التقويمات المائية فى الجزائر

الدكتور / حليمى عبد القادر(*)

مقدمة :

إذا كانت الجزائر بحكم موقعها الفلكي والمناخي فى حاجة إلى مياه الرى والتصنيع فهي في أشد الحاجة إلى مياه للشرب والاستعمالات المنزلية وخاصة في هذه الفترة بالذات التي أخذ فيها النمو السكاني يسير بخطى سريعة ، ونمو المدن يزحف نحو الريف الزراعي بشكل غريب لم يسبق له مثيل .

ومن هنا كانت دراسة المياه القارية سواء منها السطحية أو الجوفية وتقويمها وضبط خطة التحكم فيها وحسن توزيعها واستغلالها من أهم المشاريع التى توجهت نحوها الحكومة الجزائرية وأدرجتها ضمن مخططاتها التنموية ، وخصصت لها وزارة كاملة للاعتناء بها ، ونظرا لاتساع الموضوع وتشعبه فإننا سنقتصر فقط على التقويمات المائية السطحية ولانتعرض إلى المياه الجوفية ، كما سنقتصر على دراسة الكمية المائية دون وصفها وتحليلاتها ، وذلك لما لهذه الدراسة من جوانب عديدة تستلزم تخصصات مختلفة والعمل الجماعي .

وإنطلاقا من هذا المفهوم نذكر مبدئيا أن المياه السطحية فى الجزائر كما هو الشأن فى بقية بلدان العالم مرتبطة أشد الارتباط بالأمطار ، لكن هذه الأمطار فى بلدان المغرب العربى تتميز بشدة الذبذبة وعدم الانتظام أو الاختلاف ، لا فى الكمية المطلقة فقط ولكن أيضا في الشدة من مكان لآخر وفي المدة من سنة لأخرى ، ومن فصل لأخر ، بل وحتى من يوم لآخر من نفس الأيام الممطرة سواء منها الشهرية أو الفصلية ، وهذا الاختلاف الشديد جعل من الصعب الوصول إلى أرقام دقيقة لتقويمات الاحتمالات المائية المطابقة للواقع ، وهي تقويمات قد تزيد عن الضعف ، ولنضرب لذلك مثلا بسنوات الوفرة التي قد يتلقى فيها سطح التراب الجزائرى حوالى 160 مليارا من الأمتار المكعبة من المياه المتساقطة، بينما فى السنوات العجاف قد يقل فيها التساقط إلى مادون 80 مليارا من الأمتار المكعبة ، هذا بالإضافة إلى أن بعض المناطق تتلقى في الغالب كمية قد تكون كافية للزراعة

(*) رئيس قسم الجغرافيا ـ جامعة هوارى بومدين للعلوم والتكنولوجيا ـ بالجزائر

والتصنيع والحاجيات المنزلية كما هو الشأن في اقليم التل ذي المناخ المتوسطي الذي يحتل اقل من خمس المساحة الإجمالية للجزائر ، بينما الإقليم الجنوبي حيث يسود المناخ الصحراوي يشكو العطش المستمر ولايكفي مايتلقاه من مياه التساقط حتى الحاجيات المنزلية للسكان الذين يعتمدون على المياه الجوفية بالدرجة الأولى ، سواء منها الأثرية أو المتسربة من الشمال الى الجنوب ، وبالإضافة إلى مشكلة ذبذبة كمية المياه المتساقطة وسوء توزيعها على كامل التراب الجزائري ، هناك مشكلة التبخر التي زادت الطين بلة ، بذلك إذا راجعنا كمية المياه المتبخرة وقارناها بكمية التساقط طوال السنة نجد أن اغلب المحطات وحتى الواقع منها في التل تسجل عجزا مائيا لايمكن تغطيته إلا بالتخزين وبناء السدود .

وتعد المياه السطحية من أهم الموارد الطبيعية المتجددة التي تعود في أصلها إلى حلقة من حلقات الدورة المائية المعروفة والمنطلقة اولا في شكل بخار من المسطحات المائية من بحار وبحيرات ، بل ومن كل جسم يحوي كمية من الماء تعرض إلى عامل من عوامل التبخر من حرارة ورياح ، وهو البخار الذي يمثل جزءا من الغلاف الغازي الذي يظل عالقا به إلى أن يتعرض إلى عامل التكاثف فيسقط نحو سطح الأرض الذي يجري جزء منه عليها ليعود مرة أخرى من حيث أتى للقيام بدورة أخرى من جديد .

ونظرا لما لهذه الدورة المائية من ارتباطات محكمة بين حلقاتها يكون من الضروري في دراستنا للمياه السطحية في الجزائر أن نتعرض لما يعرف بحدود **الموازنة المائية** فيها سنقتصر فقط على التساقط والتبخر والجريان .

التساقط :

الأسباب : تحتل الجزائر مساحة واسعة من خطوط العرض المعتدلة من مدار السرطان إلى خط عرض 36 °تقريبا ، وتطل في جهاتها الشمالية على البحر المتوسط الذي يعد مسرحا لسير الانخفاضات الجوية ، لهذا كانت التأثيرات القارية والبحرية تتناوب هذه البلاد تبعا لفصول السنة ، وأغلب أمطار الجزائر ناتجة عن الانخفاضات الجوية المنطلقة من الجبهة القطبية وهي جبهة ناتجة عن التقاء كتل هوائية قطبية باردة قادمة من الشمال وكتلة هوائية مدارية ساخنة قادمة من الجنوب ، وتسلك الانخفاضات الجوية المسببة للأمطار في الجزائر مسارا من الغرب إلى الشرق أو من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي وهو مسلك يكون في الغالب بين خطي عرض 36 ° ، 38 ° درجة ، ولما كانت هذه الانخفاضات الجوية مرتبطة بالجبهات القطبية وهذه مرتبطة بعدم ثبات الكتل الهوائية في منطقة محدودة طوال العام إذ هي متحركة شمالا وجنوبا تبعا لحركة الشمس الظاهرية فكذلك

الجبهة القطبية ، وكذلك خط سير الانخفاضات الجوية الذى يتحرك شمالا وجنوبا تبعا لهذه الحركة ، ففي فصل الصيف تنسحب الجبهة القطبية إلى الشمال والشمال الشرقى ، وكذلك منطقة الضغط المرتفع الدائم الأزورى ، وتبلغ أقصى زحزتها الشمالية فى شهر يونية وحينئذ يشتد أثرها على أوربا الغربية بالخصوص ، وبعد شهر يونيه تأخذ فى الحركة نحو الجنوب لتبلغ أقصى زحزحتها الجنوبية فى شهر ديسمبر وحينئذ يظهر أثرها على الشمال الأفريقى ويأخذ فصل نزول الأمطار على الجزائر فى الظهور ابتداء من شهر سبتمبر حيث يكون الطقس أقل تقلبا من الشهور الآتية من بعدها وهي شهور تكون فيها خطوط سير الانخفاضات الجوية قريبة من حدودها القصوى الجنوبية ، لذلك يشتد تقلب الطقس ، وفى شهر مارس تأخذ منطقة الضغط المرتفع الأزورى على المحيط الأطلسى فى التحرك نحو الشمال فى شكل حركة غير منظمة أى تارة تكون بطيئة وحينئذ تصيب الانخفاضات الجوية المتسللة منها شمال الجزائر وتارة تكون سريعة وحينئذ لا تصيب هذه الانخفاضات المتسللة شمال الجزائر إلا نادرا لذلك تقل أمطار الانخفاضات الجوية فى فصل الربيع وينتهى فصل نزول الأمطار بنهاية شهر يونية .

وفى فصل الصيف يتبع شمال الجزائر منطقة الضغط المرتفع فيما وراء مدار السرطان أو مايمكن أن نطلق عليه منطقة الضغط المرتفع الصحراوى ، تخرج منها رياح جافة وقد تكون حارة قادمة من الجنوب ومتجهة نحو البحر الأبيض المتوسط يطلق عليها سكان المنطقة الشبلي أو القبلى المعروفة لدى الأوربيين بالسيروكو ، وبصفة عامة فإن هذه الرياح القارية الجنوبية لاتسبب سقوط الأمطار ، بل تزيد عملية ظاهرة الجفاف والتبخر شدة ، ولاتصيب أمطار الانخفاضات الجوية شمال إفريقية فى فصل الصيف وقد تحل محلها الأمطار التصاعدية الناتجة عن ارتفاع الهواء والإختلاف الحرارى بين الطبقات السفلى للجو الساخنة وطبقاته العليا الباردة نسبيا .

وربما تبخرت الأمطار النازلة قبل وصولها إلى سطح الأرض نتيجة اشتداد الاشعاع الأرضى وحرارته ، وفي اواخر فصل الصيف تأخذ منطقة الضغط المرتفع فيما وراء مدار السرطان وفى اقليم الأزور بالمحيط الأطلسى فى التحرك نحو الجنوب كما تتبعها في نفس الوقت الجبهة القطبية التى تكون قد بلغت أقصى حدودها الشمالية ، وكذلك يتحرك خط سير الانخفاضات الجوية نحو الجنوب وذلك لإعادة الدورة نفسها التى تتكرر كل سنة .

