

Recent indicators of hydrological drought in the Shatt al-Arab basin

Prof. Dr. Hassan Khaleel Hassan Al-Mahmood

University of Basrah / Marine Science Center

E-mail: hassan.hassan@uobasrah.edu.iq

Ass. Lec. Tahani Jassim Mohammed Al-Rashed

University of Basrah / College of Education for Human Sciences

E-mail: tuhani.jassim@uobasrah.edu.iq

Abstract:

The study aims to analyze the relationship between drought and river drainage behavior in the far south of Iraq and how climate drought affects the quantities of water flow in the course of the Shatt al-Arab, as the concept of hydrological drought of rivers is of great importance in the planning and management of water resources.

The study relied on the indication of the lack of adequate discharge to meet basic needs within the province of Basra as well as the analysis of the effects of drought on water quality in the main stations in the Shatt al-Arab, the main climatic elements measured in the sources of the Tigris (the only source of water currently Shatt al-Arab) within the climatic stations outside Iraq (Turkey and Iran) during the past seventy years were analyzed, and the relationship between thermal and rainfall changes and the discharge of the Tigris in the stations of Qal'at Saleh and Qurna in Maysan and Basra, were analyzed to link the Hydroclimatic data and analysis of their impacts In surface water.

The study showed that the Shatt al-Arab was exposed to hydrological drought due to an acceleration in the high rates of heat, evaporation and wind intensity in conjunction with the lack of rain and relative humidity and the increase in water requirements in the river basin of the Tigris caused by water shortage and deterioration of its quality, which are indicators of hydrological drought, and these conditions deepen in the study stations along the Shatt al-Arab gradually and continuously, and there are much worse scenarios during the next

years, and this will increase the decrease in the water share of Basra Governorate with continental climate, Therefore, its necessary to preserve water wealth, rationalize its consumption, criminalize its pollution and move towards non-conventional water sources.

Key words : Hydrological drought, Shatt al-Arab, Water in Basra.

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب
(جنوبي العراق)

م.م. تهاني جاسم محمد الراشد

أ.د. حسن خليل حسن المحمود

جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الإنسانية

جامعة البصرة / مركز علوم البحار

E-mail: tuhani.jassim@uobasrah.edu.iq

E-mail: hassan.hassan@uobasrah.edu.iq

الملخص:

تهدف الدراسة إلى تحليل العلاقة بين الجفاف وسلوك التصريف النهري في أقصى جنوبي العراق وكيف يؤثر الجفاف المناخي في كميات التدفق المائي في مجرى شط العرب، إذ يعد مفهوم الجفاف الهيدرولوجي The hydrological drought للأنهار ذا أهمية كبيرة في تخطيط وإدارة الموارد المائية. اعتمدت الدراسة على دلالة النقص في كفاية التصريف عن سد الاحتياجات الأساسية داخل محافظة البصرة فضلاً عن تحليل تأثيرات الجفاف في نوعية المياه في المحطات الرئيسية في شط العرب، تم تحليل العناصر المناخية الرئيسية المقاسة في منابع نهر دجلة (المصدر الوحيد لمياه شط العرب حالياً) في ضمن المحطات المناخية خارج العراق (تركيا وإيران) خلال السبعين سنة الماضية، وتحليل العلاقة بين التغيرات الحرارية والمطرية وتصريف مياه دجلة في محطتي قلعة صالح والقرنة في ميسان والبصرة، لمعرفة المتغيرات الهيدرولوجية المؤثرة في الأنهار .

أظهرت الدراسة تعرض شط العرب إلى جفاف هيدرولوجي بسبب وجود تسارع في ارتفاع معدلات الحرارة والتبخر وشدة الرياح بالتزامن مع نقص الأمطار والرطوبة النسبية وازدياد المتطلبات المائية في الحوض النهري لدجلة تسبب في نقص المياه وتدهور نوعيتها وهما من مؤشرات الجفاف الهيدرولوجي، وهذه الظروف تتعمق في محطات الدراسة على امتداد شط العرب بشكل تدريجي ومستمر وهناك سيناريوهات أسوأ بكثير خلال الـ ٧٥ سنة القادمة، وهذا ما سوف يزيد من تناقص الحصة المائية لمحافظة البصرة ذات المناخ القاري، مما يستلزم حفظ الثروة المائية وترشيد استهلاكها وتجريم تلويثها والتوجه نحو مصادر المياه غير التقليدية .

الكلمات المفتاحية: الجفاف الهيدرولوجي - شط العرب - مياه البصرة.

المقدمة:

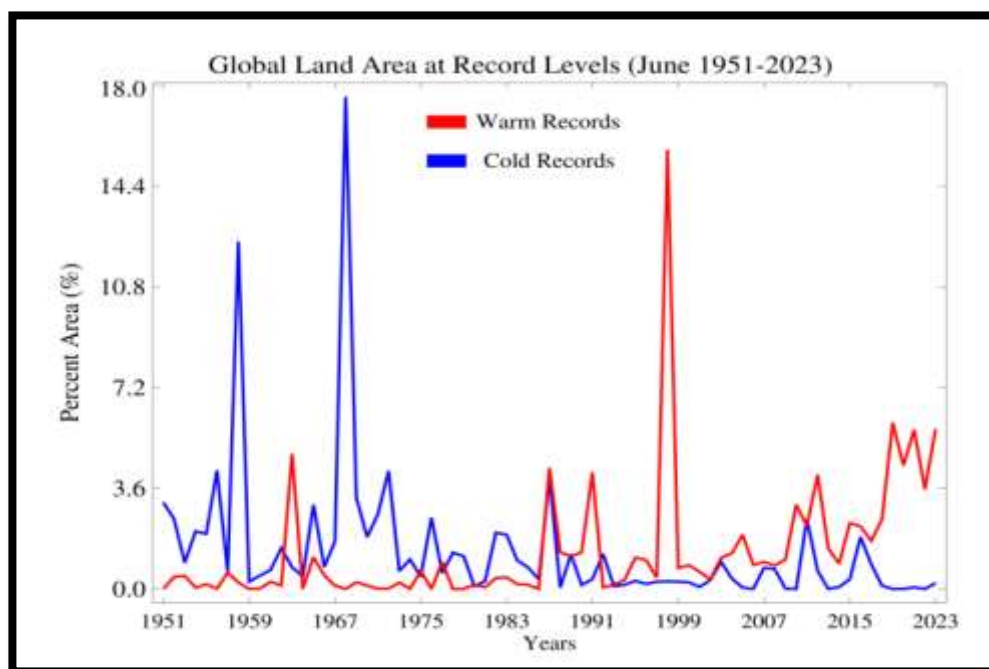
بالاستناد إلى مؤشرات الجفاف العالمية المتاحة في موقع نظام معلومات الجفاف العالمي وإحصاءات الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي وتقارير الوسائط التي يلخصها المركز الوطني لتخفيف الجفاف، فقد تعرضت جهات كثيرة في العالم إلى تغيرات مناخية، وقد تعمقت ظواهر الجفاف بشكل جلي ليسجل النصف الأول من العام ٢٠٢٣ ارتفاعاً بدرجة الحرارة بمعدل ١.٠١ درجة مئوية (١.٨٢ درجة فهرنهايت) مقارنةً بمتوسط درجة الحرارة للمدة ١٩٠١-٢٠٠٠ ، وقد اعتبر شهراً حزيناً-تموز من العام ٢٠٢٣ الأكثر دفئاً بالمقارنة مع الأشهر المسجلة خلال ١٧٤ عاماً الماضية، وقد تعرضت ٨.٦١٪ من مساحة السطح العالمي إلى درجات حرارة عالية خلال يونيو ٢٠٢٣ بنسبة أعلى مما هو مسجل منذ عام ١٩٥١ بينما انخفض تكرار الفترات الباردة ولا سيما خلال السنوات الثماني الأخيرة. الشكل (١)، وبالنسبة للأمطار فقد انخفضت بشكل كبير، وقد تسبب تغير عناصر المناخ بتعرض بعض أنهار العالم إلى ما يدعى الجفاف الهيدرولوجي ومعناه انخفاض في كمية الموارد المائية العذبة ونوعيتها الأمر الذي يقيد من الاستفادة منها، وأهم مسببات ذلك هو تغير المناخ (Turhan et al, 2022). ومن أنواع الجفاف الأخرى: الجفاف الأنوائي والهيدرولوجي والزراعي والاجتماعي والاقتصادي، بالرغم من المخاطر الكبرى والكارثية لظاهرة الجفاف الهيدرولوجي وتأثيراته المباشرة والتراكمية التي من الممكن أن تمتد لفترات زمنية غير محددة إلا أن الدراسات المحلية التي عالجت هذا الموضوع تعد قليلة Ihasan and (Saeed,2020).

