موجز عن حوض النيل (*)

الفصل الرابع

— ٣ —

الحالة المائية « الهيدرولوجية »

نقلها إلى العربية الأستاذ حسين ثابت ، مدير قسم التجارب الزراعية

إن مصادر المياه الممكنة هي البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر والمحيط الهندى وجنوب الاطلنطى .

فالبحر الأبيض المتوسط محكوم، لأن الأمطار محصورة فى منطقة ضيقة على الساحل بينها وبين الحبشة ١٤٠٠ ميل من الأراضى الصحراوية ، وفيما يتعلق بالبحر الأحمر يتساقط قليل من المطر على طول الساحل الغربى ، ولكنه مع ذلك لا يكفى فى أية ناحية منه لتكوين نهيرات دائمة الجريان ، أما الأنهار التى تجرى على المنحدرات الشرقية لهضبة البحيرات فيتلاشى أثرها فى الصحراء قبل وصولها إلى البحر بمسافة طويلة .

وعلى الجملة تهب رياح موسم الفيضان مجتازة أفريقيا من خليج غينيا متجهة نحو الحبشة . وتبلغ الأمطار أقصى غزارتها على الساحل الغربى وعلى حوض نهر السكنغو ثم تقل على سهول السودان ، وتعود غزيرة إلى حد ما على هضبة الحبشة ، ويندر سقوط المطر جنوبى وشرقى الهضبة ، حيث إنها مساحات شاسعة كالصحارى أو شبه الصحارى ، والأمطار كذلك على الكتل الجبلية فى أفريقيا الوسطى كجبال رونزورى والجون أغزر على المنحدرات الغربية لها ، وهذه الأسباب توحى بأن الأصل فى معظم مياه النيل مصدره جنوب الإطلنطى .

على أن المسألة مع ذلك لن يفته البت فيها بصفة قاطعة حتى توجد شبكة من محطات الأرصاد الجوية فوق أفريقيا من خليج غينيا إلى المحيط الهندى ، ومن مدار الجدى إلى مدار السرطان مع أخذ أرصاد للطبقات العليا من الجو ، كما تؤخذ هذه الأرصاد عند سطح الأرض حتى يتيسر بذلك رسم خريطة للظواهر الجوية للإقليم بأكمله ، ومن المتوقع أن تلقى دراسة هذه المسائل ضوءاً على أصل مياه النيل

(*) هذا المقال تتمة للبحث المنشور بالعدد الماضى (يوليه — أغسطس ١٩٤٨)

وعند دراسة موضوع التنبؤ عن حال فيضان النيل يصح أن تدخل فى تقديرنا مسألة الدورة الزمنية ، وقد سبقت الإشارة إلى الأرصاد القديمة لمناسيب النهر عند مقياس الروضة بالقاهرة ، وتعطى أوفى المجموعات منها النهاية العظمى والصغرى للمناسيب لمدة ٩٠٠ سنة تقريباً من عام ٦٢٠ إلى عام ١٥٢٠ بعد الميلاد مع وجود فترات لم يرد بيانها بهذه المجموعات . وإن كانت هذه الأرصاد تشمل كثيراً من مصادر الخطأ وليست لها بطبيعة الحال دقة الأرصاد العلمية الحديثة إلا أنه يصح على الأرجح أن يعول عليها كما يعول على كثير من الإحصائيات التى يعنى بجمعها فى الوقت الحاضر عن بعض الظواهر التى لم تبلغ درجة جيدة من حيث تحديدها ووصفها كما هو الشأن فى الأحوال الصحية أو الاجتماعية . وبالرغم من حالة الالتباس والغموض بسبب الإصلاحات والتجديدات التى أجريت بالمقياس ومن تغيير مجرى النهر وأخطاء راصدى المقياس غير المتعمدة فإنه من الممكن اقتباس كثير من المعلومات المفيدة من هذه البيانات ، وإحدى الفوائد التى وضعت من أجلها هى تقدير ظروف الفيضانات العالية والمنخفضة . وثانيها محاولة استنباط الدورة الزمنية ، وبهذا القصد عكف الكثيرون على تحليلها فوجدوا فترات زمنية عديدة تختلف بين سنتين و ٢٤٠ سنة وليس من بينها مع ذلك واحدة واضحة وضوحا كافيا يسهل اكتشافها اللهم إلا على ضوء التحليل الذى لحمته التمحيص وسداه التدقيق ، ويتضح من مجرد إلقاء نظرة على هذه الأرصاد عند رسمها على مقياس كبير إلى حد ما أن ليس ثمة فترة تظهر فوراً للعين بوضوح وجلاء . ولا تتشابه الحالة هنا بالحالة التى سادت عصر سيدنا يوسف من وجود سبع سنين رخاء ، ثم تلتها سبع شداد ، ولكنها حالة أكثر تعقيداً وشذوذاً من هذه . والمظهر الرئيسى هو حدوث آجال طويلة قوامها عدة سنوات عند ما كانت هناك فيضانات عالية بوجه عام وأخرى عند ما كانت منخفضة ، ومع ذلك فمن المحتمل حدوث فيضان منخفض فى سلسلة عالية ، وفيضانات عالية فى سلسلة منخفضة ، وإننا لنجد فى العصور الحديثة التى أقيمت الأرصاد فيها على أساس سليم أن الفترة التى بين ١٨٦٩ و ١٨٩٨ كانت الفيضانات فيها عالية فى حين أنها بين ١٨٩٩ و ١٩٤٢

كانت ذات فيضانات منخفضة ، وعند ما يصل مقياس أسوان إلى ٩٣٫٣٠ يعتبر الفيضان خطراً ، وفى هـذه الحالة يدعى الحراس للسهر على سلامة الشواطىء ويفرض النظام الذى يكفل الوقاية من غوائل الفيضان قبل وصول المنسوب إلى هـذا الحد ، وفى الوقت الحاضر تعتبر الفيضانات عاليـة إذا تجاوز مقيـاس أسوان ٩٣٫٠٠ .

وفى الفترة التى بين ١٨٦٩ و ١٨٩٨ كان من بين ٣٠ فيضانا ٢٢ جاوزت ٩٣٫٠٠ فى حين أن ١٦ من هذه جاوزت ٩٣٫٣٠ ، وفى الفترة التالية التى مداها ٤٤ سنة جاوزت ١٠ فيضانات ٩٣٫٠٠ وجاوز اثنان فقط ٩٣٫٣٠ ، وفى الفترة الأولى حدث أعلى الفيضانات وأدناها فى سنوات متعاقبة مع فرق مقداره ٢¾ متر « ٩ أقدام » بين ذروة الفيضانات .

ونظام الدورة الزمنيـــة الذى تبين مما سبق لا يظهر تفاوتا أكثر من ١٠ سنتيمترات وأعظمه بلغ ١٧ سنتيمتراً ، ويصبح مقدار الفرق بين الفيضان المرتفع والمنخفض فى حالة خضوعهما لهذا النظام الزمنى وحده ½ متر أو ما يقرب من قدم واحدة ، وربما يتعارض هذا مع الفرق البالغ تسعة أقدام بين الفيضانات المتعاقبة السالفة الذكر .

ويتضح من التحليل المشار اليه آنفا أنه يصح إغفال أى اختلاف زمنى فى فيضانات النيل إذا ما قورن بالاختلافات غير المنتظمة ، ولا أهمية له كوسيلة للتنبؤ .

الفصل الخامس

نظـــام الرى

لقد انتهينا من الكلام عن النيل ، كما انتهينا من بيان تصرفه وفيضانه ، ويلى ذلك بطبيعة الحال أن نتناول الحديث عن الاستفادة من مياهه فى شئون الرى ، فالقطر المصرى مدين فيما يختص بكل ما تنتجه أراضيه من محصولات لنظام الرى السائد فى البلاد الذى يوجد ما يماثله فى بعض مناطق السودان الشمالية والوسطى كذلك ، ولكن فى حدود أضيق بكثير ، ولا يستخدم الرى الصناعى بحالة تستحق الذكر فى أي جزء آخر من حوض النيل بأية درجة ، ومما يلفت النظر ما نشاهده من استواء أراضى مصر الزراعية واختلافها اختلافا بيناً عن الأراضى الصحراوية المرتفعة ، فبينما الأرض المستوية مخضرة نضرة ، إذ بها تتحول إلى صحارى بمجرد أن تبدأ فى الارتفاع ، ويرجع استواء أرض الوادى إلى الحقيقة الواقعة وهى أن هذا الاستواء من عمل النهر نفسه ، فإذا كانت الأرض ذات ارتفاعات وانخفاضات « متباوجة » شأن أجزاء كثيرة من الصحراء فانه لا يصبح فى حيز الإمكان ريها إلا على مساحات صغيرة وبواسطة الآلات الرافعة ذات النفقات الباهظة ، وأرض الوادى منحدرة انحداراً بسيطا للغاية كانحدار النهر نفسه فى الاتجاه الموازى له وبنفس المقدار تقريباً ، وهى كذلك ذات انحدار بعيد عن النهر نظراً إلى أنه فى الأحوال الطبيعية يفيض النهر على شواطئه فى أوقات دورية فيغمر الأراضى التى على جانبيه وينجم عن ذلك رسوب المواد الغرينية على هذه الأراضى ، ولما كان الرسوب إلى جانب النهر أغزر منه بعيداً عنه فقد أتيح للأرض القريبة من النهر أن تكون أكثر ارتفاعا من الأرض النائية .

