تقرير الموازنة المائية المناخية في العراق ـ دراسة في المناخ التطبيقي

الاستاذ المساعد الدكتور
عبد الله سالم المالكي
كلية الاداب ــ جامعة البصرة

الاستاذ المساعد الدكتور
عبد الامام نصار ديري
كلية التربية ــ جامعة البصرة

المقدمة :

تعد المياه العذبة من الموارد الطبيعية الحيوية التي تتصدر قائمة الاولويات في اهتمام البلدان في الوقت الراهن ، وبخاصة بعد ارتفاع معدلات استهلاكها لسد مختلف المتطلبات البشرية المتزايدة ،التي رافقها تنامي صيحات القلق في معظم دول العالم بعدم كفاية المياه لسد تلك المتطلبات في المستقبل . مما يستدعي القيام بدراسات لظروف المياه في هذه الدول،واتخاذ السبل الكفيلة للحد من ازمة المياه المتوقعة في البعض منها، لا سيما تلك الدول التي يسودها الجفاف الفصلي او الدائمي كما هو الحال في القطر العراقي ، لغرض ضمان الامن المائي والغذائي فيها . وتعد دراسة الموازنة المائية المناخية من الدراسات الضرورية في المجال انف الذكر اذ انها تبين العلاقة المكانية بين كمية التساقط التي تصل الى سطح الارض في منطقة معينة،وبين كميةما يعود من مياه التساقط الى الجو بفعل التبخر والنتح،لغرض تقدير كمية الفاض او العجز المائي في تلك المنطقة،فضلا عن تحديد الحاجة المكانية والزمانية لاستخدام مياه الري(الراوي والبياتي،٢٣٧،١٩٩٠ــ٢٣٨) وعلى الرغم من وجود دراسات سابقة عن هذا الموضوع في القطر العراقي ، كان من ابرزها دراسة(الشلش،١٩٧٩ . ٣٠ ــ٥٢)، التي اعتمدت في تقدير الموازنة المائية في العراق على استخدام الطريقة الحسابية البسيطة الاتية :

(مقدار الامطار الشهرية ــ مقدار التبخر/النتح الممكن الشهري) ، فاذا كان الناتج موجبا فانه يعد فائضا" مائيا، واذا كان الناتج سالبا فانه يعد عجزا . اما الدراسة الاخرى فهي دراسة (الراوي والسامرائي، ١٩٩٠ ،١٢٧ ــ ١٣٠) لتقدير الموازنة المائية المناخية الشهرية في مدينة بغداد ، التي اعتمدت الطريقة ذاتها في تقدير الفائض المائي ، فيما اختلفت عنها في تقدير العجز المائي الذي تم حسابه عن طريق طرح كمية الامطار الشهرية من كمية التبخر الكلي الشهرية .

ان تلك الدراسات لم تاخذ بالحسبان تاثير المخزون الرطربي للتربة والتغيرات التي تطرا عليه في تقدير الفائض او العجز المائي ، فالفائض المائي لايتحقق الا بعدما تمتليء مسامات التربة بمياه الامطار وتصل رطوبتها الى الطاقة الاستيعابية القصوى .

كما ان تلك الدراسات لم تقدر كمية الايراد المائي الناجم عن الفائض المائي في العراق . ولغرض تسليط الضوء على الجوانب التي لم تعالجها الدراسات السابقة ، واكمال ما توصلت اليه جاءت الدراسة الحاليةالتي تهدف الى تحليل التباين الفصلي والمكاني للمتغيرات المناخية المؤثرة في الموازنة المائية المناخية في العراق . وكيفية تقدير تلك الموازنة بغية تقدير الكميات الشهرية والسنوية للفائض او العجز المائي في مختلف مناطق القطر ، والتعرف على مقدار الايراد المائي السنوي الناجم عن الفائض المائي .

ولغرض الوصول الى ما يهدف اليه البحث تم اعتماد البيانات المناخية ذات الصلة بالموضوع *لتسعة عشر محطة مناخية تمثل مناطق القطر كافة كما يوضحها الشكل (١) ، فضلا عن استخدام طريقة ثورنثويت التجريبية التي سيرد ذكرها لاحقا ــ في تقدير المعدلات الشهرية للتبخر / النتح الممكن في تلك المحطات .

(*) اقتصرت بيانات التساقط على كميات الامطار الشهرية والسنوية لعدم توفر معطيات رقمية عن كميات الثلج والبرد .

أولا : أهمية دراسة الموازنة المائية المناخية :

تكمن أهمية دراستها في التطبيقات الاتية : (106-108، 1974، Mather) .

١ــ تقدير كمية التبخر /النتح الحقيقي Actual Evapotranspiration الذي يعني كمية المياه التي تتبخر فعلا من التربة سواء اكانت مغطاة بغطاء نباتي ام لم تكن . ويتناقص بتناقص المخزون الرطوبي للتربة ، وينعدم في الترب الجافة تماما (الراوي والسامرائي ، ١٩٩٠ ، ١٠٠) وان قياس كمية التبخر /النتح الحقيقي في الحقل ليس بالامر السهل ، لتعدد العوامل المؤثرة فيه وبخاصة نوع التربة ومقدار رطوبتها ،وطبيعة واستثمار الارض زراعيا ، فضلا عن كثافة ونوعية الغطاء النباتي ، لذا يتم تقدير كميته عن طريق الموازنة المائية المناخية كما سسيتضح لاحقا .