وغالبا ما تسجل حالات الجفاف الهيدرولوجي بعد تشخيص الجفاف الزراعي ويمكن ملاحظة جفاف الأنهار هيدرولوجياً من حالة الانخفاض الحاد في مستويات المياه في الأنهار والبحيرات الطبيعية والاصطناعية والمسطحات المائية الأخرى، ويعرف الجفاف الهيدرولوجي بأنه الحالة التي يكون حجم الجريان السنوي الوارد فيها أقل من مستوى معين (عبدالمحسن، ٢٠١٠). وقدّرت منظمة الأغذية والزراعة (٢٠٢١) أن العراق يعاني من الجفاف بشكل منتظم منذ عام ٢٠٠١، الشكلان (٢ و ٣)، وتشير التقارير العالمية الخاصة إلى أن أضرار الجفاف على العراق بدأت منذ العام ٢٠١١، وقد تكررت موجات جفاف أخرى خصوصاً في العام ٢٠١٨ وكان لها تأثير في انخفاض إنتاجية المحاصيل الاستراتيجية ولا سيما القمح والشعير، وبحسب دراسات حديثة فقد بلغ تأثير الجفاف على ما يقارب من ٣٩٪ من مساحة العراق، فيما تتعرض المساحة المتبقية إلى تهديدات محتملة بالجفاف (Kadhim,2023). وهيدرولوجياً تتأثر الخصائص المائية في شط العرب بموقعه في أقصى جزء من الحوض النهري لروافده لأنهار دجلة والكارون (ونهر الفرات والأنهر الإيرانية قبل انقطاعها) الشكل (٤)، وبالرغم من سعة مساحة الحوض

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

النهري لشط العرب البالغ ٩٦٩٠٥٩ كيلومترا مربعا إلا أنه يتغذى بالكامل من نهر دجلة بتصريف مقنن تم تحديده ب ٥٠ م^٣/ثا هو العامل

الشكل (١) موجات الحرارة والبرودة المسجلة في اليابس حول العالم خلال شهر حزيران للمدة (١٩٥١-٢٠٢٣)



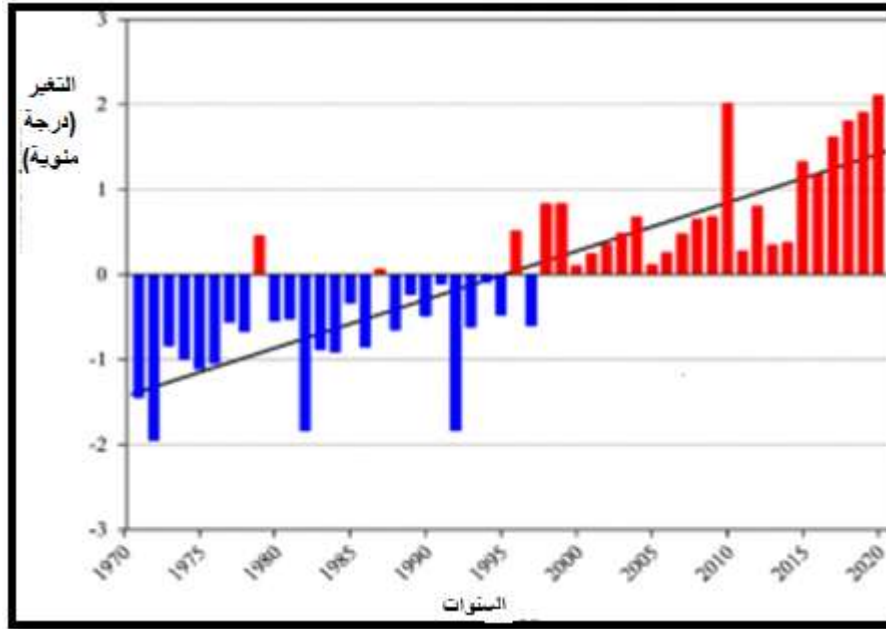
المصدر : عن

NOAA National Centers for Environmental Information, Monthly Global Climate Report for March 2023, published online April 2023, retrieved on June 5, 2024 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202303>

الأساس المتحكم بخصائص الجريان في شط العرب، لكن هذا الرقم ليس ثابتاً فقد يتم زيادته إلى أكثر من ذلك في بعض الأشهر (المنصوري، ١٩٩٦ والمحمود، ٢٠١٩). ويرتبط نظام الجريان النهري بشط العرب ونوعية مياهه بالوضع الهيدرولوجي لروافده الرئيسة وفي مقدمتها نهر دجلة وبرز تأثير مماتل لنهر الكارون ولا سيما في الجزء الجنوبي من المجرى، وأظهر التصريف المائي تناقصاً تدريجياً بعد عقد التسعينيات، واستمر التراجع ليلبلغ أقصاه خلال العقدين الأخيرين وتحديداً خلال السنوات (٢٠٠٩ و ٢٠١٥ و ٢٠١٨ و ٢٠٢٠ و ٢٠٢١ و ٢٠٢٢ و ٢٠٢٣) لأسباب مناخية تتمثل بشح المتساقطات المطرية من جهة وتزايد النشاط الخزن في منابع نهر دجلة وروافده، وخلال المدة نفسها ارتفعت مؤشرات نوعية المياه بشكل واضح على امتداد شط العرب وبالأخص الجزء الجنوبي منه، مما سهل توغل المد الملحي خلال أشهر الصيف والخريف مقارنة بأشهر الشتاء والربيع (المحمود، ٢٠٢١). وبشكل عام ارتفعت قيم العناصر

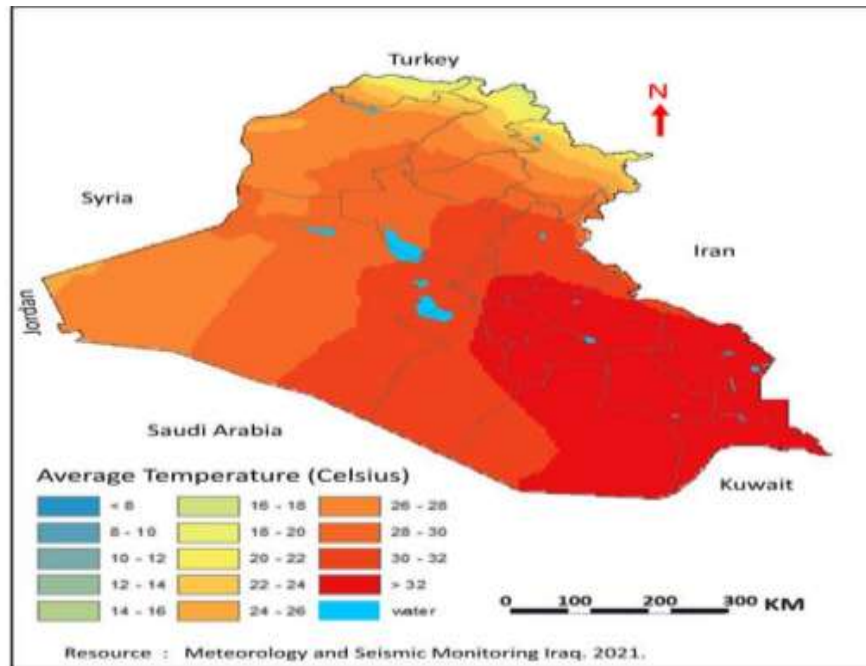
المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

الشكل (٢) التغير في معدل درجة الحرارة في العراق للمدة ١٩٧١ - ٢٠٢٠



المصدر : عن (Hashim et al.,2022)

الشكل (٣) المعدل السنوي لدرجة الحرارة (مئوي) في العراق للعام ٢٠٢١



المصدر : عن (Kadhim,2023)

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

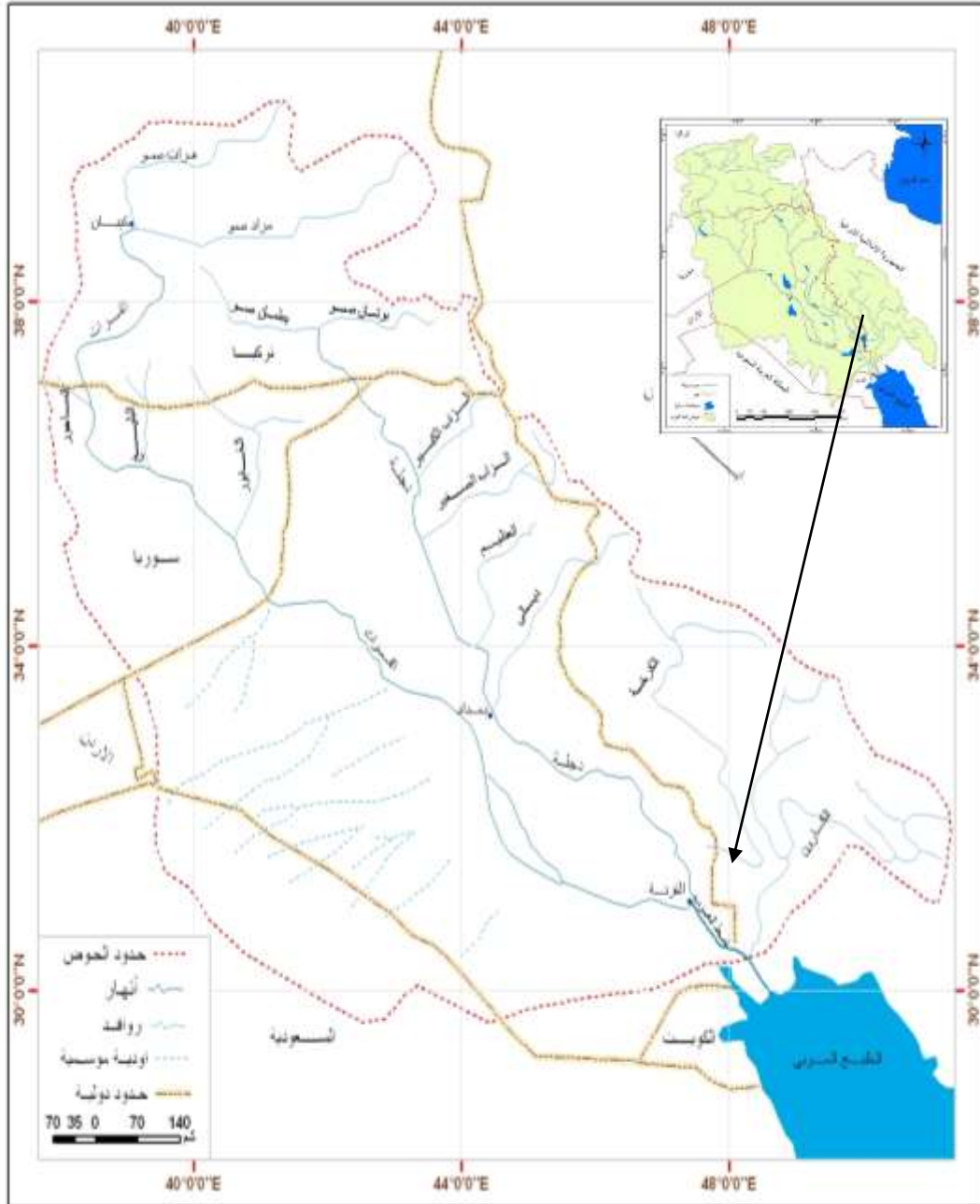
الأساسية للمياه كالمواد الذائبة الكلية والعسرة الكلية والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والكلوريد والبيكاربونات منذ بداية التسعينيات، حيث شهدت هذه المدة تجفيف معظم مناطق الأهوار في جنوب العراق، وقد أدت إلى تدهور مياه شط العرب بشكل واضح وحدثت من صلاحيتها للاستخدامات المختلفة (المحمود وآخرون، ٢٠٠٨). كما تؤثر المياه الأرضية ذات الملوحة العالية ومصدرها التربة المحاذية لشط العرب على نوعية مياه شط العرب (الجواد، ٢٠٢٠)، هذه الظروف تسببت بتدهور نوعية مياه الشط مما أدى إلى الاعتماد على مصادر أخرى لإغراض الإسالة وأهمها الاعتماد الكبير على مشروع ماء البدعة الذي يقع شمال مدينة الناصرية ودفعته إلى توفير مياه صالحة الاستخدام البشري لمحافظة البصرة، وكلما زادت درجات الحرارة المرتفعة يزداد الفاقد المائي بسبب التبخر السطحي، مما يفضي إلى تفاقم ظروف الجفاف، كما انخفضت الهطولات المطرية بشكل واضح وفي كثير من الحالات إلى العديد من الحالات تتراكم فترات الأمطار في عدة أشهر أو أيام فقط مما يتسبب في تناقص إيراد روافد الأنهار وانخفاض تغذية المياه الجوفية (NOAA, 2023). مما يستدعي تشخيص مشكلات الجفاف تمهيدا للقيام بإجراءات إدارة مياه لتضمن حفظها من الضياع والتلوث مع استمرار ظروف تناقص الوارد لأسباب طبيعية وبشرية تتعلق بالاستثمار بمياه دجلة في مناطق أعالي الحوض.