الأيام الممطرة وشدتها :

يزداد عدد الأيام الممطرة قلة كلما تقدمنا من الشمال إلى الجنوب بصفة عامة ، ويختلف من شهر لآخر ، ففى شمال الجزائر مثلا قد تصل احتمالات اليوم الممطر خلال السنة إلى الربع اى لكل اربعة أيام يوم ممطر ، كما هو الحال فى اقليم الاطلس البليدى الذى احصينا فيه الأيام الممطرة خلال 30 سنة ، فكانت نسبتها السنوية 0.26 وقدرها آخرون بحوالى 0.23 ، بينما فى الجنوب تقل نسبة الأيام الممطرة إلى أقل من ذلك بكثير ، كما هو الحال فى اقليم الحضنة الذى سجلت فيه محطة مسيلة احتمال يوم ممطر 0.11 اى يوم لكل 11 يوما ، اما فى الأقليم الصحراوى فقد تنخفض النسبة إلى 0.04 او حوالى اليوم لكل 20 يوما ، هذا بالنسبة لاحتمالات الأيام الممطرة خلال السنة ، اما خلال الشهر فإنها تختلف ايضا من الشمال إلى الجنوب حيث نلاحظ أنها تقرب فى الساحل وفى فصل الشتاء من اليوم خلال الثلاثة أيام ، وفى فصل الصيف من نفس الأقليم تنحدر إلى أقل من ذلك بكثير ، إلى أن تصبح مشابهة لإقليم النجود والصحراء التى تنخفض فيها النسبة الشهرية للأيام الممطرة إلى ما دون اليوم لكل 20 يوما طوال السنة .

وعدم انتظام سقوط الأمطار فى الجزائر لايتمثل فقط فى عدد الأيام المطيرة ولكن ايضا فى الكمية اليومية للأمطار او مايعرف بشدة التساقط ، وحسب هذا المعيار يمكن أن نصنف الأيام الممطرة إلى ايام سيلية وايام عادية ، فالأيام السيلية هى التى يتلقى فيها وجه الأرض 3,6 مم من الأمطار فى الساعة اى حوالى 86,4 مم فى اليوم وهو مايعادل 1000 لتر فى الثانية وفى الكيلو متر المربع الواحد ، وقد عرف البعض الأمطار السيلية بأنها تلك الأمطار التى يبلغ متوسطها اليومى 30 مم فاكثر ، أما الأيام العادية فهى التى تقل امطارها عن ذلك .

وعلى هذا الأساس أوردنا الجدول التالى فيه المعطيات لثلاث محطات : الحراش لتمثيل الاقليم الساحلى ، سيدى عيسى لتمثيل أقليم النجود ، وغرداية لتمثيل الصحراء .

جـــدول الأمطار السيلية المسجلة خلال 25 سنة

المحطـــة	س	ك	ن	د	ى	ف	م	ا	ما	يو	يول	غ	مجموع	الحد الأقصى
الحـــراش	9	18	19	24	8	5	5	5	6	2	0	1	102	114 مم
سيدى عيسى	2	3	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0	13	56مم
غرداية	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	15	48.4

ونلاحظ فيها : تكرار أيام الأمطار السيلية تكثر فى المناطق الساحلية عنها فى النجود حيث بلغ مجموعها السنوى 102 يوماً لمحطة الحراش وهى تتوزع كالآتى منها 79 يوما معدل امطارها اليومية تتراوح بين 50,30 مم ، و 15 يوما تتراوح امطارها مابين 70,50 مم و 5 أيام امطارها تتراوح بين 100,70 مم، والباقى وهى ثلاثة أيام معدلها اليومى يزيد عن 100 مم . وفى اقليم النجود ينخفض المجموع السنوى لتكرارات الأيام السيلية إلى 13 يوما ، وفى الصحراء يزيد عن 15 يوما ، لاحظ أن أغلب الأمطار فى الصحراء من نوع الأمطار السيلية ، أما إذا راجعنا الحدود القصوى للأمطار السيلية فنجدها تبلغ ذروتها على الساحل : 144 مم لمحطة الحراش وهى نسبة تقرب من 0,17 ، وربما فاقت هذه الكمية كما حدث يوم 1976/12/23 حيث بلغت فى محطة الشربعة بالقرب من البليدة 202 مم خلال 24 ساعة ، وهي كمية أكبر من المتوسط الشهرى لنفس المحطة (194 مم) وتساوى 13% من المتوسط السنوي للامطار لنفس المحطة ايضا .

وتكثر الأيام السيلية فى فصل الشتاء وتنعدم فى فصل الصيف .

ولا يخفى ما لهذه الأمطار السيلية من آثار سيئة على الانجراف ، وحمل آلاف الأطنان من الأتربة وتسبب الفيضانات التى كثيرا ماخلفت خسائر فادحة ، وخاصة فى المواصلات والجسور ، على عكس الأمطار العادية التى تساعد التربة على التشبع رويدا رويدا وتستفيد منها ، وينتفع بها العباد ، وتغذى بانتظام الطبقات المائية الجوفية التى يمكن استغلالها فى أوقات التحاريق والجفاف الصيفى لأنها تعمل على استمرارية الانصباب للينابيع الطبيعية .

نظام التساقط :

إذا اتخذنا من تساقط الأمطار معيارا للتصنيف نجد السنة فى الجزائر تنقسم إلى فصلين هما : الفصل الرطب أو المطير أو الشتاء الطويل نسبيا ، إذ قد يبلغ الثمانية شهور ، والفصل الجاف أو الصيف الذى يندر أو ينعدم فيه التساقط وربما بلغ فيه الصفر كما هو الشأن فى شهر أغسطس وهو أكثر شهور السنة جفافاً ، إذ نادرا مانزلت فيه الأمطار ، وإن نزلت فهى نادرا ماتجاوز الخمسة مم .

ونظام التساقط هنا يتاثر بعاملين أساسيين هما :

(ا) العامل الجغرافى المتمثل فى التضاريس وخط العرض والبعد عن البحر ، وموقع السفوح بالنسبة للرياح الممطرة، وهو عامل يؤثر خاصة فى كمية التساقط حيث نجد أن السفوح الجبلية القريبة من البحر والمواجهة للرياح الممطرة والواقعة

على مسار الانخفاضات الجوية أكثر حظا فى كمية التساقط من غيرها ، كذلك المناطق المرتفعة أكثر حظا من السهول .

(ب) العامل الديناميكى أو المترولوجى المتمثل فى الكتل الهوائية ، ومراكز التأثير ومسالك الانخفاضات الجوية ، وقد أشرنا سابقا إلى هذا العامل الديناميكى الذى جعل الجزائر تقع تارة تحت تأثيرات الكتل الهوائية القطبية الباردة الرطبة وتارة تحت وطأة الكتل المدارية الحارة الرطبة القادمة من المحيط الاطلسى الجنوبى ، أو الجافة القارية القادمة من الصحراء ، وبذلك تتناوبها اضطرابات الجبهات القطبية والجبهات المدارية ، وعلى أساس هذا العامل الديناميكى نلاحظ :

١ - **نظام البحر الأبيض** الذى يأخذ السيادة ابتداء من شهر أكتوبر وهو نظام يتميز بالأمطار الاعصارية العائدة إلى اضطرابات ومرور الجبهة القطبية البحرية المتحركة بصفة عامة من الشمال الغربى نحو الجنوب الشرقى او من الغرب إلى الشرق بصفة عامة ، وهى اضطرابات يصيبها فتور أو تضعف إن مرت فوق القارة الأوربية لكنها تتقوى بمرورها فوق البحر الأبيض المتوسط متجهة نحو الجنوب الشرقى ، وتشتد امطارها فيما بين شهر ديسمبر ومارس ، وإليها يعود معظم التساقط السنوى فى الجزائر إذ يزيد نصيبها عن 60% من مجموع التساقط السنوى .

٢ - **النظام شبه المدارى** ويتميز بتساقطه القادم من الجنوب الغربى نتيجة اضطرابات جوية نشأت على التخوم الصحراوية ثم تحركت نحو الشمال ، ولايساهم هذا النظام إلا فى سقوط كمية ضئيلة من المياه أغلبها من نوع الأمطار الزائلة بسرعة وربما لاتستمر إلا لمدة وجيزة من الزمن ، وهو نظام يمكن أن نطلق عليه اسم النظام القارى ، وبصفة عامة يمكن أن نقول أن الجزائر تخضع فى أمطارها إلى نظام البحر الأبيض المتوسط الذى يتميز بفصل رطب ابتداء من شهر سبتمبر حتى شهر يوليه ، وفصل جاف يتغلب فيه النظام القارى ابتداء من شهر يوليه ويدوم حوالى ثلاثة أشهر يكاد وجه الأرض لا يتلقى فيه كمية مطرية ذات شأن يذكر .