ويتلخص فن الرى فى أخذ المياه من النهر إلى جميع أجزاء الأراضى الصالحة للزراعة بكمية كافية لنمو المحاصيل فى الأوقات التى تكون فى حاجة اليها ، وقد نشأ أقدم نظام للري طبيعياً من الفيض السنوى الذى كان يعم البلاد على أثر فيضان النهر على جانبيه ، فكانت الحبوب تلقى فى الطين بعد هبوط النهر وصرف المياه

الزائدة عن الأرض ، وبذلك كانت تنبت البذور وينضج المحصول على المياه المتخلفة فى التربة ، فإذا ما تم جنى المحصول لم يكن ثمة شيء آخر يمكن إجراؤه سوى الإنتظار إلى الفيضان المقبل فيما عدا الأراضى التى كانت عادة تستخدم فى الوسائل الأولية لرفع المياه من النهر نفسه أو من الآبار التى تستمد ماءها من المياه الجوفية التى تتخلل التربة والتى مصدرها النيل .

وقد أفسح الري بالوسائل الفطرية الأولية التى لا يمكن ضبطها المجال لنظام الرى الحوضى الذى ظل سائداً فى جميع أنحاء القطر المصرى حتى أوائل القرن التاسع عشر وما زال معمولا به فى مصر العليا ، وبمقتضى هذا النظام تقسم الأرض إلى حياض تتراوح مساحتها بين ١٠٠٠ و ٤٠٠٠٠ فدان ، وذلك بإقامة جسر طولى بمحاذاة النهر[1] بأقرب موقع من مجراه تتوافر فيه السلامة ، وجسور أخرى عمودية[2] بين هذا الجسر وحافة الصحراء ، فعند ما يرتفع النيل يسمح بدخول المياه فى هذه الحياض الصغيرة بواسطة فتحات موازنة فتغمر الأرض إلى عمق يتراوح في المتوسط بين متر ومترين ، ثم يترك الماء هكذا لمدة تختلف بين ٤٠ و ٦٠ يوما .

وعند هبوط النهر هبوطاً كافياً تصرف المياه عائدة إلى النهر ، وفى خلال تلك المدة ترسب المياه طميها ، وكان من جراء تكرار هذه العملية مئات من السنين تكوين حياض ذات سطح مدرج تدريجاً متقناً بفضل رواسب الطمى بحالة يتيسر معها صرف المياه من هذه الحياض صرفا تاما دون أن تتخلف وراءها برك ، وتقام القرى فى الأراضى التى تحت نظام الرى الحوضى على الروابى فوق منسوب تمام الرى ، وعند ما تكون الأرض مغمورة بالمياه تبدو هذه القرى وكأنها جزائر حتى أنه فى كثير من الأحوال لا يتيسر الوصول إلى قرية إلا بقارب ، وفى غضون السنوات الأولى من القرن العشرين كانت أراضى المنطقة الواقعة غربى القاهرة

---

(١) وهو الذى يطلق عليه فى عرف مهندسى الرى لفظ « الطراد »

(٢) وهى التى يطلق عليها فى عرف مهندسى الرى لفظ « الصليبة »

من خط سكة حديد الوجه القبلي إلى الصحراء تحت نظام الري الحوضي وكانت تبدو هذه المناطق في كل عام من سبتمبر إلى نوفمبر في صورة بحيرة ترتفع من مياهها القرى وأشجار النخيل .

وتملأ عادة سلسلة قوامها جملة حياض من ترعة قصيرة وينسق البرنامج بأكمله بعناية طبقاً لجدول مواعيد ابتداء من الحياض الجنوبية ، وقبل القرن التاسع عشر كان على كل قرية أن تشرف على شئون الري الخاصة بأراضيها وتقوم بتنظيمها وترتب على ذلك أنه كان ينظر إلى القرى المجاورة نظرة عداء وخصومة من قديم الأزل ، وكانت المنازعات على الماء كثيرة الوقوع بحالة مألوفة .

وبمجرد صرف المياه عائدة إلى النهر تزرع المحاصيل المختلفة بواسطة نثر الحبوب على الأرض في شهري اكتوبر ونوفمبر ، وحيث إنه لن تحصل رية غير هذه فلا لزوم لإعداد الأرض بتقسيمها إلى حياض صغيرة أو تزويدها بأخاديد .

وتوجد بعض أجزاء داخل الحياض ذات منسوب مرتفع ارتفاعاً لا يتيسر معه إغراقها بالماء مع بقية الأراضي ، وفي هذه الأجزاء تزرع المحاصيل النيلية في أغسطس وعلى الأخص الذرة الصيفية وتروى بالرفع من الترع النيلية .

والمحاصيل الشتوية الرئيسية التي تزرع بالأراضي التي تحت نظام الري الحوضي هي :

القمح والفول والبرسيم والعدس والشعير والحلبة والحمص .

وتنمو في كثير من مناطق الحياض المحاصيل الصيفية علي مساحات تروى من الآبار ، وقديماً كانت ترفع المياه بواسطة آلات أولية كالشادوف الذي يشتغل باليد والساقية التي يديرها حيوان .

ويتكون الشادوف من ذراع طويل تتحرك على محور بين عمودين يحمل الجزء الأطول منهما دلوا يتدلى بواسطة عصا طويلة ويحمل الجزء الأقصر ثقلا مصنوعاً من الحجارة أو كرة من الطين فينزل العامل الدلو حتى يغطس في الماء ، وبمساعدة الثقل المضاد يرفع الدلو المملوء ويصب ما فيه في قناة الري ، وفي بعض الحالات عند ما تكون المياه على بعد كبير تحت سطح الأرض يقام شادوفان أو ثلاثة شواديف الواحد فوق الآخر ، وفي حالة رفع الماء لدرجة واحدة يستطيع عامل

الشادوف أن يروى نحو ربع فدان فى اليوم ، ولكنه عمل محفوف بالمشاق والمتاعب فى أيام فصل الصيف الحارة .

وتتكون الساقية من دولاب « عجلة » أفقى يدار غالبا بواسطة بقرة أو جاموسة أو جمل ، ومتداخل كالتروس « معشق » فى دولاب عمودى تمر عليه حلقة مفرغة مركب بها عدد من أوعية الماء التى تغطس فى البئر ، وعند بلوغ الأوعية قمة الدولاب تفرغ مياهها فى قناة الرى « المروى » وهناك نموذج آخر يستعمل عند ما يكون الرفع بسيطاً ، ويتكون من دولاب ذى عيون حول حافته ، بدلا من الأوعية ، تملأ عند ما تكون فى القاع وتفرغ عند ما تبلغ رأس الدولاب ، ومن البديهى أن المساحة التى يمكن ريها بالساقية تتوقف على عمق المياه وتختلف من فدان إلى خمسة أفدنة فى اليوم فى حالة استخدام حيوان واحد .

وفى بعض مناطق القطر تشتغل السواقى ليل نهار وتستخدم لذلك الحيوانات بالتتابع ، ويكون لطنين « التروس » الخشبية التى تشتغل بصفة مستمرة صوت طروب يبعث على النوم .

وقد حلت الطلمبات محل تلك الأجهزة الأولية القديمة بين كبار ملاك الأراضى الزراعية ، وقوام هذه الطلمبات فى العادة آلة بخارية وطلمبة تسحب من ماسورة ذات قطر يتراوح بين ٦ و ١٠ بوصات أو من عدد من المواسير غاطسة فى الماء إلى عمق يختلف بين ٦٠ و ١٨٠ قدما .

والمحاصيل التى تنمو بطريقة الرى بالرفع فى أراضى الحياض هى القطن والحبوب وفى غضون الأربعين سنة الأخيرة أمكن تحويل معظم المساحات التى كانت تحت نظام الحياض إلى نظام الرى المستديم ، ولم يبق من هذه المساحات الآن سوى مليون فدان تقريباً .

وليس فى نظام الرى الحوضى من سبيل إلى تطارق التلف إلى الأرض حيث أنها تغسل سنوياً وترسب على سطحها طبقة جديدة من المواد الغرينية قد يبلغ سمكها مليمتراً ثم تبقى غير مزروعة « مرتاحة » مدى نصف عام تحدث فى خلاله شقوق عميقة « أى تتفلق الأرض » حيث يمر الهواء فى تربتها ، وهو ما يكفل بقاء خصوبتها ، ويعتقد المزارعون اعتقاداً راسخاً أن للطمى نفسه قيمة عظيمة فى خصوبة الأرض ، ولكن يصعب التفريق بين تأثير الطمى والتأثيرات الأخرى

المترتبة على نظام الري الحوضي ، وهو موضوع قد أثار مجادلات كثيرة بشأنه ، وكيفما كان الأمر فما لا شك فيه أن هذا النظام فى مجموعه له أثر بالغ .

ولنتناول الآن الحديث عن نظام الري المستديم الذى يسود فى الوقت الحاضر معظم أراضى مصر الوسطى وجميع مناطق الدلتا ، ويبلغ مجموع الأراضى التى تروى تحت هذا النظام نحو خمسة ملايين فدان ، ولا بد أنه كان متبعاً منذ العصور القديمة فى المواقع الملائمة ، ولكن اتسع نطاقه فى عهد ساكن الجنان محمد على باشا ، ومما يسر له سبيل النجاح إقامة القناطر عند رأس الدلتا عبر فرعى النيل والقناطر الصغيرة أو قناطر الموازنة التى تبنى على مسافات متباعدة على ترع الري ، وبواسطة هذه المنشآت كانت ترفع مناسيب المياه إلى درجة تمكنها من رى الأراضى بالراحة فى أى وقت من العام .