واهتمت الدراسات الحديثة بموضوع الجفاف الهيدرولوجي، فقد ناقشت دراسة Ihasan and (Saeed, 2020) موضوع الجفاف الهيدرولوجي لبعض الأنهار العراقية، وتبين أن الجفاف الهيدرولوجي الشديد حدث في حوضي نهر الزاب الأكبر و الزاب الأصغر خلال فصلي الربيع والصيف وبالتحديد للأشهر آذار-حزيران بشكل تصاعدي بالتزامن مع الانخفاض الشديد في التغذية الثلجية والمطرية، بينما حددت دراسة (Turhan et al, 2022) الجفاف الهيدرولوجي في حوض نهر العاصي باستخدام بيانات متوسط التصريف للمدة ١٩٩٠ و ٢٠١٥، وأظهرت وجود انخفاض لعدة فترات حدث أشدها خلال العامين ٢٠٠٩ و ٢٠١٠، وكانت المدة الأكثر جفافاً في ٢٠١٤ واستمرت موجات الجفاف الهيدرولوجي خلال السنوات الأخيرة.

وأشارت دراسة (Abdaki et al., 2021) إلى أن الاتجاهات المستقبلية لدرجة حرارة الهواء في العراق للأعوام ٢٠٢٥ و ٢٠٥٠ و ٢٠٧٥ و ٢١٠٠ باستخدام نماذج تنبؤية للمناخ تستند إلى بيانات تركيز الغازات الدفيئة المسؤولة عن تغير المناخ، معتمدة على سجلات تاريخية لدرجة حرارة الهواء المرصودة للمدة (١٩٥٠ - ٢٠١٤) وأثبتت النماذج ذات الدقة العالية وجود زيادة كبيرة في المعدلات الحرارية المتوقعة مقارنة مع البيانات المرجعية وتتسع الزيادة باتجاه الجنوب، الشكل (٥)، وقد تراوح معدل درجات الحرارة

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

الشكل (٤) الحوض النهري لمجرى شط العرب داخل العراق وخارجه

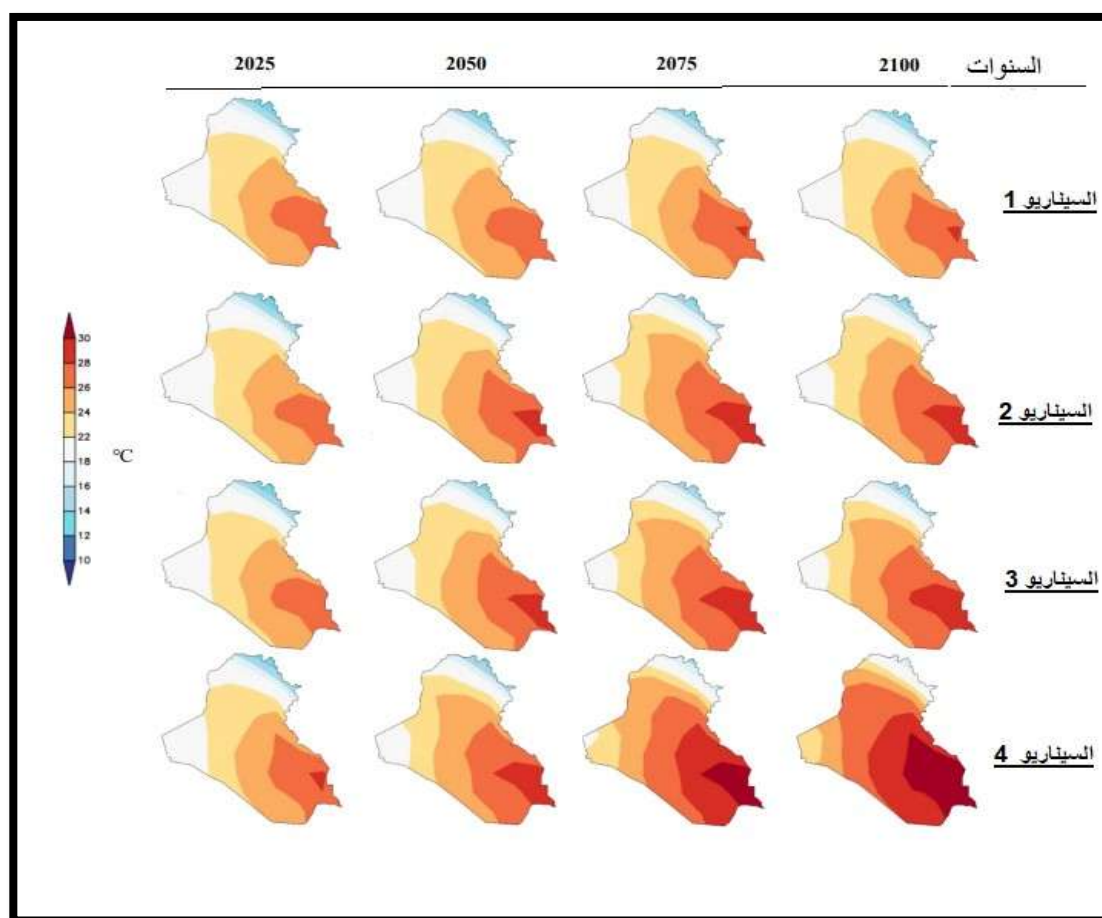


المصدر : عن (أكطامي، ٢٠٢٠) والخليفة (2019)

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

المتوقع على وفق التنبؤات بين ٠.٨ - ٦ درجة مئوية، ومن المتوقع أن تتأثر موارد المياه السطحية في الحوض النهري الأسفل لشط العربي بضغوطات مناخية كبيرة وقد تشهد تهجيراً مناخياً وتشير السيناريوهات إلى مخاطر هيدرولوجية جمة بعد عام ٢٠٥٥.

الشكل (٥) السيناريوهات المستقبلية المتوقعة لمعدل درجة حرارة الهواء في العراق للأعوام ٢٠٢٥ و ٢٠٥٠ و ٢٠٧٥ و ٢١٠٠ بالمقارنة مع المدة (١٩٥٠-٢٠١٤)



المصدر : عن (Abdaki et al.,2021).

مشكلة البحث:

تتلخص مشكلة البحث في إيجاد العلاقة بين ظروف الجفاف في حوض شط العرب بضمن متغيرات (عناصر المناخ - التصريف النهري- الحصص المائية- عدد السكان) والبيئة المحيطة بمجره وحدث مؤشرات للجفاف الهيدرولوجي في النهر خلال دورتين مناخيتين كبيرتين، مع التركيز على الخصائص الهيدرولوجية خلال العقد الأخيرين.