توزيع التساقط :

إن المتتبع للمتوسطات الشهرية والسنوية لكميات التساقط عبر التراب الجزائرى يلاحظ بسرعة اختلافا واضحا من شهر لآخر ومن محطة لأخرى ، أى اختلافا فى الزمان والمكان لكمية التساقط ، فمن وجهة الاختلاف الزمنى نجد أن هناك شهورا رطبة جدا ،

وأخرى رطبة ، وأخرى شبه جافة ، وأخرى جافة ، وذلك حسب المعايير المختلفة المستعملة لإيجاد مؤشرات الرطوبة ، وبصفة عامة يمكننا أن نقول أن شهور نوفمبر ، ديسمبر ، يناير هي أكثر الشهور مطرا فى الجزائر حيث تتلقى أكثر من 40% من المجموع السنوى للتساقط ، تليها شهور الربيع ثم الخريف ثم الصيف ، أى أن الأمطار فى الجزائر مثلها فى التوزيع الزمنى مثل نظام الأمطار السيلية تبدأ ببطء ثم تشتد ثم تتلاشى ببطء وهذا الاختلاف الزمنى لا يتجلى خلال مختلف شهور السنة الواحدة فقط بل كذلك يختلف لنفس الشهر من سنة لأخرى ، لذلك نلاحظ هناك السنوات العجاف والجفاف ، وسنوات الوفرة أو الخير والبركة ، ومن جهة الاختلاف المكانى للتساقط نجد أن كميات الأمطار فى الجزائر تقل كلما تقدمنا من الشمال إلى الجنوب اذ تصل فى الاقليم الساحلى إلى 1000 مم ، وفى النجود 400 مم ، وفى الصحراء دون 200 مم ، وتختلف ايضا من مكان لآخر من اقليم الساحل نفسه ، فهي تدور حول 500 فى الجهات الغربية من الجزائر وتزيد عن 1000 مم فى الجهات الشرقية من الجزائر ، وبصفة عامة تبلغ حدودها القصوى 1200 مم فى الجبال النوميدية التى تعد القطب المائى للجزائر ، لتقل إلى ما دون 50 مم فى صحراء تنزووفت بالركن الجنوبى الغربى التى تعد أعطش بلاد الجزائر .

التبخـــر :

يعد التبخر من أهم الحدود التى تدخل فى الموازنة المائية ، لكن المعطيات عنه قليلة على عكس التساقط ، ولذلك كثيرا ماإضطر الباحث إلى تقدير التبخر الممكن الذى يختلف عن التبخر الفعلى لدى علماء الزراعة حيث إن الأول يتم فى الظروف المثالية من التشبع المائى للجسم المتبخر بينما التبخر الفعلى قد يقوم فى الظروف المثالية وغير المثالية من التشبع ، لذلك كثيراً ماإختلفا عن بعضهما البعض ، وإننا سنقتصر فى عرضنا هذا على التبخر الممكن فقط المقاس بالأجهزة أو المستخرج بالصيغ التجريبية الذى رمزنا له بالحرف (ب) وللتساقط بالحرف (ت) وللفرق بينهما بالحرف (خ) فى الجدول الآتى :

جدول التساقط والتبخر والخسارة المائية
لبعض المحطات بالجزائر

المحطة		س	ك	ن	د	ى	ف	مار	ابر	ما	يو	يول	اغ
البليدة	ت	48	77	133	142	132	96	111	84	84	39	3	5
	ب	135	89	57	43	42	60	87	107	144	162	180	168
	خ	87-	12-	76	99	90	36	24	23-	60-	133-	177-	163-
الحميز	ت	32	74	126	147	133	96	85	54	55	29	1	1
	ب	158	107	60	54	57	79	95	120	157	180	210	190
	خ	126-	33-	66	93	76	17	10-	66-	102-	151-	209-	186-
بوغزول	ت	21	26	38	48	30	34	33	27	37	21	4	10
	ب	225	128	61	34	29	47	87	122	197	252	318	288
	خ	204-	102-	23-	14	1	13-	54-	95-	180-	231-	314-	278-
بسكرة	ت	17	15	22	18	17	10	19	10	15	8	2	3
	ب	272	182	114	87	43	104	168	209	283	336	384	356
	خ	255	167	42	69	76	94	149	199	268	328	382	353
شط ملغيغ	ت	3	7	13	8	5	9	13	6	5	4	0	0
	ب	349	199	160	125	105	137	199	269	326	458	482	434
	خ												

ومما يلاحظ على هذا الجدول أى على التبخر السنوى فى الجزائر أن الكمية المتبخرة أكبر من الكمية الساقطة بصفة عامة ، بمعنى أن هناك خسارة مائية سنوية تسجلها اغلب المحطات الشمالية وكل المحطات الصحراوية ، وأن هذه الخسارة السنوية تزداد شدة كلما تقدمنا من الشمال إلى الجنوب لتبلغ ذروتها فى الصحراء التى فيها تزيد هذه الخسارة عن ثلاثة أمتار كما يتجلى من محطة شط ملغيغ التى تتلقى سنويا مايقرب من 73 مم ، من التساقط ويمكنها أن تفقد 3242 مم ، أى خسارتها السنوية تدور حول 3119 مم .

أمـا إذا تتبعنـا المتوسطات الشهرية للكميات المائية المتبخرة فيمكننا أن نلاحظ اقليمين متباينين : أقليم جنوبى يبدأ فى الظهور ابتداء من التخوم الجنوبية للنجود ممتدا إلى أقصى الحدود الجنوبية للصحراء ، فيه الكمية المتبخرة الشهرية تفوق الكمية الساقطة فى كل شهور السنة ، وأقليم شمالى باديا من الساحل حتى النجود فيه الكمية المتبخرة الشهرية قد تقل عن الكمية الساقطة فى بعض شهور السنة وقد تزيد فى شهور أخرى ، وهذا الأقليم هو الذى يمكن أن نطلق عليه اقليم الوفرة بصفة عامة ، وباعتبار أن الشهر الجاف هو الذى يكون فيه التساقط الشهرى أقل من التبخر الشهرى ، نجد أن فى اقليم الوفرة تأخذ الشهور الجافة فى الظهور ابتداء من شهر أبريل لتنتهى فى شهر أكتوبر ، وبذلك تستمر بدون انقطاع لمدة سبعة أشهر ، أما الشهور الرطبة وهى التى يكون فيها التسـاقط الشهرى أكبر من التبخر الشهرى فتأخذ فى الظهور ابتداء من شهر نوفمبر لتنتهى فى شهر مارس ، وبذلك تدوم خمسة أشهر ، وعلى أى حال فإن عدد الشهور الرطبة التى تتماشى وفصل الشتاء بصفة عامة تختلف من منطقة لأخرى فى الشمال ، وهى تقل كلما توغلنا نحو الجنوب إلى أن تنعدم فى الصحراء حيث لا نجد فيها ـ كما ذكرنا سابقا ـ أى شهر من شهور السنة فيه كمية التساقط تفوق كمية التبخر .

على أنه يجب أن نفهم من التبخر الممكن أن هذه الكميات المذكورة سابقا ليست هى الكميات المتبخرة فعلا إذ لو كان ذلك لما جرت على سطح الأقليم قطرة ماء ولما وجد بجوف أرضه شىء من الماء ، ولكن الذى يحدث فعلا هو أن كمية من التساقط قد تتسرب إلى باطن التربة قبل أن تتعرض للتبخر أو تجرى على سطح الأرض دون أن تترك فرصة زمنية كافية لتنالها عملية التبخر ، ثم إن الكمية المتبخرة من الماء تقل كلما قلت نسبة مياه الجسم المتعرض للتبخر ، ولهذا ندرك أن قوة التبخر رغم زيادة شدتها فى فصل الصيف إلا أن الكمية المتبخرة فعلا قليلة جدا وذلك لندرة المياه القابلة للتبخر ، ومن هنا تنجلى أهمية معرفة التبخر الفعلى الذى ليس من السهل قياسه وليس لدينا معطيات كافية عنه إلا أنه يمكننا أن نقول بصفة عامة أن قيمة التبخر الفعلى تقترب من قيمة التبخر الممكن فى فصل الشتاء وتبتعد عنها كثيرا فى فصل الصيف .

الجريـــان :

أن كمية المياه الجارية على سطح الأرض تابعة لعدة عوامل أهمها التساقط والتبخر كما تتأثر بالانحدار ونوعية صخور السطح الذى تجرى عليه .

