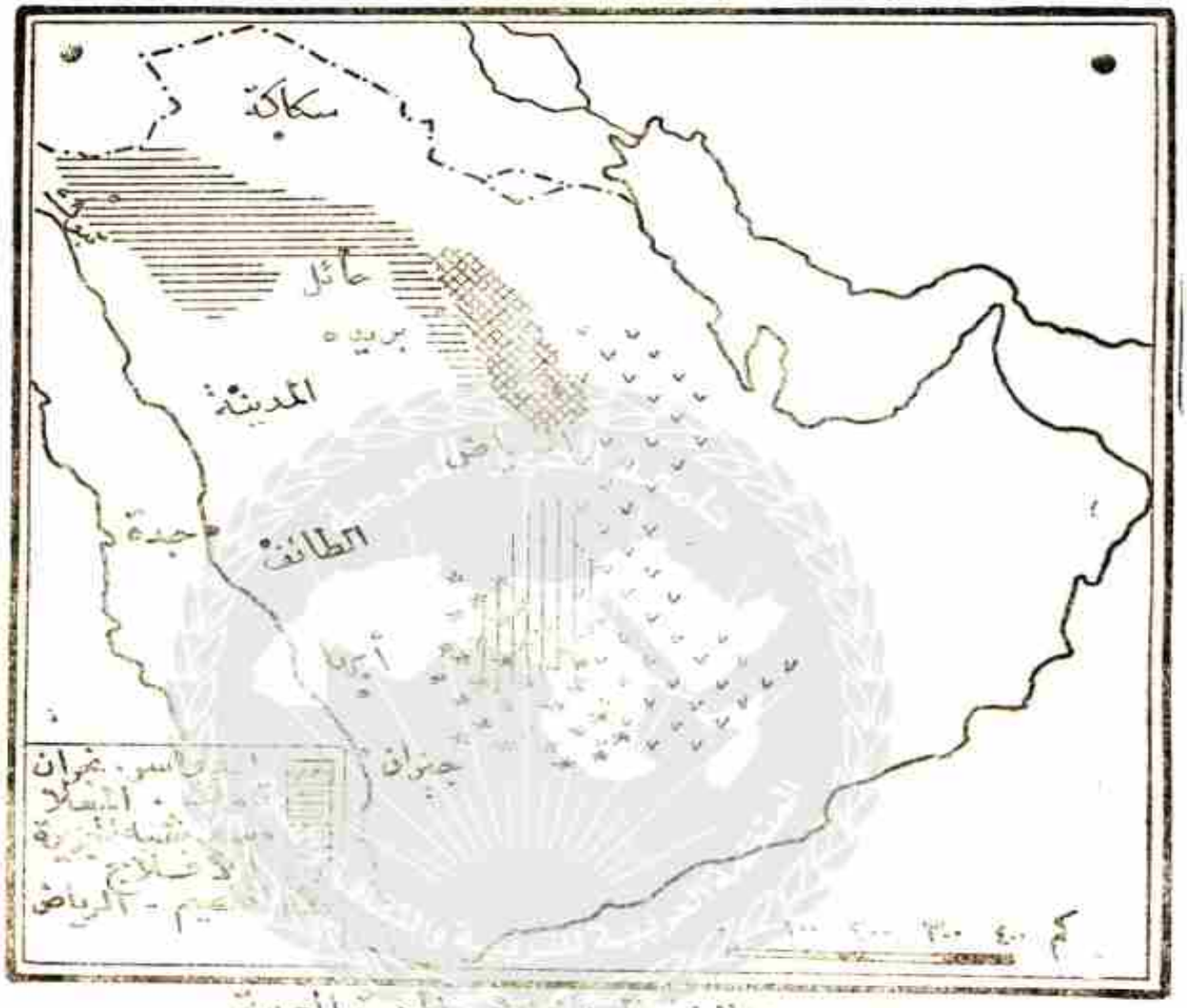
التوزيع الجغرافى للمياه الباطنية تحدده بدقة مناطق الواحات المتناثرة على أديم الصحراء (شكل ١ ، ٢) ، فمنذ القدم فطن الانسان العربى فى البادية لمواطن الماء المكنوز تحت أرضه واستخرجه بشكل أثار اعجاب الغرب . وفى ذلك يقول الاستاذ ديكسى المدير السابق لمصلحة المساحة الجيولوجية البريطانية لما وراء البحار « لقد اكتشف البدو ممن درجوا على أرض الصحراء أجيالا الأماكن التى تحتجز أرضها الماء الجوفى ، ولهم فى ذلك خبرة طويلة وحدس صادق مستمد من تجارب حقيقية ، وحتى الآن ما زالت وسائل الكشف العلمى الحديث لدينا عاجزة من تحسين أساليب الاهتداء الى أنسب أماكن انزال الآبار بشكل يفوق بكثير خبرة أهل الصحراء (٢) » .

اذا قلنا من قبل بأن أمطار الصحراء غريبة عليها لأنها تأتى كفضلة ماتجود به نظم مناخية مجاورة ، فهناك من يؤمن أيضا بأن المياه الباطنية بها ليست منها ، وانها مستوردة من أقاليم مجاورة ، أو متخلفة بها عن الماضى حينما لم تكن الصحراء صحراء . ولقد كانت الدراسات المبكرة التى أجراها