فرضية البحث:

- ١- إن الظواهر الجوية الحديثة المتمثلة بقلة التساقط وارتفاع معدلات درجات الحرارة في الحوض النهري لشط العرب أثرت في حدوث جفاف هيدرولوجي في شط العرب.
- ٢- برزت ظواهر هيدرولوجية خطيرة للتلوث وتغير نوعية مياه شط العرب بسبب نقص الحصاة المائية لأسباب طبيعية وأخرى بشرية وهي تتعمق بشكل متسارع .
- ٣- إن من تداعيات نقص التدفق المائي حدوث عجز مائي في شط العرب وعجز عن سد الاحتياجات الضرورية لمحافظة البصرة يستدعي إجراء خطط كفوءة وتخطيط استراتيجي يتناسب مع ظواهر الجفاف خلال العقدین الأخيرین.

أهداف البحث

- ١- رصد مؤشرات الجفاف الهيدرولوجي في شط العرب وإثبات وقوعه بدرجة الجفاف الهيدرولوجي الحرج.
- ٢- إثبات مشكلة الجفاف الهيدرولوجي بدلالة تدهور نوعية المياه ونقص الحصاة المائية للسكان .
- ٣- البحث في أسلوب مواجهة تحديات التناقص الحرج في تدفق المياه العذبة وتدهور جودة المياه وكيفية التكيف والتعايش معها.

طرق المعالجة:

- ١- تم تحليل الجفاف الهيدرولوجي The hydrological drought لشط العرب من خلال استقراء بيانات المناخ الأساسية (درجة الحرارة - الأمطار - التبخر - الرياح) في ثلاث محطات مناخية رئيسية في تركيا وإيران ومحطة البصرة لدورتين مناخيتين كبيرتين (٣٣ عاماً لكل دورة) وهما يعكسان مناخ الحوض النهري المؤثر هيدرولوجيا بخصائص المجرى النهري لشط العرب.
- ٢- تم التعرف على تأثيرات الجفاف المناخي لشط العرب بدلالة التغير في معدلات التصريف والحصاة المائية للفرد في محافظة البصرة خلال السنوات المختارة .

التغيرات الهيدرولوجية في حوض شط العرب (تركيا وإيران وشمال العراق):

يتأثر الوضع الهيدرولوجي لأنهار العراق ومجرى شط العرب تحديداً، بخصائص درجة الحرارة والأمطار والرياح في الحوض النهري لنهر دجلة والفرات والكارون داخل العراق وخارجه، وسوف يتم التركيز على خصائص المناخ في منابع دجلة والكارون لتأثيرهما المباشر في تصريف مياه شط العرب ونوعية مياهه، وتم الاعتماد على محطة بحيرة وان في تركيا لتمثل وضع المناخ في منابع نهر دجلة ومحطة أرومية في إيران كنقطة مرجعية لمانبع نهر الكارون ويستجيب التصريف النهري في شط العرب

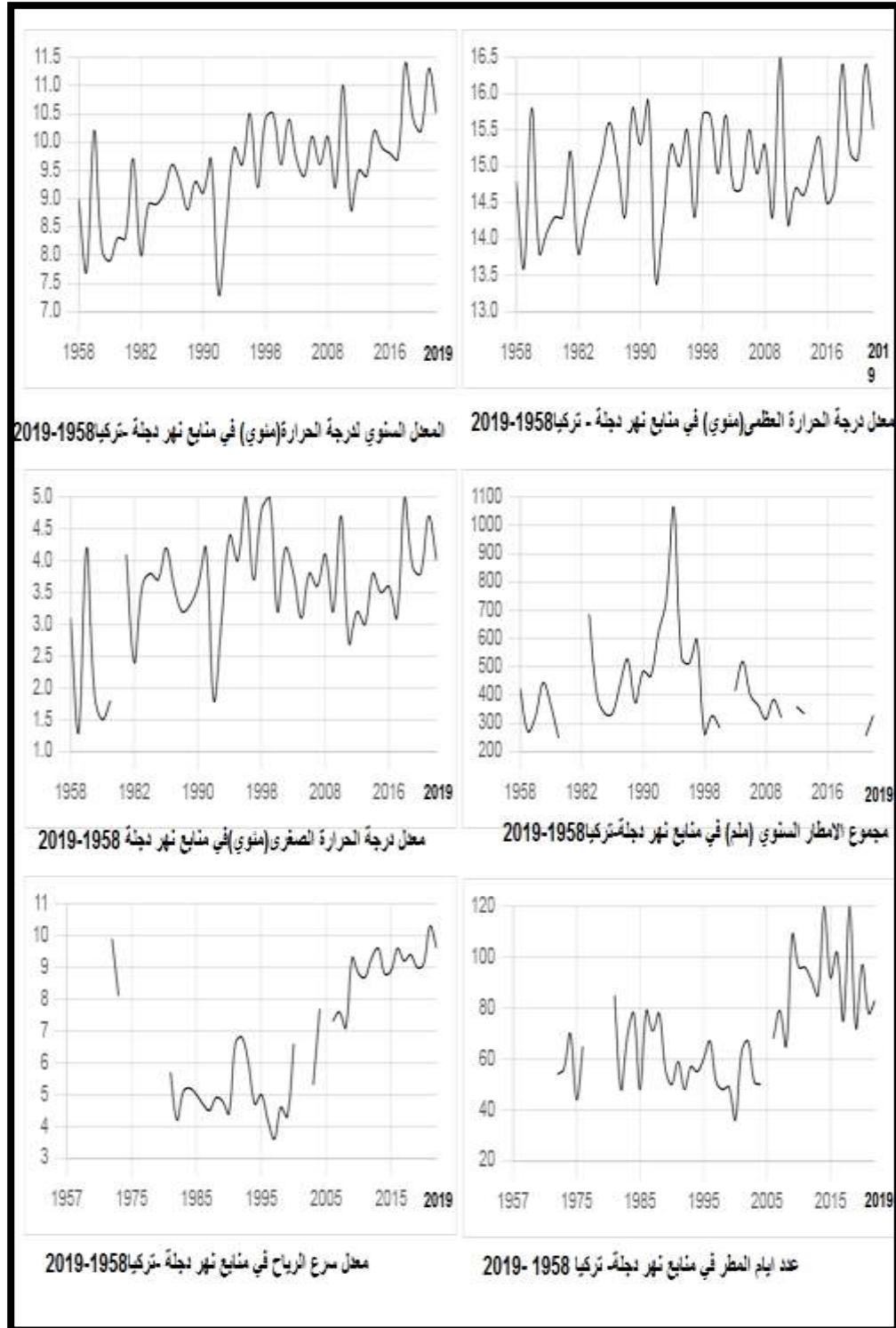
المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

للتغيرات في كمية التساقط في مناطق منابع الروافد بينما تتأثر المناسيب ونوعية المياه في شط العرب بالخصائص المناخية المباشرة في منطقة المجرى، ويتضح من الشكلين (٦) و (٧) أن معدل درجات الحرارة الصغرى والعظمى والمعدل سجلت ارتفاعاً محسوساً خلال العقود الأخيرة وكانت الزيادة على أشدها خلال العشر سنوات الأخيرة في منابع نهري دجلة والكارون ولا شك أن ارتفاع درجات الحرارة يزيد من التبخر والطلب على المياه ، وفي الفترة ذاتها قلت الأمطار وازدادت سرعة الرياح التي تعد من عوامل الجفاف وزيادة الاستهلاك المائي، وفيما يخص عدد أيام المطر فقد قلت بشكل واضح في منابع نهر دجلة - تركيا بينما لم يحصل انخفاض مماثل في منابع نهر الكارون، وبالرغم من وجود اتجاه زيادة عدد الأيام الممطرة في منابع نهر الكارون إلا أن الكميات الهائلة كانت تتناقص بشكل مستمر خلال العقود الأخيرة خصوصاً قبل سبعين عاماً، وكان التناقص على أشده خلال العشر سنوات الأخيرة.

وكان تأثير التغير المناخي كبيراً جداً في الحوض الأسفل لشط العرب إذ يمتاز مناخ محافظة البصرة بطول الفصل الحار (الصيف) الذي يمتد لحوالي (٢٣٠) يوماً بداية من (أوائل آذار حتى نهاية تشرين الثاني)، بينما لا يتجاوز عدد أيام الشتاء سوى (٧٥) يوماً وتبدأ من (أوائل شهر كانون الأول حتى نهاية شهر شباط)، مع عدم وضوح فصلي الاعتدال (الربيع والخريف)، وتعد محافظة البصرة الأقل هطولاً بالنسبة للأمطار مقارنة بالمحافظات الجنوبية، ويوضح الشكل (٨) تناقص مجموع الأمطار في محافظات العراق وكانت البصرة هي الأقل أمطاراً بالنسبة لجنوبي العراق، كما يوضح الجدول (١) ارتفاع مؤشرات الجفاف المناخي (درجة الحرارة - الرطوبة - الأمطار - التبخر - سرعة الرياح) في محطة حي الحسين في البصرة التي تعكس مناخ المؤثر في مجرى شط العرب، إذ حصل تغير في خصائص الحرارة التي سجلت ارتفاعاً كبيراً في المنطقة التي يقع فيها شط العرب، ويلاحظ من الشكل (٩) أن مؤشرات درجات الحرارة العظمى والصغرى والمعدل ازدادت في العام ٢٠٢٢ بالمقارنة مع العام ١٩٤٩ بينما تخطى مؤشر درجة الحرارة العظمى الزيادة بـ ٥ درجات بالمقارنة مع درجة الحرارة العظمى قبل سبعين عاماً الماضية ، بزيادة بلغت ٢.٥ درجة بالنسبة لدرجة الحرارة الصغرى، في المقابل سجل مؤشر الأمطار تناقصاً خلال الفترة نفسها من ١٥٠ ملم في السنة في العام ١٩٤٩ إلى ٦٠-٥٠ ملم في السنة خلال السنوات الأخيرة وقل عدد الأيام الماطرة بنسب كبيرة جداً ولا سيما خلال العشر سنوات الأخيرة، وقد سجلت مؤشرات المناخ ارتفاعاً غير مسبوق.