ويبدأ الرأى المستديم باعتباره النظام الأساسي للرى فى الوقت الحاضر بالترعة الابراهيمية فى مصر الوسطى ، وإن كان رى الحياض جنوبى أسيوط هو النظام الرئيسى إلا أن هناك مساحات تروى رياً مستديماً بعضها بواسطة الترع التى تستمد مياهها من أمام قناطر فؤاد الأول بنجع حمادى والبعض الآخر بالطلمبات ، ويمارس الرى بالطلمبات من النيل أيضاً شمال أسيوط فى بعض المناطق التى يتعذر ريها بطريقة أخرى .

وتستمد الترعة الابراهيمية إيرادها من النهر عند أسيوط ، وتحمل مقادير عظيمة من المياه طول أيام السنة ، وتمكنها من ذلك قناطر أسيوط التى هى نوع من السد مقام عبر النهر ، ومهمتها رفع منسوبه بطريقة تكفى لإمداد الابراهيمية بالتصرف المناسب ، وتختلف القنطرة عن السد ، حيث إنه ليس من وظيفتها تخزين المياه ، بل يقتصر عملها على رفع منسوب النهر جنوبها حتى يتيسر تغذية الترع الآخذة من أمامها ، وينبغى أن يكون فى وسع القنطرة السماح بمرور معظم تصرف النهر من فتحاتها إبان الفيضان ، وهى تتكون من فرش عريض من البنيان أو الخرسانة يمتد عبر النهر ، ويتفق سطحه الأعلى مع منسوب قاع النهر تقريبا ، ويستقر على الفرش كوبرى بنائي ثقيل ذو فتحات معقودة بين كل فتحة وأخرى دعامة « بغله » مصمتة ، ويبلغ اتساع الفتحة عدة أمتار ، ويمكن إقفال هذه الفتحات بواسطة بوابات حديدية تنزلق صعوداً وهبوطاً فى مجارى « دروندات » كما يمكن رفع

البوابات وخفضها بواسطة رافعة « ونش » متحركة ، وذلك لحفظ مستوى المياه على المنسوب المطلوب لتغذية الترع الأمامية . ويوجد خمس قناطر مقامة على النيل من بينها قنطرتان مقامتان عند اسنا ونجع حمادى تستخدمان لضمان رى الحياض ولو أنه توجد مساحة مطردة الزيادة يترتب ريها ريا مستديماً على قناطر فؤاد الأول بنجع حمادى ، أما قناطر اسيوط ومحمد على « فى رأس الدلتا » وزفتى فتستعمل للرى المستديم ، غير أنه ما زالت هناك مساحات صغيرة من الأراضى الحوضية تعتمد فى ريها على قناطر اسيوط .

وتقوم إلى الجنوب من هذه القناطر جميعها قناطر أمام الترع الرئيسية التى من بينها الترعة الابراهيمية ، وقد سبقت الإشارة إليها ، وهى التى تغذى مصر الوسطى والفيوم ، وقناطر أمام الترع هذه إن هى الا منشآت تشابه القناطر نفسها تمام الشبه ، وقد أقيمت قناطر محمد على أخيراً لتحل محل قناطر الدلتا القديمة التى تم إنشاؤها فى عهد ساكن الجنان محمد على باشا ، وتذكرنا هندسة بنائها بقلاع العصور الوسطى وتتغذى من أمامها الرياحات الأربعة الرئيسية للوجه البحرى ، وهى رياح البحيرة ورياح المنوفية ، والرياح التوفيقى ، وترعة الاسماعيلية ، ومن واجب المهندس المقيم للقناطر التأكد من أن كلا من هذه الرياحات الأربعة الكبيرة ، وبعض الترع الأصغر منها تحصل على حصتها من المياه اللازمة للأراضى المترتب ريها عليها . وتقاس هذه المقادير بفتح الفتحات إلى المقدار الصحيح طبقا لمعايرات دقيقة تم إجراؤها فى وقت مضى .

وتقع قناطر محمد على على مسافة ٢٣ كيلو متراً شمالى القاهرة ، وهى حرية بالرؤية وجدير بكل من يهتم بشئون الرى أن يقوم بزيارتها ، ولو بسبب وجود الحدائق التى تعتبر من المناظر التى تستحق المشاهدة . فهناك خمسة أعمال صناعية كبرى قائمة على مساحة صغيرة ، وهى القناطر المقامة عبر فرعي النهر ، وعلى أقدام الرياحات الثلاثة ، وفى موسم الفيضان تمر كميات عظيمة من المياه فى كلا الفرعين . وإن كان فرع رشيد يحمل مقادير أكبر ، وعندما يكون التصرف الطبيعى للنهر غير كاف لشئون الرى تقفل فتحات فرعى النيل ، ولا يسمح بمرور المياه خلفهما بل تتحول جميعها إلى الترع لتغذيتها ، وهذه هى الحالة عادة فى المدة من فبراير إلى يوليه فى الوقت الذى لا يباح فيه لأى كمية من المياه أن تذهب هباء فى البحر

قبل قيامها بواجبها لرى الأرض المترتب ريها عليها ، ولضمان ذلك تقفل قناطر محمد علي كما سبق شرحه ، وينشأ جسر ترابي على كل من مصبي النهر ، وتعرف هـذه الجسور باسم سدود ، وتبنى سنويا فى فصل الشتاء ويتكفل النهر بهدمها وازالتها عند ارتفاعه فى اغسطس ، وتقوم قناطر زفتى على فرع دمياط فى وسط الدلتا بتغذية ترعتين أخريين ذواتى أهمية .

والترع الرئيسية كالتى سبق ذكرها لها قناطر موازنة على مسافات متباعدة تتوقف على مدى انحدارها ومواقع الترع الفرعية منها ، وتوجد عادة مآخذ الترع الفرعية التى تتغذى من الترع الرئيسية أمام قناطر الموازنة مباشرة ، وفى بعض الاحايين تأخذ جملة ترع معا — قد يصل عددها إلى أربع — تصرفها من أمام قنطرة موازنة واحدة ، وليس من وظيفة الترع الفرعية رى الأراضى الممتدة على جوانبها مباشرة ، بل تمد بالمياه الترع الأصغر منها المعروفة باسم ترع التوزيع التى تغذى بدورها قنوات الرى المستديمة المعروفة باسم « مساق » وتروى ترعة التوزيع من ١٫٠٠٠ إلى ١٠٫٠٠٠ فدان كما تروى المسقة فى المتوسط ٢٥ أو ٣٠ فدانا فى القطر بوجه الإجمال .

والمسقة مجهزة بماسورة مركبة تحت جسر ترعة التوزيع ، ويمكن أن تخدم جملة مزارع . ويتوقف حجم الماسورة على مساحة الأراضى التى تنتفع منها ، فالمسقة التى زمامها ٣٠ فدانا تتطلب ماسورة قطرها ١٥ سنتيمترا « ٦ بوصات » ، وتوجد فى المساحات العريقة فى الرى المستديم فى أعالى الدلتا مساق كبيرة قد يبلغ طولها كيلو مترين تنتفع بها مئات الأفدنة ، وعدد وافر من الفلاحين الذين يقتسمون مياهها ويتولون صيانتها على نفقتهم بأنصبة نسبية طبقا لتقاليد مقررة منذ القدم ، ويجرى على أحد شاطئ المسقة الذى تتوافر فيه المتانة وكثرة العشب ممر ضيق يستخدم كطريق للمرور ، ويكون من حق الفلاحين وماشيتهم اجتيازه يوميا من القرية إلى الحقل وبالعكس .

وتدخل المياه من المسقة إلى مراوى الحقل أو أخاديده التى يعنى بإعدادها مؤقتاً إما بالفأس أو بالمحراث بقصد زراعة محصول واحد ، وهى لا تحتوى أبداً من الماء أكثر مما يقوم بتوزيعه رجل واحد ، وتزرع بعض المحاصيل كالقطن وقصب السكر فى خطوط تقوم بينها الأخاديد التى يجرى فيها الماء من مراوى الحقل بطريقة

بسيطة مؤداها قطع الجسر بفأس مع سد مجرى المروى بالتراب الناتج حتى يروى الجزء المقصود ثم يزال السد ويقفل القطع الموجود في الجسر ليتيسر إمرار الماء إلى الجزء الذي يليه وهكذا .

وعند ما يزرع المحصول على الأرض المنبسطة كما فى حالة البرسيم أو القمح يقسم الحقل إلى « ترابيع » قائمة الزوايا بواسطة شبكة من الجسور الصغيرة ويملأ كل جزء من هذه الأجزاء بالمياه من مروى الحقل إلى عمق يتراوح بين خمسة و١٠ سنتيمترات .

ويعكف الفلاح على ترتيب مراوى حقله وتنظيمها بمهارة فائقة تستحق المشاهدة لتصديقها والإيمان بدقتها ، مع اهتمامه بالاختلافات الطفيفة التى قد توجد فى منسوب الأرض ، هذه الاختلافات التى لا تدركها العين العادية ، ومع ذلك فإن هذا الفلاح نفسه يعجز عن تعليق صورة فى مستوى معتدل .