٢. التعرف على مقدار الفرق بين كمية التبخر/النتح الممكن وكمية التبخر/النتح الحقيقي : فالاول : Potential Evapotranspiration يعني كمية المياه التي يحتمل تبخرها من التربة المغطاة بنباتات متصلة ، ولا تعني من نقص في المياه خلال فصول السنة 1974 (Mather ، ,57) .

وعندما تزداد كميتة على كمية التبخر / النتح الحقيقي فان مقدار الفرق بينهما يؤثر في مقدار العجز المائي للمكان ، اذ يؤدي ذلك الى تضاؤل الرطوبة المتيسرة ** في التربة . مما يتطلب تعويضها باستخدام مياه الري . وفي الوقت ذاته يمكن معرفة التغيرات التي تطرا على المخزون الرطوبي للتربة في أي وقت ، مما يساعد على وضع برنامج حقيقي يمثل الوقت وكمية المياه التي تستخدم في الري التكميلي .

٣ــ تقدير كمية الفائض المائي الذي يحصل خلال الاشهر التي تزداد فيها كمية الامطار المتساقطة على كمية التبخر / النتح الممكن، وبعدما تصل التربة الى السعة الحقلية*** ،

(**) الرطوبة المتيسرة هي التي تحتفظ بها التربة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول ، والتي يستفاد منها النبات ويستخدمها في نموه .

(***) السعة الحقلية هي الحد الاعلى للرطوبة التي تحتفظ بها التربة بعد ريها رية غزيرة ، او بعد سقوط امطار كافية يراجع (النجم وحمادي ، ١٩٨٠ ، ١١٥) .

حيث ان جزءا من كمية الفائض المائي يتسرب الى اعماق التربة بتاثير الجاذبية الارضية ليضاف الى المياه الجوفية ، في حين ينساب الجزء الاخرعلى شكل جريان سطحي مكونا الروافد والانهار ، وان معرفة تلك الحقائق تكون اساسية في الدراسات الهيدرولوجية .

٤ــ لاتقتصر اهمية الموازنة المائية المناخية على تحديد الفترات التي يحصل فيها فائض او عجز مائي فحسب ، بل تتعدى اهميتها الى تقدير كميات الفائض او العجز المائي بغية مقارنتها مع بعضها ومع الاحتياجات المائية ، مما يعطي مؤشرا واضحا" عن نوع المناخ السائد في المكان . لذا يمكن ان تستخدم تلك الموازنة في دراسة التصانيف المناخية ، وفي دراسة توزيع الغطاء النباتي الطبيعي .

ثانيا : المتغيرات المناخية المؤثرة في الموازنة المائية المناخية في العراق :

تتحكم في الموازنة المائية المناخية بعض المتغيرات المناخية التي تشمل على :

١ــ درجات الحرارة : تتباين المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في القطر فصليا ومكانيا ، اذ يتضح من بيانات الجدول (١) ان تلك المعدلات تتدنى قيمها خلال اشهر الشتاء النظري (كانون الاول ، كانون الثاني ، شباط) ، حيث تراوحت المعدلات لهذه الاشهر بين ٤,٧ م في محطة صلاح الدين و١٣,٥م في محطة البصرة . ويعزى ذلك الى تدنى مقدار زاوية سقوط الاشعاع الشمسي المقترنة بقصر النهار النظري والفعلي ، فضلا عن تكرار الكتل الهوائية القطبية القارية التي تراوحت نسبة تكرارها خلال تلك الاشهر بين ٩,٧ % في جنوب العراق و٢٦,١ % في شماله من مجموع الكتل الهوائية المختلفة الواصلة الى القطر(كاظم ، ١٩٩١ ،١٠٠) ثم تتزايد المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة تدريجيا لتصل الى اعلى قيم لها خلال اشهر الصيف النظري(حزيران ، تموز ، اب) اذ تراوحت المعدلات لهذه الاشهر بين ٢٨,٦ م في محطة صلاح الدين و٣٥,٦ م في محطة العمارة . ويرجع هذا الارتفاع الى سقوط اشعة الشمس بزاوية قريبة من العمودية واقتران ذلك بطول النهار النظري والفعلي وصفاء السماء ، فضلا عن تكرار الكتل الهوائية المدارية القارية التي تراوحت نسبة تكرارها خلال هذه الاشهر بين ٥٩,٢ % ــ ٧٣,٣ % من مجموع الكتل الهوائية المختلفة التي تصل الى القطر (كاظم ، ١٩٩١ ، ١٠٠) .

جدول رقم (١)

اما على مستوى المكان فان المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة تزداد تدريجيا كلما تقدمنا من شمال العراق الى جنوبه ومن غربه الى شرقه .

ان التباين الفصلي والمكاني لمعدلات درجات الحرارة في العراق ينجم عنه تباين فصلي ومكاني في مقدار التبخر /النتح الممكن ،الذي يتناسب تناسبا" طرديا" مع درجات الحرارة، حيث يقل في الاشهر والاماكن التي تنخفض فيها درجات الحرارة ، ويزداد في الاشهر والاماكن التي ترتفع فيها درجات الحرارة .

٢ ــ التبخر/النتح الممكن : لغرض تقدير المعدلات الشهرية لهذا المتغير في المحطات المناخية المشمولة بالدراسة ، فقد تم اعتماد طريقة ثورنثويت التجريبية * التي دونت نتائجها في الجدول(٢)

الذي تشير معطياته الى وجود تباين فصلي ومكاني في كمية التبخر /النتح الممكن .