وتظهر بالجزائر عدة مجارى مائية تتميز بالقصر والذبذبة لما تصرفه من مياه ، وهذا يعود بالدرجة الأولى إلى نظام وفصلية الأمطار . ففى فصل الشتاء تنزل الأمطار فى المناطق

التى تاخذ الأودية منها منابعها ، وهى أمطار قد تكون غزيرة تتغذى منها الأودية فتكثر مياهها وترتفع حمولتها إلى أن تتحول إلى سيول جارفة ، وفى فصل الصيف تندر الأمطار إن لم تنعدم وبذلك تجف الأودية وتظهر بأسرتها الرمال والحصى والجلاميد وربما شريط من الماء إن كان بالوادى ينابيع ، ولاتصل هذه المياه القليلة إلى المصبات إلا بعد مشقة نظرا لعملية التبخر التى ترتفع فى فصل الصيف ، ولعملية التسرب الجانبى للمياه فى التكوينات الرملية المنفذة فى مناطق جريانها .

واغلب أودية الجزائر تصرف فى مناطق شديدة الانحدار لهذا كانت اقرب إلى الأودية السيلية الضيقة العميقة ذات الشعاب الصغيرة التى تتكدس فيها أكوام من الرواسب ذات الاحجام المختلفة ، حتى كان إطلاق كلمة أودية ينطبق عليها تماما لأنها تفيض وتزيد يوما لتجف وتهدأ شهورا بسبب الانحدار الذى يزيد من سرعة المياه الجارية وقلة الغطاء النباتى أو انعدامه فى بعض الأحيان مما ساعد على جرف التربة واقتلاع الصخور ونقلها إلى مسافات مختلفة .

وتنقسم الأودية الجزائرية حسب مصباتها وتوازن مجاريها إلى اودية فى البحر المتوسط وهى الأودية التلية يغلب عليها طابع الشباب أوفر ماء واكثر سيلا لأنها تصرف منطقة أوفر مطرا ، وأودية تصب فى أحواض مغلقة من سبخات او شطوط بمنطقة النجود وتسمى هذه الأودية بأودية الصرف الداخلى فيها مستوى القاعدة لايرتبط بمستوى القاعدة العام للبحر ولكن بمستوى القاعدة المحلى للحوض المغلق وهذه الأودية اقل حظا فيما تصرفه من مياه لأن أقليم صرفها لا تتعدى امطاره 400 مم إلا نادراً . ثم أشباه الأودية التى تظهر بالصحراء وهى التى لاتتعدى حركات مياهها هذا الأقليم وليس لها مجارى مضبوطة بل كثيرا ماغيرت مجاريها وطمست معالمها حتى تكاد تعفو آثارها وبذلك يصعب الاستدلال عليها ولاتظهر بها المياه إلا أثناء سقوط الأمطار النادرة فى هذا الأقليم . وربما جرت المياه فيها لأقل من ساعة خلال السنة كلها .

والجدول التالى أوردنا فيه البعض لهذه اصناف الثلاثة من هذه الأودية وذلك كأمثلة للمقارنة كما أوردنا فيه بعض المساحات للأحواض العليا لهذه الأودية وكذلك تقديراتها السنوية .

أودية تصب فى البحر : منها التافنة والحمام ومينا والشلف وخراطة لتمثيل كل الجهات التلية للجزائر الشمالية . وتجرى هذه الأودية من الجنوب إلى الشمال بصفة عامة ، وتأخذ منابعها من أقليم سلسلة الأطلس التلى ماعدا وادى الشلف الذى يمد لسانه

حتى سلسلة الأطلس الصحراوى . يجرى **وادى تافنة** فى اقصى الجهات الغربية الشمالية للجزائر منطلقا من جبال تلمسان ويصرف مساحة واسعة منها حوضه الأعلى الذى تبلغ مساحته 1016 كلم 2 متوسط أمطاره السنوية 540 مم عليه بنى سد بنى بهدل (1941) على بعد 28 كم إلى الجنوب الغربى من مدينة تلمسان وذلك لتزويد مدينة وهران بالمياه الصالحة للشرب وللاستعمالات المنزلية . وتتروح حمولة الوادى السنوية فى هذه المنطقة من السد المذكور مابين 22 هكتو متر مكعب و 170 هكم 3 . وقد قدرت بحوالى 79 هكم 3 كمتوسط سنوى ، وبذلك يقدر متوسط الانصباب بحوالى 2.5 م 3 /ث . ومؤشر الجريان الذى يمثل نسبة الحمولة على التساقط يدور حول 14 ٪ أى أن 14 بالمائة من مجموع مايتلقاه الحوض الأعلى من التساقط يجرى على السطح نحو البحر ، أما الباقى فيتسرب إلى باطن الأرض أو يتبخر ، وبذلك قدرنا الخسارة المائية لهذا الحوض وهى الكمية المائية التى لاتدخل فى الجريان السطحى أى الفرق بين الكمية الساقطة والكمية الجارية بحوالى 469 هكم 3 .

جدول التقديرات المائية لبعض الاودية

احواض الأودية	المساحة بالكلم2	التساقط السنوى بالمليمتر	الحمولة السنوية هكم3	الانصباب م3 /ث	مؤشر الجريان ٪	خسارة هكم3
وادى تافنة	1016	540	79	2.5	14	469
وادى الحمام	8477	408	120	3.8	4	3338
وادى مينا	1130	475	69	2.1	12	467
وادى الشلف	23000	450	86.5	2.7	1.5	10264
وادى خراطة	652	1500	175	5.54	17.8	803
وادى الغيس	156	467	10.1	0.32	13	62
وادى القصب	1310	343	57	1.8	12	392
وادى مزى	1927	200	9	0.28	2.3	376
وادى الأبيض	1280	365	21.4	0.6	4	446

يجـرى **وادى الحمام** : فى السهول العليا من معسكر بعد أن يجمع اشتاته المتمثلة فى روافده العديدة المنطلقة من جبال سعيدة ، مثل ملخير، عوينات سعيدة، تارية ، ثم يتصـل بوادى السيق عند منخفض المقطع ليصب أخيرا فى خليج ارزيو وتبلغ مساحة الحوض الأعلى لوادى الحمام 8477 كلم 2 ، فيه يدور المتوسط السنوى للتساقط حول 408 مم ، أما الحمولة السنوية فتختلف من سنة لأخرى مابين 70 و 230 مليون متر مكعب بمتوسط يقرب من 120 مليون متر مكعب ، وهى كمية تقدر بحوالى 0.01 م من الكمية الساقطة من الأمطار أى بمؤشر جريان 4 ٪ تقريبا . وكما تختلف الحمولة السنوية يختلف ايضا الانصباب الذى يدور حول 3.8 م 3 /ث كمتوسط ، على أن هذا الانصباب قد يبلغ أضعافا مضاعفة كما حدث فى فيضانات 1927 التى بلغ فيها الانصباب 5000 م 3 /ث فأفسدت الطرقات وحطمت سد فرقوق وكما حدث أيضا فيما بين 12 و 17 مايومن سنـة 1948 حيث بلغت الحمـولة خلال خمسة أيام فقط 21 مليون متر مكعب وسجل انصباب 1500 م 3 / ث يوم 13 مايو من نفس السنة على الساعة الثانية بعد الظهر . ويوجد على وادى الحمام سدان هامان هما سد فرقوق وسد بوحنيفية للرى .

وادى مينا : وهو أحد الروافد اليسرى لوادى الشلف فى مجراه الأدنى ، يأخذ منابعه العليا من الهضبة الجيرية الواقعة على الحافة الغربية لجبال النظور وفرندا على ارتفاع 1150 م ، وهى هضبة يبلغ فيها المتوسط السنوى للتساقط 475 مم وترفده عدة أودية منها وادى العبد ، وتحت ، وحداد ، والمالح .. وقد بنى على وادى مينا سد ابن خدة لحجز مياه حوضه الأعلى البالغ فى المساحة 1130 كلم 2 فى مكان يعرف بسيدى ابن خدة إلى الغرب بحوالى 25 كلم من مدينة تيارت وذلك لرى سهل غليزان . وقد دلت القياسات المتعددة أن المتوسط السنوى للحمولة فى هذا الحوض الأعلى هى 69,277 مليون متر مكعب المـوافقة لانصباب 2.195 م 3 / ث وفصل التحاريق يمتد عادة من يولية إلى أغسطس بمتوسط للحمولة الشهرية 2.5 مليون متر مكعب ، أما فصل الوفرة فيمتد من اكتـوبر إلى أواخر فصل الربيع إذ فيه تبلغ الحمولة الشهرية لشهر ديسمبر 12,328 مليـون متر مكعب أى خمسة أضعاف حمولة أشهر التحاريق . ووادى مينا مثل بقية أودية الجزائر الشمالية التى تصب فى البحر شديدة التغيرات المائية السنوية التى قد تختلف من سنة لأخرى فى حدود الواحد إلى العشرة أمثال ، وكذلك التغيرات الشهرية التى قد تبلغ حتى الثلاثين ضعفا .