وتقاس جودة نظام الترع بمساحة الأرض التى تروى بمقدار معين من الماء ، ويعبر عن ذلك برقم يطلق عليه المقنن المائى الذى يمثل فى مصر متوسط عدد الأمتار المكعبة فى اليوم ، وهي التى تكفى لزراعة محصول فدان واحد ، وبعد أن تتم زراعة الأراضى الشراقى بالذرة النيلية من نهاية يوليه تصبح جميع الأراضى فى القطر مغطاة بالمحاصيل الزراعية ، وتبلغ المياه اللازمة للرى إذ ذاك أقصاها ، ويتفق هذه الفصل لحسن الحظ مع موسم الفيضان ، وليس هناك من قيود على الإيراد سوى قدرة الترع على سحب المياه وما عسى أن يحدث من خطر إثقال كاهل نظام الصرف بالمياه الفائضة أكثر مما ينبغى ، ولتهيئة عناصر المرونة تغذى ترع التوزيع بالتناوب بارتفاع كاف يفى بحاجة جميع المساقى لمدة تختلف بين خمسة وعشرة أيام حسب الحاجة المحلية ، ثم تقفل إقفالا تاما المدة الباقية من الخمسة عشرة يوما وهى الفترة المفروض انقضاؤها بين كل رية وأخرى في هذا الموسم ، وترتب هذه المناوبات بحيث يكون سحب المياه من الترع الرئيسية منتظما ومتساويا على وجه التقريب ، وتجرى فيها المياه بصفة مستمرة على منسوب فيضانها أو ما يقرب من ذلك ، وكان المقنن المائى منذ عشرين سنة محدداً بمقدار ٢٥ متراً مكعباً فى اليوم لكل فدان ، ولكنه يبلغ فى معظم الحالات الآن ٣٠ فى الوجه البحرى و٣٥ بمصر الوسطى ، وترجع هذه الزيادة إلى السياسة المائية التى من شأنها محاولة سد حاجة كل طلب حتى تكفل

المناسيب العالية الرى بالراحة إبان الفيضان ، كما ترجع كذلك إلى امتداد نظام الصرف واتساع نطاقه اتساعا عظيما .

ويقل طلب المياه بسرعة بانقضاء شهر اكتوبر حيث يزداد الطقس ميلا إلى البرودة ، وتغطى المحاصيل الشتوية كالغلال والفول والبرسيم كل المساحة فعلا ، ولكنها تتطلب عادة كميات أقل لريها ، وتقفل الترع طول مدة شهر يناير لتطهيرها من الطمى الذى رسب فى قاعها . ولإصلاح قناطر الموازنة والكبارى ، ويشرع فى جنى المحاصيل الشتوية المختلفة من مارس إلى يونيه ، وعندها تزرع المحاصيل الصيفية وأهمها القطن والأرز على ما يقرب من نصف المساحة الإجمالية عقب برسيم أو محاصيل إضافية أو على أرض كانت بوراً ، ويترك النصف الباقى بوراً بعد جنى الغلال ، ويهبط التصرف الطبيعى للنهر الآخذ منسوبه فى الانخفاض لدرجة أقل مما تتطلبه حاجة الرى فى مجموعها ، ويحدث ذلك فى تاريخ يختلف كثيراً بين سنة وأخرى ، ولكنه يقرب بوجه عام من بداية هذه الفترة ، ويتحتم فى هذه الحالة إطلاق المياه المخزونة لإمداد النهر بالتصرف الكافى وتطبق فى الوقت نفسه القيود المختلفة فى استخدام المياه .

ولمواجهة الاختلافات التى قد تنشأ من سنة إلى أخرى فى الإيراد الطبيعى للنهر أثناء الصيف على ضوء التنبؤات التى تعمل فى مارس فإنه يمكن التحكم فى احتياجات المياه بتحديد الترع المترتب عليها إمكان رى الأرز ، وهكذا تحدد بطريق غير مباشر مساحة الأرض التى تزرع بهذا المحصول الذى يستنفد من المياه نحو مرتين ونصف مرة مما تستنفده زراعة مساحة مماثلة من القطن ، وينمو الأرز مغموراً إلى عمق نحو عشرة سنتيمترات بالمياه التى يتحتم تجديدها فى فترات متكررة ، وعلى ذلك فإنه حتى بفرض أن ٥ ٪ فقط من المساحة المترتب ريها على ترعة تزرع أرزاً فلا يمكن إقفالها أكثر من خمسة أيام فى كل مرة مع استمرار الفاقد الحتمى منها ، ويؤجل طى الأرض المعروفة بالشراقى والمعدة لزراعة الذرة النيلية إلى حين ورود أنباء عن ارتفاع الفيضان من محطات مقاييس النهر فى أحباسه العليا ومعرفة تاريخ وصول مياهه إلى مصر ، وهكذا يمكن تحديد المدة التى يجب أن توزع فيها كميات مياه التخزين الباقية ، وللمحاصيل المزروعة حق الأولوية على هذه المياه ويخصص الباقى لطى الشراقى لمحصول الذرة النيلية ، وتنتج الذرة النيلية التى تزرع

مبكرة فى يوليه محصولا أوفر مما لو زرعت بعـــد ذلك بشهر على الارتفاع الطبيعى للنهر .

وقد أمكن الوصول إلى الاقتصاد فى استخدام المساء بفرض الوسائل المعروفة بالمناوبات الصيفية ، وتقسم جميع الترع النيلية بمصر — عداما يستعمل منها لمد الأرز بالمياه اللازمة — إلى ثلاثة أقسام ينشر بيان بها على كل قرية ، كما يوجد جدول مواعيد مطبوعا وموضحا به حق الأولوية فى المياه لكل قسم من الترع بالتناوب لأجل معين هو فى الغالب ستة أيام ، وتبـــذل العناية فى جعل مساحة الأراضى المنتفعة بكل قسم من هذه الأقسام متساوية ، وذلك بواسطة ترع التوزيع الملحقة بكل ترعة كبيرة بدرجة أن نصيب القسم الأخير يمكن أن يكون درجة مئوية ثابتة من مجموع الإيراد الموجود ، وبالمثل يوزع تصرف الترعة الرئيسية بين فروعها بنسبة المساحة المترتب ريها عليها فى كل قسم ، وكان من شأن تركيز المياه فى ثلث الترع الأصغر ان أصبح فى إمكانها أن تجرى على مناسيب كافية للتحكم فى اقام المساقى ؛ ويقل تبعا لذلك الفاقد بالتسرب والتبخر من ثلثى الترع المقفلة ، وهكذا يصبح فى متناول كل مزارع أن يروى محصوله مرة كل ثمانية عشر يوما وهذا أكثر وقوعا فى المناطق الجافة أو الرملية ، حيث أن فترات المناوبات فيها محددة تحديدا أقصر ، وقد زادت كمية المياه الصيفية الممكن الحصول عليها على أثر التعلية الثانية لسد اسوان وإنشاء سد جبل الأولياء ، هـــذا الذى أدى إلى اتساع مساحة الأراضي الزراعية التى تروى ريا مستديما وتحسين حصة المزارع من المياه ، وكذلك تخفيف بعض القيود القاسية فى التوزيع .

وتغلب على نظام المصارف الصناعية المنتشرة فى مصر صفة التعقيد نوعا . والصرف يلى الرى من حيث أهميته للزراعة ، وقد أثبتت التجارب أنه من الممكن أن يتطرق التلف حتى إلى أحسن الأراضى تحت نظام الرى المستديم مادامت سبل الرى بالراحة متوافرة فيها إلا إذا كانت مجهزة بشبكة من المصارف للتخلص من المياه الفائضة ، حيث تحوى التربة أملاحا كثيرة كما هى الحال في شمال الدلتا ، فإنه ينبغى منعا لتأثير ضاحية الجاذبية الشعرية ، أعنى صعود الماء فى مسام التربة ، أن تحفر مصارف عميقة ، وجانبية يكون فى عمقها وقربها أحسن ضمان لتسرب المياه الباطنية ، وفى هذه المناطق تتخلل المزارع الكبيرة المنظمة شبكة من المصارف متباعدة بعضها

عن بعض بمسافة ٢٠ أو ٥٠ مترا، ويتراوح عمقها بين ٨٠ سنتيمترا و ١٢٠ سنتيمترا من الأمتار وتستنفد ما يقرب ١٠ ٪ من المساحة المزروعة ، وتشق المصارف العمومية التى تقوم الحكومة بحفرها وصيانتها على صورة شبكة بنفس الكيفية التى أقيم عليها نظام ترع الرى ، وتصمم بحيث تهيء سقوطا يكفى لإعطاء صرف على عمق ١٫٥ متر على الأقل فى حقول هؤلاء الملاك الذين يذهبون فى المحافظة على مصارفهم الرئيسية مذهبا وافيا بالغرض من حيث العمق والنظافة ، ويعنى بتعميق المصارف فى الوقت الحاضر فى بعض مناطق الدلتا لتعطى صرفا على عمق ٢٫٥ متر ابتغاء تحسين الأرض التى تطرق اليها التلف ، وتسير عادة فروع المصارف الصغرى بموازاة ، وفى منتصف المسافة بين ترع التوزيع ، وتصب مياهها فى فروع كبيرة تتصل بدورها بالمصارف الكبرى الرئيسية التى تجرى فى منخفض الوادى بين المرتفعات التى صاغتها فروع النيل بالدلتا ، والتى تقوم عليها الترع الرئيسية .