اذ ان ادنى كمية له تكون خلال اشهر الشتاء النظري ، حيث بلغ مجموعها لهذه الاشهر في تلك المحطات المناخية ٤٨٤,٢ ملم وبنسبة مقدارها ١,٦ % من اجمالي المجموع السنوي . ويعزى ذلك الى انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية خلال الاشهر انفة الذكر . ثم تزداد كمية التبخر /النتح الممكن تدريجيا لتصل ذروتها خلال اشهر الصيف النظري ، اذ بلغ مجموعها لتلك الاشهر في المحطات المناخية المشمولة بالدراسة ١٣٨١١,١ ملم وبنسبة ٥٩,١ % من اجمالي المجموع السنوي . ويرجع ذلك

---

*ان صيغة معادلة ثورنثويت لتقدير التبخر / النتح الممكن هي كالاتي: ــ

$$E=16\left(\frac{10T}{I}\right)a$$

حيث ان :ــ

E=كمية التبخر /النتح الممكن الشهري(ملم) ، T = المعدل الشهري لدرجات الحرارة(بالمئوي)

I= معامل الحرارة السنوي ، ويتم حسابه من خلال جمع معامل الحرارة الشهري(I) لاثني عشر شهرا باستخدام المعادلة الاتية :

$$I=(T/5)1.514$$

a=قيمة ثابتة تستخرج بدلالة قيمة (I) وكالاتي :ــ

$$A= 6.75 * 10^{-13} - 7.71 * 10^{-5} I^2 + 10792 * 10^{-2} I + 0.49$$

تم تعدل قيمة E باستخدام معاملات تعديل بمكن الحصول عليها من جداول خاصة .

يراجع : (شحادة ، ١٩٨٣ ، ١١٤ ،١١٥)

الى ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية .ويتبين من الشكل (٢) ان ثمة تباين على مستوى المكان في المجموع السنوي لكمية التبخر/النتح الممكن ، الذي يزداد كلما تقدمنا من شمال القطر الى جنوبه ، ومن غربه الى شرقه توافقا مع ارتفاع درجات الحرارة في هذين الاتجاهين .

ان معرفة الكميات الشهرية والسنوية للتبخر/ النتح الممكن تعطي مؤشرا واضحا" عن حجم الضائعات المائية التي تعود الى الجو ، وتحديد الاشهر التي تحصل فيها زيادة في كمية مياه الامطار او تلك التي يحصل فيها نقصان ، فضلا عن تحديد مقدار الزيادة او النقصان ومدى تاثيرهما في مقدار الفائض او العجز المائي .

٣ــ الامطار : تتساقط الامطار على اراضي العراق خلال الفترة الممتدة من شهر تشرين الاول حتى نهاية شهر مايس ، التي تقترن بقدوم المنخفضات الجوية المتوسطية الى القطر . ويتبين من الجدول (٣) ان هناك تباينا" فصليا ومكانيا في كمية الامطار المتساقطة ، ففيما يخص التباين الفصلي نجد ان اكثر كمية من الامطار تهطل خلال اشهر الشتاء النظري ،اذ بلغ مجموعها في المحطات المشمولة بالدراسة خلالتلك الاشهر ٢٥٤١,٣ملم ، وبنسبة مقدارها ٥٠,٢ % من اجمالي المجموع السنوي للامطار ، ويرجع ذلك الى زيادة تكرار المنخفضات الجوية المتوسطية على العراق اثناء هذة الاشهر ، ثم تليها اشهر الربيع النظري التي بلغ مجموع الامطار المتساقطة خلالها ١٧٥٣,١ ملم،وبنسبة٣٤,٦ % من اجمالي المجموع السنوي للامطار ،ويحتل شهري تشرين الاول وتشرين الثاني المرتبة الاخيرة في كمية الامطار المتساقطة التي بلغ مجموعها خلالهما ٧٦٨,٥ ملم وبنسبة ١٥,٢ % من اجمالي المجموع السنوي وينقطع تساقط الامطار بعد شهر مايس وتحل فترة الجفاف التي تمتد من شهر حزيران الى نهاية شهر ايلول ، بسبب عدم قدوم المنخفضات الجوية المتوسطية الى العراق ، التي يصبح مسارها عبر قارة اوربا ، نظرا لتحول نطاق الضغط المنخفض وتراجع الجبهة القطبية نحو العروض الواقعة بين دائرتي عرض٥٠ ــ ٦٠ شمالا (الراوي والبياتي ،١٩٩٠ ، ٢٢٦)

وفيما يخص التباين على مستوى المكان يتضح من الجدول ذاته والشكل (٣) ان المجموع السنوي للامطار يتناقص كلما تقدمنا من شمال وشمال شرق العراق نحـــــــو

جدول رقم (٣)

الجنوب والجنوب الغربي . ويعزى هذا التناقص الى الابتعاد عن المسار الرئيسي للمنخفضات الجوية المتوسطية ، وقلة تكرارها، فضلا عن تلاشي قسم منها خلال المسافة الطويلة التي تقطعها من البحر المتوسط ، علاوة على انخفاض منسوب السطح يؤثر التباين الفصلي والمكاني للامطار المتسلقطة على القطر في تباين كمية الايراد المائي من مياه الامطار التي تؤثر بدورها على التباين الفصلي والمكاني لمقدار الفائض او العجز المائي .