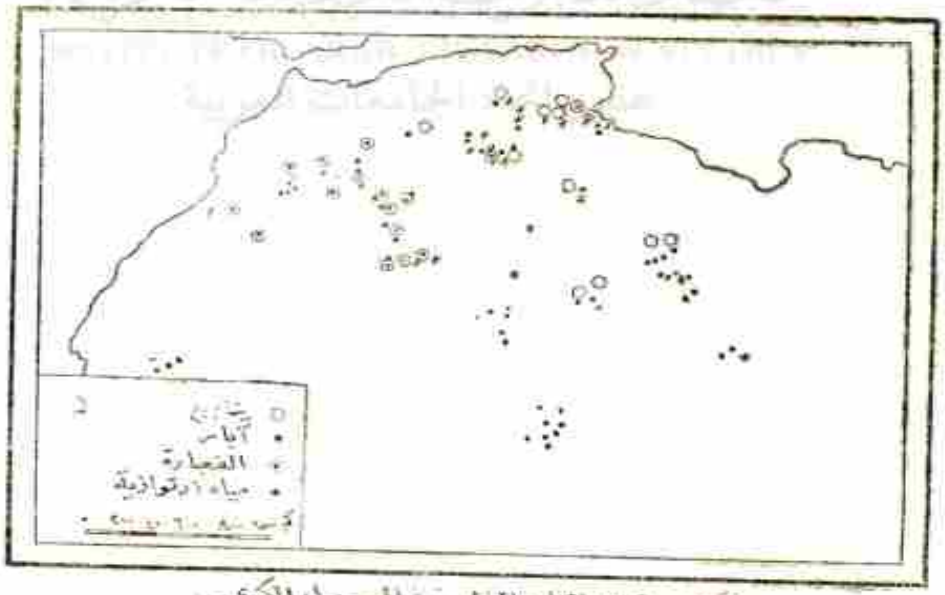
---

(١) Bheiry, S.A., «Geomorphology of the Western Desert Margin between Sohag and Nag Hamadi, Egypt,» Bull. Soc. Geog. D'Egypte, T. 41, 1967, pp. 60-69.

(٢) ديكسى ، المصدر السابق ، ص ٨٨ .



شكل (١٠) المياه الجوفية العميقة في شبه الجزيرة العربية
عن مقرر المياه الدولي سنة ١٩٦٠



شكل (٢) توزيع الموارد المائية في الصحراء الكبرى

جون بول فى مصر على الصحراء الليبية ومنخفضاتها ومصادر الماء بها ، هى أساس الاعتقاد الذى ساد فيما بعد عن وجود مصادر الحوض الارتوازى الليبى بمناطق نائية على أطراف الصحراء جنوبا عند مرتفعات Ennedi Erdi بالقرب من منخفض تشاد • فهناك حيث الأمطار وفيرة ، وتتسرب المياه الى جوف الأرض حتى تبلغ طبقة الخراسان النوبى فتسرى بها وتنحدر مع ميلها شمالا ، لتظهر قرب سطح الأرض أينما غار السطح بمنخفضات الواحات العميقة • وفى ضوء ندرة الأمطار التى لا تتجاوز مليمترا واحدا فى معدلها السنوى بالخارجة حاليا ، يصبح من المعقول افتراض وجود مورد تغذية بمناطق أرطب من أراضى الصحراء ذاتها ، كذلك من المستبعد أن يكون النيل هو مصدر المياه الجوفية بمناطق نائية فى عرض الصحراء بعد أن ثبت ارتفاع مناسيب العيون والآبار فى منخفضات الصحراء الغربية عن مناسيب نظيراتها على نفس خطوط العرض بوادى النيل شرقا ، كما لوحظ انصراف المياه من طبقات الحجر الرملى النوبى الى مجرى النيل فى بعض المواضع كالحال أمام قرية الدكة بمحافظة أسوان ، فى الوقت الذى تظهر المياه بينابيع وآبار الصحراء الشرقية على الجانب الآخر بنفس التكوينات الرملية عند بئر كنائس وبئر لقيطة (١) • وعلى هذا الأساس تكون الطبقات الحاوية للماء بالصحراوين واحدة ، وأنها من السمك أو العمق بدرجة لم يتمكن نهر النيل معها الا أن يقطعها عند السطح دون أن يتعمق فاصلا بين شطريها (٢) •

لأنصار التغيرات المناخية الطارئة خلال البلايستوسين رأى آخر مفاده أن مصدر المياه الجوفية محلى صرف ، ولكنها مياه حفرية Fossil موروثة عن مناخات رطبة غابرة مرت فى أدوار على أرض الصحراء • ويقيم هؤلاء نظريتهم على أساس أن كميات الأمطار الحالية على مرتفعات اردى وانيدى التى لا يتجاوز معدلها السنوى ٢٠ مم و ٢٠٠ مم على التوالى ، لا يمكن أن تشكل مصدر تغذية كاف لهذا الحوض الارتوازى العظيم ،

---

(١) د. محمد صفى الدين : مورفولوجية الاراضى المصرية ، القاهرة ١٩٦٦ ، ص ٣٩٥ .

(٢) Murray, W.G., «The Egyptian Climate, An Historical Outline», geog. Jour Vol. 67, 1929, pp. 424-425.

خاصة اذا قدرنا كمية المياه المتسربة والداخلة للخزان الجوفى بنحو ٢٠٪ فقط من مجموع التساقط السنوى ، واذا كانت هجرة المياه من تلك المرتفعات حتى منخفض القطارة تتطلب من الوقت مايتراوح بين ثلاثين ومائة ألف عام ، فان هذا يعنى توافقا زمنيا بين طول الرحلة الجوفية وبين آخر العصور المطيرة فى البلايستوسين،التى بدأت منذ ثمانين ألف سنة ، وانتهت منذ عشرين ألف سنة خلت (١) • نفس الشىء يقال عن أصل المياه الجوفية بشبه جزيرة العرب حيث يميز الباحثون بين نوعين منها ، مياه باطنية سطحية بالطبقات العليا التى لا يزيد عمقها عن بضع عشرات من الأمتار تحت الأرض ، وهى حصيلة الأمطار والسيول الراهنة ، وأخرى بالطبقات العميقة على بعد مئات من الأمتار أسفل السطح ، وهى مدخر عصور جيولوجية ماضية • يدعم هذا الزعم انخفاض مستوى المياه الجوفية كثيرا بآبار الصحراء فى المناطق الداخلية التى شحت أمطارها بشكل ملحوظ منذ بداية العصر الحجرى الحديث الذى استقرت فى أعقابه ظروف الجفاف الراهنة بالصحراء ، هذا فى الوقت الذى لم يطرأ انخفاض يذكر على آبار الهوامش الخارجية الرطبة لأنها ما زالت تتمتع بأمطار تكفى لتعويض الخزان الجوفى عما يفقد •