وانقاء لما قد يحدث من تطرق الفساد إلى الأرض فيما بين المصارف يعمل تصميم المصارف الفرعية بانحدار كبير نوعا غايته ٢٠ سنتيمترا فى الكيلو متر الواحد ، أما المصارف الرئيسية فتطهر بالكراكات ، ويكون سير المياه فيها بانحدار أقل بكثير حتى تصبح ذات تأثير فعال على أقرب مسافة ممكنة من البحر أو البحيرات الساحلية التى تصب فيها ، وبعد إمداد المصارف الرئيسية والفرعية بالانحدار الكافى يلاحظ وجود مساحة قليلة جدا من الارض تقع شمالى خط مستوى الارتفاع « كنتور » ٣٫٥٠ متر يمكن صرف مياهها صرفا وافيا بالراحة ، وعلى العموم فإن الأراضى التى يقع معظمها تحت مستوى هذا الخط تصرف بواسطة مصارف فرعية ترفع مياهها إلى المصرف الرئيسى بالطلمبات التى تدار بالمحركات الكهربائية التى تستمد التيار من خطوط القوى الممتدة فى عرض الدلتا .

ورغبة فى التقليل من عوامل التعقيد التى تنتاب نظام الصرف فقد التجىء إلى جمع مياه الصرف من الأراضى العالية ، ونقلها بحتازة منطقة الطلمبات فى خمسة مصارف رئيسية أكبرها وأهمها مصرفا حادوس والغربية الرئيسى ، يصرف كل منهما بالجاذبية نحو ٣٠٠,٠٠٠ فدان ؛ كما يستقبل مياه المصارف الفرعية التى تصرف بالطلمبات ، والتى تنتفع بها ١٥٠,٠٠٠ فدان أخرى ، ويوجد علاوة على ذلك عدد من المصارف الاقصر تصرف مياهها بالطلمبات رأسا إلى البحر أو

البحيرات ، وتنتفع بكل منها مساحة تتراوح بين ٣٠٠,٠٠٠ و ١٢٠,٠٠٠ فدان ، ومن بينها بعض أجزاء صغيرة جدا ذات منسوب مرتفع تستحق أن تعامل معاملة خاصة ، وهناك أيضا طريقة إجمالية يجرى عليها العمل الآن فى الطرف الشمالى الغربى من الدلتا حيث تعمل الطلمبات على حفظ مستوى بحيرة مريوط على ثلاثة أمتار تحت منسوب البحر لتهيىء سقوطاً مناسبا لصرف ٢٥٠,٠٠٠ فدان ونصفها على وجه التقريب يقع فعلا تحت مستوى البحر ، ولا يستلزم الحال رفع مياه الصرف جميعها بالطلمبات ، حيث أن جزءا منها يتبدد بالتبخر .

ويختلف نظام الصرف فى مصر الوسطى عما هو عليه بالدلتا من ناحية وجود عدد أكبر بكثير من المصارف العمومية الصغيرة ، وعندما تم تحويل الحياض إلى نظام الرى المستديم منذ نحو ثلاثين عاما كانت أمام المهندسين صفحة تكاد تكون بيضاء ليضعوا عليها تصميمهم ، فنظموا شبكة من الترع والمصارف المتعاقبة على أبعاد ٥٠٠ متر تيسيرا لصغار الملاك بالانتفاع بها فى رى وصرف أراضيهم .

ويخترق أراضى مصر الوسطى مصرف رئيسى واحد هو مصرف المحيط الذى يبلغ طوله نحو ٢٥٠ كيلو مترا من مبدئه بالقرب من ديروط حتى مصبه على رياح البحيرة عند الخطاطبة ، ومع ذلك فلا تتهيأ لقطرة من الماء إلا فرصة ضئيلة لقطع كل المسافة ، حيث أن هناك ست نقط على مجراه مجهزة بسقوطات (١) متعاقبة إلى النيل أو جر يوسف يبلغ الواحد منها أو الآخر درجة من الانخفاض تمكنه من استقبال مياه الصرف من هذا المصرف فيما عدا شهرين تقريبا عند نهاية الفيضان . حيث يلجأ إلى استخدام الطلمبات للصرف ، وينتفع من مصرف المحيط نفسه نحو ٧٥٠,٠٠٠ فدان والباقى وقدره ٣٥٠,٠٠٠ فدان ، وهى المساحة التى تروى ريا مستديما بمصر الوسطى يقع فى مديرية الفيوم ، ويصرف فى بحيرة قارون . ولكن من بين هذه الساحة البالغة ٧٥٠,٠٠٠ فدان يصرف ٣٥٠,٠٠٠ فدان صرفا وافيا فى مصرف المحيط ثم فى النيل أو فى البحر اليوسفى أو رياح البحيرة بالراحة فى جميع أوقات السنة . أما المساحة الباقية وقدرها ٤٠٠,٠٠٠ فدان فتحتاج للصرف بالطلمبات مدة الفيضان .

ويختلف مقدار الماء المنصرف من كل فدان ، ويعبر عنه عادة بالمائى اختلافا عظيما ، وسريعا فى المصارف الفرعية الصغيرة نتيجة لما يقتضيه العمل المتقطع لترع

(١) جمع سقوط Outfall

الرى المجاورة لهذه المصارف . غير أن هذا الاختلاف يبلغ حد الاعتدال فى المصارف التى ينتفع بها ١٠٠,٠٠٠ فدان أو أكثر كما تختلف كميات الصرف باختلاف المواسم والعمليات الزراعية المتعلقة بها ، وتبلغ مياه الصرف أقصاها طبيعيا فى غضون أشهر الخريف عندما تكون المساحة برمتها مزروعة ويكون الايراد المائى فى منتهى غزارته .

ومن المعلوم أن تدبير الماء اللازم وتوزيعه إلى أن يصل إلى المساقى من الأعمال التى تتكفل بها الحكومة ، ومن واجبها إذن القيام بانشاء وصيانة السدود والقناطر وقناطر الموازنة والترع ، والمحافظة عليها بحالة جيدة ، وكذلك تنظيم برنامج التوزيع . وهذا العمل منوط بمصلحة الرى التابعة لوزارة الأشغال العمومية والتي مركزها الرئيسى القاهرة . وتتلخص واجباتها فى توجيـــه سياستها صوب المشروعات الكبرى وأعمال التوسع والإشراف على برنامج توزيع المياه طبقاً لحال النهر والأنصبة التى تخصص لكل تفتيش من تفاتيشها .

وتفتيش الرى عبارة عن منطقة واسعة يشرف على إدارتها مفتش رى ومعه طائفة من المهندسين ، وتوجد أربعة تفاتيش فى الوجه البحرى ، وستة فى مصر الوسطى والوجه القبلى . وينقسم كل من هـذه التفاتيش إلى مناطق أصغر تحت إشراف مهندسى المراكز .

وكان نطاق الرى الصيفي خـلال الجزء الأكبر من القرن الماضى محصوراً فى الانتفاع بالتصرف الطبيعى للنهر . ولم يكن هذا التصرف كافياً إلا لرى ١,٥ مليون من الأفدنة فقط في السنوات ذات الإيراد الشحيح .

وقد استقر الرأى في نهاية القرن الماضى على التوسع فى نظام الرى المستديم وذلك بإنشاء خزان يكون من وظيفته تخزين المياه عند ما تكون متوافرة وإطلاقها فى فصل التحاريق أو موسم الإيراد الصيفى بغية الانتفاع بها . ولبلوغ هذا الهدف عملت مساحات آزرتها الأبحاث التى قام بها علماء طبقات الأرض « الجيولوجيون » ، ومن ثم وقع الاختيار على جنـــدل « شلال » أسوان كموقع ملائم لإقامة سد عليه .

ويجتاز النهر فى هذه المنطقة طبقات من الجرانيت بارزة فوق سطح الأرض ، فهى بذلك تمهد السبيل لكى تكون أساساً صالحا من جهة ، ومورداً لأحجار البناء الجيدة من جهة أخرى . وعلى هـــذه الطبقات بنى سد أسوان ممتداً إلى مسافة

كيلومترين من أحد جانبي الوادى إلى الجانب الآخر ، وتم إنشاؤه عام ١٩٠٢ . وهو كتلة صلدة من البنيان تحمل فوقها طريقاً عموميا . ويزداد سمك السد شيئاً فشيئاً كلما اتجهنا صوب الأساس ، ويحتوى السد على فتحات أفقية قدت من البناء تسمح بمرور تصرف النهر خلالها ، ويمكن إقفالها بواسطة بوابات عمودية من الحديد عظيمة الضخامة والمتانة . ومن المستطاع بموجب هذه البوابات التحكم فى كمية المياه المارة من الفتحات . على أنه يمكن استخدام الفتحات كذلك لقياس التصرف . وكانت سعة الخزان فى بادىء الأمر نحو ١٠٠٠ مليون « مليار » من الأمتار المكعبة ، ولكنها زيدت إلى ٢٣٠٠ مليون عام ١٩١٢ ثم زيدت مرة أخرى إلى ٥٣٠٠ مليون عام ١٩٢٤ ، وقد تيسر الحصول على هذه الزيادات عن طريق تعلية السد مرتين متعاقبتين مع زيادة سمكه ، واقتضى القيام بهـذا العمل مواجهة بعض المعضلات العويصة المتعلقة بالبناء لتفادى التشقق من جراء تأثير الاختلافات فى درجة الحرارة على كتلة البناء .