وادى الشلف : وهو أطول وأهم وادٍ فى الجزائر من حيث المساحة التى يصرفها والحمولة ، يأخذ منابعه العليا من سلسلة الأطلس الصحراوى بالقرب من افلو بجبال عمور ثم يتجه إلى الشمال تحت اسم النهر الطويل عابرا لأراضى النجود التى تمتص أغلب مياهه ولاتتركها تمر إلا إذا كانت غزيرة فى أوقات الفيضانات . وعند بوقزول يتصل بأهم روافده : وهو النهر الواصل من جهته اليسرى الذى يصرف جبال الونشريس ، ومن هنا يطلق عليه وادى الشلف الذى يشق طريقه دائما نحو الشمال عبر سلسلة الأطلس التلى

فى منطقة التقاء جبال المدينة فى الشرق وجبال الونشريس فى الغرب على السفوح الجنوبية الغربية لجبال القنطاس . وبعد عبوره لهذه المنطقة يغير اتجاهه ليجرى فى حوض واسع من الشرق إلى الغرب حتى يصل إلى البحر ليصب مياهه بالقرب من مدينة مستغانم بعد أن يكون قد قطع مسافة تزيد عن 700 كلم ، وقد بنى عليه سد الغريب فى منطقة عبوره للاطلس التلى بالقرب من مدينة المدية وإلى الجنوب قليلا من بوغار ، وذلك لخزن 280 مليـون متـر مكعب من مياه الفيضانات ، ثم رى السهول المجاورة لحوضه الأوسط . وحوضه الأعلى تزيد مساحته عن 23 الف كلم 2 إذ يمتد من الأطلس التلى فى الشمال حتى الأطلس الصحـراوى فى الجنوب، ويمر بجزء واسع من اقليم النجود وبذلك يشمل نطاقات مختلفة جدا فى التضاريس والمناخ خاصة التساقط حيث فى الجنوب لا يزيد التساقط عن 400 مم إلا نادرا بينما فى الإقليم الشمالى الذى يعبر فيه النهر منطقة الأطلس التلى يصل التساقط إلى 800 مم . وهذا التباين جعل مؤشر الجريان يتراوح بين 5 فى المائة فى المنطقة التلية ، وواحد فى المائة فى منطقة النجود ، كما تضاف إلى قلة الأمطار فى معظم مساحة الحوض الأعلى شدة التبخر التى لاتترك إلا نسبة ضئيلة من المياه تجرى بالوادى طوال السنة وتبلغ الحمولة السنوية فى المتوسط 86,5 مليون متر مكعب عند سد الغريب ، وهى كمية كما نلاحظ قليلة جدا بالنسبة لحوضه الأعلى الواسع . ولأخذ فكرة صحيحة عن ذبذبة هذه الحمولة نذكر أن فى اغلب السنوات لاتزيد عن 40 مليون م 3 بينما فى يناير من سنة 1931 سالت به 500 مليون م 3 خلال اسبوع فقط . اما معدل الانصباب فيدور حول 2,7 م 3 / ث وقد يصل فى بعض الفيضانات إلى 15 الف متر مكعب فى الثانية الواحدة .

وادى خراطة : ويـدعى ايضا بوادى اقربون ، يرفده فى الجهات اليمنى وادى أمرزاق ، ويصرف وادى أقربون مساحة محصورة من السفوح الشمالية لجبال البابور وهى مساحة شديدة التضاريس والإنحدارات من الصخور الجيرية والشيست . ولئن كان هذا الوادى الذى يصب فى خليج بجاية قصيرا جدا حيث يبلغ طوله قرابة 50 كلم فإنه يجـرى فى منطقة غنية جداً بالأمطار إذ يتراوح متوسطها السنوى مابين المتر والمترين تعطى للحوض الأعلى للوادى البالغ فى المساحة 652 كلم 2 حمولة سنوية تدور فى المتوسط حول 175 مليون متر مكعب ، وانصباب 5,54 م 3 / ث . وقد تتراوح الحمولة السنوية مابين 100 و 400 مليون متر مكعب كما أن الانصباب قد يبلغ الرقم 2500 م 3 / ث . وقد بنى على هذا الوادى سد خراطة لتنظيم مياهه بخزن حوالى المائة مليون من الامتار المكعبة وتوليد 35 مليون كيلو واط من الكهرباء .

أودية تصب فى الشطوط :

وادى الغيس : يصرف جزءاً من السفوح الشمالية لجبال أوارس التى تعد من أهم السلاسل الجبلية الفاصلة بين الصحراء والسهول العليا القسطنطينة ويجرى وادى الغيس البالغ فى الطول حوالى 40 كلم من الجنوب إلى الشمال فى إقليم تتراوح أمطاره مابين 400 و 500 مم ليصب فى شط الملح من منخفض مغلق كبير يعرف بحوض غارة الطرف ، وقد بنى على الوادى سد لخزن 2,5 مليون متر مكعب من الماء بفم الغيس قصد الرى وجمع مياه مساحة تقرب من 165 كلم 2 من الحوض الأعلى للوادى الذى تبلغ حمولته السنوية 10,149 مليون متر مكعب كمتوسط لمدة 16 سنة ومعدل انصباب 0,32 م 3 /ث ومؤشر جريان 13 / ولعل أهم مايميز وادى الغيس أنه يعد من الأودية السيلية التى قد تجف تماما فى أوقات التحاريق .

وادى القصب : وهو أهم أودية إقليم الحضنة الذى تجرى نحوه كمية كبيرة من مياه أودية السفوح الجنوبية لجبال البيبان ، فهو مصب لها . ويتحرك وادى القصب من الشمال إلى الجنوب على عكس الأودية السابقة ، وذلك بعد انطلاقه من روابى مجانة والبرج ، كما يصرف مساحة واسعة من كتلة جبال المعاديد ليصب فى شط الحضنة وتبلغ مساحة حوضه الأعلى من سهول مجانة حتى كتلة المعاديد 1317 كلم 2 فيها يبلغ المتوسط السنوى للتساقط 343 مم وهو تسقط يبلغ حدوده القصوى مرتين فى السنة إحداهما فى نوفمبر ـ ديسمبر والثانية فى ابريل ـ مايو .. والحمولة السنوية للوادى عند سد القصب تقدر بحوالى 57 مليون متر مكعب كمتوسط سنوى مما يعطى انصباب 1,8 م3 /ث فى المتوسط ، على أن هذا الانصباب المتوسط يعتبر بعيداً عن الواقع إذا علمنا أنه يتراوح بين الصفر فى أوقات التحاريق من فصل الجفاف ومئات الأمتار فى فصل التساقط والفيضانات .

أودية تصب فى الصحراء :

وادى مزى : يجرى من الغرب إلى الشرق ويمثل الجزء الأعلى من ذلك الوادى الطويل المعروف بوادى جدى الذى يتماشى وخط الانكسار العظيم الذى يفصل بين الصحراء والأطلس الصحراوى من جبال عمور حتى بسكرة ليصب فى الصحراء بشط ملغيغ الواقع على انخفاض 32 متر دون مستوى البحر وهو أقل انخفاض معروف فى البلاد ، وينحدر وادى مزى الذى يأخذ منابعه العليا من السفوح الجنوبية لجبال عمور بالقرب من مدينة افلو . وقد بنى عليه سد تاجموت سنة 1947 . وهو سد يقع على بعد حوالى 25 كلم الى الغرب من مدينة الأغواط لجمع مياه مساحة تقرب من 1927 كلم 2

وقد قدرت كمية التساقط فى هذا الاقليم بحوالى 315 مم كمتوسط سنوى . أما احتمالات الحمولة السنوية فهى 9 ملايين من الأمتار المكعبة ، وذلك بمعدل انصباب 0,28 م3 /ث .

وادى الأبيض : ينطلق من جبل الشلية بالأوراس على ارتفاع يزيد عن 2000 م ويصرف الجزء الغربى من السفوح الجنوبية لجبال أوراس الشامخة التى قد تكسوها الثلوج لبعض الأيام من السنة فى فصل الشتاء طبعا ليصب فى شط ملغيغ بالصحراء مثل وادى جدى ، وبذلك يغذى الطبقات المائية الجوفية فى الصحراء الشمالية الشرقية التى قامت عليها واحات الوادى ومغير وتوقرت . وقد بنى عليه سد فم الغرزة لحجز 45 مليون متر مكعب من الماء إلى الشمال من سيدى عقبة ، وإلى الشرق قليلا من مدينة بسكرة وذلك عند خروجه من المنطقة الجبلية الشديدة التضرس لرى اقليم الزيبان . وتبلغ مساحة الحوض الأعلى لوادى الأبيض الواقعة إلى الشمال من السد 1280 كلم مربع تتلقى سنويا أمطارا تقرب فى المتوسط من 365 مم . وحجم المياه التى عبرت هذا السد سنة 1948 وهى سنة بلغت فيها كمية التساقط 303 مم حوالى 21 مليون متر مكعب ، أما حجم المياه الساقطة على هذا الحوض لنفس تلك السنة فكانت 387,84 مليون م 3 وبصفة عامة يمكننا أن نقول أن نسبة الجريان ضعيفة جدا فى هذا الأقليم إذ تدور حول 4 فى المائة وربما بلغت 10 فى المائة لكن فى سنوات الفيضان . ومعدل الانصباب يدور حول 0,6 م 3 / ث . وقد يجف الوادى تماما فى فصل الصيف وخاصة فى مجاريه الدنيا حيث تشتد عملية التبخر والتسرب ويقل انحدار الوادى .

