تفاقم ظاهرة الجفاف في ضوء المتغيرات المناخية والهيدرولوجية في جنوب العراق

م.د. حيدر عبد المحسن كاظم

وزارة التربية – مديرية التربية في ذي قار

hayderabdalmohsen@gmail.com

تاريخ استلام البحث ٢٠٢٥/٣/٦

تاريخ قبول البحث : ٢٠٢٥/٣/٢٧

الخلاصة :

يعد الجفاف من الظواهر المناخية الطبيعية التي تتعرض لها مناطق واسعة من العراق ، وهو من الظواهر التي تحدث نتيجة للتغير الذي يحدث في خصائص المناخ والتغير في معدلاتها والمتمثلة بانخفاض كميات الأمطار الساقطة وقلة الرطوبة وارتفاع درجات الحرارة والتبخر ، مما يؤدي الى تاثيرات كبيرة تتعرض لها الانظمة الحيوية والطبيعية والتي يمكن ان تستمر لمدة طويلة , كانتشار مظاهر التصحر نتيجة لتدهور خصائص التربة وتملحها وانخفاض انتاجية الارض وتعريتها بفعل قلة الرطوبة والجفاف , فضلا عن تدهور خصائص المياه الكمية والنوعية , كما كشفت الدراسة الى ان منطقة جنوب العراق متمثلة بمحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) تشهد ارتفاعا في قيم المعدلات الشهرية والسنوية لبعض العناصر المناخية مثل (درجات الحرارة) التي سجلت اعلى معدل لها في محطة الناصرية بلغ (٢٦.٢ م°) والتبخر الذي سجل اعلى معدل في محطة البصرة وبلغ (٤١٤٠.٧ ملم) وانخفاضا في قيم المعدلات الشهرية والسنوية للبعض الاخر مثل (الأمطار , الرطوبة) , التي سجلت اقل معدلاتها في محطة الناصرية بلغت (١٢١.٨ ملم , ٣٩.٦ %) على التوالي , كما كشفت الدراسة الى ان مناخ منطقة الدراسة يتصف بانه مناخ شبه جاف بحسب نتائج معادلة (ديمارتون) , فضلا عن ذلك ان منطقة الدراسة تشهد عجزا مائيا كبيرا ولاسيما في السنوات الاخيرة نجم عنها تغيرات هيدرولوجية ساهمة في اتساع ظاهرة الجفاف في منطقة الدراسة .

الكلمات المفتاحية: الجفاف , التغيرات المناخية , الهيدرولوجيا , الموازنة المائية المناخية

Exacerbation of the Drought Phenomenon under Climate and Hydrology Variables in South of Iraq

Lecturer. Dr. Hayder Abdul Mohssin

Directorate of Thi-Qar Education – Ministry of Education.

hayderabdalmohsen@gmail.com

Date received: 6/3/2025
Acceptance date: 27/3/2025

Abstract:

The drought is considered one of the natural climate phenomena that is suffered from it large areas of Iraq. It is a phenomenon that occurs as a result of changes in climate characteristics and rates, represented by a decrease in rainfall, low humidity, high temperatures, and evaporation. This leads to significant impacts on biological and natural systems that can last for a long time, such as the spread of desertification as a result of the deterioration of soil properties and salinization, and the decrease in land productivity and erosion due to low humidity and drought, in addition to the deterioration of the quantitative and qualitative characteristics of water. The study also revealed that the southern region of Iraq, represented by the stations (Nasiriyah, Amara, Basra), is witnessing an increase in the values of monthly and annual averages for some climatic elements, such as (temperatures, the highest of which was recorded at the Nasiriyah station, reaching (٢٦،٢) (C), and evaporation, which recorded the highest rate at the Basra station, reaching (٤١٤٠،٧mm), and a decrease in the values of monthly and annual averages for others, such as rainfall and humidity), which recorded their lowest rates at the Nasiriyah station, reaching (١٢١،٨) mm ٣٩،٦) respectively. The study also revealed that the climate of the study area is characterized by a semi-arid climate according to the results of the Demarton equation. In addition, the study area is witnessing a large financial deficit, especially in recent years, which has resulted in hydrological changes that have contributed to the expansion of the drought phenomenon in the study area .

Keywords: Drought, climate change, hydrology, climate water balance

المقدمة :

أدت التغيرات المناخية التي يشهدها العالم والمنطقة ولاسيما خلال السنوات الاخيرة الى تفاقم ظاهرة الجفاف بشكل متسارع وكبير , اذ ادى الانخفاض الكبير في كميات الامطار الساقطة عن معدلاتها الطبيعية والارتفاع في معدلات درجات الحرارة والزيادة في معدلات التبخر/ النتح وقلة الرطوبة الجوية ورطوبة التربة الى زيادة العجز المائي ومن ثم تفاقم مشكلة الجفاف واتساع مظاهر التصحر والمتمثلة بانتشار الكثبان الرملية وزيادة عمليات التعرية للتربة وتدهور خصائصها وتملحها واتساع الاراضي الجرداء وتكرار هبوب العواصف الغبارية والتغير في كمية ونوعية المياه السطحية , ولأهمية الموضوع وخطورة ظاهرة الجفاف واثارها الكبيرة جاءت هذه الدراسة بهدف الكشف عن حالة الجفاف والعجز المائي خلال للمدة (١٩٩٠- ٢٠٢٠) في ضوء المتغيرات المناخية والهيدرولوجية التي تشهدها مناطق جنوب العراق .

مشكلة البحث :

١- هل هنالك مؤشرات للتغير في خصائص العناصر المناخية ومعدلاتها , وهل كان التغير نحو الزيادة ام النقصان , وما علاقته بظاهرة الجفاف ؟

٢- هل ساهمت التغيرات في خصائص المياه الهيدرولوجية (الكمية والنوعية) في اتساع ظاهرة الجفاف ؟

٣- ما طبيعة المناخ في منطقة الدراسة وهل تشهد عجزا مائية خلال مدة الدراسة ؟

فرضية البحث :

١- هنالك مؤشرات واضحة تدل على التغير في معدلات العناصر المناخية وخصائصها , بعضها نحو الزيادة والبعض الاخر نحو التناقص , ومن ثم تفاقم ظاهرة الجفاف .

٢- ان التغير في خصائص المياه (الكمية والنوعية) لها دور كبير في اتساع ظاهرة الجفاف في منطقة الدراسة .

٣- تعاني منطقة الدراسة من عجزا مائيا كبيرا بسبب سيادة ظروف الجفاف في منطقة الدراسة .

أهداف الدراسة :

١- دراسة ظاهرة الجفاف والعجز المائي في جنوب العراق .