استنادا للرأى السابق ، نذكر بأنه خلال الخمسة آلاف سنة الأخيرة عانى منسوب المياه الجوفية فى الصحارى المصرية هبوطا ملحوظا ، فالينابيع الحفرية المتحجرة بالواحات الخارجة تشير تلالها المخروطية الى أن المياه كانت وقتذاك تنبجس تلقائيا على منسوب أعلى من مناسيب الينابيع الحالية بما يتراوح بين ٥٥ و ٦٠ مترا ، وفى جبل عوينات والجلف الكبير وواحات طرفاوى نضبت كثير من الآبار والينابيع التى كانت جارية فى عهد الأسرات بمصر ، ومنذ العصر الرومانى سجل بير المساحة هبوطا يقرب من ٢٢ مترا،ونزلت مياه كل من بير الأطرون ومرجا عشرة أمتار • وفى الصحراء الشرقية غار الماء الجوفى بأكثر من سبعة أمتار بوادى العلاقى منذ عصر الأسرات ، كما أن الآبار الرومانية بوادى قنا جفت تماما فى الوقت الحالى •

اذا انتقلنا الى وادى الأردن حيث نظفت حديثا بعض الآبار الرومانية

---

(١) بوتزر ، المصدر السابق ، ص ٤٥ ــ ٤٦ •

نجدها بقيت جافة ، كما هبطت ينابيع قصر الأزرق بمعدل مترين • وفى تدمر هبط مستوى الماء الجوفى الذى كان يغذى الفجارات البيزنطية بشكل يستدعى دفعة الآن من الطبقات الحاوية للماء • وهبط مستوى الماء الجوفى مترا واحدا فى الظهران ، بينما تقع قنوات الرى السبئية اليوم على ارتفاع ثلاثة أو أربعة أمتار فوق مستوى المياه الجوفية بداخل اليمن (١) •

الاتجاه العام يشير الى تقلص المخزون المائى تحت أرض الصحراء بمرور الزمن ، قد يكون هذا دليلا على تضاؤل الايراد بفضل التجفف التدريجى منذ أواخر البلايستوسين ، ولكنه قطعا نتيجة الاسراف فى استخراج الماء بقدر يفوق معدلات التغذية ، وهذا ما تشير اليه الحقائق المتوفرة عن الاستغلال المعاصر • ففى الجهات الداخلية من مربع طرابلس بليبيا نزل مستوى الماء الجوفى نحو خمسة عشر مترا منذ ١٩٣٠ ، بينما سجلت آبار طرابلس على الساحل الطرابلسى هبوطا قدره متران منذ سنة ١٩٤٠ (٢) • كذلك قدرت المساحة الجيولوجية المصرية أن مستوى المياه الباطنية قد هبط فى الخمسين سنة الأخيرة بمعدل عشرة أمتار فى الواحات الداخلة ونصف ذلك القدر فى الواحات الخارجة • هذه الأمثلة وغيرها كثير ، تؤكد أن الرصيد المائى الذى تراكم خلال عصور ماضية يستنزف ، أو بمعنى أصح « يعدن » لأنه لا يعوض ، وسواء كان مصدر المياه جهات أرطب أو عصور أمطر فالنتيجة واحدة ، وهى أن قسما من المخزون هو حصيلة ادخار أجيال طويلة غابرة •

هناك اتجاه ثالث يرفض الاعتراف بنظرية المياه الجوفية المستوردة من خارج الصحراء أو الموروثة من أزمان جيولوجية سابقة ، هذا الاتجاه واقعى بمعنى أنه لا يحبذ القول بوجود ما يسمى بالأنهار الجوفية التى تستقى منابعها من وسط أفريقيا أو النيل ، وتسرى بعد ذلك تحت الأرض حتى ساحل البحر المتوسط ، وهى فكرة شاعت فى وقت ما دون أى دليل جيولوجى يدعمها ، كذلك ينظر الى تردى مستوى الماء الجوفى لاكبر هان

---

(١) بوتزر ، المصدر السابق ، ص ١٠٣ .

(٢) البنك الدولى للانشاء والتعمير ، التقرير السابق ، ص ١٠٣ .

على تحول نحو مناخ أجف بقدر ما هو نذير بعواقب الاستعمال الجائر ، فما يمكن سحبه من أى خزان باطنى ينبغى أن يبقى فى حدود الايراد الراهن الذى تتيحه الأمطار على أرض حوض التغذية • وقد التزمت بعثة البنك الدولى للانشاء والتعمير بهذا الاتجاه فى تقديرها لموارد المياه بالحوض الارتوازى لفزان ، حين اعتبرت مصدر التغذية الوحيد بمناطق المرتفعات الواسعة التى تطوق الحوض من جميع جهاته تقريبا ، والتى منها ينحدر ما تنشر به الأرض من ماء المطر مع الميل العام للحجر الرملى والرواسب الفيضية السطحية تجاه مركز المنخفض الواقع جنوب واحات مرزوق مباشرة (١) •

نفس الظروف تنسحب أيضا على بعض جهات الأردن حيث لوحظ أن شح الأمطار فى موسم أو عدة مواسم متعاقبة له انعكاسات مباشرة على انتاج الآبار التى تزود مدينة عمان بمياه الشرب ، وفى العقبة يستمد الماء للمدينة من آبار براس المرجة الفيضية لوادى اليتم الذى تغذى حوضه أمطار محلية تصيب راس النقب والمنحدرات الشرقية للتلال الجرانيتية بجنوب الأردن (٢) • كذلك تعتمد جميع الآبار الضحلة بساحل مربوط على الأمطار المحلية القليلة كمصدر وحيد للتغذية ولا تجلب الآبار العميقة سوى ماء أجاج •

أيا كان مصدر المياه الجوفية فهى عماد الحياة البشرية فى الصحراء وسببها ، ويمكن طلبها بوسائل متعددة منها :

١ ـ الآبار السطحية :

رغم توقف انسياب المياه السطحية بانتهاء السيول الطارئة فان بطون بعض أودية الصحراء تتميز بدورة مائية تحتية sub-surface flow or underflow فيما بين فجوات الرواسب تستمر مددا مختلفة قبل أن تبطل

---

(١) المصدر السابق ، ص ٣٦٥ •

(٢) Beheiry, S.A., «The Port Town of Aqaba, Jordan, «Quarterly Journal of the Natural Resources Authority, Amman. Vol. 1., 1969, p. 12.