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

الشكل (٦) المؤشرات المناخية الرئيسة في منبع نهر دجلة - تركيا للمدة ١٩٥٨-٢٠١٩

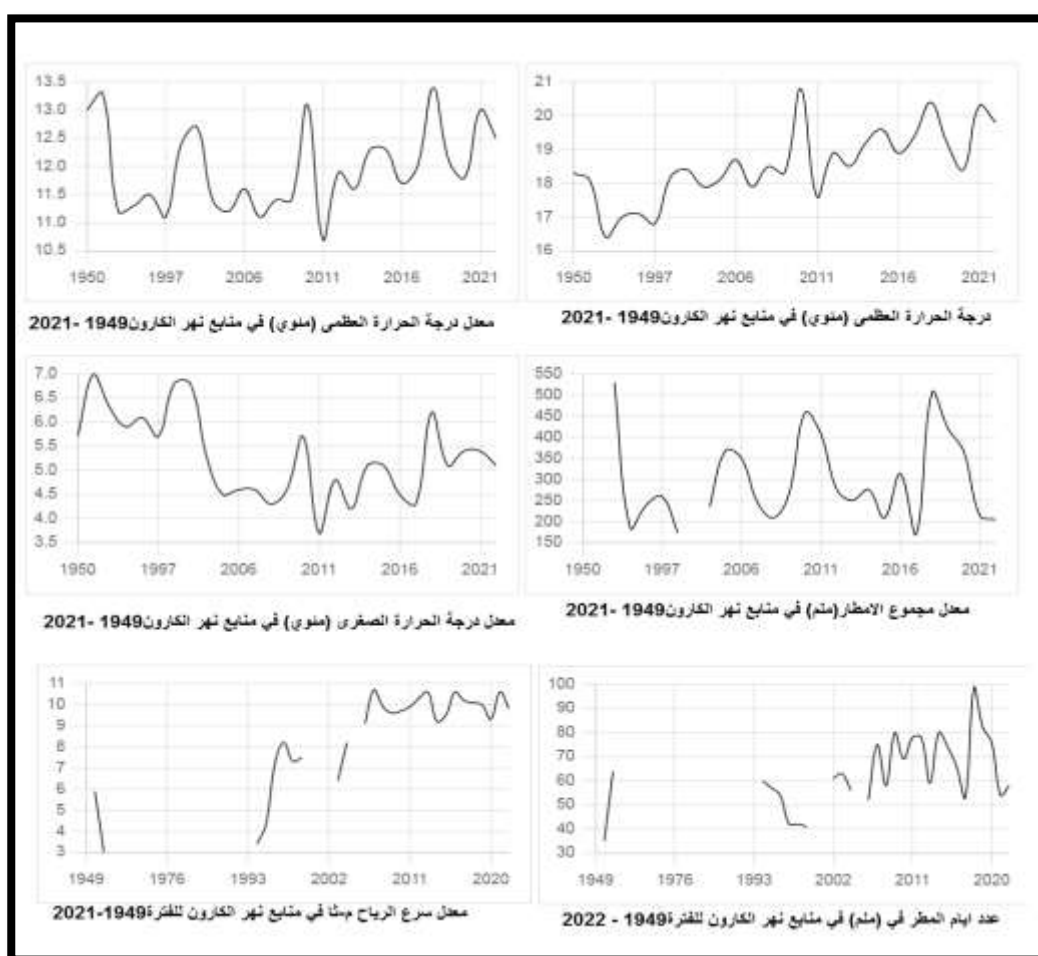


المصدر : عن (<http://www.tutiempo.net/en/Climate/asia.htm>)

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

وقد أشار (الصرايفي، ٢٠١٩) إلى وجود مؤشرات الجفاف خلال فصل الصيف للمدة ١٩٧٢ - ٢٠١٦ تمثلت بارتفاع شديد في معدل درجة الحرارة العظمى بمقدار تغير (+٣.٩ درجة مئوية) شهدت سرعة الرياح تزايداً واضحاً بمقدار ٠.٧ م/ثا وقلت معدلات الأمطار وظواهر التساقط الأخرى وتناقصت الرطوبة خلال الصيف بنسبة ١٤.٣% مما زاد من حدة الجفاف وزيادة التبخر والاستهلاك المائي، وارتفعت معدلات

الشكل (٧) المؤشرات المناخية الرئيسية في منبع نهر الكارون - إيران ١٩٤٩-٢٠٢٢



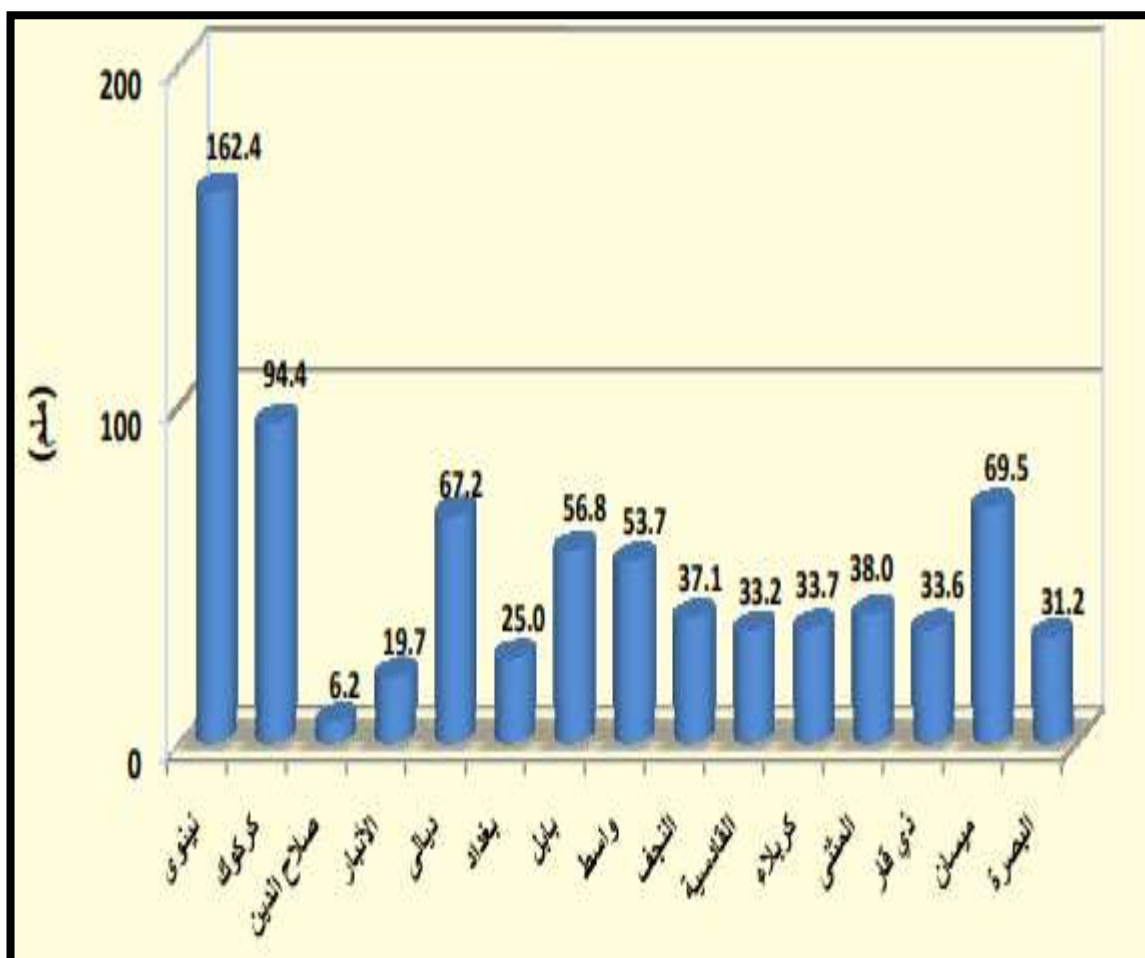
المصدر: عن (<http://www.tutiempo.net/en/Climate/asia.htm>)

التبخر في المناطق المحيطة بمجرى شط العرب، وبضاف إلى ذلك الزيادة الحاصلة في عدد السكان والضغط الشديد على موارد المياه في جميع أجزاء الحوض النهري لشط العرب وروافده بسبب الزيادة السكانية واتساع الاستخدامات المدنية والصناعية والزراعية، إذ تتراوح نسبة النمو السكاني السنوي في

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

محافظة البصرة خلال الـ ٧٠ عاماً الماضية بين ٦.٠% - ٦.٦% مقارنة بمعدل نمو المحافظة البالغ ٦.٠% والعراق ٣.٠% (العيداني والأسدي، ٢٠١٩)، ويتضح من الجدول (٢) انخفاض الحصة المائية لسكان البصرة بسبب تزايد أعدادهم من جهة وتناقص تصريف شط العرب من جهة أخرى، إذ تناقصت الحصة المائية بنسبة ٥٨.٥- في العام ١٩٨٧ و ٩٤.٩- في العام ٢٠٢٢ بالمقارنة مع العام ١٩٧٧ .