ومصر بلاد تكثر فيها النماذج البنائية العظيمة ، ويصح إتماما للفائدة مقارنة السد بمبنى ضخم آخر ، ألا وهو الاهرام الكبير ، فالسد يشمل نحو مليون ونصف مليون من الأمتار المكعبة من المبانى ، كما يحوى الأهرام نحو مليونين ونصف مليون منها ، وعلى ذلك يفوق الأهرام السد من حيث الحجم ، لا من حيث مقدار ما يؤديه من خدمات لمصر ، وعلى أية حال فإن أهمية الأهرام فى العصور الحديثة مقصورة على استخدامه كنقطة ثابتـة فى أعمال مساحة الأرض ، نقطة مثلث ، وكعامل لاجتذاب السائحين واستمالتهم . ويجوز أن نضيف إلى ذلك مايدخله على الشغوفين به من المسرة والإلهام .

ويبدأ عادة بملء الخزان الحالى فى اكتوبر عند هبوط الفيضان قليلا ، وعدم وفرة الرواسب الطينية التى تحملها المياه ، ويصبح حوض النيل بأسره من هذا الوقت إلى حين ملئه مرة أخرى فى نهاية يوليه موضع مراقبة تامة . ويتم ملء الخزان فى نهاية يناير ، ويبدأ باستخدام مياه التخزين فى فبراير أو مارس حالما يعجز التصرف الطبيعي للنهر عن أن يفى باحتياجات الزراعة .

وقد تم بناء سد سنار على النيل الأزرق عام ١٩٢٥ ، وهو يستخدم للقيام بغرض مزدوج فى أنه يمهد السبيل لتخزين نحو ٨٠٠ مليون متر مكعب من الماء

ويرفع فى الوقت نفسه منسوب النيل الأزرق إلى ارتفاع كان يسمح بتغذية الترعة التى تروى أراضى الجزيرة فيما بين النيل الأبيض والأزرق ، ويملأ الخزان إلى منسوب إيراد الزراعة فى النصف الثانى من شهر يوليه ، ويتم ملؤه إلى منسوب التخزين فى نوفمبر . وتؤخذ المياه من النيل الأزرق مادام أن الإيراد يكفى احتياجات مصر حتى نهاية يناير عادة ، حيث لاتستخدم بعد ذلك لرى الجزيرة إلا مياه الخزان إلى حين انتهاء موسم الزراعة فى ابريل ، وأهم المحاصيل الرئيسية التى تزرع هناك هى القطن والذرة النيلية واللوبيا .

وتبدو حاجة معظم أراضى السودان إلى المياه لحسن الحظ إبان الفيضان ، حيث تتوافر مقادير المياه بما يفيض عن احتياجات القطرين معا ، ويصح التنويه بأن تقسيم المياه بين قطر وآخر من المسائل التى تتم بطريق الاتفاق الذى يمكن الوصول إليه على ضوء ما تسفر عنه دراسة جميع نواحى الموضوع دراسة وافية ، ويتوقف هذا التقسيم على قياس تصرف المياه التى تمر من فتحات السد وفتحات الترعة ، ويقوم ذلك على أساس التجارب التى يمكن اجراؤها على نماذج الفتحات . على أن الموضوع لا يخلو من فائدة . فعندما أنشىء سد أسوان بنى حوض كبير من الخلف واستخدم فى قياس تصرف فتحة من فتحاته شاملة لجميع ظروف التصرف[1] . وكانت هذه هي المرة الأولى التى تقاس فيها كميات عظيمة من المياه بطريقة مباشرة فجاءت بنتائج على جانب كبير من الدقة . وكان من المعروف أنه يمكن استعمال النماذج المراقبة حركة السوائل فى بعض أنواعها للتنبؤ بسلوك أصولها وعلى الأخص في حالة السفن . ومع ذلك فإنه حتى ذلك الوقت لم يكن قد تحقق المبدأ فيما يختص بحالة قياس تصرف الميـــاه في نطاق واسع ، وقد أتاح حوض التجارب بأسوان فرصة ثمينة للقيام بهذا النوع من التجارب ، فصنعت بعض نماذج لفتحه بمقاييس مختلفة ثم قورنت تصرفاتها بتصرفات الفتحة الأصلية تحت حالات متجانسة[2] فوجدت تصرفات النماذج متعادلة مع تصرف الفتحة الكبيرة الأصلية على مدى شاسع من الأوضاع والاحتمالات ، وهكذا ، إذا كان مقياس النموذج ١/٥٠ كان تصرفه ١/١٧٧٠٠ من تصرف الفتحة الكبيرة عندما كان ارتفاع المياه فوق

(١) كتاب Istitution of civil Engineers 1920 - 1921 لمؤلفيه السير مردخ ماكدونالد والدكتور هيرست .

(٢) كتاب Istitution of civil Engineers 1923 - 1924 لمؤلفه الدكتور هيرست ومستر وات

فتحة النموذج ١/٥٠ من الارتفاع المقابل له فوق الفتحة الكبيرة ، وإذا كان المقياس ١٦/١ يقل التصرف بنسبة ١٠٢٤/١ وهلم جرا [١]

وهكذا عندما بنى سد سنار بفتحات تماثل ، وفتحات خزان أسوان مع اختلافها من حيث الأبعاد كان من السهل معرفة كمية تصرفها على ضوء التجارب التى أجريت على النماذج ، ومن ثم كانت نتائج تصرف الفتحات الكبيرة المستقاة من النماذج بمثابة قاعدة لقياس كمية المياه التى يستنفدها السودان ، وقد أثبتت جميع التجارب التى أجريت بعد ذلك بواسطة مقاييس تيار المياه « الكرنتمترات » ان نتائج النماذج هى من الدقة ، بحيث يصح اعتبارها وافية بالأغراض العملية ، ومنذ أن أجريت تجارب النماذج الأصلية التى قام بها المؤلف والمرحوم المستر وات اتسع نطاق استعمال النماذج فى مصر باعتبارها أساساً يستعان به فى التصميم وفى قياس تصرف المياه .

وقد بنى سد ثالث عند جبل الأولياء على بعد ٤٤ كيلومتراً جنوبى الخرطوم لتخزين المياه قصد الانتفاع بها فى مصر ، وتم إنشاؤه عام ١٩٣٧ ويبدأ بالحجز عليه فى يوليه ويتم ملؤه فى سبتمبر ، ولكن لا تسحب ميـــاه التخزين حتى فبراير التالى عند ما تكون المياه شحيحة بمصر ، ويمكن ملء الخزان عند بلوغ الفيضان ذروته ، نظراً لأن مياه النيل الأبيض لا تحمل شيئاً من الرواسب الطينية .

والخزان متسع نوعا وقليـل الغور . لذلك كان الفاقد من تبخر المياه وتشرب الأرض أكبر إذا قورن بخزان أسوان ، ولهذا السبب فإنه حين تستدعى الضرورة استخدام مياه التخزين والسحب من أسوان فإن المياه المسحوبة تحل محلها ميـاه من جبل الأولياء ، ومعنى ذلك أن جبل الأولياء يفرغ أولا .

ومن المحقق أن وجود ثلاثة خزانات لتخزين المياه تعمل على النيـــل مع اختلاف الحاجة لمياه الرى وتباينها قد جعل التدابير الخاصة بملء وتفريغ الخزانات من الأمور المعقدة قليلا ، فبينما خزان سنار وجبل الأولياء يستعملان على مقتضى خطة قد أحكم ترتيبها من قبل ، إذ بخزان أسوان هو الأخير والأوحد الذى تعمل عليه الموازنات طبقاً للاحتياجات المباشرة للرى فى مصر ، وهذا يفضى إلى القول بأن التدابير فى هذه الحالة يبدو عليها التعقيد أكثر قليلا .

---

(٢) وإذا كان مقياس النموذج ١/ن يكون التصرف ١ / ن ٥ / ٢ للنموذج الأصلى فى الحالات المطابقة

وتتوقف جميع التدابير على التنبؤ بحال النهر، وهو موضوع نما وترعرع على يد مصلحة الطبيعيات، وقد سبقت الإشارة إلى وصف مصغر لنموذج التنبؤ « العدد السابق » وهو يشبه إلى حد ما التنبؤ الذى يعطيه جدول مواعيد السكة الحديد، فمثلا القطار الذى يقوم من محطة القاهرة الساعة السابعة يصل إلى الأسكندرية فى الساعة العاشرة والنصف، وعلى هذا النمط فإن الذروة التى تحدث عند الرصيرص على النيل الأزرق فى ٣١ أغسطس تصل إلى أسوان حوالى ١٠ سبتمبر، والتى تمر بخشم القربة على نهر العتبره فى نفس التاريخ تصل إلى أسوان مبكرة بنحو يومين وتستغرق المياه فى رحلتها من أسوان إلى القاهرة فى هذا الوقت من السنة خمسة أو ستة أيام.

ويمكن التعرف على هذه النتائج على ضوء تحليل البيانات التى أحرزناها فى الماضى، ومن المتيسر على هدى تحليل مماثل الحكم على وجه التقريب بما سيكون عليه ارتفاع الفيضان المقبل، ويستخدم هذا الطراز من التنبؤ الذى يتوقف على ما حدث فى مياه النهر فى أحباسه العليا للتنبؤ بكميات المياه التى إلى تصل مصر، ويطول الوقت اللازم لقطع هذه المرحلة عند هبوط النهر، فتقتضى ٣٥ يوما بين الرصيرص وأسوان.