هذا باختصار عن حالة الجريان لبعض الأودية الجزائرية التى تمثل الأقاليم المناخية الثلاثة بالبلاد تتسم كلها بالجريان غير المستمر وباعتمادها على التساقط لتفيض يوما وتهدأ أياما .

ولتوضيح الخسارة المائية فى الجزائر نذكر أن ماتتلقاه تلك الأحواض العليا للاودية المذكورة سابقا يدور حول 17244,55 مليون متر مكعب وأن مجموع مايجرى بها من مياه يقرب من 626 مليون م 3 وبذلك تبلغ الخسارة المائية 166618,55 مليون م 3 ، وهى كمية تفقد فى معظمها عن طريق التبخر ، وجزء قليل منها يتسرب إلى باطن الأرض . لذلك يصعب التحكم فيها . لكن المياه الجارية على سطح الأرض هى التى يجب أن نهتم بها لسهولة التحكم فيها ، وأن نستغلها قبل أن تفلت وتضيع فى البخر وهى التى قدرناها بحوالى 5 فى المائة من مجموع كمية التساقط . ولاشك أن هذه الكمية كافية للتطور الاقتصادى من زراعة وصناعة واستعمالات منزلية كما يبينها الجدول التالى للحاجيات المختلفة :

طن واحد من الصلب يتطلب لاستخلاصه ـــــــــــــ 150 م 3 من الماء .
طن واحد من النسيج يتطلب لتحضيره ـــــــــــــ 1300 م 3 من الماء .
طن واحد من الورق يحتاج لتحضيره ـــــــــــــ 500 م 3 من الماء .

الهكتار الواحد من القمح يتطلب مابين 4000 و 8000 م 3 من الماء .
الهكتار الواحد من الطماطم يتطلب مابين 5000 و 9000 م 3 من الماء .

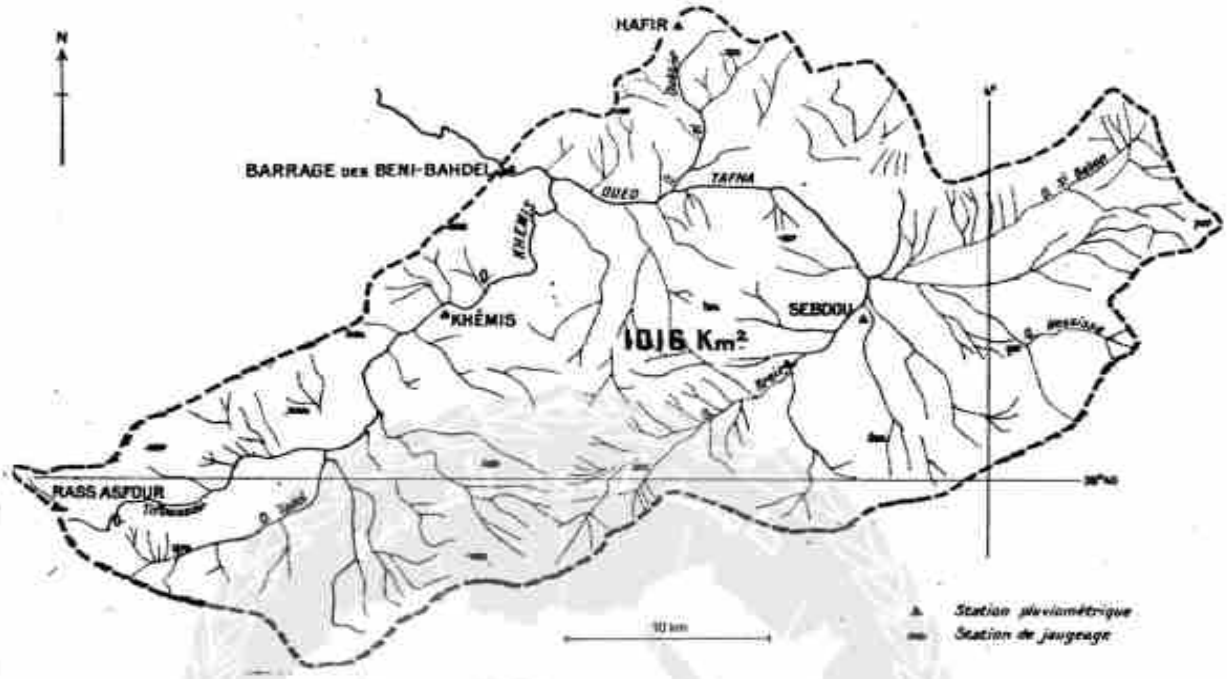
يحتاج الحيوان لشربه يوميا ما بين 5 و20 لتر بالنسبة للأغنام وما بين 20 و50 لتر بالنسبة للأبقار .

يحتاج الانسان يوميا لشربه مابين 2 و 5 لترات ، كما يحتاج لسد حاجياته الأخرى إلى مابين 80 و 100 لتر يوميا ، وهذه الكمية تختلف طبعا بالاختلاف الحضارى ، والموقع ، والمناخ الخ ..

والاهتمام بالمياه السطحية يكون باستصلاحها وتهيئتها وعلاج الفيضانات ببناء السدود والخزانات المائية والمدرجات واستصلاح اسرة الأودية ببناء الاسوار بجوانبها وتعميقها وإزالة مايعوق جريان المياه بها وغراسة الاشجار بها فى مناطق جمع المياه .

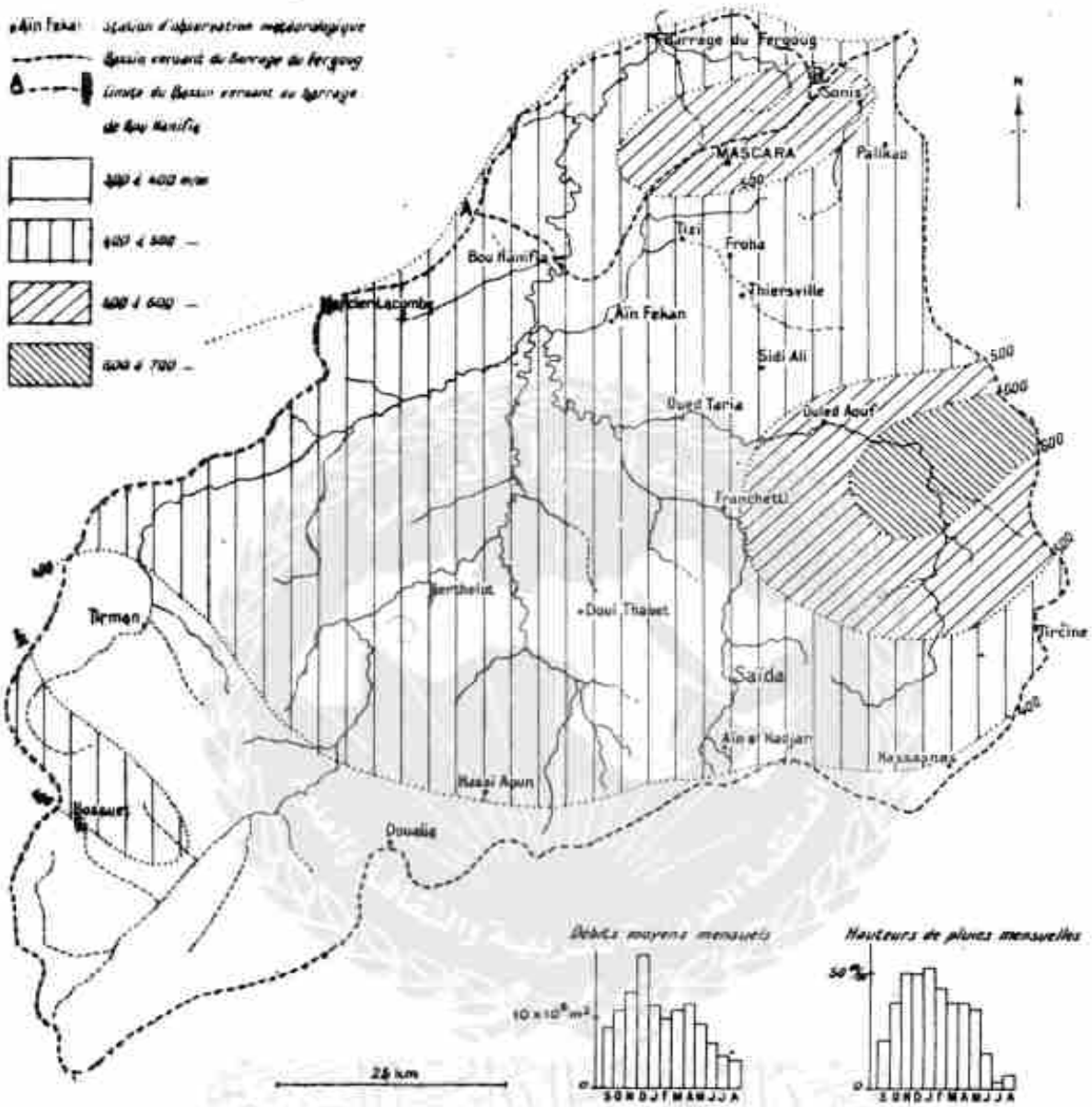
ولئن كان بناء السدود هذه يكلف نفقات كبيرة إلا أن مايعود به على العباد من خير كبير لايمكن تقويمه والاستهانة به حيث أن هذه السدود لاتعتبر مخازن لتوليد الطاقة الكهربـاء فقـط ولاهى العـلاج الأمثل لدرء خطر الفيضانات فقط ولكن تضمن أيضا الاستقرار البشرى والتطور الاقتصادى بصفة عامة .