٢- معرفة اتجاه العناصر المناخية لمنطقة الدراسة والتغير في معدلاتها وعلاقتها بظاهرة الجفاف .

٣- دراسة التغيرات الحاصلة في خصائص المياه الكمية والنوعية واثرها في اتساع ظاهرة الجفاف .

٤- تصنيف المناخ وحساب الجفاف وقيم الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة .

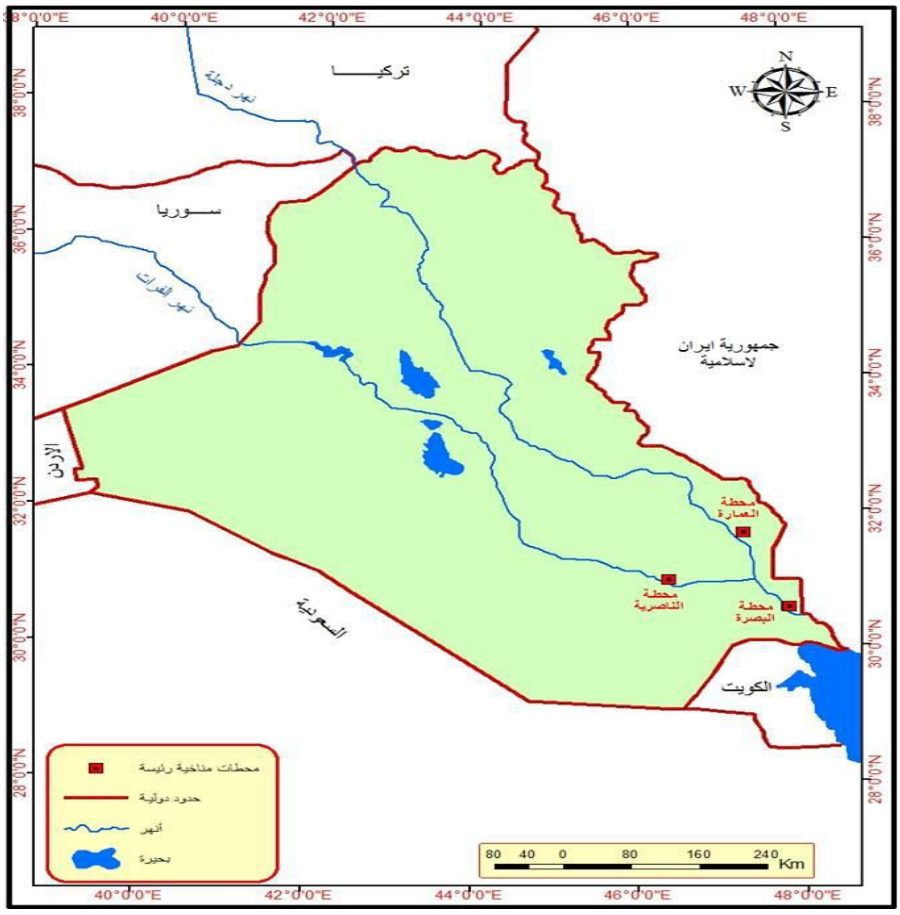
موقع وحدود منطقة الدراسة :

تتحدد الدراسة بالإبعاد الآتية :

١- **الحدود المكانية :** تشمل الحدود المكانية للدراسة بمحافظة (ذي قار , ميسان , البصرة) التي تمتد بين دائرتي عرض (٢٩.٢ °- ٣٢.٤٥ °) شمالا ، وقوسي طول (٤٥.٥ °- ٤٨.٣ °) شرقا ، يلاحظ خريطة (١) .

٢- **الحدود الزمانية :** تتمثل الحدود الزمانية للدراسة والتي تم تحديدها بفترة زمنية تمتد من (١٩٧٧ – ٢٠٢٠) للبيانات المناخية وللمدة (٢٠١٠ – ٢٠٢٠) للبيانات الهيدرولوجية , اذ تمثل البيانات الخاصة لمنطقة جنوب العراق والمتمثلة بمحطات (الناصرية , العمارة , البصرة).

خريطة رقم (١) المحطات المشمولة بالدراسة



المصدر : وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، قسم أنتاج الخرائط ، الوحدة الرقمية ، خريطة العراق الإدارية لعام ٢٠١١ ، مقياس (١/١٠٠٠٠٠٠٠).

المبحث الأول:

أولا: مؤشرات التغير في خصائص العناصر المناخية ومعدلاتها في منطقة الدراسة :

شهدت منطقة الدراسة تغيرات واضحة في خصائص العناصر المناخية وما نجم عن ذلك من تغيرات في معدلاتها الشهرية والسنوية ساهمت بصورة كبيرة في تفاقم ظاهرة الجفاف , من ذلك وللوقوف على اهم التغيرات للعناصر المناخية ومعدلاتها , تم إجراء دراسة لتلك العناصر وتحليل معدلاتها واتجاهاتها في محطات (الناصرية , العمارة , البصرة) للمدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠) وكما يلي :

١– التغير في معدلات درجات الحرارة للمدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠):

شهدت درجات الحرارة تغيرات واضحة في معدلاتها الشهرية والسنوية , نجم عنها اثار كبيرة ساهمت في زيادة حدة الجفاف في منطقة الدراسة , اذ يشير الجدول (١) والموضح في الملحق (١) ان محطة الناصرية سجلت اعلى معدل سنوي لدرجات الحرارة خلال المدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠) بلغ (٢٦.٢م°) , جاءت بعدها محطة البصرة بالمرتبة الثانية بمعدل سنوي اذ بلغ (٢٦.١م°) في حين سجلت محطة العمارة معدل سنوي بلغ (٢٥.٢م°) , كما يشير الجدول (١) الى ان الدورة الرابعة وهي المدة من (٢٠١٠– ٢٠٢٠) سجلت أعلى معدل سنوي لدرجات الحرارة الاعتيادية في محطات (الناصرية , العمارة , البصرة) اذ بلغ (٢٨.٤ , ٢٥.٢ , ٢٦.١ م°) وعلى التوالي وبمعدل من التغير الموجب بلغ (٢.٢ , ١, ١) عن المعدل العام , في حين سجلت الدورة الاولى ادنى المعدلات السنوية لدرجات الحرارة الاعتيادية وفي جميع المحطات , اذ بلغ (٢٥.٠ , ٢٤.٣ , ٢٥.١ م°) وبمعدل من التغير السالب عن المعدل العالم بلغ (– ١.٢ , – ٠.٩ ,– ١) لمحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) , كما يتبين ان معدلات درجات الحرارة تزداد بشكل واضح بدا من الدورة الأولى (١٩٧٧– ١٩٨٧) حتى الدورة الرابعة (٢٠١٠– ٢٠٢٠) , مما يشير الى وجود ارتفاع في معدلات درجات الحرارة خلال مدة الدراسة .