ولغرض التعرف على التباين المكاني لحجم الايراد المائي السنوي * من الامطار المتساقطة في كل اقليم من الاقاليم المناخية في العراق ينبغي التعرف على تلك الاقاليم والمساحة التي يشغلها كل اقليم ، حيث يتبين من الشكل (٤) وجود ثلاثة اقاليم مناخية في العراق وفق لمعايير الجفاف لثورنثويت وهي كالاتي :ــ (عبد الله ، ٢٠٠١، ١٨٢ ــ١٨٣)

ا ــ اقليم المناخ شبه الرطب : يتمثل في المنطقة الجبلية التي تقع في شمال وشمال شرق القطر ضمن الرقعة الجغرافية الممتدة من شمال غرب محافظة نينوى حتى الجزء الجنوبي الشرقي من محافظة السليمانية ، ويشغل مساحة مقدارها ٢٥٩٠٠ كم٢** . بلغ معدل المجموع السنوي للامطار المتساقطة فيه ٦٧٧,٤ ملم (الجدول ٣) وتشكل تلك الكمية ايرادا مائيا مقداره ١٧,٥٤٤ مليار متر مكعب .

---

*ان الايراد المائي السنوي للامطار م٣ = معدل الامطار السنوية ×١٠٠٠ × المساحة كم٢ ..

حيث ان كل ١ملم من الامطار التي تسقط فوق ارض مساحتها متر مربع واحد تعادل كمية من المياه مقدارها لتر واحد . وبتعبير اخر ان كل ١ ملم من الامطار المتساقطة فوق ارض مساحتها كيلو متر مربع واحد يعادل كمية من المياه مقدارها مليون لتر او ما يعادل ١٠٠٠ متر مكعب . يراجع :(صفر ، ١٩٨٤ ، ٦٢)

** تم قياس مساحة الاقاليم المناخية على الخارطة باستخدام طريقة المربعات

ب ــ اقليم المناخ شبه الجاف : يسود في المنطقة شبه الجبلية ، ويمتد مكانيا على شكل شريط ابتداء من شمال غرب سنجار حتى جنوب شرق خانقين . يشغل مساحة مقدارها ٥٠٨٠٠كم٢ . وبلغ معدل المجموع السنوي للامطار في هذا الاقليم ٣٦٢,٤٥ ملم (الجدول ٣) ، ويشكل ايراد مائيا سنويا مقداره ١٨,٤١٢ مليار متر مكعب .

ج ــ اقليم المناخ الجاف : يشغل اغلب مساحة القطر ، حيث يسود في الاجزاء الجنوبية من المنطقة شبه الجبلية علاوة على منطقتي الهضبة الغربية والسهل الرسوبي . تبلغ مساحة هذا الاقليم ٣٦١٥٠٠ كم٢ . وبلغ معدل المجموع السنوي للامطار المتساقطة فيه ١٣١,٧ملم ، وتشكل ايرادا مائيا سنويا مقداره ٤٧,٦٠٩ مليار متر مكعب . يستدل مما سبق ان اجمالي الايراد المائي السنوي من الامطار المتساقطة على العراق بلغ ٨٣,٥٦٥ مليار متر مكعب . وان قسما كبيرا" من هذه الكمية يعود الى الجو ثانية عن طريق التبخر والنتح ، اما الباقي فيتقاسمه كلا" من التسرب داخل التربة والجريان السطحي وتغذية المياه الجوفية .

ثالثا : تقدير الموازنة المائية المناخية في العراق .

لغرض تقدير تلك الموازنة ينبغي اتباع خطوات عدة يوضحها الملحقين (١،٢) ، حيث يبين الملحق الاول تطبيق تلك الخطوات على محطة زاخو التي تقع ضمن المناخ شبه الرطب ، ومحطة الموصل التي تقع ضمن المناخ شبه الجاف ، فيما يبين الملحق الثاني تطبيقها على محطتي بيجي والبصرة اللتين تقعان ضمن المناخ الجاف ، وتتلخص تلك الخطوات بالاتي : ــ (Olever,1972,73-74)

١ ــ نطرح كمية التبخر / النتح الممكن الشهرية من كمية الامطار الشهرية (P-PET) بغية الحصول على مقدار الزيادة او النقصان في كمية مياه الامطار .

٢ ــ تقدير مقدار المخزون الرطوبي في التربة والتغيرات التي تطرا عليه خلال كل شهر من شهور السنة . ففي الاشهر التي تزداد فيها كمية الامطار عن كمية التبخر / النتح الممكن ،أي ان ناتج (P-PET) يكون موجبا ،فان الكمية الزائدة من مياه الامطار تتسرب

خلال مسامات التربة وتمثل مخزونها الرطوبي ، كما تمثل التغير الذي يحصل في رطوبة التربة . وباستمرار تسرب الزيادة من مياه الامطار تمتليئ مسامات التربة تدريجيا حتى تصل الى طاقتها الاستيعابية القصوى (سعتها الحقلية) التي تتباين بتباين نسجة التربة ، الا ان ثورنثويت قدر السعة الحقلية للتربة بمقدار ١٠٠ ملم كقيمة عامة للتطبيق في جميع دراسات الموازنة المائية وبغض النظر عن نوع نسجة التربة ، وعندما تصل رطوبة التربة الى السعة الحقلية وتبقى كمية الامطار الشهرية اكثر من كمية التبخر / النتح الممكن الشهية فان قيمة السعة الحقلية (١٠٠) ملم تبقى ثابتة دون ان تتغير .