الشكل (٨) مجموع الأمطار (مم) بحسب المحافظات العراقية للعام ٢٠٢١



المصدر : عن (وزارة التخطيط-الجهاز المركزي للإحصاء ٢٠٢٢)

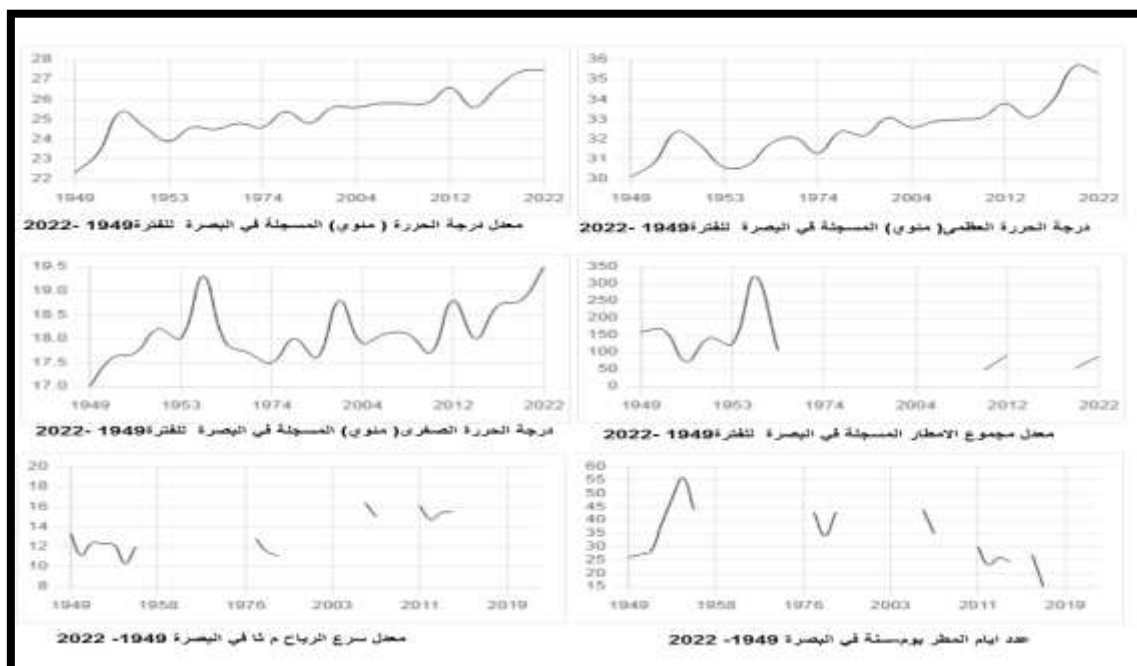
المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

جدول (١) تغير العناصر المناخية الرئيسية في محطة حي الحسين-البصرة
خلال الفترات (١٩٦١-١٩٩٣) و (١٩٩٤-٢٠٢٢)

العناصر المناخية	الاعوام	ك ٢	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت ١	ت ٢	ك ١	المعدل السنوي
معدل درجة الحرارة - منوي	1961-1993	12.1	14.6	19.1	24.8	30.6	33.8	35.4	34.8	31.9	26.5	19.3	13.7	24.8
	1994-2022	13.2	15.5	20.6	26.5	33.8	37.3	39.0	38.7	34.5	28.7	20.0	14.2	26.8
الرطوبة النسبية - %	1961-1993	72	65	57	49	42	37	36	37	39	48	61	71	51.2
	1994-2022	65	55	45	37	25	19	20	22	26	36	51	63	38.7
الامطار - مم	1961-1993	31.5	20.3	17.3	15.2	4.7	0.1	0.0	0.3	0.1	6.4	14.4	23.5	11.2
	1994-2022	24.0	13.4	17	9.4	3.3	0.000	0.0	0.0	0.0	1.8	17	28.5	9.5
سرعة الرياح - م/ثا	1961-1993	2.9	3.2	3.5	3.5	3.7	4.7	4.5	3.9	3.1	2.6	2.7	2.7	3.4
	1994-2022	3.8	3.9	4.1	4.2	4.2	5.6	5.1	4.4	3.9	3.4	3.1	3.0	4.1
مجموع التبخر - مم	1971-1993	62.3	91.4	161.6	244.5	355.9	438.2	473.0	425.7	327.3	209.4	114.4	68.8	2972.6
	1994-2015	92.0	95.6	150.1	264.7	330.8	482.5	568.7	456.5	351.2	208.6	109.7	65.3	3175.6

المصدر: جمهورية العراق ، هيئة المناخ والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، سجلات المناخ لمحطة البصرة (حي الحسين) ، بيانات غير منشورة .

شكل (٩) المؤشرات المناخية الرئيسية في محطة البصرة للمدة ١٩٤٩-٢٠٢٢



المصدر : عن (<http://www.tutiempo.net/en/Climate/asia.htm>)

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

جدول (٢) اعداد سكان محافظة البصرة وحصة الفرد من مياه شط العرب للمدة ١٩٧٧ - ٢٠٢٢

السنوات	عدد السكان	الإيراد المائي مليار م ^٣	حصة الفرد من مياه شط العرب م ^٣ /سنة	نسبة التغير %
١٩٧٧	٤٥٢١٠٢	٦.٦٢	١٤٦٤٣	%١٠٠
١٩٨٧	٨٧٢١٧٦	٥.٣٠	٦.٧٧	-٥٨.٥
١٩٩٦	١٥٠٩٧٥٢	٤.٤٩	٢٩٧٤	-٧٩.٧
٢٠٠٧	٢٤٨٥٥٥٤	0.43	٢٥٦٠	-٨٢.٥
٢٠١٧	٢٩٠٨٤٩١	١.٨٠	٦١٩	-٩٥.٨
٢٠٢٢	٣١٤٢٤٤٩	٢.٣٦	٧٥١	-٩٤.٩

المصدر: جمهورية العراق ، هيئة المناخ والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، سجلات المناخ لمحطة البصرة (حي الحسين) ، بيانات غير منشورة .

المسارات الزمانية لمؤشرات الجفاف في شط العرب:

من شأن تغير المناخ أن يضيف مشكلات كبيرة ومعقدة لموارد المياه، ولعل مصطلح الجفاف الهيدرولوجي للأنهار من المفاهيم المعاصرة التي انطبقت على أنهار العراق بسبب تعمق ظروف التغير المناخي، وهنالك مسارات زمنية لحدوث الجفاف بلغت ذروتها خلال العقدين الأخيرين

المسار الزمني للتصريف

يمكن توضيح المسار الزمني للتصريف السنوي في شط العرب من خلال قراءة وتحليل الجدول (٣) والشكل (١٠)، إذ يتضح أن هناك انخفاضاً تدريجياً للتصريف للسنوات المختارة في منطقة الدراسة ، وقد بلغ أعلى معدل إيراد مائي ٦,٦٢ مليار م^٣ لسنة (١٩٧٦-١٩٧٧) بمعدل تصريف خلال مدة الدراسة (٢٠٧) م^٣/ثا ، بينما بلغ أدنى معدل إيراد مائي ٠,٦٣ مليار م^٣ لسنة (٢٠٠٨-٢٠٠٩) بمعدل تصريف سنوي (٢٠) م^٣/ثا ، فيما سجلت سنوات الدراسة الأخرى معدلات متباينة منذ عام (١٩٧٦-١٩٧٧) وصولاً إلى عام (٢٠٢١-٢٠٢٢) إذ بلغ معدل التصريف السنوي (٧٥) م^٣/ثا بإيراد سنوي ٢,٣٦ مليار م^٣، يعود هذا التذبذب والاختلاف في معدلات التصريف إلى تعاقب سنوات ذات ميزة مائية جافة ومتوسطة ورطوبة وذلك يعود إلى التباين في الأحوال المناخية والمتمثلة بالتغيرات المناخية التي تمثلت بالجفاف وشحة الهطولات الثلجية والمطرية وتذبذباتها فضلاً عن إقامة السدود والنواظم على نهر دجلة والتحكم بالإطلاقات

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

المائية من دول المنبع ، وزيادة الاستعمالات البشرية وسوء الإدارة المائية . وقد أشارت دراسة (الجوراني، ٢٠٢١) إلى سيناريوهات محتملة لتغيرات مستقبلية في درجات الحرارة وكميات الأمطار، وأن اسقاطات المناخ للمرحلة المستقبلية (٢٠٢١-٢٠٦٠) سوف يرتفع معدل درجات الحرارة بمقدار ١.١- ١.٧°م ، مقارنة بالمدة (١٩٧٩-٢٠١٨)، ويُتوقع أن تزيد درجات الحرارة العظمى عن المعدلات الحالية بمقدار ١.٦-٢.٧°م، مقارنة بما هو مسجل حالياً، وأن كميات الأمطار ستشهد تناقصاً متوقعاً بمقدار ٥٨-٦٩% في معظم أرجاء العراق ولا سيما في المناطق الجنوبية، بينما أوصت دراسة (مولر وجماعته، ٢٠٢٢) بضرورة شراكة الدول في حوضي دجلة والفرات لمواجهة ندرة المياه وتفعيل التعاون في مجال تجارب التنمية المستدامة مع توقع ارتفاع درجات الحرارة وتناقص التساقط المطري والتلجي في الحوض النهري لدجلة.