٢– التغير في كميات الإمطار السنوية للمدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠):

تشير البيانات المناخية الخاصة بكميات الامطار الشهرية والسنوية لمنطقة الدراسة الى تراجع كبير في معدلاتها , نتيجة للتراجع في عدد المنخفضات الجوية ولاسيما خلال موسم سقوط الامطار ، مما ادى الى قلة الغطاء النباتي وجفاف التربة وزيادة عمليات التعرية , وكما يشير الجدول (٢) والموضح في الملحق (١) ان محطة العمارة سجلت اعلى المعدلات السنوية لسقوط الامطار خلال المدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠) اذ بلغت (١٦٠.٩ ملم) , جاءت بعدها محطة البصرة بالمرتبة الثانية بمعدل سنوي بلغ (١٢٧.٤ ملم) اما محطة الناصرية فقد سجلت ادنى المعدلات السنوية اذ بلغ (١٢١.٨ ملم) , كما سجلت الدورة الأولى وهي المدة من (١٩٧٧–

١٩٨٧) أعلى المعدلات السنوية لكمية الامطار الساقطة وفي جميع المحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) اذ بلغت (١٣٢.٤ , ١٨٣.٩ , ١٦٤.٠ ملم) على التوالي , بمعدل من التغير الموجب بلغ (١٨.٨ , ٢٣ , ٣٦.٦) عن المعدل العام , في حين سجلت الدورة الرابعة ادنى المعدلات السنوية لكمية الامطار الساقطة في محطات (العمارة , والبصرة) , اذ بلغت (١٣٦.٥ , ١٠٣.٦ ملم) , بمعدل من التغير السالب بلغ (– ٢٤.٤ , – ٢٣.٨) , في حين سجلت الدورة الثالثة ادنى معدل سنوي في محطة (الناصرية) اذ بلغ (١١٦.٣ ملم) بمعدل من التغير بلغ (٢.٣) , كما يشير الجدول (٢) الى ان المعدلات تتناقص بابتدا من الدورة الأولى (١٩٧٧– ١٩٨٧) حتى الدورة الرابعة (٢٠١٠– ٢٠٢٠) , مما يشير الى وجود تراجع في كمية ما يسقط من امطار في منطقة الدراسة خلال المدة المذكورة .

٣– التغير في معدلات التبخر للمدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠):

تتميز معدلات التبخر بارتفاعها , نتيجة لما تشهده منطقة الدراسة من ارتفاع في معدلات درجات الحرارة وقلة معدلات الامطار والرطوبة ولاسيما خلال اشهر الفصل الحار من السنة , وكما يشير الى ذلك الجدول (٣) والموضح في الملحق (٢) ان محطة البصرة سجلت اعلى معدل سنوي للتبخر خلال المدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠) بلغ (٤١٤٠.٧ملم) , جاءت بعدها محطة الناصرية بالمرتبة الثانية بمعدل سنوي للتبخر بلغ (٣٨١٦.١ ملم) في حين جاءت محطة العمارة بالمرتبة الثالثة بمعدل سنوي بلغ (٣٠٦٣.١ ملم) , كما يشير الجدول (٢) الى ان الدورة الرابعة وهي المدة من (٢٠١٠– ٢٠٢٠) سجلت أعلى معدل سنوي للتبخر في محطات (العمارة , البصرة) اذ بلغ (٣٠٩٠.١ , ٤١٤٣.٧ ملم) وعلى التوالي وبمعدل من التغير الموجب بلغ (٢٧ , ٣) عن المعدل العام , في حين سجلت الدورة الثالثة اعلى معدل سنوي للتبخر في محطة الناصرية بلغ (٣٨٦٣.٥ ملم) بمعدل من التغير الموجب بلغ (٤٧.٤) , اما ادنى المعدلات السنوية للتبخر فقد سجلت خلال الدورة الأولى وفي جميع المحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) , اذ بلغ (٣٧٧٠.٣ , ٢٩٩٧.٤ , ٤١٣٥.٩ ملم) وبمعدل من التغير السالب بلغ (– ٤٥.٨ , – ٦٥.٧ , – ٤.٨) عن المعدل العام وعلى التوالي , كما يتبين ان معدلات التبخر تزداد بدا من الدورة الأولى حتى الدورة الرابعة .

٤– التغير في معدلات سرعة الرياح للمدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠):

تتصف سرعة الرياح في منطقة الدراسة بانخفاض معدلاتها , نتيجة لتاثرها خلال فصلي الصيف والشتاء بنطاق المنظومات الضغطية المتمثلة بالضغط العالي شبه المداري والمنخفض الحراري الموسمي , اذ يشير الجدول (٤) والموضح في الملحق (٢) ان اعلى معدل السنوي لسرعة الرياح سجل في محطة البصرة اذ بلغ (٣.٨ م/ثا) احتلت محطة العمارة المرتبة الثانية اذ سجلت (٣.٧ م/ثا) , في حين احتلت محطة الناصرية المرتبة الثالثة اذ سجلت (٣.٣ م/ثا) , كما يشير الجدول (٤) الى ان الدورة الرابعة (٢٠١٠– ٢٠٢٠) سجلت

اعلى المعدلات السنوية لسرعة الرياح في محطات (الناصرية , العمارة , البصرة) اذ بلغت (٣.٥ , ٤.٤ , ٤.٣ م/ثا) وبمعدل موجب من التغير بلغ (٠.٢ , ٠.٧ , ٠.٥) عن المعدل العام وعلى التوالي , اما ادنى معدل سنوي لسرعة الرياح فقد سجل خلال الدورة الاولى اذ بلغ (٣.١ , ٣.٢ , ٣.٣ م/ثا) وبمعدل سالب من التغير بلغ (– ٠.٢, – ٠.١, – ٠.٥) عن المعدل العام وعلى التولي , كما يتضح وجود زيادة في معدلات سرعة الرياح خلال مدة الدراسة بدا من الدورة الاولى حتى الدورة الاخيرة .