وهناك طراز آخر من التنبؤ مؤداه أنه عند ما ينتهى الفصل الماطر يأخذ النهر فى الهبوط شيئاً فشيئاً بانتظام حتى يبدأ موسم الإمطار مرة أخرى، وهكذا يصبح فى حيز الإمكان إعداد تنبؤ فى شهر يناير عن كمية المياه التى تصل إلى مصر حتى نهاية مايو على أساس مقتضيات الأحوال السائدة فى يناير، وتظهر فائدة هذا النوع من التنبؤ فى تنظيم برنامج الرى الصيفى وبالأخص فى تحديد مساحة الأراضى التى يمكن زرعها أرزاً قبل حلول موسم الزراعة بوقت كاف.

وعلاوة على هذا وذاك يوجد نوع آخر من التنبؤ لم يبلغ حتى الآن درجة كافية من الدقة بحيث يصح اعتباره صالحاً من الوجهة العملية، وهو يقوم على أساس الدورة العامة للهواء الجوى، ويفضى هذا النوع من التنبؤ إلى حدوث ظواهر فى جهات متباعدة للغاية تكون على الرغم من تفرقها مرتبطة بعضها ببعض ويقع هذا الارتباط فى بعض الأحايين فى وقت واحد، فمثلا يلازم عادة ضغط الهواء العالى فى القاهرة خلال الفصل الممتد من يونيه إلى أغسطس فيضان منخفض للنيل، كما يصاحب فصول الشتاء الدافئة باتجلترا فى العادة ضغط منخفض فى إيسلندا ومرتفع فى مصر.

وفى أحوال أخرى يشاهد أن الحادث يعقبه آخر كما فى حالة درجة الحرارة فى جزيرة سموا من يونيه إلى أغسطس حيث الطقس الدافىء هناك يتلوه شتاء دافىء فى انجلترا .

وعند حصول حادث يتلوه آخر يمكن اتخاذ الأول كوسيلة للتنبؤ بالثانى ، وكيفما كان الأمر فهذه العلاقات الجوية « المتيورولوجية » ليست لها صفة الثبات والاستقرار ، حيث أن طبقة الهواء المحيطة بالكرة الارضية ذات نظام كثير التعقيد ، قريب حادث تؤثر فيه أسباب جمة ، وقد تكون لبعض الأسباب آثار عظيمة وللبعض الآخر آثار طفيفة ، غير أن الآثار الطفيفة أوفر بكثير من حيث عددها . وليس من الميسور سوي إحصاء هذه الأسباب التى تنجم عنها آثار كبيرة نسبياً ، ونتيجة ذلك أنه لا يتاح إلا تعليل جزء من الظاهرة الطبيعية ، وإيضاح سببه وعلى ذلك تظهر المصادفة فتلعب دوراً كبيراً ، ويبين المثال الآتى عملية التنبؤ هذه عن فيضان النيل (ن) فى صورة معادلة جبرية .

والظواهر الطبيعية التى اتخذت أساساً لهذه المعادلة هى :

درجة الحرارة فى ميناء هولندية « الاسكا » مارس إلى مايو (د)

درجة الحرارة فى جزيرة سموا « المحيط الهادي » ديسمبر إلى مايو (س)

الضغط الجوى فى بورت دارون « أوستراليا » مارس إلى مايو (ب)

وجميع هذه المقادير قد وضعت على صورة الفرق عن المتوسط مقسوما على الانحراف القياسى ، والمعادلة هى :

ن = — ٤٠ ر ٠ د — ٢٣ ر ٠ س — ٣٠ ر ٠ ب

ومعنى هذا أنه عند ما تكون درجتا الحرارة والضغط الجوى مرتفعتين يميل فيضان النيل المقبل إلى أن يكون منخفضا ، ومن الامور الموجبة للاهتمام ملاحظة أن هذه المناطق جميعها واقعة فى الجزء المقابل من الكرة الأرضية بالنسبة للنيل .

وقد جاءت هذه القاعدة مطابقة تمام المطابقـــة للأرصاد التى بنيت عليها ، ولكن لم تختبر درجة نجاحها فى العصور الحديثة لافتقارنا إلى البيانات التى تصلنا من المحيط الهادى ، ورغبة منا فى تقدير أهميتها على وجه التقريب يصح القول بأن هذه المعادلة قد عللت أسباب ما يقرب من نصف التغييرات التى حدثت بالنيل .

ومن المحتمل أن يفضى التقدم العظيم الذى بلغه عـــلم الظواهر الجوية « المتيورولوجيا » على أثر دراسة طبقات الجو العليا إلى إعداد تنبؤات تمتد إلى مدى طويل عن الفيضان وتكون ذات فائدة عملية بقدر ما لها من الأهمية النظرية ؟

فيضان النيل

نهر النيل هو سر حياة البلاد الزراعية ، وقديما قال هيرودوت المؤرخ اليوناني الشهير : « مصر هبة النيل » ولاريب أن شئون مصر الزراعية ، لها اتصال وثيق بفيضان مياه هذا النهر المبارك الغدوات ، كما قال عمرو بن العاص .

ويبدأ فيضانه من يوم ١٠ بؤونة المعروف بليلة النقطة « ١٧ يونيه » ويستمر فى الارتفاع تدريجيا ، ويعظم ارتفاعه فى شهر أبيب « يوليه » ويتم فى شهر مسرى « اغسطس » ويبتدىء انحداره فى النصف الأول من سبتمبر .

وقد لاتكون أراضى الحياض فى مصر العليا مضمونة الرى من أقصاها إلى أقصاها إلا إذا بلغ ارتفاع النيل سبعة عشر ذراعا ونصف ذراع بمقياس اسوان .

وفى كل سنة يعين يوم يكون غالباً من العشرة الأيام الثانية من شهر اغسطس للاحتفال رسميا بوفاء النيل ، ثم يكتب القاضي الشرعى إعلاما شرعيا يثبت فيه وفاءه واستحقاق جباية الخراج « الضرائب » اتباعا للعادات القديمة التقليدية المعروفة فى التاريخ .

الخـــــراج

الخراج ماكان يجبى من الاموال فى مصر « الضرائب » فى الأزمنة البعيدة وقد قال المؤرخ ابن حوقل إن عمرو بن العاص جباها ١٢,٠٠٠,٠٠٠ دينار وكانت مساحة الأرض المنزرعة فى تقدير عصره ٣٠,٠٠٠,٠٠٠ فدان وجباها عبد الله بن سعد فى أيام عثمان بن عفان ١٤,٠٠٠,٠٠٠ دينار ، ولكنه استعمل العنف فى تحصيلها ، وفى أيام بنى أمية لم تزد عن ثلاثة ملايين من الدنانير . وانحطت فى بعض سنى القرن الثالث للهجرة إلى ٨٠٠,٠٠٠ دينار ، وفى سنة ٢٥٧ هجرية فى عهد ابن طولون جباها ٤,٠٠٠,٠٠٠ دينار ، وكان القمح فى تلك الأيام كل عشرة أرادب بدينار ، كما روى المقريزى . وفى سنة ٣٦٣ هجرية جباها جوهر القائد الفاطمى ٧,٠٠٠,٠٠٠ دينار .

وفى كتاب التحفة السنية للقاضى ابن الجيعان أن الضرائب بلغت فى زمن الاشرف شعبان سنة ٧٧٧ هجرية ٩,١٣٩,٣٠٢ دينار عن ٣,٣٣٥,٠٨٤ فدانا .

وذكر المقريزى أن خراج مصر « الضرائب » فى سنة ٨١٣ هجـــرية ، بلغ ٤,٢٥٧,٠٠٠ دينار .

وكان مقدار الجباية من مصر يرتقى وينحط بتناوب الدول الحاكمة إلى أن جاء عهد الأمراء المماليك ، حيث تناهى الانحطاط فى قيمة أموالها ، لأن ميزانية ١٢١٣ هجرية الموافقة ١٧٩٨ ميلادية كانت للايراد ١٦٠،٠٨٦ جنيها وللمنصرف ١٣٧،٥٨٦ جنيها ، والزائد فى الايراد وهو ٢٢،٥٠٠ جنيه كان يرسل سنويا إلى الآستانة .