ولتوضيح ما ورد اعلاه يتبين من الملحق (١) ان كمية الامطار خلال شهر تشرين الثاني في محطة زاخو تفوق كمية التبخر /النتح الممكن ، وان ناتج P-PET يساوي (+٥٥,٩ ملم) الذي يمثل مقدار الزيادة في مياه الامطار ،والذي يتسرب خلال مسامات التربة ليمثل مخزونها الرطوبي، كما يمثل التغير الذي يطرا على رطوبتها ، الا ان رطوبة التربة لم تصل الى السعة الحقلية . وفي شهر كانون الاول تبقى كمية الامطار اكثر من كمية التبخر /النتح الممكن لتشكل زيادة مقدارها (+ ١٠٥,٢ ملم) يتسرب قسم منها مقداره (٤٤,١ ملم) عبر مسامات التربة ليضاف الى مخزونها الرطوبي بحيث تصل رطوبتها الى الى السعة الحقلية ، ويمثل هذا المقدار التغير الذي طرا على رطوبة التربة . ويبقى المخزون الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية ولايطرا تغير على رطوبتها خلال الاشهر كانون الثاني ،شباط ،اذار ، نيسان ، طالما ان كمية الامطار تفوق كمية التبخر /النتح الممكن في كل من تلك الاشهر .

اما في الاشهر التي تقل فيها كمية الامطار عن كمية التبخر /النتح الممكن ،أي ان ناتج (P-PET) يكون سالبا ، مما يعني وجود نقصان في مياه الامطار فان النباتات تعتمد في نموها على الرطوبة المخزونة في التربة لتعويض مقدار النقصان ، مما يؤدي الى تناقص مخزونها الرطوبي تدريجيا . وان مقدار الرطوبة المفقودة من التربة لتعويض ذلك النقصان يمثل مقدار التغير الذي يطرا على رطوبة التربة . ويبدو ذلك جليا في محطة زاخو خلال شهر مايس الذي يكون فيه ناتج P-PETيساوي (_٩١,٦ ملم) والذي يمثل مقدار النقصان الذي ينبغي تعويضه من المخزون الرطوبي للتربة ، كما يمثل مقدار

التغير في رطوبة التربة ،مما ينجم عنه بقاء ما مقداره (٨,٤ ملم) كمخزون رطوبي تفقده التربة خلال شهر حزيران لتعويض جزء من النقصان بحيث يصبح المخزون الرطوبي للتربة صفرا خلال ذلك الشهر وخلال اشهر الجفاف الاخرى .

٣ ــ تقديرات الكميات الشهرية للتبخر /النتح الحقيقي : ففي الاشهر التي تكون فيها كمية الامطاراكثر من كمية التبخر / النتح الممكن ، فان كمية التبخر / النتح الحقيقي تكون مساوية لكمية التبخر /النتح الممكن . ويلاحظ ذلك في محطة زاخو خلال كل من اشهر تشرين الثاني ، كانون الاول ، كانون الثاني ، شباط اذار ، نيسان . اما في الاشهر التي تزداد فيها كمية التبخر / النتح الممكن على كمية الامطار ، فان كمية التبخر / النتح الحقيقي تساوي كمية الامطار الشهرية مضافا اليها مقدار التغير الذي يطرا على رطوبة التربة لتعويض النقصان . كما هو الحال في محطة زاخو خلال شهر مايس الذي بلغ مقدار الامطار فيه ٢٤,٥ ملم مضافا" اليه مقدار النقصان الذي تبخر فعلا من المخزون الرطوبي للتربة ، والذي بلغ ٩١,٦ ملم ، أي ان مقدار التبخر / النتح الحقيقي للشهر المذكور بلغ ١١٦,١ ملم ، في حين بلغ خلال شهر حزيران الذي ينقطع فيه تساقط الامطار ٨,٤ ملم فقط ويمثل ما تبخر فعلا من المخزون الرطوبي للتربة (الملحق ١).

٤ ــ تقدير الفائض او العجز المائي لكل شهر من شهور السنة : يحصل الفائض المائي في الاشهر التي تزداد فيها كمية الامطار عن كمية التبخر / النتح الممكن ، وبعدما تصل رطوبة التربة الى الطاقة الاستيعابية القصوى (١٠٠ ملم) .ويتضح ذلك في محطة زاخو خلال الاشهر من كانون الاول حتى نهاية شهر نيسان

(الملحق ١) .اما اذا لم تصل رطوبة التربة الى السعة الحقلية فلا يحصل فائض مائي على الرغم من ان كمية الامطار تفوق كمية التبخر/النتح الممكن ، كما في شهر تشرين الثاني بالنسبة لمحطة زاخو، وفي الاشهر من تشرين الثاني الى نهاية شهر اذار بالنسبة لمحطة بيجي (الملحق ٢) .

ويحصل العجز المائي في الاشهر التي ينقطع فيها تساقط الامطار (اشهر الجفاف) وفي الاشهر التي تفوق فيها كمية التبخر /النتح الممكن كمية الامطار المتساقطة ، مما ينجم عنه نقصان في الاحتياجات المائية للنباتات لايمكن تعويضه من المخزون الرطوبي للتربة

، بل ينبغي استخدام مياه الري لتعويض ذلك النقصان ، كما في الفترة الممتدة من شهر حزيران حتى نهاية شهر تشرين الاول بالنسبة لمحطة زاخو (الملحق ١) ،وكما في الفترة الممتدة من شهر نيسان حتى نهاية شهر تشرين الثاني بالنسبة لمحطة البصرة(الملحق٢) .اما في حالة امكانية تعويض النقصان من المخزون الرطوبي للتربة فلا يحصل فائض او عجز مائي ، كما في شهر مايس بالنسبة لمحطة زاخو ، وكما في الاشهر من كانون الاول الى نهاية شهر اذار بالنسبة لمحطة البصرة .

٥ ــ بغية التاكد من صحة تقدير الموازنة المائية المناخية لاية فترة زمنية نقوم بعملية جمع مقدار التبخر / النتح الحقيقي مع مقدار الفائض المائي بحيث يكون الناتج مساويا لمقدار الامطار .