٥– التغيرات في كميات الرطوبة النسبية (١٩٧٧– ٢٠٢٠) :

ان الانخفاض في معدلات الرطوبة النسبية يؤدي الى استمرارية عملية التبخر , مما يؤدي الى زيادة حدة الجفاف في منطقة الدراسة , وكما يشير الجدول (٥) والموضح في الملحق (٣) إن محطة العمارة سجلت اعلى معدل سنوي للرطوبة بلغ (٤٤.٣٪) جاءت بعدها محطة البصرة بمعدل سنوي من الرطوبة بلغ (٤١.٣٪) في حين سجلت محطة الناصرية معدل سنوي بلغ (٣٩.٦٪) خلال مدة الدراسة , كما يتبين من الجدول (٥) ان الدورة الاولى وهي المدة من (١٩٧٧– ١٩٨٧) سجلت أعلى معدل للرطوبة النسبية في جميع المحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) بلغ (٤٣.٥ , ٤٦.٦ , ٤٧.٠٪) بمعدل من التغير الموجب بلغ (٣.٩ , ٢.٣ , ٥.٧) عن المعدل العام , في حين سجلت الدورة الاخيرة وهي المدة من (٢٠١٠– ٢٠٢٠) ادنى المعدلات السنوية للرطوبة النسبية في جميع المحطات , اذ بلغت (٣٣.٤ , ٤٠.٨ , ٣٦.٢٪) وبمعدل من التغير سالب بلغ (– ٦.٢ , – ٣.٥ , – ٥.١) عن المعدل العام وعلى التوالي , كما يتضح ان معدلات الرطوبة النسبية تتناقص ابتداء من الدورة الاولى حتى الدورة الرابعة , مما يشير الى ان المنطقة تشهد تناقصا كبيرا في معدلات الرطوبة النسبية خلال مدة الدراسة .

ثانيا : مؤشرات التغير في الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة :

تعتمد منطقة الدراسة على العديد من مصادر المياه تاتي في مقدمتها المياه السطحية متمثله بمياه نهري دجلة والفرات وتفرعاتهما , فضلا عن المياه الجوفية ولاسيما في المناطق البعيدة عن الانهار وفروعها ، وبسبب ما تشهده منطقة الدراسة من تغيرات كبيرة في المناخ واتساع ظاهرة الجفاف وقلة سقوط الامطار وتراجع الواردات المائية في الانهار وانخفاض مناسيبها ومن ثم زيادة العجز المائي وفقدان مساحات واسعة من المسطحات المائية ، وهذا ما تشير اليه العديد من الدراسات التي اشارة الى الانخفاض في كميات المياه السنوية الواردة في مجرى نهري دجلة والفرات وكذلك الانخفاض في كميات المياه الجوفية وتقلص مساحة الاهوار والمستنقعات (١).مما يشير الى ان منطقة الدراسة تشهد عجزاً مائياً كبيراً تنعكس اثاره سلبا على

العمليات التنموية في المنطقة , من ذلك يمكن ايجاز اهم التغيرات في خصائص المصادر المائية في منطقة الدراسة وكما يلي :

١- **شحت كمية المياه** : ان انحباس الامطار وتذبذبها في مناطق تغذية الانهار الرئيسية , يؤدي الى قلة كمية المياه وانخفاض مناسيبها في تلك الانهار , فضلا عن اثر السدود والخزانات التي اقامتها دول الجوار في منابع النهرين ساهم بشكل كبير في تباين تصاريف الانهار السنوية وانخفاض وارداتها ومن ثم تناقص مناسيبها , ومن ثم تراجع المساحات المائية الوقتية والدائمية (٢). وكما يشير الجدول (٦) والموضح في الملحق (٥) الى ان المعدل السنوي للواردات المائية في نهري دجلة والفرات خلال المدة (٢٠١٠- ٢٠٢٠) بلغت (٤٩.٧٢٩ مليار / م^{٣}) سنوياً , كما يشير الى وجود تباين في معدلات الواردات المائية بين مدة واخرى مما ساهم بشكل كبير في انخفاض مناسيب المياه وتراجع كمياتها , يرجع سبب ذلك الى اثر التغيرات المناخية وقلة سقوط الامطار وزيادة معدلات التبخر بفعل ارتفاع درجات الحرارة , مما اثر بشكل كبير على مساحة الغطاء المائي لمنطقة الدراسة .

يتضح مما تقدم ان التراجع في رقعت المسطحات المائية نتيجة الانخفاض الواردات المائية لنهري دجلة والفرات ساهم بشكل كبير في تفاقم ظاهرة الجفاف وانتشار مظاهر التصحر في منطقة الدراسة , اذ يعد جنوب العراق من اكثر المناطق تاثرا بالتغيرات المناخية وانتشار مظاهر الجفاف والتصحر .

٢- **تدهور الخصائص النوعية للمياه** : لقد ادى التراجع في كمية الواردات المائية وانخفاض تصاريف المياه وقلة مناسيبها في الانهار الرئيسية وكذلك تاثير الملوثات الصناعية والمنزلية الصلبة والسائلة منها والتي تلقى في مياه الانهار دون معالجة الى تدهور الخصائص النوعية (الكيمياوية والفيزياوية) لهذه المياه , مما انعكس سلبا على نوعية المياه ومدى صلاحيتها للاستخدام البشري في المجالات الاقتصادية المختلفة الزراعية والصناعية والمنزلية ومن ثم حدوث مشاكل بيئية اثرت بشكل كبير على حياة الانسان , وبالرجوع الى الجدول (٧) والموضح في الملحق (٤) نجد ان معدل الأس الهيدروجيني (PH) للمياه الخام في محافظات (ذي قار , ميسان , البصرة) بلغ (٧.٩ , ٧.٨ , ٧.٨ ملغم/لتر) , في حين سجلت الايونات الموجبة قيما متباينه في مياه منطقة الدراسة مثل (الكالسيوم) (Ca) الذي سجل (٩٨.٥ , ١٤٥.٦ , ١٧٧.٢ ملغم/لتر) والصوديوم (Na)الذي سجل (٠ , ٠ , ٣٩٥.٥ ملغم/لتر) اما (المغنسيوم) (Mg) فقد سجل قيما بلغت (٣٤.٢ , ٦٠.٦ , ١٠٣.٩ ملغم/لتر) على التوالي , اذ تعد هذه القيم في بعضها قيما مرتفعه بسبب قلة المياه نتيجة لسيادة ظروف الجفاف وما يلقى في الانهار من مياه المبازل وكذلك ما يلقى من الملوثات المختلفة الصناعية والمنزلية في مياه هذه الانهار .