تماما ، ويتخلف عنها أجسام مائية منعزلة بفجوات بطـون الأودية تحت حصبائها السميكة ورمالها . مشكلة خزانات تظـل تنضح رواسبها بالماء خلال موسم الجفاف . ويمكن طلبها باخلاء حفر ضحلة بالبطون فى الأماكن المناسبة ترشح اليها المياه ، ويستخدمها البدو بصحراء مصر الشرقية وبادية الشام حيث تعرف محليا باسم « النظافة » ، ويسحب ماؤها بعد أن يتجمع منه قدر كاف بقيعان الحفر . ومع أن المياه تشح وتتدهور نوعيتها كلـما أوغلنا فى الصيف ، الا أن بعض تلك الخزانات من الكبر بحيث يعول عليها فى امداد مدن كاملة بحاجاتها المائية فى اجزاء خارج الصحراء العربية كالحال فى مدينة كانو بنيجيريا واليس سبرنجز Alice Springs باستراليا (١) .

فى بعض الجهات تقام سـدود غائصة بعرض بطـون الوديان خلال الرواسب لتوقف حركة انسياب المياه بينها تجاه المصبات ، وتضمن الابقاء على خزانات جوفية مستديمة تتفوق على الخزانات السطحية أمام السدود الظاهرة فى عدم تعرض رطوبتها للتبخر ، وتستقى مدينة مصوع الماء بفضل هذا النوع من السدود الجوفية (٢) . الا أن اقامة مثل هـذه السـدود تستدعى توافر شروط جيولوجية معينة ، منها ضـمان عـدم تهريب قاع الوادى وجوانبه للماء تحت الرواسب ، ومن ثم لابد من اقامة جسم السد اما على صخور صلدة محكمة ، أو خلال رواسب طينية قاعدية قليلة المسام والفجوات . وفى بعض الجهات أدت الطبيعة هذا الدور كاملا كالحال فى وادى عربة حيث تبرز أعتاب صخرية وعروق صمـاء معترضة الرواسب الفيضية السميكة التى تملأ بطن الوادى ، وتحتجـز مياه الدورة التحتية أمامها ، ولذا كانت الآبار التى تحفر خلف هذه القواطع أى فى مهابطهـا downvalley جافة ، بينما تجود الآبار أمامها بالماء .

فى بعض الحالات يمكـن الحصول على مـوارد دائمة من البطون والرواسب الفيضية الرملية بدق أنابيب مثقبة مكسوة بمصافى معدنية لعمق عدة أمتار فى الرواسب المشبعة ، على نحو ما كان متبعا ـ وما زال ـ فى

---

(١) ديكنسى ، المصدر السابق ، ص ٩١ .
(٢) نفس المصدر ، الصفحة التالية .

الريف المصرى قبل تعميم مياه الشرب • وفى سورية يحفر القرويون آبارا ضحلة للحصول على المياه الباطنية القريبة من السطح حيث لكل مسكن من مساكن القادرين بئرها الخاص، بينما فى اقليم الاستبس وتجاه الصحراء تبرز أهمية الآبار بالمنخفضات وجوانب الخبرات التى تستقبل مياه الروافد والجداول ، وكثيرا ما تنزل عبر التكوينات السطحية الى طبقة أسفلها مشبعة بالماء من مصادر أوسع من نطاقها المحلى (١) • وفى الأراضى السعودية تمثل مرتفعات البحر الأحمر موردا للمياه الجوفية الضحلة التى تجلبها الأودية المنحدرة على جانبى خط تقسيم المياه الى المنخفضات والبطون ، ويعتبر سهول تهامة عسير من أغنى بقاع المملكة من هذه الناحيه ، ومن الطبيعى أن تختلف كمية الماء من مكان لآخر تبعا لحظه من الأمطار ، ودرجة مسامية الرواسب ونسكها . أى طاقتها على الاستيعاب والحفظ . لهذا كانت مياه وادى السرحان على طول الحدود الأردنية السعودية محدودة بسبب ضيق الأراضى التى ترفده . كما أن نسبة الملوحة بالماء عالية بفضل السبخات المتخلفة عن بحيرة أو عن البحيرات البائدة .

وبالأردن توجد المياه الجوفية قرب السطح بالرواسب الفيضية من الرمال والحصى والطمى التى تكدست بكميات هائلة على امتداد صحراء الغور الاردنى منذ نشأة الأخدود . هذه الرواسب تتشرب مياه الفياضانات الغزيرة المنبعثة من الأودية عند خروجها من نطاق الهضاب العالية على الجانبين وتخزنها ، ونظرا لسهولة طلب هذا المورد والتوسع فى الزراعة فقد أرهق الخزان الجوفى حتى ليقدر العجز المائى بين الايراد والمسحوب بنحو ٢٩ مليون متر مكعب سنويا (٢) • وفى منطقة عمان ــ الزرقاء ووادى الضليل تمثل حصباء الهضاب السطحية خزانا مائيا هاما يمكن الوصول الى سطحه على عمق عشرة أمتار فأكثر فى معظم الحالات .

---

(١) الموصلى ، المصدر السابق ، ص ١٤٠ ــ ١٤١ .

(٢) Mudallal, U.H., Land and Water Use in the Hashemite Kingdom of Jordan. Paper submitted to the Near East Land and Water Use Meeting, Amman 1969, p. 5.

على الجانب الآخر من شبه الجزيرة العربية توجد المياه بكميات متفاوتة ونوعيات متباينة بامتداد سواحل الخليج ، وقد كانت هذه المياه فى الماضى الباعث على قيام عـــدد من القرى التى ازدهرت كمحطات للتجارة على الطريق ما بين الخليج وساحل البحـــر المتوسط ، كما كانت مراكز لصيد الأسماك واللؤلؤ الذى تدهورت أهميته بعد نجاح زراعته على نطاق تجارى فى اليابان ، لينبذ بعد ذلك كحرفة عندما تدفق البترول . فالكويت نشأت حيث يمكن الحصول على ماء الشرب . كذلك القرى الخمس المعروفة باسم القصور من الفنيطس شمالا حتى الشعيبة جنوبا ، تستقى مزارعها من آبار ضحلة عمقها ما بين أربعة وستة أمتار تحت السطح ، وتتناثر فى شقة ساحلية طولها زهاء خمسة وعشرين كيلومترا جنوب مدينة الكويت (١) .