وعندما نجمع مقدار التبخر / النتح الحقيقي مع مقدار العجز المائي ينبغي ان يكون الناتج مساويا لمقدار التبخر /النتح الممكن (الراوي والبياتي ، ١٩٩٠ ، ٢٣٧).

لقد طبقت تلك الخطوات على كل محطة مناخية من المحطات المشمولة بالدراسة في العراق ، لغرض معرفة مقادير الفائض او العجز المائي فيها ، ودونت تلك المقادير في الجدول (٤) الذي تشير معطياته الى الحقائق الاتية :

١ــ يحصل فائض مائي في اقليم المناخ شبه الرطب خلال خمسة اشهر ابتداء من شهر كانون الاول حتى نهاية شهر نيسان . وبلغ مجموع ذلك الفائض في كل من محطات زاخو ،صلاح الدين ،السليمانية ٣٨٣,٤ ، ٣٩٧,٢ ، ٤٢٧,٣ ملم على التتابع ، وبمعدل مقداره ٤٠٢,٦ ملم ، مما يعني ان معدل الايراد المائي السنوي من الفائض المائي في هذا الاقليم بلغ ١٠,٤٢٧ مليار متر مكعب * .

ويعاني الاقليم شبه الرطب من العجز المائي خلال خمسة اشهر ايضا ، ابتداء من شهر حزيران حتى نهاية شهر تشرين الاول ، حيث بلغ مجموع ذلك العجز في كل مـــــــن

*استخرج كآلاتي : معدل الفائض المائي (ملم) × ١٠٠٠ × مساحة الاقليم كم٢ .

جدول ٤

جدول ٤

المحطات انفة الذكر ٨٨٧,٨ ، ٧٠٤,٣ ، ٨٥٦,٩ ملم على التوالي ، وبمعدل مقداره ٨١٦,٣ ملم .

اما بالنسبة لشهري مايس وتشرين الثاني فلا يحصل خلالهما فائض او عجز مائي ، ويمكن استفادة النباتات خلال هذين الشهرين من المخزون الرطوبي للتربة ، وعليه يمكن قيام الزراعة الديمية في هذا الاقليم خلال الموسم الشتوي ، في حين تتطلب الزراعة خلال الموسم الصيفي استخدام مياه الري سواء من المياه السطحية ام الجوفية .

٢ــ يحصل فائض مائي في اقليم المناخ شبه الجاف خلال ثلاثة اشهر (كانون الثاني، شباط ،آذار)باستثناء محطة خانقين التي يحصل فيها فائض مائي خلال شهري شباط واذار فقط وبلغ مجموع الفائض المائي في كل من محطات الموصل ، سنجار ، كركوك ،خانقين ١٢٣,٩ ،١٣٣,٢ ،١٠٨,٨ ، ٦٧,٧ ملم على الترتيب وبمعدل مقداره ١٠٨,٤ ملم ، ويشكل إيرادا مائيا بلغ مقداره ٥,٥٠٦ مليار متر مكعب .

ويعاني هذا الاقليم من العجز المائي خلال ستة اشهر ابتداء من شهر مايس حتى نهاية شهر تشرين الاول، وقد بلغ مجموعة في كل من المحطات المشار اليها ١٠٦٧ ، ١١٣٠,٨ ،١٣٨٤,٩ ، ١٤١٨ ملم على التتابع ، وبمعدل مقداره١٢٥٠,٢ ملم . اما بقية اشهر السنة التي لم يرد ذكرها فلا يحصل فيها فائض او عجز مائي .ويمكن قيام الزراعة الديمية في هذا الاقليم خلال الموسم الشتوي مع استخدام الري التكميلي وبخاصة خلال شهري تشرين الثاني وكانون الاول . اما خلال الموسم الصيفي فلا يمكن قيام الزراعة فيه الاباستخدام مياه الري .

٣ــ عدم وجود الفائض المائي في اقليم المناخ الجاف الذي يعد اقليم النقص المائي الدائم . وثمة تباين مكاني في عدد الاشهر التي يحصل فيها عجز مائي ، حيث بلغ عددها ستة اشهر في محطة بيجي (من شهر حزيران حتى نهاية شهر تشرين الاول) ، في حين بلغ عددها تسعة شهور في كل من محطتي النخيب والديوانية (من شهر اذار حتى نهاية شهر تشرين الثاني) فيما بلغ عددها ثمانية شهور في بقية المحطات المناخية التي التي تقع ضمن هذا الاقليم (من شهر نيسان حتى نهاية شهر تشرين الثاني) . اما بقية اشهر السنة التي لم يرد ذكرها في المحطات المناخية انفة الذكر ، فلا يحصل خلالها فائض او عجز

مائي وان المخزون الرطوبي للتربة خلال هذه الاشهر لايكفي لقيام الزراعة ، مما يتطلب استخدام مياه الري خلال الموسمين الشتوي والصيفي . وبلغ معدل العجز المائي في هذا الاقيم ١٦٨١,٩ ملم.

٤ــ يتناقص مقدار الفائض المائي في كل من اقليمي المناخ شيه الرطب وشبه الجاف كلما تقدمنا من الشمال والشمال الشرقي نحو الجنوب والجنوب الشرقي وكما يتضح من الشكل (٥) ، توافقا مع تناقص كمية الامطار في هذين الاتجاهين . اذ بلغ مجموع الفائض المائي في كل من محطتي صلاح الدين والسليمانية ٣٩٧,٢ ، ٤٢٧,٣ ملم على التوالي ، ويصل في محطة خانقين الى ٦٧,٧ ملم . ويحدث العكس في التوزيع المكاني لمقدار العجز المائي الذي يزداد كلما تقدمنا من شمال العراق الى جنوبه ومن غربه الى شرقه وكما يتضح من الشكل (٦) ، توافقا مع زيادة الضائعات المائية عن طريق التبخر /النتح الممكن في هذين الاتجاهين ،اذ بلغ معدل العجز المائي في محطة صلاح الدين ٧٠٤,٣ ملم ويصل في محطة الناصرية الى ٢٠٠٧,٧ ملم وبلغ في محطة الرطبة ١٠١١,٧ ملم ، في حين يصل في كل من محطتي الحي والعمارة الى ١٨٨١,٣ ،١٩٦٥,٥ ملم على التتابع.