اما الأيونات السالبة مثل (الكلورايد) (CL) فقد سجل قيما بلغت (١٢٠.٢ , ٢٩٠.٨ , ٦٠٧.٨ ملغم/لتر) و ايون الكبريتات (So_4) الذي سجل (٢٤٣.٢ , ٥٠٤.٦ , ٦٨٧.٦ ملغم/لتر) اذ تعد هذه القيم قيما مرتفعه مقارنه بالحدود المسموح بها لاستعمالات المياه ضمن المواصفات العراقية , في حين سجلت المواد الصلبة الذائبة في المياه والمتمثلة بالاملاح الذائبة الكلية (T.D.S) قيما بلغت (٧٢٦ , ١.٣١٢ , ٢.٠٩٢ ملغم/لتر) على التوالي ، اما التوصيل الكهربائي (EC) فقد سجل قيما بلغت (١٠٨٩.٤, ١٩٥٦, ٣٣٤٨.٩ ديسيمنز/م) على التوالي , كذلك تعد هذه القيم قيما مرتفعة تعمل على زيادة ملوحة المياه .

كما يشير الجدول (٧) الى ان العسرة الكلية (TH) سجلت قيما بلغت (٣٨٨.٩ , ٦١٣,١ , ٨٦٨.٩ ملغم/لتر)على التوالي , وسجلت العكورة (TUR) قيما بلغت (٥٧.٦ , ١١٦.٨ , ١٥.١٥ ملغم/لتر)على التوالي .

يتضح مما تقدم ان التراجع في رقعت المساحات المائية ناجم عن تراجع في كمية الواردات المائية للانهار الرئيسية متمثلة بانهار (دجلة والفرات) ومن ثم انخفاض تصاريفها وقلة مناسيب المياه في تلك الانهار وتفرعاتها , الذي انعكس سلبا على خصائصها النوعية ومدى صلاحيتها للاستعمالات المختلفة , فضلا عن تاثر منطقة الدراسة بظاهرة الجفاف وانتشار مظاهر التصحر وتدهور في خصائص بيئتها الطبيعية .

المبحث الثاني :

الموازنة المائية المناخية :

هي العلاقة المكانية بين كمية ما يتسلمه سطح الارض من مياه بواسطة التساقط و بين كمية ما يفقد منها من تلك المياه عن طريق التبخر / النتح ، ولتحديد ما اذا كانت المنطقة تشهد وجود فائض مائي او عجز مائي يتم تقدير الموازنة المائية المناخية وذلك عن طريق حساب التبخر/ النتح الممكن و تطبيق معادلة الموازنة المائية المناخية ومن ثم يمكن تحديد الجفاف ودرجته في أي مكان (٣).

ان النتائج المتحصلة من تطبيق معادلة الموازنة المائية المناخية تشير الى ان منطقة الدراسة تشهد فائض مائي وذلك في حالة كون الناتج موجبا , اما اذ كانت نتيجة المعادلة سالبا فعند ذلك يشير الى ان منطقة الدراسة تشهد عجزا مائيا , من ذلك يتم اتباع معادلة نجيب خروفة لاستخراج التبخر / النتح الممكن كونها اقرب المعادلات الرياضية واكثرها ملائمة الظروف المناخية لمنطقة الدراسة ومن ثم تطبيق معادلة الموازنة المائية المناخية .

يشير الجدول (٨) والموضح في الملحق (٥) الى ان قيم التبخر / النتح الممكن في منطقة الدراسة تتباين من مكان الى اخر ومن فترة إلى أخرى وبحسب نتائج (معادلة خروفه والتي تم تطبيقها لملائمتها الظروف المناخية في منطقة الدراسة فضلا عن توفر البيانات المطلوبة لتطبيقها) ، إذ سجلت الأشهر (حزيران

، تموز ، اب) اعلى القيم للتبخر / النتح الممكن مقارنة بالاشهر الاخرى ، جاء شهر تموز بالمرتبة الأولى بتسجيله اعلى القيم وفي جميع المحطات , سجلت خلالها محطة البصرة اعلى القيم خلال هذا الشهر بلغت (٣٤٥.٤٨) ملم ، ثم جاءت بعدها محطة الناصرية اذ بلغت (٣٤٤.٦٦) ملم , في حين سجلت محطة العمارة ادنى القيم بلغت (٣٤٢.٧٧) ملم , بسبب ارتفاع درجات الحرارة والتي بلغ معدلها خلال هذا الشهر (٣٨ , ٣٧.٩ , ٣٧.٨ م°) على التوالي وكما جاء في صيغة المعادلة الآتية (٤) :

$$ETO = \frac{P}{3} \circ C^{1.31}$$

اذ ان :-

ETO = التبخر / النتح الممكن (ملم).

P = النسبة المئوية لعدد ساعات السطوع الشمس في الشهر بالنسبة لعددها في السنة وتستخرج وفقا لدائرة العرض .

C° = معدل درجة الحرارة الشهري (م°).

ثم تتناقص القيم بصورة تدريجية لتصل الى ادنى مستوياتها خلال الاشهر (كانون الاول ، كانون الثاني ، شباط) ، جاء شهر كانون الثاني بالمرتبة الاولى بتسجيلة ادنى القيم وفي جميع المحطات , سجلت خلالها محطة العماره ادنى هذه القيم اذ بلغت (٥٥.٧ ملم) ، ثم جاءت بعدها محطة الناصرية اذ بلغت (٥٨.٩ ملم) في حين سجلت محطة البصرة (٦٣.٨ ملم) , بسبب انخفاض درجات الحرارة خلال هذا الشهر , في حين بلغ المجموع السنوي لمحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) (٢٤١٤.٥ , ٢٣١٨.٨ . ٢٤٦٥.٥ملم) على التوالي .

ان الجدول (٨) والخاص بنتائج تطبيق معادلة الموازنة المائية المناخية يشير الى ان منطقة الدراسة تشهد عجزا مائيا في جميع الاشهر , سجل خلالها شهر كانون الثاني ادنى القيم وفي جميع المحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) اذ بلغت (– ٣٧.٦ , – ٢٦.٥١ , – ٣٧.٨ ملم) خلال هذا الشهر وعلى التوالي ، اما اعلى القيم للعجز المائي فقد سجلت خلال شهر تموز وفي جميع المحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) اذ بلغت (– ٣٤٤.٦ , – ٣٤٢.٧ , – ٣٤٥.٤ملم) خلال هذا الشهر وعلى التوالي . في حين بلغ المجموع الكلي للموازنة المائية المناخية في نفس المحطات (– ٢٢٩٩.٩ , – ٢١٥٧.٩ , – ٢٣٣٨.٣ملم) وعلى التوالي وحسب ما جاء في المعادلة الاتية (٥):

P – = ±

PE

اذ ان : P = التساقط (ملم)

PE= التبخر/ النتح الممكن(ملم)

± = اشارة موجبة تعني وجود فائض مائي بينما تعني الإشارة السالبة وجود عجز مائي

تشير نتائج معادلة خروفة لاستخراج كمية التبخر / النتح الممكن لمنطقة الدراسة وجود زيادة كبيرة في قيم التبخر مقارنة بكمية الامطار , كما تشير نتائج معادلة الموازنة المائية المناخية بان قيمها كانت سالبة وفي جميع الاشهر مما يعني وجود عجزا مائيا خلال هذه الاشهر ، كما تشير النتائج الى ان محطات منطقة الدراسة سجلت قيما مرتفعة في مجموعها السنوي للعجز المائي بسبب التغيرات المناخية الحالية التي يشهدها العالم والمنطقة وكذلك قلة سقوط الامطار وزيادة قيم التبخر/ النتح بسبب ارتفاع درجات الحرارة , مما ادى الى تفاقم مشكلة الجفاف والتصحر في منطقة الدراسة .