وطبيعة الجزائر الشمالية من تضاريس متقطعة أو جبال تتخللها الخوانق والأودية العميقة تعد هبة إلاهية لإنشاء السدود أو المصائد المائية بصفة عامة .

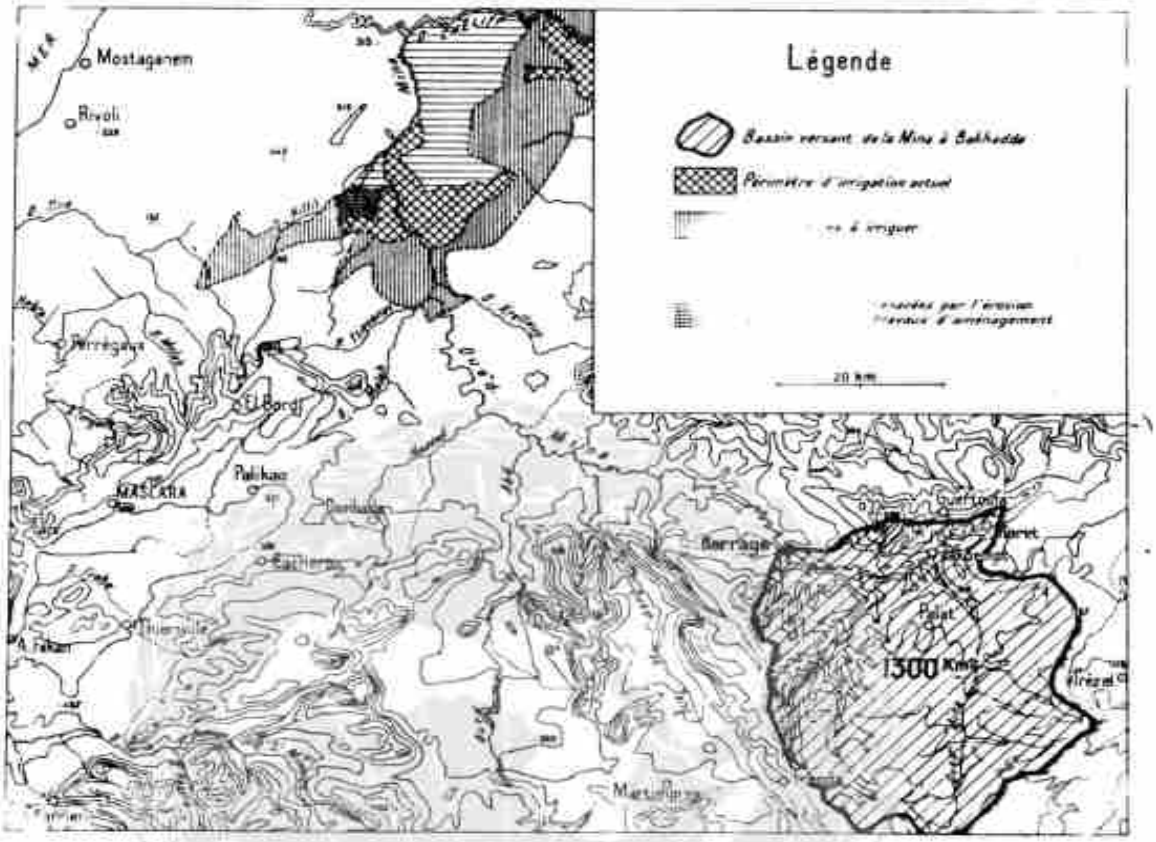


Pl. 1. LE BASSIN VERSANT DE L'OUED TAFNA AU BARRAGE DES BENI-BAHDEL

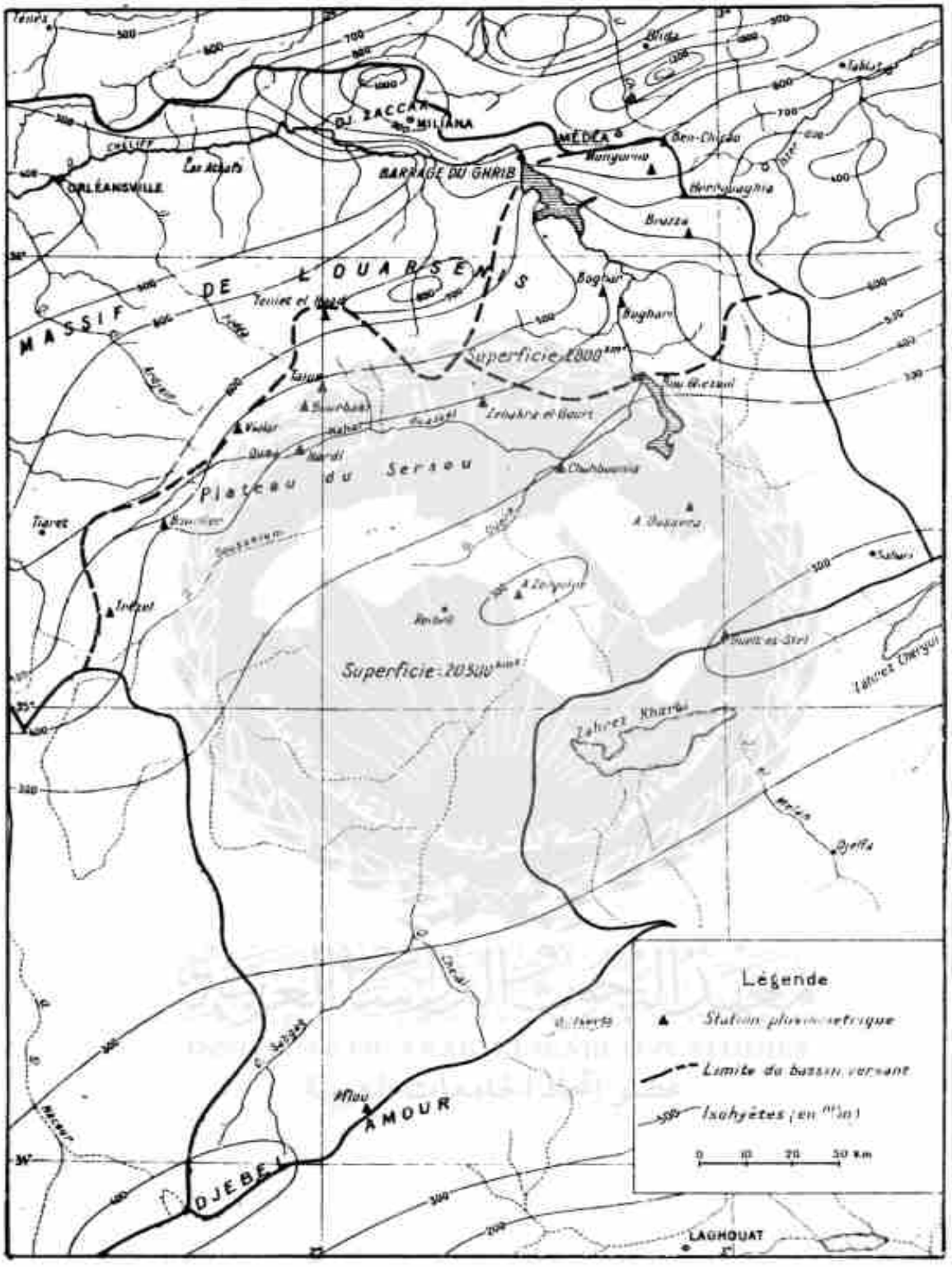
معهد البحوث الإسلامية العربية
INSTITUT DE LA RECHERCHE ISLAMIQUE ARABE
معهد البحوث الإسلامية العربية