أما فى عهد الأسرة العلوية فكانت الضرائب التى تجبى والأطيان التى عليها الربط كالآتى :

المساحة بالفدان	عدد النخيل	الضرائب المحصلة بالجنيه المصرى	العهـــود
١،٩٥٦،٦٤٠	—	٦٥٩،٧٠٧	أول عهد ساكن الجنان محمد على باشا
٣،٥٢٥،١٦١	—	٣،٣٨٣،٨٨٥	فى عصر عباس الأول
٤،٦٢١،٨١٦	٤،٤٧٧،٠٦١	—	فى أوائل عصر اسماعيل
٧،١٧٥،٢١١	٥،٣٧٨،٧١١	—	فى سنة ١٩٠٣

مسموح المصاطب :

لما راى المرحوم محمد على باشا إحصاء أطيان البلاد ، ونفذ ذلك فعلا فى سنة ١٨١٣ م ، سنة ١٢٢٨ هـ ، وزع أطيان البلاد على الفلاحين القادرين على الاستعمار والفلاحة . وبأمره أعطى لكل منهم ثلاثة أفدنة أو على الأكثر خمسة ، وأعطى مشايخ كل بلد قسما من الأرض يستثمرونه وينتفعون بغلاته مجانا ، وهو ماكان قد عرف باسم المصاطب أو مسموح المشايخ وكان مقداره فى الغالب أربعة أفدنة عن كل مائة فدان من مجموع زمام البلد ، هذا عدا ما رتبه لبعضهم من النقود ، وذلك كله فى مقابل أتعابهم فى خدمة الحكومة ، وما كانوا ينفقونه على ضيافة من يأتيهم من العمال ووفود الجباة . ولكن سامت تصرفاتهم ، واستبدوا حتى سخروا الفلاحين فى خدمة أراضى المسموح وزراعتها فاستاء من سماع ذلك المغفور له سعيد باشا وأصدر أمره فى ٢٤ محرم سنة ١٢٧٤ هـ «١٢٥٨م» بإبطال ذلك المسموح ، وضم تلك الاراضى إلى اسماء زارعيها من الفلاحين بأعلى ضريبة فى كل بلد وتم ذلك فعلا .

وفى ١٦ مارس سنة ١٨٩٥ صدر أمر عال بنظام انتخاب وتعيين وتأديب العمد والمشايخ ، وتلاه صدور أمر عال آخر فى اليوم ذاته بإعفاء كل عمدة من دفع الأموال الأميرية عن خمسة أفدنة من الأطيان التى يمتلكها ملكا خاصا اعتبارا من أول يوليه سنة ١٨٩٥ .

المقاييس الزراعية

إن تاريخ منشأ استعمال المقاييس عند الأمم القديمة لا يزال محفوفا بكثير من الغموض ، وهو من الأبواب التي يتسع فيها للباحثين مجال الظنون ، حتى أن أكثر الثقات الذين اختصوا بالبحث فى هذا الموضوع لم ينجوا من التعويل بعض الشيء على محض الاستنتاج فى أبحاثهم .

والمرجح أن أقدم المقاييس التي اضطر الإنسان لاستعمالها فى مهام حياته ، نقلها عن أعضاء جسمه كالقدم والفتر والشبر والذراع والخطوة الخ .

والظاهر أن وحدة مقاييس الطول عند قدماء المصريين كانت بالذراع ، فقد جاء فى الانسكلوبيديا البريطانية نقلا عن بعض المحققين من علماء الآثار « أن الذراع المصرى المستنتج من أطوال الهرم الأكبر بالجيزة يعادل ٢٠٫٦٢٠ بوصة انجليزية أو ٠٫٥١٥٥ من المتر ، وأن مبانى الأسر الرابعة والخامسة والسادسة المصرية يختلف طول الذراع فيها بين ٠٫٥١٢٨ من المتر وبين ٠٫٥١٧٨ من المتر وأن بعض أقيسة الذراع التي وجدت باقية للآن مما كان مستعملا قبل الميلاد بنحو عشرة قرون بلغ متوسط طولها ٠٫٥١٦٣ من المتر ، وكان الذراع فى مقياس النيل بجزيرة فيله « أسوان » فى عصر الرومان يعادل ٠٫٥١٩٠ من المتر ، وهذه الوحدة وجدت مبينة على أحد القبور القديمة بناحية بنى حسن « المنيا » وحوفظ عليها فى أطوال قبر رمسيس الرابع .

وحاول جومار ـ على ما جاء فى الخطط التوفيقية للمرحوم على باشا مبارك ـ أن يثبت نسبة ثابتة بين أطوال الهرم الكبير بالجيزة ، وبين وحدة مقاييس الطول والمساحة ، فقال إن الذراع القديم الذى استعمل فى بناء الهرم الأكبر يعادل ٠٫٤٦٢ من المتر ، وان هذا الذراع جزء من خمسمائة جزء من طول ضلع قاعدة الهرم الأكبر البالغ ٢٣٠٫٩٠٢ متر أو جزء من أربعمائة جزء من ارتفاع أحد وجوهه البالغ ١٨٤٫٧٢٢ مترا ، وقال « إنه لما كان هذا الارتفاع يعادل « بفرق طفيف

جدا ، جزءا من ستمائة جزء من مقدار الدرجة الأرضية البالغ ١١٠٠٨٢٠٧٦٨ مترا حسبما قاسها المتأخرون ، فلا يبعد أن يكون المصريون القدماء قد قاسوها وجعلوها مرجعا ثابتا لأقيستهم ، وخلدوا ذلك بالمحافظة على نسبة صحيحة هي $\frac{1}{360}$ بين ارتفاع درجة الهرم الأكبر وطول الدرجة الأرضية .

والأقيسة الذراعية التي اتفق عليها مؤرخو العرب لأبعاد الهرم الأكبر المختلفة إذا قورنت بالأقيسة المترية الناتجة من حساب الفرنسيين تبين أن الذراع الذي عول عليه مؤرخو العرب يوازي ٠٫٤٦٢ من المتر ، وهو حسب ما ذكره جومار .

وجاء في رسالة لمختار باشا المصري أن طول الذراع المصري يبلغ ٠٫٤٤٤ من المتر والفرق طفيف بين ذلك وبين الأرقام التي قدرها جومار الفرنسي على ما تقدم ، وكانت وحدة مقاييس السطوح تسمى بالأورور ـ على ماذكره هيرودوت المؤرخ الأغريقي ـ قالوا إن ضلعه كان معادلا لمائة ذراع أوخمس طول قاعدة الهرم الأكبر ، وعلى ذلك تكون مساحة الأورور ٢١٣٫٤٤٤ متراً أو نحو نصف مساحة الفدان الحالي . ولوحظ أن القصبة الديوانية التي وجدت في الجيزة عند دخول الفرنسيين مصر وطولها ٣٫٨٥ أمتار تساوي جزءاً من ستين جزءاً من طول قاعدة الهرم الأكبر بلا كسر ، ولعل ذلك من قبيل الاتفاق . أما القصبة المصرية القديمة فقيل إنها كانت بمقدار ٣٫٠٨ أمتار وجزء من خمسة وسبعين جزءاً من طول ضلع قاعدة الهرم ، أو جزء من خمسة عشر جزءا من طول ضلع الأورور .

والقصبة لغة نبات ذو أنبوب ، أما اصطلاحا فقد استعملت للدلالة على مقياس طولي لقياس الأراضي ، وسبب تسميتها كذلك هو أنها كانت تؤخذ دائما من قصب الغاب لخفته واعتداله . وقد طرأ على مقدار طول القصبة كثير من العبث والتغيير ، فوجدت في بعض البلاد عند دخول الفرنسيين مصر بطول ٣٫٨ أمتار ، وأحيانا بطول ٣٫٦٥ أمتار ، على أن ذلك لم يؤثر على استمرار المحافظة على اعتبار طول القصبة الديوانية ٣٫٨٥ أمتار .

ووجد الفدان في بعض بلاد القطر المصري بمقدار ٤٣٢ قصبة مربعة ، وفي أكثر البلاد بمقدار ٤٠٠ قصبة ، وفي بعض البلاد بمقدار ٣٢١٫٣١٠٫٢٠٠ قصبة

مربعة ، فأراد المغفور له محمد على باشا الكبير تقرير وحدة جديدة لأقيسة الأطيان فى البلاد المصرية فعقدت بأمره لجنة فى سنة ١٢٥٥ هجرية سنة ١٨٣٨ ميلادية تألفت من بعض مشاهير المهندسين وهم لينان باشا وأدهم باشا وبهجت باشا وأزهرى أفندى وابراهيم أفندى وهبى ومحمد بك عبد الرحمن ، وقدرت القصبة بمقدار ٣٫٥٥ أمتار وما تزال باقية فى اعتبار تقدير المساحة ، ولكن المقياس ذاته قد ابطل استعماله فى أعمال المساحة بفروع وزارة المالية منذ سنة ١٨٩٨ واستبدلت به سلسلة حديدية « تسمى جنزيرا » طوله خمس قصبات .

أما طريقة تعيين مقادير الأراضى فى مصر فهى جارية منذ عهد بعيد على وحدة الفدان وهى التي على موجبها تجبى الأموال وتنصب الحدود .

وكلمة الفدان: معناها لغة المحراث ، أو آلة الحرث ، وتطلق على الثورين يحرث عليهما فى فدان ، وجمع فدان فدادين وأفدنة وفدن « انظر القاموس » .

وأما اصطلاحا فإنها تدل على مسطح من الأرض يقدر فى الوقت الحاضر بمقدار ٤٢٠٠٫٨٣٣ متر مربع أو ثلاثماية وثلاثين قصبة وثلث قصبة مربعة « ٣٣٣٫٣٣ قصبة مربعة » أو هو مسطح من الأرض يمتد فى كل جهة من جهاته الأربع بمقدار ثمان عشرة قصبة وربع قصبة تقريباً .

وللفدان آحاد أى أقسام صغرى واحدها قيراط . وكل أربعة وعشرين قيراطاً يتكون منها فدان . وكل قيراط يقسم الى أربعة وعشرين قسما أيضاً يسمى الواحد منها سهما ، وتقسم الأسهم إلى أقسام أقل منها تسمى سحاتيت وواحدها سحتوت ، ولكنها لا تستعمل الآن فى تعيين مقادير الأطيان ؟

على رشدى