حساب الجفاف وتصنيف المناخ في منطقة الدراسة :

لحساب درجة الجفاف وشدته وتصنيف المناخ في منطقة الدراسة وتحديد مدته الزمنية , يتم الاعتماد على المعاملات والمعادلات الرياضية الخاصة (٦). والتي تتباين فيما بينها من حيث نوعية العناصر المناخية التي تستخدم في تطبيقها ومن ثم الوصول الى النتائج الصحيحة عن هذه الظاهرة , إذ يعتمد في بعضها على عنصر مناخي وفي بعضها الأخر على أكثر من عنصر ، من ذلك تم تطبيق دليل الجفاف دي مارتون الذي يوضح العلاقة بين اهم العناصر المناخية ذات العلاقة بظاهرة الجفاف وهما (درجات الحرارة والامطار , فضلا عن امكانية تطبيقها على منطقة الدراسة) , اذ يعتمد على المتوسط السنوي للإمطار مقسوما على المتوسط السنوي لدرجات الحرارة , وكما هو موضح في صيغة المعادلة الاتية (٧) :

$$I = \frac{\frac{1P}{1t+10} + \frac{12P}{t+10}}{2}$$

I = دليل الجفاف

P = المتوسط السنوي للإمطار

T = المتوسط السنوي لدرجات الحرارة

اذ يلاحظ من الجدول (٩) والموضح في الملحق (٦) أن معامل الجفاف لدي مارتون يتكون من ثمانية أقاليم مناخية , فكلما انخفضت القيم فذلك يشير الى سيادة ظروف المناخ الجاف في منطقة الدراسة ، إذ تشير النتائج الى ان قيم معامل الجفاف لمحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) بلغت (٢٠.٤ , ٢٩.٥ , ٢٢.٨) على التوالي , مما يشير إلى ان منطقة الدراسة تقع بين المناخ شبه الجاف والجاف المعتدل .

الاستنتاجات :

١- بينت الدراسة وجود تغيرات كبيرة في خصائص العناصر المناخية ومن ثم حدوث تغيرات في معدلاتها الشهرية والسنوية بعضها نحو الزيادة مثل درجات الحرارة والتبخر وسرعة الرياح وبعضها نحو التناقص مثل الامطار والرطوبة مما ساهم في تفاقم ظاهرة الجفاف في منطقة الدراسة .

٢- كشفت الدراسة وجود تغيرات هيدرولوجية في خصائص المياه الكمية والنوعية , نتيجة للتغيرات المناخية والانخفاض في كمية الواردات المائية لنهري دجلة والفرات وانخفاض تصاريفها , مما ادى الى اتساع مظاهر الجفاف والتصحر .

٣- تبين من خلال نتائج معادلة خروفه ان المجموع السنوي لقيم التبخر/ النتح الممكن لمحطات (الناصرية , العمارة , البصرة) بلغ (٢٤١٤.٥ , ٢٣١٨.٨ . ٢٤٦٥.٥ملم) على التوالي , وهي قيم مرتفعه مما يشير الى سيادة ظروف الجفاف في منطقة الدراسة .

٤- تشير نتائج معادلة الموازنة المائية المناخية (P – PE) التي تم تطبيقها على منطقة الدراسة , ان جميع المحطات سجلت قيما مرتفعة في مجموعها السنوي للعجز المائي بسبب التغيرات المناخية الحالية التي يشهدها العالم والمنطقة وكذلك قلة سقوط الامطار وزيادة قيم التبخر/ النتح بسبب ارتفاع درجات الحرارة .

٥- توصلت الدراسة وبحسب نتائج معادلة ديمارتون ان منطقة الدراسة تقع بين المناخ شبه الجاف والجاف المعتدل . اذ بلغت قيم هذه المعدلة (٢٠.٤ , ٢٢.٨, ٢٩.٥) لمحطات (الناصرية , البصرة , العمارة) على التوالي .

المقترحات :

١– مواجهة التغيرات المناخية وآثارها عن طريق المحافظة على المساحات الخضراء والتوسع في زراعة المناطق الجرداء والمتصحرة من خلال إنشاء الأحزمة الخضراء حول المدن والتي تعمل على زيادة الرطوبة والتخفيف من حدة درجات الحرارة والتقليل من سرعة الرياح والتبخر .

٢– الاستخدام الأمثل للمياه والمحافظة على مصادرها المتاحة من خلال الإدارة والتنظيم الجيد .

٣– مواجهة النقص الحاصل في المياه سواء مياه الامطار اوالمياه السطحية في الانهار الرئيسية عن طريق استخدام مياه المبازل للاراضي الزراعية ومياه الصرف الصحي بعد إعادة تدويرها ومعالجتها .

٤– استخدام طرق الري الحديثة في الزراعة عن طريق الري بالرش او التنقيط .

٥–التوعية بضرورة الحفاظ على المياه كما ونوعا من خلال تقنين الاستخدام وعدم طرح الملوثات في الانهار الا بعد اجراء المعالجة لها .

٦– العمل على إقامة أنظمة للإنذار المبكر بهدف تقييم حالة ومستوى الجفاف وتمييز المناطق التي تواجه مخاطره ومدى تاثرها ومن ثم وضع حلول المعالجة والتخفيف من آثاره.

المصادر :

١– الإطار الوطني للإدارة المتكاملة لمخاطر الجفاف في العراق ، منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة ، ٢٠١٤ .

٢– سحر طارق الملا وإيناس عبد الرزاق الملاح , تفاقم ظاهرة التصحر في جنوب العراق في ضوء المتغيرات الهيدرولوجية والمناخية , مجلة علوم المستنصرية , المجلد ٢٢ , العدد ٣ , ٢٠١١.

٣– آ.س.جودي ولكنسون ، بيئة الصحاري الدافئة ، ترجمة علي علي البنا ، الطبعة الأولى ، ذات السلاسل للطباعة ، الكويت ، ١٩٨٥ .