Pl. II. BASSIN VERSANT L'OUED EL HAMMAM
Répartition schématique des pluies

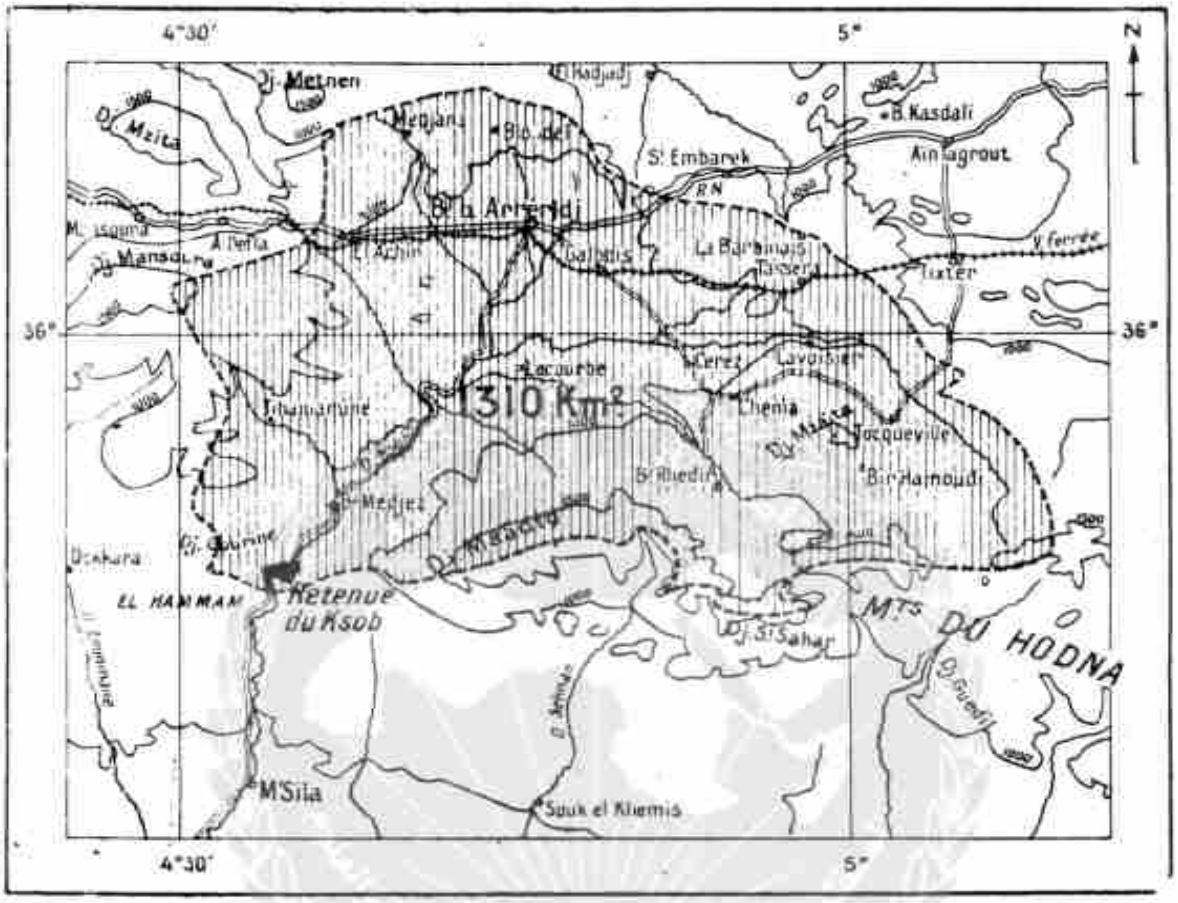


PL. III. BSSSIN VERSANT DE L'OUED MINA A BAKHADDA ET PERIMETRE. IRRIGABLE DE RELIZANE



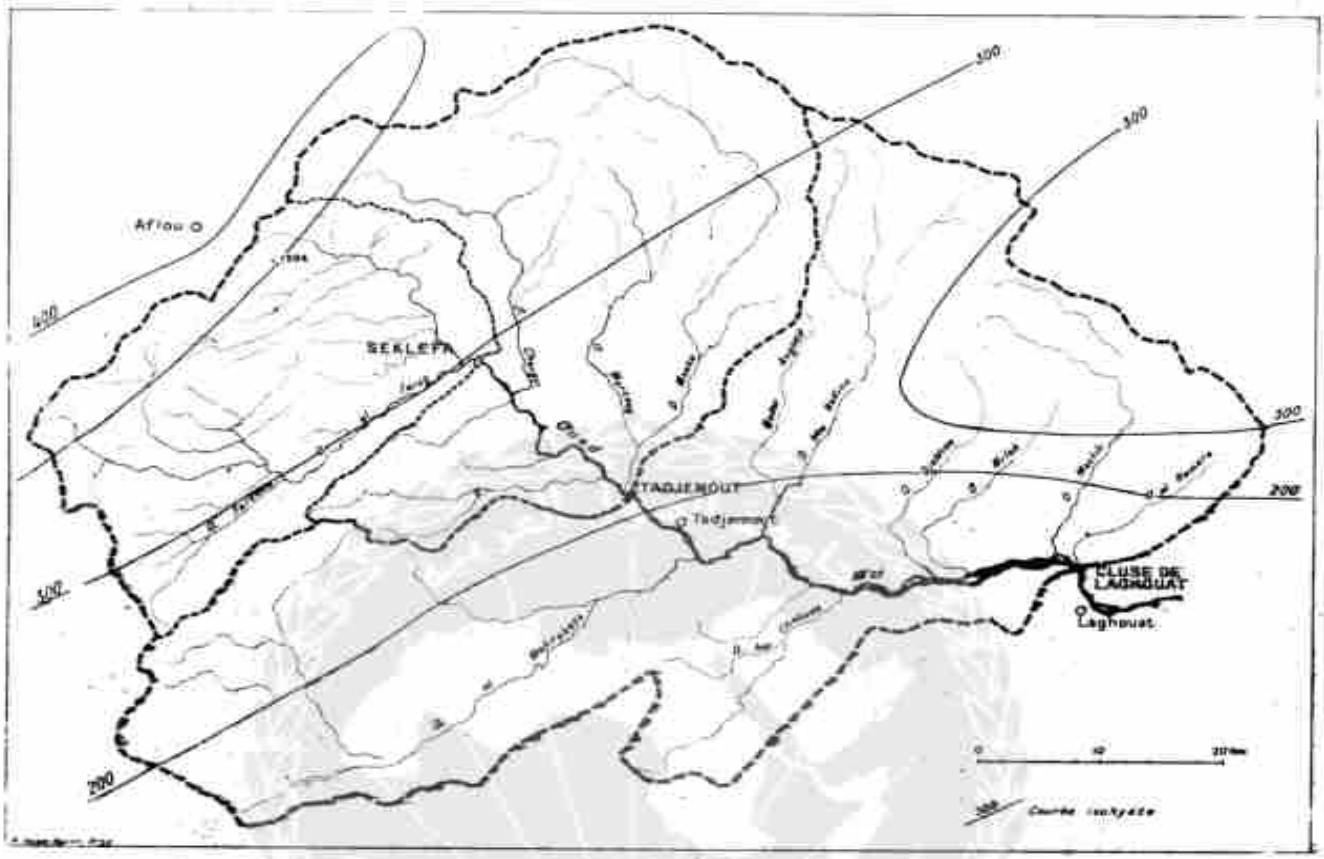
PL. IV. LE BASSIN VERSANT DU CHELIFF AU BARRAGE

PL.V. BSSSIN VERSANT DE L'OUED AGRIOUN
A L'IRIL EMDA ET AMENAGEMENTS



PL.VI. BSSSIN VERSANT DE L'OUED KSOB AU BARRAGE

معهد البحوث الإنمائية العربية
INSTITUTE OF ARAB DEVELOPMENT RESEARCH
مصر الجديدة - القاهرة - جمهورية مصر العربية



PL. 1 - UUED M 71 - Bassin versant en amont de la cluse de Laghouat

معهد البحوث الزراعية
INSTITUT DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
مصر أكاديمية الزراعة

المراجـــع

1 ـ الجيولوجية ومشاكل المياه فى الجزائر ـ المؤتمر الدولى 19 للجيولوجية ـ الجزائر ، 1952 .

2 ـ أسس الهيـدرولوجيـة ـ اللجنة الوطنية الكندية للعشرية المائية الدولية جراى ، أوتاوة ، كندا ، 1972 .

3 ـ المنـاخ والنطاقات النباتية بالأطلس البليدى ـ حليمى عبد القادر ـ د . م . ج . الجزائر ، 1981 .

4 ـ هيدرولوجية السطح ـ م . روش ـ مطبعة غوتي فيلار ، باريس ، 1963 .

5 ـ المياه القارية ـ ج . لوت ـ مطبعة ماسون وشركاؤه ، باريس ، 1974 .

6 ـ مصادر المياه فى الجزائر الشمالية ـ هيدروتكنيك كوربوريشن ، نيويورك 1978 .

7 ـ اقتصاديات المياه القارية ـ ب . ديزيرت ، ر . فريكو ـ س . د . س . باريس 1978.

8 ـ الماء والإنسان ، ـ ج . بيرتمون ـ بورداس باريس ، 1977 .

* * *