٥ــ بلغ مجموع الايراد المائي السنوي في العراق الناجم عن الفائض المائي في السنوات الاعتيادية ١٥,٩٣٣ مليار متر مكعب وان جزءا منه يتسرب خلال التربة لتغذية المياه الجوفية ،حيث قدر ذلك الجزء بمقدار ١,٢ مليار متر مكعب سنويا (المطلبي ، ١٩٩٥ ،١٣٩) . اما الجزء الباقي الذي يبلغ مقداره ١٤,٧٣٣ مليار متر مكعب فانه يجري على سطح الارض ليزود روافد نهر دجلة بالمياه (الزاب الكبير ،الزاب الصغير ، العظيم ، ديالى) التي بلغ معدل ايرادها المائي السنوي للفترة من ١٩٨٥ ــ ١٩٩١ ، ٢٧,٩ مليار متر مكعب (هيئة التخطيط الزراعي ، ١٩٩٢ ، ٢٤) .مما يعني ان نسبة مقدارها ٥٢,٨ % من معدل الايراد المائي السنوي لتك الروافد يكون مصدرها من داخل الاراضي العراقية ، في حين ان الكمية الباقية التي تشكل نسبة مقدارها ٤٧,٢ %يكون مصدرها من تركيا وايران .وفضلا عن ذلك فان تلك الكمية التي تزود روافد نهر دجلة بالمياه تشكل نسبة مقدارها ٣٠,٩ % من معدل الايراد المائي السنوي لنهر دجلة الذي بلغ للفترة

المشار اليها ٤٧,٧ مليار متر مكعب (هيئة التخطيط الزراعي ، ١٩٩٢ ، ٣) أي ان الكمية الباقية التي تشكل نسبة مقدارها ٦٩,١ % يكون مصدرها من تركيا وايران . وقد بينت احدى الدراسات ان نسبة الايراد المائي لنهر دجلة من داخل القطر تبلغ ٣٢ % ، فيما تشكل نسبة الايراد المائي للنهر المذكور من تركيا وايران ٦٨ % (السامرائي ،٢٠٠٠ ، ٣٣١) . مما يشير الى التقارب الكبير بين تلك الدراسة وما توصلت اليه الدراسة الحالية .

٦ــ لما كانت المساحة التي يسودها المناخ الجاف تشكل نسبة مقدارها ٨٢,٥ % من اجمالي مساحة القطر ، ولا يوجد فيها فائض مائي لاي شهر من شهور السنة ، وان المساحة المتبقية التي تشغل نسبة مقدارها ١٧,٥ % من مساحة العراق ،يحصل فيها فائض مائي لمدة تتراوح بين الشهرين الى الخمسة اشهر ، ويشكل ايرادا" مائيا قليلا ، لذا فان العراق يعتمد اعتماد ا رئيسيا في تامين احتياجاته المائية للاغراض المختلفة على الموارد المائية السطحية لنهري دجلة والفرات وفروعهما ،فضلا عن المياه الجوفية في المناطق البعيدة عن مصادر المياه السطحية ونظرا لتذبذب كمية الايراد المائي السنوي لنهري دجلة والفرات تبعا لتذبذب كمية التساقط السنوية ،وتبعا لقرارات التخزين في دول اعالي النهرين ، فان حصة العراق المائية من النهرين تتعرض ال التذبذب وعدم الاستقرار .كما انها انخفضت في السنوات الاخيرة بعدما نفذت كل من تركيا وسوريا مشاريع ري كبرى اثرت بشكل مباشر على كمية المياه الواردة الى العراق ،في الوقت الذي تزداد فيه احتياجاته المائية في المجالات المختلفة الناجمة عن التوسع الصناعي والزراعي وزيادة عدد السكان ،مما يشير الى ان العراق سيعاني من عجز في سد احتياجاته المائية مما يعني ايقاف لعملية التطور والتنمية التي يشهدها القطر وبخاصة في القطاع الزراعي لتحقيق الامن الغذائي ، حيث ان حجم الاستثمار الزراعي والتوسع فيه يعتمد اساسا على مدى توفر الموارد المائية بشكل مناسب وعلى مدار السنة .

ولغرض مواجهه العجز وسد الاحتياجات المائية المستقبلية ينبغي اتباع السبل الاتية :

ــ انشاء مشاريع خزن جديدة على مجرى النهرين لخزن المياه الفائضة عن الحاجة خلال فترة الفيضان والسنوات الرطبة لان تلك المشاريع تسهم في توفير المياه خلال فترة

الصيهود والسنوات الجافة ، كما انها تقلل من هدر الكميات الهائلة من المياه التي تتصرف الى الخليج العربي عن طريق شط العرب دون الاستفادة منها ي الوقت الحاضر .

ــ زيادة عدد السدود القاطعة المقامة على الوديان في الهضبة الغربية لاصطياد مياه الامطار ، ومن ثم تغلغلها عن طريق التربة لتغذية المياه الجوفية .