٤– الجبوري , سلام هاتف ، أساسيات في علم المناخ الزراعي ، دار الراية للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠١٥ .

٥– الجبوري , سلام هاتف ، علم المناخ التطبيقي , جامعة بغداد , كلية التربية بن رشد , الطبعة الاولى , ٢٠١٤.

٦– العزاوي , عمار مجيد , تحليل اثر التغيرات الفصلية في عناصر المناخ على شدة موجات الجفاف في العراق أطروحة دكتوراه , جامعة تكريت ، كلية التربية للعلوم الإنسانية , ٢٠١٩ .

٧– أنور فتح الله إسماعيل , الجفاف المناخي , الطبعة الأولى , الوطنية لنشر وتوزيع الكتب والمطبوعات , ليبيا , ٢٠١٤ .

٨– وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، قسم أنتاج الخرائط ، الوحدة الرقمية ، خريطة العراق الإدارية لعام ٢٠١١ .

٩– وزارة التخطيط , الجهاز المركزي للاحصاء , الاحصاءات البيئية للعراق , كمية ونوعية المياه لسنة ٢٠٢٠ .

١٠– جمهورية العراق ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، ٢٠٢٠.

ملحق(١)

جدول (١)

المعدلات السنوية لدرجات الحرارة الاعتيادية / م° وانحرافاتها في منطقة الدراسة للمدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠)

تسلسل الدورة	الدورة المناخية	الناصرية		العمارة		البصرة	
		معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل
الدورة الأولى	١٩٧٧–١٩٨٧	٢٥.٠	– ١.٢	٢٤.٣	– ٠.٩	٢٥.١	– ١
الدورة الثانية	١٩٨٨ – ١٩٩٨	٢٥.٣	– ٠.٩	٢٤.٧	– ٠.٥	٢٥.٨	– ٠.٣
الدورة الثالثة	١٩٩٩ – ٢٠٠٩	٢٦.٢	٠	٢٥.٦	٠.٤	٢٦.٦	٠.٥
الدورة الرابعة	٢٠١٠ – ٢٠٢٠	٢٨.٤	٢.٢	٢٦.٢	١	٢٧.١	١
		26.2		25.2		٢٦.١	

المصدر : من عمل البحث بالاعتماد: على جمهورية العراق ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة .

جدول (٢)

المعدل السنوي لكمية الامطار الساقطة / ملم وانحرافاتها في منطقة الدراسة للمدة (١٩٧٧- ٢٠٢٠)

تسلسل الدورة	الدورة المناخية	الناصرية		العمارة		البصرة	
		معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل
الدورة الأولى	١٩٧٧– ١٩٨٧	١٣٢.٨	١٨.٨	١٨٣.٩	٢٣	١٦٤.٠	٣٦.٦
الدورة الثانية	١٩٨٨ – ١٩٩٨	١١٧.٧	٣.٧	١٦٥.٨	٤.٩	١٣٧.٦	١٠.٢
الدورة الثالثة	١٩٩٩ – ٢٠٠٩	١١٦.٣	٢.٣	١٥٧.٥	٣.٤ –	١٠٤.٤	٢٣ –
الدورة الرابعة	٢٠١٠ – ٢٠٢٠	١٢٠.٤	١.٤ –	١٣٦.٥	٢٤.٤ –	١٠٣.٦	٢٣.٨ –
		١٢١.٨		160.9		١٢٧.٤	

المصدر : من عمل البحث بالاعتماد: على جمهورية العراق ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة .

ملحق (٢)

جدول (٣)

المعدل السنوي لكمية التبخر وانحرافاتها في منطقة الدراسة للمدة (١٩٧٧- ٢٠٢٠)

تسلسل الدورة	الدورة المناخية	الناصرية		العمارة		البصرة	
		معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل
الدورة الأولى	١٩٧٧– ١٩٨٧	٣٧٧٠.٣	– ٤٥.٨	٢٩٩٧.٤	– ٦٥.٧	٤١٣٥.٩	– ٤.٨
الدورة الثانية	١٩٨٨ – ١٩٩٨	٣٨١٠.١	–٦	٣٠٧٨.٧	١٥.٦	٤١٤١.١	٠.٤
الدورة الثالثة	١٩٩٩ – ٢٠٠٩	٣٨٦٣.٥	٤٧.٤	٣٠٨٦.٢	٢٣.١	٤١٤٢.٣	١.٦
الدورة الرابعة	٢٠١٠ – ٢٠٢٠	٣٨٢٠.٧	٤.٦	٣٠٩٠.١	٢٧	٤١٤٣.٧	٣
		3816.1		3063.1		٤١٤٠.٧	

المصدر : من عمل البحث بالاعتماد: على جمهورية العراق ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة .

جدول (٤)

المعدل السنوي لسرعة الرياح م/ثا وانحرافاتها في منطقة الدراسة للمدة (١٩٧٧- ٢٠٢٠)

تسلسل الدورة	الدورة المناخية	الناصرية		العمارة		البصرة	
		معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل
الدورة الأولى	١٩٧٧- ١٩٨٧	٣.١	- ٠.٢	٣.٢	- ٠.١	٣.٣	- ٠.٥
الدورة الثانية	١٩٨٨ - ١٩٩٨	٣.٣	٠	٣.٧	٠	٣.٩	٠.١
الدورة الثالثة	١٩٩٩ - ٢٠٠٩	٣.٤	٠.١	٣.٨	٠.١	٤.٠	٠.٢
الدورة الرابعة	٢٠١٠ - ٢٠٢٠	٣.٥	٠.٢	٤.٤	٠.٧	٤.٣	٠.٥
		3.3		3.7		٣.٨	

المصدر : من عمل البحث بالاعتماد: على جمهورية العراق ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة .

ملحق (٣)

جدول (٥)

المعدل السنوي للرطوبة النسبية % وانحرافاتها في منطقة الدراسة للمدة (١٩٧٧– ٢٠٢٠)

تسلسل الدورة	الدورة المناخية	الناصرية		العمارة		البصرة	
		معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل	معدل الدورة	مقدار التغير عن المعدل
الدورة الأولى	١٩٧٧– ١٩٨٧	٤٣.٥	٣.٩	٤٦.٦	٢.٣	٤٧.٠	٥.٧
الدورة الثانية	١٩٨٨ – ١٩٩٨	٤٠.٩	١.٣	٤٦.٢	١.٩	٤١.٣	٠
الدورة الثالثة	١٩٩٩ – ٢٠٠٩	٤٠.٧	١.١	٤٣.٩	٠.٤ –	٤٠.٧	٠.٦ –
الدورة الرابعة	٢٠١٠ – ٢٠٢٠	٣٣.٤	٦.٢ –	٤٠.٨	٣.٥ –	٣٦.٢	٥.١ –
		39.6		44.3		٤١.٣	

المصدر : من عمل البحث بالاعتماد: على جمهورية العراق ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة .

جدول (٦)

المعدل السنوي للواردات المائية في نهري دجلة والفرات (مليار / م^3/سنويا) للمدة (٢٠١٠– ٢٠٢٠)

السنة المائية	مجموع الواردات (مليار م٣/سنه)
٢٠١٠ –٢٠١١	٤٧.٧٥
٢٠١١ –٢٠١٢	٤٩.١١
٢٠١٢ –٢٠١٣	٥٦.٠٢
٢٠١٣ –٢٠١٤	٣٧.٢٥
٢٠١٤ –٢٠١٥	٣٥.٣٤
٢٠١٥ –٢٠١٦	٥٤.٧٥

٢٠١٦ –٢٠١٧	٤٠.٦٩
٢٠١٧ –٢٠١٨	٣٣.٢٠
٢٠١٨ –٢٠١٩	٩٣.٥١
٢٠١٩ –٢٠٢٠	٤٩.٦٧
المعدل	٤٩.٧٢٩

المصدر: وزارة التخطيط , الجهاز المركزي للاحصاء , الاحصاءات البيئية للعراق , كمية ونوعية المياه لسنة ٢٠٢٠ , ص١٥.

ملحق (٤)

جدول (٧)

نتائج الفحوصات الكيمياوية والفيزياوية للماء الخام في منطقة الدراسة لسنة ٢٠٢٠

المتغيرات	وحدة القياس	ذي قار	ميسان	البصرة
الاس الهيدروجيني PH	ملغم/لتر	٧.٩٧	٧.٨٢	٧.٨
الكالسيوم Ca	ملغم/لتر	٩٨.٥	١٤٥.٦	١٧٧.٢
المغنسيوم Mg	ملغم/لتر	٣٤.٤	٦٠.٦	١٠٣.٩
الصوديوم Na	ملغم/لتر	–	–	٣٩٥.٥
الكلورايد CL	ملغم/لتر	١٢٠.٢	٢٩٠.٨	٦٠٧.٨
الكبريتيات So_4	ملغم/لتر	٢٤٣.٢	٥٠٤.٦	٦٨٧.٦
الاملاح الذائبة T.D.S	ملغم/لتر	٧٢٦	١٣١٢	٢٠٩٢
الايصالية الكهربائية E.C	ديسمينز/م	١٠٨٩.٤	١٩٥٦	٣٣٤٨.٩
البوتاسيوم k	ملغم/لتر	–	–	٨.٣٨
العكورة TUR	ملغم/لتر	٥٧.٦	١١٦.٨	١٥.١٥
العسرة الكلية TH	ملغم/لتر	٣٨٨.٩	٦١٣.١	٨٦٨.٩

المصدر: وزارة التخطيط , الجهاز المركزي للاحصاء , الاحصاءات البيئية للعراق , كمية ونوعية المياه لسنة ٢٠٢٠.

ملحق (٥)

جدول (٨)

الموازنة المائية المناخية في محطات (الناصرية ، العمارة , البصرة) وفق معادلة (خروفه)

المحطة / الشهور	الناصرية		العمارة		البصرة	
	كمية التبخر الممكن(ملم)	الموازنة المائية المناخية(العجز المائي)	كمية التبخر الممكن(ملم)	الموازنة المائية المناخية(العجز المائي)	كمية التبخر الممكن(ملم)	الموازنة المائية المناخية(العجز المائي)
كانون الثاني	٥٨.٩	– ٣٧.٦	٥٥.٧	– ٢٦.٥	٦٣.٨	– ٣٧.٨
شباط	٨١.٢	– ٦٧.٠	٧٦.٠	– ٥٥.٦	٨٤.٠	– ٦٧.٢
اذار	١٦٩.٧	– ١٥٠.٤	١١٨.٥	– ٨٧.٩	١٣٠.٣	– ١٠٩.٤
نيسان	١٩٣.٨	– ١٨٢.٤	١٨٦.٦	– ١٧٢.٨	١٩٨.٠	– ١٨٧.٧
مايس	٢٧٦.٩	– ٢٧٢.٩	٢٦٨.٧	– ٢٦١.٥	٢٨٤.٦	– ٢٨١.٢
حزيران	٣٣٠.٨	– ٣٣٠.٨	٣٣١.٨	– ٣٣١.٧	٣٣٤.٤	– ٣٣٤.٣
تموز	٣٤٤.٦	– ٣٤٤.٦	٣٤٢.٧	– ٣٤٢.٧	٣٤٥.٤	– ٣٤٥.٤
اب	٣٢٨.٩	– ٣٢٨.٩	٣٢١.٥	– ٣٢١.٥	٣٢٧.٢	– ٣٢٧.٢
ايلول	٢٦٩.٣	– ٣٦٨.٧	٢٦٣.٩	– ٢٦٣.٦	٣٢٠.١	– ٣٢٠.١
تشرين الاول	١٩١.٥	– ١٨٤.٥	١٨٣.٦	– ١٧٦.٤	١٩٤.٠	– ١٨٨.٣

تشرين الثاني	١٠١.١	– ٨٢.٩	١٠٥.٧	– ٨٠.٠	١١٣.٦	– ٩٦.٨
كانون الاول	٦٦.٧	– ٤٨.٨	٦٣.٦	– ٣٧.٢	٦٩.٦	– ٤٢.٤
المجموع	٢٤١٤.٥	– ٢٢٩٩.٩	٢٣١٨.٨	– ٢١٥٧.٩	٢٤٦٥.٥	– ٢٣٣٨.٣

المصدر: بالأعتماد على : ١– جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، ٢٠٢٠.

٢– نتائج معادلة (نجيب خروفة)

٣– نتائج معادلة الموازنة المائية المناخية (P – PE) .

ملحق (٦)

جدول (٩)

معامل دي مارتون

دليل الجفاف	نوع المناخ
١٠ > –١	جاف
٢٤ > –١٠	شبه جاف
٣٠ > –٢٤	جاف معتدل
٣٥ > –٣٠	رطب خفيف
٤٠ > –٣٥	رطب معتدل
٥٠ > –٤٠	رطب
٦٠ > –٥٠	رطب جدا
١٨٧ > –٦٠	شديد الرطوبة

المصدر : انور فتح الله اسماعيل , الجفاف المناخي , الطبعة الاوالى , الوطنية لنشر وتوزيع الكتب والمطبوعات , ليبيا , ٢٠١٤ , ص٢٥.