أما الصحارى العربية على الجانب الافريقى فتتوافر لها أيضا موارد جوفية قريبة مـــن السطح سواء على الهامش الساحلى أو بمنخفضات الواحات بالداخل . فابتداء من ساحل شبه جزيرة سيناء وعبر الهوامش الشمالية للدلتا حتى ساحل مريوط ، يبرز دور الرواسب الرملية الهوائية كمستودع جوفى ثمين أقرب ما يكون الى سطح الأرض . فالكثبان الرملية قدرة هائلة على امتصاص ماء المطر بشراهة ، اختزانه لحين الحصول عليه بعد ذلك من آبار ضحلة تحفـــر فى الفجوات والمنخفضات بين أشرطة الكثبان ، وأفضل المياه وأغزرها توجد بالطرف الشمالى الشرقى لنطاق الكثبان تجاه غزة حيث تزيد كمية الأمطار السنوية على ٢٠٠ مم . أما رمال ساحل الدلتا فتتغذى رطوبتها مزارع المقات والخضر دون حاجة الى رى . وعلى امتداد ساحل مريوط تغطى الآبار التى تحفر على عمق نحو أربعة أمتار فى الكثبان الرملية البيضاء موردا طيبا . الى الغرب من ذلك وبامتداد الساحل الليبى تكثر العيون بالمناطق المحيطة بالجبل الاخضر تجاه البحر . كما تجود الآبار بالماء بمنطقة بنغازى وطرابلس وأن اختلفت نسبة الملوحة من مكان لآخر تبعا لنوع الرواسب وكثافة الاستعمال . وفى واحات فزان تتوافر المياه الجوفية السطحية بالرواسب الفيضية التى فرشتها الأودية

(١) Meigs, P., Geography of Coastal Deserts. UNESCO, Arid Zone Research Paris, Vol, 28, 1961, p. 41.

المنحـدرة على جوانب المنخفض . أما بالواحات المصرية فيقترب السطح كثيرا من الطبقات العليا التى تحمل الماء فتتفجر الينابيع أو تحفر فى طلبها الآبار ، ولعل مياه سبخات منخفض القطارة وملاحات واحات سيوة وشوحا تبعث من الطبقات الحاملة للماء التى تنكشف بقيعان هذه المنخفضات .

كانت الوسائل الشائعة فى رفع الماء من الآبار ـ ومازالت الى حـد كبير ـ الدلو الذى يرفع من البئر أما باليد مباشره أو بواسطة رافعة بسيطة تدور حول محور خشبى وتجرها دابة تسير فى مسار منحدر ساحبة طرف الحبل المشدود اليه الدلو حتى يصل السطح فيفرغ . كذلك عرفت أنواع مختلفة من السواقى تديرها الابـل والبغال والثيران حسب توافر نوع الحيوان فى البيئة . وفى منطقة ساحل مريوط تستخدم طواحين الهواء التى تشغلها مراوح كبيرة لرفع الماء بالمضخات من الآبار التى قد يوصل عدد منها بواسطة خندق أرضى لتوفير مصدر كاف لتشغيل المضخة . ويقـدر أن الواحدة منها تكفى لرى عشرة أفدنة من حدائق الأشجار يوميا (١) . ولكن فى السنوات الأخيرة استخدمت المضخات الآلية بأعداد متزايدة بعد تدنى أسعار الوقود الخاصة فى الدول المنتجة للنفط كالكويت والسعودية وليبيا ، ولم تعـد الآبار السطحية كافية فى ضوء انكماش حجم الخزان الجوفى بمعظم الجهات ، وفى وقت تزايد الطلب على الماء مع اتساع الرقع الزراعية وانتشار العمران على الرمال ، بات من الضرورى الكشف عن مواردأسخى من الطبقات الدفينة على أعماق بعيدة من سطح الأرض .

٢ ـ الآبار العميقـة :

تتوافر المياه الجوفية على اعماق بعيدة فى كثير من الصحارى العربية كالحال بتكوينات الحجر الرملى النوبى أسفل الصحارى المصرية ، حيث تراوح عمق الآبار التى حفرت بالواحات الخـارجة والداخلة فى السنوات الاخيرة ما بين ٤٠٠ و ٦٠٠ متر ، كما اخترق بعضها أعماقا تزيد على ٨٠٠

---

(١) Overseas Technical Cooperation Agency, Tokyo, Japan : Report on the survey for the Development of Desert Areas in the U.A.R., pp. 46-74.

متر خلال طبقات حاملة للماء، وفى وادى النطرون يبلغ عمق الآبار نحو ٤٠٠ متر ، ويعتقد بأن النيل هو مصدر التغذية لهذه المياه العميقة بالمنخفض (١) .

وفى شبه الجزيرة العربية توجد خزانات جوفية عميقة تحت مساحات شاسعة من أرض الصحراء تقدر بنحو نصف المساحة الكلية للمملكة (شكل ١) . ففى منطقة تبوك أنزلت آبار ناجحة على عمق يزيد على ٨٠٠ متر . وليس من قبيل المصادفة أن يتواجد الخزان الجوفى هنا بطبقات حجر رملى من فصيلة الخراسان النوبى فى مصر ، نفس الشىء يقال أيضا عن حوض الدواسر ــ نجران الذى تستمد مياهه من تكوينات رملية نوبية ترتكز مباشرة على صخور القاعدة النارية . وفى القصيم ــ أغنى بقاع المملكة السعودية بالمياه الجوفية ــ تحفر الآبار لعمق ألف متر ، وتكون ارتوازية أى ذاتية التدفق بالبقاع الوطيئة . والى الجنوب من وادى حرض بالمنطقة المعروفة بواحة جبرين دلت الدراسات والآبار الاختبارية على وجود طبقتين حاملتين للماء . الأولى على عمق يتراوح بين ٢٥٠ و ٣٠٠ مترا ، والثانية على عمق يزيد على الألف متر (٢) . أما بمنطقة الاحساء فتقترب المياه كثيرا من السطح وتتخلل طبقة جيرية يبلغ سمكها نحو ٧٠٠ متر .