المسار الزمني لنوعية المياه

تشكل الخصائص النوعية ومنها الكيميائية أهمية كبيرة في مختلف المجالات ، وفي حالة حدوث تغيرات في الظروف المؤثرة في المياه بفعل عوامل طبيعية أو بشرية فتكسبها خصائصاً تميزها عن الحالة النقية للمياه وبذلك تختلف مدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة ، ومن خلال الجدول (٤) يتضح وجود

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

جدول (٣)

المعدلات السنوية للايراد المائي والتصريف ونسبة التغير لشط العرب في القرنة للمدة ١٩٧٦-٢٠٢٢

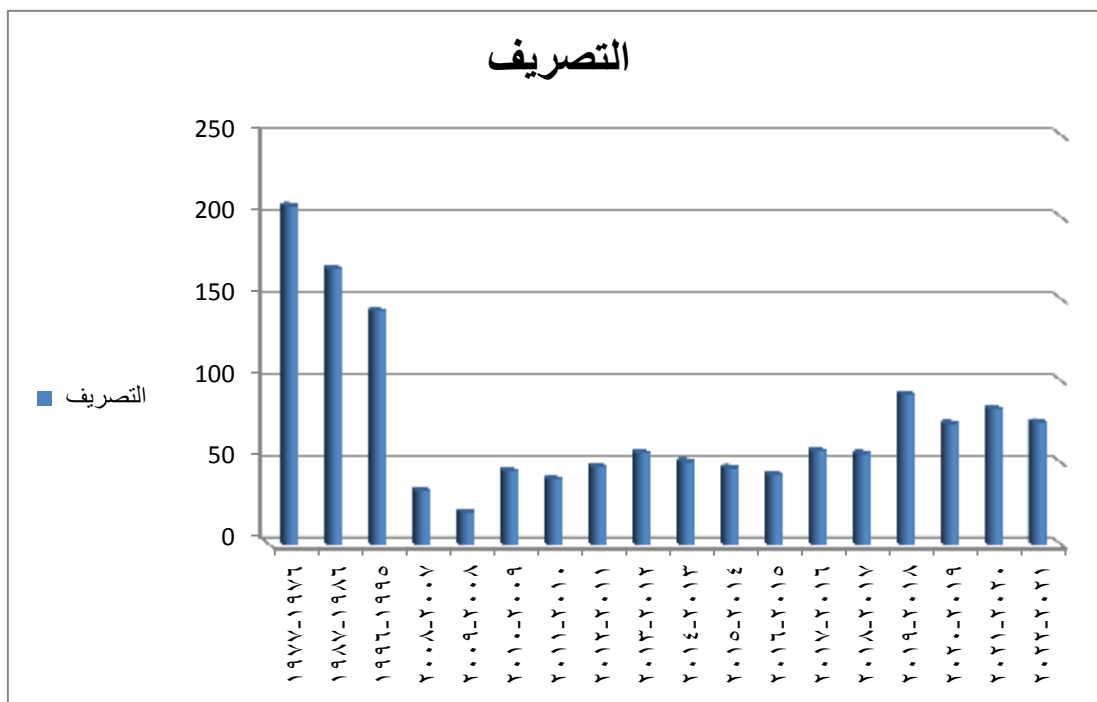
السنوات	التصريف م ^٣ /ثا	الايراد المائي مليار م ^٣	نسبة التغير %
١٩٧٧-١٩٧٦	٢٠٧	٦.٦٢	%١٠٠
١٩٨٧-١٩٨٦	١٦٨.٥	٥.٣٠	%١٨.٦-
١٩٩٦-١٩٩٥	١٤٢.٦	٤.٤٩	%٣٠.٢-
٢٠٠٨-٢٠٠٧	٣٣	٠.٤٣	%٨٤.١-
٢٠٠٩-٢٠٠٨	٢٠	٠.٦٣	%٩٠.٣-
٢٠١٠-٢٠٠٩	٤٥	١.٤٢	%٧٨.٣-
٢٠١١-٢٠١٠	٤٠	١.٢٦	%٨٠.٧-
٢٠١٢-٢٠١١	٤٧.٧	١.٥٠	%٧٧-
٢٠١٣-٢٠١٢	٥٦	١.٧٦	%٧٣-
٢٠١٤-٢٠١٣	٥٠.٨	١.٦٠	%٧٥.٥-
٢٠١٥-٢٠١٤	٤٧	١.٤٨	%٧٧.٣-
٢٠١٦-٢٠١٥	٤٢.٨	١.٣٥	%٧٩.٧-
٢٠١٧-٢٠١٦	٥٧.٣	١.٨٠	%٧٢.٣-
٢٠١٨-٢٠١٧	٥٥.٧	١.٧٥	%٧٣.١-
٢٠١٩-٢٠١٨	٩٢	٢.٩٠	%٥٥.٧-
٢٠٢٠-٢٠١٩	٧٤	٢.٣٣	%٦٤.٣-
٢٠٢١-٢٠٢٠	٨٣	٢.٦١	%٦٠-
٢٠٢٢-٢٠٢١	٧٥	٢.٣٦	%٦٣.٨-

المصدر: (الجوراني، ٢٠٢١) و(اكطامي، ٢٠٢٠) و(الراشد، ٢٠٢٠)، و(المحمود، ٢٠١٥)، و(المحمود، ٢٠٢٠)

اختلاف وتباين كبير لنوعية المياه في شط العرب خلال المسار الزمني للدراسة، إذ بلغت قيم الأملاح الكلية الذائبة في القرنة ٢١٥ و ١٦٨٤ ملغم/لتر في السنوات ١٩٨٦-١٩٨٧ و ٢٠٠٩-٢٠١٠ على التوالي، بينما سجلت في الهارثة ارتفاعا كبيرا في سنة ٢٠٢٣ بلغت ٣٧٠٦ ملغم/لتر، وتباينت قيم العسرة الكلية في شط العرب في القرنة بين ٢٧٥ ملغم/لتر في سنة ١٩٨٦-١٩٨٧، و ٦٦٨ ملغم/لتر في سنة ٢٠٠٩-٢٠١٠، بينما سجلت في الهارثة ١٢٢٠.٨ ملغم/لتر في سنة ٢٠٢٣، كما يتضح وجود ارتفاع في قيم النتراز فقد بلغت في القرنة ١,٤ ملغم/لتر في سنة (١٩٨٦-١٩٨٧) وارتفعت إلى ٦,٣ ملغم/لتر في سنة (٢٠٠٩-٢٠١٠)، بينما سجلت أعلى قيمة في الهارثة خلال سنة ٢٠٢٣ بلغت ٩,٠٦ ملغم/لتر، أما الفوسفات فقد

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

شكل (١٠) المعدلات السنوية لتصريف شط العرب في القرنه للمدة ١٩٧٦-٢٠٢٢



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٣)

بلغت أدنى قيمة لها في مياه شط العرب في القرنه ٠,٥ ملغم/لتر سنة ١٩٨٧-١٩٨٦ ، وأعلى قيمة في الهارثة بلغت ٠,٨٧ ملغم/لتر سنة ٢٠٢٣ ، كما يلاحظ من الجدول (٣) أن هناك تبايناً في قيم الكبريتات إذ سجلت أدنى قيمة ٢٧ ملغم/لتر في القرنه سنة (١٩٨٧-١٩٨٦) بينما بلغت أعلى قيمة ٨٨٧ ملغم/لتر في سنة ٢٠٢٣ ، وكان لها تأثير على البيئة المائية والكائنات الحية فيها ، كما أن قيم الكلوريدات جاءت متباينة ففي سنة (١٩٨٧-١٩٨٦) بلغت ٤٠٩ ملغم/لتر بينما سجلت فارقا كبيرا في سنة (٢٠٢٣) بلغ (٩٠٦) ملغم/لتر ، وبالنسبة لقيم البوتاسيوم فقد سجلت معدلاتها ارتفاعا في سنة ٢٠٢٣ بلغ (١٩) ملغم/لتر بالمقارنة مع السنوات السابقة، هذا وسجلت قيم عنصر الصوديوم ارتفاعا بلغ أعلاها في سنة (٢٠٢٣) (٧٠٢) ملغم/لتر ، كما سجلت قيم المغنيسيوم والكالسيوم والتوصيلية الكهربائية على التوالي أعلى القيم في سنة ٢٠٢٣ فقد بلغت ٣٨٦ و ٢١١ ملغم/لتر و ٥,٧٤ ديسمنز/م . ويستدل مما سبق أن نوعية المياه تتعرض لتغيرات مكانية وزمانية بدلالة مؤشرات ارتفاع تراكيز العناصر وانخفاضها

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

وبالتالي نجد اختلافاً في تأثيراتها وشدتها ، وتؤدي الخصائص المناخية والأنشطة البشرية دورها في ارتفاع وانخفاض تلك التراكيز بشكل مباشر وغير مباشر .

جدول (٤) المواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب وبعض المواصفات النوعية لمياه شط العرب في الفترة والهائلة للسنوات (١٩٨٦-١٩٨٧) و (٢٠٠٩-٢٠١٠) و (٢٠٢٣)

المتغيرات الفترة الزمنية	الاملاح الكلية الذائبة TDS ملغم / لتر	التوصيلية الكهربائية Ec ملي ديسمنز / م	العسرة الكلية T.H ملغم / لتر	النترات NO ₃ ⁻ ملغم / لتر	الفوسفات PO ₄ ⁻ ملغم / لتر	الكبريتات SO ₄ ⁻ ملغم / لتر	الكلوريدات Cl ⁻ ملغم / لتر	البوتاسيوم K ⁺ ملغم / لتر	الصوديوم Na ⁺ ملغم / لتر	المغنيسيوم Mg ⁺ ملغم / لتر	الكالسيوم Ca ⁺ ملغم / لتر
شط العرب القرنة ١٩٨٦-١٩٨٧	٢١٥	٢,٢	٢٧٥	١,٤	٠,٥	٢٧	٤٠٩	٣,٥	٩٨	١٤,٤	٣٨
شط العرب القرنة ٢٠٠٩-٢٠١٠	١٦٨٤	٣,٥	٦٦٨	٦,٣	٠,٨	٣٣٥	٤٦٧	٦,٤	٤٥٩	١١٠	٢٥٤
شط العرب في الهائلة ٢٠٢٣	٣٧٠٦	٥,٧٤	١١٢٢.٠٨	٩,٠٦	٠.٨٧	٨٨٧	٩٠٦	١٩	٧٠٢	٣٨٦	٢١١
المواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب*	١٠٠٠	١.٥	٥٠٠	٥٠	0.4	٢٥٠	٢٥٠		٢٠٠	٥٠	٥٠

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على (نوماس واكطامي(٢٠١٢) و(مويل،٢٠٢٣).