ــ ترشيد استهلاك المياه سواء في مجال الزراعة والري ام في المجالات الاخرى .

ــ ضرورة التوسع في استخدام طريقتي الري بالتنقيط والري بالرش لكونهما يحققان كفاءة عالية في الري ويقللان من الضائعات المائية عن طريق التبخر والتسرب .

ــ التوسع في البحوث الزراعية التي يقوم بها مركز اباء ، لتهجين محاصيل زراعية تحتاج الى مقننات مائية قليلة وتعطي انتاجية عالية .

ــ التوسع العمودي في الزراعة بغية تحقيق انتاج اكبر في وحدة المساحة وتقليل الهدر في كمية المياه .

ــ الاستفادة من مصادر المياه غير التقليدية ، اذ يمكن مزج مياه البزل التي ينقلها المصب العام مع المياه العذبة بنسب معينة واستخدامها في الري ، او في عملية غسل الترب ذات الملوحة العالية والعالية جدا" ، مما يوفر كميات كبيرة من المياه العذبة ، كما يمكن معالجة مياه الصرف الصحي واستخدامها في اغراض شتى .

ــ العمل على صيانة الموارد المائية والمحافظة عليها من التلوث .

الخلاصـــــة :

تبين من البحث ان ثمة متغيرات مناخية تؤثر في الموازنة المائية المناخية في العراق . وتتمثل تلك المتغيرات في المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة ، التبخر / النتح الممكن ، الامطار . وتبعا" للتباين الفصلي والمكاني في هذه المتغيرات ، يتباين مقدار الفائض او العجز المائي في القطر من اقليم مناخي الى اخر ومن فصل الى آخر ، اذ ان الفائض المائي يحصل في اقليمي المناخ شبه الرطب وشبه الجاف لمدة تتراوح بين شهرين الى خمسة اشهر ، ويشكل ذلك الفائض ايرادا" مائيا" سنويا" بلغ مقداره ١٥,٩٣٣ مليار متر

مكعب ، يتسرب جزء منه خلال التربة لتغذية المياه الجوفية ، ويجري الجزء الاخر على سطح الارض ليزود ، روافد نهر دجلة بالمياه

اما العجز المائي في العراق فأنه يحصل في جميع اقاليمه المناخية لمدة تتراوح بين خمسة اشهر الى تسعة شهور . ويزداد مقداره مكانيا" كلما تقدمنا من شمال القطر الى جنوبه ومن غربه الى شرقه توافقا" مع زيادة الضائعات المائية عن طريق التبخر / النتح الممكن في هذين الاتجاهين .

المصـــــادر

١ــ الراوي ، صباح محمود وعدنان هزاع البياتي ، اسس علم المناخ ، الموصل : دار الحكمة للطباعة والنشر ، ١٩٩٠ .

٢ــ الراوي ، عادل سعيد وقصي عبد المجيد السامرائي ، المناخ التطبيقي ، بغداد : دار الحكمة للطباعة والنشر ، ١٩٩٠ .

٣ــ السامرائي ، محمد جعفر ، المشاريع الاروائية المقامة على حوض دجلة والفرات وحاجاتها المائية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٤٥ ، بغداد :٢٠٠٠ .

٤ــ شحادة ، نعمان ، المناخ العملي ، عمان : مطبعة النور النموذجية ، ١٩٨٣ .

٥ــ الشلش ، علي حسين ، التباين المكاني للتوازن المائي وعلاقته بالانتاج الزراعي في العراق ، مجلة الخليج العربي ، مركز دراسات الخليج العربي ــ جامعة البصرة ، المجلد ١١ ، العدد ١، بغداد : دار الحرية للطباعة والنشر ، ١٩٧٩ .

٦ــ صفر ، محمود عزو ، المناخ والحياة ، الادارة العامة للطيران المدني ــ ادارة الارصاد الجوية ، الكويت : ١٩٨٤ .

٧ــ عبد الله ، عبد الله سالم ، القابلية المناخية لتعرية الرياح في المناطق ذات المناخ الجاف وشبه الجاف في العراق ، مجلة اداب البصرة ، العدد ٣٠ ، البصرة : ٢٠٠١ .

٨ــ كاظم ، احلام عبد الجبار ، الكتل الهوائية تصنيفها وخصائصها ــ دراسة تطبيقية على مناخ العراق ، اطروحة دكتوراه ، كلية الاداب ــ جامعة بغداد ، ١٩٩١ (غير منشورة).

٩ ــ المطلبي ، نصيف جاسم ، واقع ومستقبل الموارد المائية في العراق ــ دراسة في الجغرافية السياسية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٢٨ ،بغداد : ١٩٩٥ .

١٠ــ النجم ، محمد عبد الله وخالد بدر حمادي ، الري ، فرنسا : مطبعة (Sima) . ١٩٨٠ .

١١ــ الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية ، اطلس مناخ العراق ، بغداد : ١٩٨٩ .

١٢ــ ـــــــــــــــــــــــــــ ، قسم المناخ ، نشرة رقم ١٨ ، بغداد : ١٩٩٤ .

١٣ــ ـــــــــــــــــــــــــــ ، قسمي المناخ والموارد المائية والزراعية (بيانات غير منشورة).

١٤ــ وزارة التخطيط ، هيئة التخطيط الزراعي ، ورقة عمل الاستخدام الامثل للمياه في الزراعة ، بغداد : ١٩٩٢ .

15- Mather ,j. R., Climatology fundamental and Applications , New York : Mc Graw –Hill book co .1974.

16- Oliver,J.E, Climate and Mans Enviroment ,New York: John Wiley and Sons Inc . 1972 .