بالنسبة للأردن يلاحظ أن تكوينات الحجر الرملى النوبى التى تشكل موردا مائيا عميما بكثير من الصحارى العربية تعد هنا من أفقر الخزانات الجوفية فلا يستفاد منها سوى ببقاع محدودة جنوبى البلاد . وأفضل المصادر الجوفية توجد بتكوينات الحجر الجيرى والطباشيرى وطبقات الصوان التى تعلو الصخور الرملية ، وفى شمال الأردن والأراضى السورية المجاورة تمثل غطاءات البازلت المنحدرة من جبل الدروز مصدرا جوفيا هاما تغذيه الأمطار المحلية ، فضلا عن المياه المتسربة خلال مسام الطفوح من جهات عالية أرطب ، وتصل مياه البازلت واحات الازرق بالاراضى الاردنية حيث تنفجر العيون وتوصل مياهها عبر أنبوب طويل

(١) المصدر السابق ص ٦ ــ ٩ .
(٢) احمد عسه : معجزة فوق الرمال ، بيروت ١٩٦٦ ، ص ٥٢١ .

الى محافظة أربد وقد أنزلت الآبار لعمق ٤٥٠ مترا بمنطقة الازرق وأتت بماء وفير • وفى منطقة عمان حفرت آبار حديثة لتغذية المدينة على عمق ٣٥٠ مترا ، كما استغل أخيرا الخزان الجوفى العميق بمنخفض الجفر تمهيدا لتنفيذ مشروع تجريبى لتوطين البدو ، واغرائهم بالاستقرار واحتراف الزراعة ، الا أن نسبة الملوحة فى مياه تلك الآبار تزايدت باستمرار الضخ مما أوقف تقدم المشروع •

أثبتت الدراسات الحديثة أن أوفر بقاع الصحارى العربية فى افريقيا ماء حوض فزان فيما بين خطى عرض ٢٤ درجة و ٢٨ درجة شمالا ، رغم أن معدل المطر السنوى لا يتجاوز ٥ مم ، ويتألف الخزان الجوفى العميق بهذا المنخفض من عدد من النطاقات الخطية تمتد مع طبقات الحجر الرملى الديفونى التى تميل تجاه قلب المنخفض ، وللوصول الى هذا الخزان الارتوازى يلزم حفر آبار عميقة ينبثق ماؤها تلقائيا فى واحات براك بوادى الشطى والمناطق فيما بين سبخة أوبارى حيث يقطن غالبية سكان المنخفض الى الشرق من حوض فزان تتباعد الواحات ويقل حظها من الماء الجوفى •

يقع أهم الاحواض الجوفية بالصحراء الجزائرية على الجانب الشمالى الغربى من رمال العرق الشرقى العظيم بواحات وادى توجرت Tougurt ووارجله Ouargla والوادوسوف ، والخزان هنا من النوع الارتوازى وينقسم الى مستويين ، المستوى العلوى تنتمى طبقاته لعصر الايوسين وفيه حفر الأهالى آبارهم منذ القدم ، أما المستوى السفلى فيوجد بتكوينات الكريتاسى ويقع على عمق ١٦٠٠ متر تحت السطح • ولا يستمد الخزان ماءه من مرتفعات أطلس الصحراوية كما قد يتبادر الى الذهن للوهلة الأولى ، بل توجد مصادره فى رمال العرق ووادى المياه • وفى وادى مزاب تقع واحدة من أهم مناطق الرى بالآبار فى الصحراء الجزائرية، حيث توجد الطبقات الحاملة للماء بقاعدة التكوينات الجيرية الطورونية ، ويبلغ عمق الآبار فى المتوسط خمسين مترا ومصدر الماء جبال أطلس الصحراوية (١) •

---

(١) Gaurau, P., L'Afrique. Paris, 1970. pp. 404-405.

يخطىء من يتوهم بأن استغلال الخزانات الجوفية العميقة والاسراف فى انزال الآبار الحديثة واستخدام المضخات الآلية للرفع أمور تساعد على حل مشكلات العطش بالصحراء ، فقد انقلب التفاؤل بالعثور على المياه الجوفية العميقة فى الكثير من بقاع العالم الى خيبة أمل بعد أن أثبتت التجارب تقلص المخزون بسرعة مخيفة تهدد مشاريع طموحة استهدفت تعمير صحار خاوية ، ولعل التسرع وعدم كفاية الدراسات وقصور وسائل الكشف قد أسهمت جميعا فى سوء تقدير حجم المخزون والمصدر والايراد، ومن ثم كان الاخفاق . ولدينا أمثلة عديدة على ذلك أقربها ما اتضح للمسئولين فى وقت مبكر عند تنفيذ مشروع الوادى الجديد بالصحراء الغربية من أن حفر آبار جديدة بالواحات يكون دائما على حساب انتاج الآبار القديمة ، وتوالى الضخ منها كفيل بتقلص الماء المتدفق منها عاما بعد آخر ، والأرقام التالية (جدول ٢) لانتاج عشرة آبار جديدة بالواحات الخارجة تتحدث عن نفسها .

جـدول (٢) *

	١٩٥٦	١٩٥٨	١٩٥٩	١٩٦٠	١٩٦١	١٩٦٢
الإنتاج اليومى	٨٠ر١٠٠	٦١ر١٩٠	٤٧ر٨٠٠	٤٤ر٤١٠	٣٥ر٤٩٠	٢٩ر٤٩٠
نسبة الهبوط		٢٣٪	٤٠ر٣٪	٤٤ر٧٪	٥٤ر٧٠٪	٦٣ر١٪

مشكلة الملوحة مصدر قلق آخر يهدد باحباط محاولات التوسع فى تعمير الصحراء اعتمادا على ما يكتشف من مصادر باطنية جديدة ، ففى حوض فزان على سبيل المثال ، أسرف الأهالى بعد اكتشاف الخزان الارتوازى فى حفر آبار غير مبطنة بالانابيب لا يمكن التحكم فى تدفقها ، فترك ماؤها ينساب ويتجمع بالمضخات التى تعانى تربتها أساسا من مشكلات الملوحة وسوء الصرف ، ومن البديهى أن يساعد هذا الاهمال على تفاقم تلك المشكلات ، وتحولت بالفعل مساحات كبيرة من الاراضى الصالحة للانتاج بالواحات الى ملاحات مقفرة (١) . أما بساحل طرابلس

* Overseas Technical Cooperation Agency, op., cit., p. 8.

(١) تقرير البنك الدولى عن ليبيا ، المصدر السابق ص ١٠٦ .

فالمشكلة من نوع آخر ، سببها التسابق على حفر الآبار ورفع الماء ، فكانت النتيجة هبوط الماء الجوفى وتسرب ماء البحر الى الآبار مما رفع محتوى مائها من الكلورين بشكل دعى خبراء البنك الدولى للتوصية بالكف عن استنزاف الخزان الباطنى والعودة الى طريقة الرى بالدلو .

حتى بالمناطق الداخلية البعيدة عن البحار لوحظ اتجاه نسبة الاملاح الى التصاعد باضطراد الضخ من ماء الآبار ، سبب ذلك أن خزان المياه العذبة بالاعماق كثيرا ما يعلوه قرب سطح الارض بمناطق القيعان طبقات عظيمة الملوحة تتخللها مياه تحمل خصائصها ، وتظل طافية بالطبقات السطحية طالما كان مستوى الماء العذب تحتها عاليا ، أما اذا نشأت أقماع انخفاض depression cones كبيرة بسبب الجور فى سحب الماء ، تسللت المياه السطحية المالحة الى الابار فأتلفتها . هذا ما حدث بالفعل بالنسبة لآبار الجفر بالاردن وآبار وادى السرحان بالسعودية (١) . وهذا أيضا ما حدى بخبراء البعثات الدولية التى درست منخفض الأزرق بالاردن الى التوصية بعدم حفر الآبار ، والاكتفاء باستغلال مياه النبوع الطبيعية المتوازنة ، خوفا من تلوث الماء العذب بأملاح المياه السطحية التى يقوم الأهالى بضخها من آبار ضحلة الى أحواض أرضية ، حيث تتبخر مخلفة قصرات من ملح الطعام ، يسوق بكل من الاردن وسورية .

٣ ـ السراديب الأرضية :

تحايل الانسان منذ أقدم العصور على استيراد الماء من أقاليم الوفرة على هوامش الصحراء الى أقاليم الشح بواسطة سراديب أرضية امتدت فى بعض الأحيان عشرات من الكيلو مترات على جوانب المنحدرات ، لتوصل بين المصادر بأعالى المرتفعات الرطبة وبين مناطق الاستقرار بالأحواض والسهول الجافة عند قواعدها . ومن الغريب أن انتشرت هذه الوسيلة فى نطاق كوكبى امتد عبر العالم القديم من غرب الصين الى الأفغان وايران والعراق والهلال الخصيب ثم الى منحدرات جبال الأطلس وأكثر من هذا فانه عن العرب والبربر نقلها الاسبان الى صحارى

---

(١) احمد عسه ، المصدر السابق ، ص ٥٢٢ ـ ٥٢٣ .

العالم الجديد ، حيث طبقت ببعض جهات صحراء اتكاما لجلب الماء من سفوح جبال الأنديز (١) . وقد عرفت هذه الوسيلة بأسماء محلية مختلفة فى الاقطار المختلفة ، فهى الاقنية فى سورية والكريز Keriz فى العراق والأفلاج فى السعودية والكنكا Kankas فى ايران والكياريز Kiariz فى التركستان والجتارة Guettaras فى حاووز مراكش والفجارة Foggaras على منحدرات الأطلس (٢) ، وأخيرا socavones بمنطقة بيكا فى تشيلى منشؤها مجهول فى سجل الماضى ، البعض يرجعها للبابليين ، والبعض للفرس ، ولكن أفضلها ببلاد المشرق العربى رومانى الأصل ، فتعرف فى سورية بالأقنية الرومانية Konayats roumanies ، كذلك عرفها العرب ونقلوها للجهات التى حلوا بها .

يتباين تصميم هذه الأقنية وتختلف أبعادها كثيرا ، ولكنها لا تخرج عن كونها شبكات من سراديب تشق تحت السطح خلال الطبقات الحاملة للماء . كل منها عبارة عن سرداب رئيسى يميل ميلا طفيفا يطابق أو يقل قليلا عن ميل المستوى السطحى للماء الجوفى على طول المنحدر ، الشطر الأعلى من السرداب هو المأخذ الذى ترشح اليه الرطوبة من القاع والجوانب ، ويتفرع عنه أحيانا مجموعة من السراديب الجانبية التى ترفده وتغذيه بمزيد من الرشوح ربما من بطون الاودية .

ويتسنى حفر السراديب من خلال أنفاق رأسية تنزل حتى مستوى الماء الجوفى ، وتوقع على ابعاد تتراوح بين ٥ ، ٨ أمتار حسب طبيعة الأرض ، وامكانية الحفر فيها أفقيا تحت السطح فى اتجاهين متقابلين ، بحيث يكون ذلك كافيا لتواصل أجزاء النفق الارضى ، وتراكم المواد المستخرجة أثناء الحفر كسياج حول فتحات الانفاق الرأسية (المناهل) ، لوقايتها من اقتحام مياه السيول وما تحمل من رواسب تسبب انسداد الأقنية ، وفى بعض الأحيان تسقف هذه الفتحات زيادة فى الحرص . وتجمع مياه الأقنية فى خزانات أو برك أرضية مغطاة عند نهاياتها الدنيا ، كى توزع بعد ذلك

---

(١) ديكسى ، المصدر السابق ، ص ٩٠ ــ ٩١ .

(٢) الموصلى ، المصدر السابق ، ص ١٤٦ .

فى حصص على المنتفعين . وتختلف أطوال القنوات ما بين بضع مئات من الأمتار وكيلو مترات عديدة قد تصل ١٦٠ كيلو مترا ، كما ان سعتها تسمح بمرور الشخص منتصبا بداخلها . ويبلغ تصريف الكبير منها عدة مئات من الجالونات فى الدقيقة الواحدة (١) . وتتفوق الأفنية على غيرها من الوسائل الصحراوية للحصول على الماء فى قلة الضائع من مائها بالبخر لاختفاء جميع مسالكها تحت الأرض وأن تعرض بعضها للضياع بالتسرب ، ثم ان انسياب الماء داخلها بالجاذبية الأرضية لا يستدعى أية وسيلة رفع أو طاقة كالحال فى الآبار .

التوزيع الجغرافى لشبكات الأفنية الأرضية متخصص اذ يتحكم فيه النمط الطبوغرافى حيث التضاد بين المنحدرات الرطبة وسهول القيعان الجافة . لذا شاعت هذه الوسيلة بمناطق غوطة دمشق والقلمون وسفوح طيات تدمر وبعض مناطق حمص وحماه وحلب فى سورية ، ثم سفوح كردستان بالعراق ، وفى الأردن ما زالت معان تستقى من فجارة بيزنطية الأصل كما وجدت أخرى بالحسيمة على منحدرات جبال الشفاه جنوب رأس النقب ، وفى الحجاز أجريت عين زبيدة فى سرداب تحت الأرض مسافة خمسة عشر كيلومترا الى مكة حوالى سنة ٨٠٠ م ، وعنى بها الأمراء والحكام بعد ذلك ، كما يشيع استخدام الفجارة فى كثير من واحات المغرب الكبير خاصة سفوح جبال أطلس المشرفة على الصحراء . وفى أبو ظبى ، تستمد واحة البوريمى بعض حاجاتها المائية من الأفلاج التى تجلب اليها الماء الجوفى من تحت الرواسب المتراكمة عند حضيض جبل حفيت ، وتسقى هذه الأفلاج مزارع النخيل القديمة (٢) .

---

(١) ديكسى ، المصدر السابق ، ص ٨٨ .

(٢) محمد متولى : حوض الخليج العربى . الجزء الثانى ، القاهرة ١٩٧٤ ، ص ٣٤٤ ــ ٣٤٦ .

المصـــادر

أحمـــد عســـة : معجزة فوق الرمال . المطابع الاهلية اللبنانية ١٩٦٦ .

د. محمد صفى الدين : مورفولوجية الأراضى المصرية ، القاهرة ١٩٦٦

د. عبد الحميد البطريق : من تاريخ اليمن الحـديث . معهـد البحوث والدراسات العربية ، القاهرة ١٩٦٩ .

د. محمـــد متـولى : حوض الخليج العربى . الجزء الثانى ، القاهرة ١٩٧٤ .

د. محمد محمود الصياد وآخـر : السودان دراسة الوضـع الطبيعى والـكيان البشرى والبناء الاقتصادى . القاهرة ١٩٦٦

Amiran, D.H.K. «Man in Arid Lands,» in : Hills, E.S., *ed.*, Arid Lands. UNESCO, Paris, 1966.

Beheiry, S.A., «Geomorphology of the Western Desert Margin between Sohag and Nag Hamadi, Egypt,» Bull. Soc. Geog. d'egypte, t. 40, 1967.

———— «The Port Town of Aquaba, Jordan,» Quarterly Jour. of Natural Resources Authority, Amman, Vol. 1, 1969.

Butzer, K.W. «Climatic Change in Arid Regions since the Pliocene» in : Stamp, D., *ed.*, A History of Land Use in Arid Regions. Arid Zone Research, UNESCO, 1961.

Gressy, G.B., Asia's Lands and peoples. McGraw Hill, 1963.

Despois, J., «Development of Land Use in Northern Arfica,» in : Stamp. D., ed., Ibid, 1961.

Dixey, F., Water Supply, Use and Management, «in : Hills, E.S., *ed.*, Ibid, 1965.

Finch, V.C., *et al*, Physical Elements of Geography. McGraw Hill, New York, 1957.

Fitzgerald, W., Africa, A Social, Economic and Political Geography of its Major Regions. Landon, 1961.

Fisher, W.B., The Middle East, a Physical, Social and Regional Geography. London, 1963.

Gaurau, P., L'Afrique. Paris, 1970.

Hare, F.K., «The Causation of the Arid Zone,» in : Stamp, D., *ed.* Ibid, 1961.

Huzayyin, S., «Changes in Climate, Vegetation and Human Adjustment in the Saharo-Arabian Belt,» in : Thomes, W.L., *ed.*, Man's Role in Changing the Face of the Earth. University of Chicago Press, 1962.

Kendrew, W.G., The Climates of the Continents. Oxford University Press, 1961.

Maury, M.F., The physical Geography of the Sea and its Meteorology. John Leighly *ed.*, Harvard University Press, 1963.

Maussley, N., Le Probleme de l'eau En syrie. Imprimeri BOSC Freres 42 Quai Gailleton, Lyon, 1951.

Miller, A.A., Glimatology. London, 1963.

Meigo, P., Geography of Coastal Deserts. UNESCO, Arid Zone Research, Paris, Vol. 28, 1966.

Monod, Th., and Toupet, Ch., «Land Use in the Sahara-Sahel Region» in : Stamp. D., ed., Ibid, 1961.

Mudallal, U.M., Land and Water Use in the Hashemite Kingdom of Jordan. Paper Submitted to the Near East Land and Water use Meeting, Amman, 1967.

Murray, W.G., «The Egyptian Climate, An Historical Outline,» Geog. Jour. Vol. 67, 1929.

Orni, E. and Efrat, E.,Geography of Israel. Jerusalem, 1966.

Stamp. D., Africa, A Study in Tropical Development. John Wiley, New York, 1961.

Wallen, C.C., «Arid Zone Meteorology,» in : Hills, E.S., *ed.*, Ibid, 1966.

International Bank for Reconstruction and Development : The Economic Development of Libya. Washington, 1960.

Overseas Technical Cooperation Agency, Tokyo, Japan : Report on the Survey for Development of Desert Areas in the U.A.R., 1964.