* المواصفة القياسية العراقية رقم (417) مياه الشرب و المواصفة العراقية القياسية لمياه الشرب رقم .

٢٠٠٦، لسنة ٢٢٧٠/١٤

الاستنتاجات:

- ١- تعصف بالعالم موجة تغير مناخي تتضح من مؤشرات الاحترار المناخي وتناقص التساقطات وقد بدأت بوادر هذه التغيرات بعد النصف الأخير من القرن الماضي وبلغت ذروتها خلال الـ ٢٠ عاماً الماضية، وكان الحوض النهري لشط العرب الأكثر تأثراً بزيادة المعدل الحراري وقلة التساقط الذي انعكس على كمية التدفق النهري وتدهور نوعية المياه وتقدم الأسفين الملحي في مجرى شط العرب.
- ٢- تسببت ظروف الجفاف خلال العقد الأخير بظواهر تلوث شديد في شط العرب أثرت في تقييد استخدامات مياهه للأغراض المدنية والزراعية والصناعية وأثرت بشكل كارثي على التنوع الأحيائي وتسبب بخسائر اقتصادية كبيرة في محافظة البصرة وانسحب على الوضع الصحي وتسببت بضغط شديد على الموارد المائية العذبة المتاحة في قناة البدعة.
- ٣- تسببت الظروف السابقة بتحديات كبيرة وحاسمة في الملف المائي في محافظة البصرة ولا سيما خلال السنوات القليلة الماضية واستدعى ذلك اتخاذ إجراءات وخطط عاجلة ومستقبلية لإدارة الوضع المائي وحفظ الثروة المائية والترشيد في استهلاكها وتجريم تلويثها والبحث في مصادر أخرى لسد الحاجات الأساسية لسكان محافظة البصرة، فضلاً عن ضرورة شراكة الدول في حوضي دجلة والفرات لمواجهة ندرة المياه وتفعيل التعاون في مجال تجارب التنمية المستدامة مع توقع ارتفاع درجة الحرارة وتناقص التساقط المطري والتلجي في الحوض النهري لدجلة.

التوصيات:

- ١- تشارك المؤسسات البحثية والاستشارية والتنفيذية في التخطيط لاستنباط إجراءات عملية للتكيف مع تغير الخصائص المناخية والجفاف الهيدرولوجي للأنهار .
- ٢- تكتيف الدراسات العلمية في مجال تأثير التغير المناخي على الثروة المائية في جنوبي العراق وتداعيات ذلك على الأمن المائي المستقبلي.
- ٣- توفير بدائل لمصادر المياه السطحية والتوجه نحو مشاريع بدائل المياه كالتحلية وإعادة استخدام جزء من مياه الصرف الصحي المنزلي لأغراض الري.
- ٤- تعزيز تبادل المعلومات الهيدرولوجية والمناخية بين المؤسسات الحكومية وبين الباحثين للوقوف على تطورات الوضع الهيدرزمناعي في الحوض النهري لدجلة وبالأخص شط العرب.

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

المصادر:

- الأسدي، أحمد سراج جابر والعيداني، عباس عبد الحسن كاظم (٢٠١٩) دوافع و مؤشرات نمو مدينة البصرة و العجز السكاني فيها .مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية، مج. ٤٤، ع. ٤٤، ص ص. ٢٩٩-٣١٩.

<https://search.emarefa.net/detail/BIM-974114>

- اكطامي، حسين عبدالواحد (٢٠١٢) دراسة هيدروكيميائية لمياه شط العرب ما بين القرنين والسيبة للمدة من سبعينيات القرن الماضي لغاية ٢٠١٢، رسالة ماجستير كلية التربية/ جامعة البصرة.
- اكطامي، حسين عبدالواحد (٢٠٢٠) أثر تطور الاستثمارات المائية الإيرانية في حوض نهر دجلة (العراق)، مجلة كلية التربية الأساسية.
- الجواد، مها مجيد غضبان (٢٠٢٠) التقييم الف ز بيوك ي لمياه ورسوبيات مياه وتربة مجرى شط العرب الشمالي، اطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة البصرة، ٢٧٩ صفحة.
- الجوراني، خلود كاظم خلف (٢٠٢١) تغير الخريطة الهيدرولوجية لمحافظة البصرة باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه، كلية الاداب - جامعة البصرة ٤٢٩ صفحة.
- الخليفة ، نور الهدى عبد الرحمن حبيب (2019). تقييم التلوث بالمعادن السامة في مياه ورواسب نهر شط العرب جنوب العراق ،رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة البصرة 209 صفحة..
- الراشد، تهانني جاسم محمد (٢٠٢٠) تقييم الخصائص الهيدروكيميائية لنهر دجلة بين محطتي قلعة صالح والقرنة جُنبوي العراق، رسالة ماجستير-كلية التربية للعلوم الإنسانية-جامعة البصرة، ١٦٠ ص.
- الصرايفي ، علي ناصر عبدالله (٢٠١٩) آثار التلوث البيئي في التنوع الأحيائي في محافظة البصرة، اطروحة دكتوراه :: كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة، ٣٦٤ ص.
- عبدالمحسن كامل علي (2010) ، تحليل تردد الجفاف الهيدرولوجي (دراسة حالة) مجلة الرافدين الهندسية، المجلد ٨ العدد ٦ ٤٣ ص.
- المحمود، حسن خليل حسن (٢٠٢٠) تحليل مرجعي لبيانات التصريف والملوحة في شط العرب المجلة العراقية للاستزراع المائي المجلد 17 ، العدد (١) الصفحات 11- 26.
- المحمود ، حسن خليل حسن ، ٢٠١٩، الموارد المائية في البصرة ومشكلاتها المعاصرة، منشورات مركز علوم البحار - جامعة البصرة -دار الكتب للطباعة والنشر، الطبعة الاولى، ٣٢٤ صفحة.

المؤشرات الحديثة للجفاف الهيدرولوجي في حوض شط العرب (جنوبي العراق)

- المحمود، حسن خليل حسن (٢٠١٥) التغيرات الهيدرولوجية في الجزء الأدنى من وادي الرافدين، المجلة العراقية للاستزراع المائي- مركز علوم البحار، المجلد ١٢ العدد ١، ص.
 - المحمود، حسن خليل حسن والشاوي، عماد جاسم والإمارة، فارس جاسم محمد، ٢٠٠٨- دراسة بعض التغيرات في الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه شط العرب ١٩٧٤-٢٠٠٥. مجلة البصرة للعلوم الزراعية- عدد خاص، المجلد ٢١، ١٣ ص.
 - المنصوري، فائق يونس، ١٩٩٦، دراسة انتقال الرواسب في الجزء الجنوبي من شط العرب، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة، ١١٩ صفحة.
 - مولر، اندريه و ديتجيس، اديان و بول، بنجامين و رويتر، ميشيل و روشوفسكي، لوكا وفولكلز، جان ويرتر، ايكارت (٢٠٢٢) تغير المناخ، الماء ومستقبل التعاون والتنمية في حوضي الفرات ودجلة، تقرير- ٨٨ ص.
 - مويل، محمد سالم (٢٠٢٣) دليل النظام البيئي للجزء الاوسط من شط العرب ، جامعة البصرة ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، ١٨٧ ص.
 - نوماس، حمدان باجي و اكطامي، حسين عبد الواحد (٢٠١٢) دراسة بعض خصائص نهري دجلة والفرات في جزئيهما الأسفل مجلة أبحاث البصرة (العلوم الإنسانية) المجلد : ٣٧ ، العدد : ٣ : السنة : الصفحات ٣٠١-٣١٨.
 - نوماس، حمدان باجي و اكطامي (٢٠١٢) حسين عبد الواحد دراسة بعض خصائص نهري دجلة والفرات في جزئيهما الاسفل ، مجلة ابحاث البصرة (العلوم الانسانية) ، المجلد ٣٧ ، العدد ٣ ، ص ٣٠١-٣١٨.
 - وزارة التخطيط-الجهاز المركزي للاحصاء، قسم الاحصاءات البيئية (٢٠٢٢) الاحوال الطبيعية والخصائص الجغرافية للعراق ٢٠٢١، ٣٣ ص:
- <https://cosit.gov.iq/documents/environment/stat/Full>
- جمهورية العراق، مجلس الوزراء، الجهاز المركزي للتقسييس والسيطرة النوعية، المواصفة القياسية رقم ٤١٧ / التحديث الاول، مياه الشرب، م.ق.ع. ٢٠٠٤.
 - الجهاز المركزي للتقسييس والسيطرة النوعية. المواصفة العراقية القياسية لمياه الشرب رقم ٢٢٧٠/١٤ لسنة ٢٠٠٦، بغداد، العراق
 - وقائع المؤتمر الدولي العلمي الافتراضي الاول للعلوم الاجتماعية -الجامعة المستنصرية وجامعة واسط والجامعة اللبنانية، الجامعة المستنصرية، الصفحات - ٢١٠-٢٣٠.

- Abdaki, M., Al-Iraqi, A. and Faisal, R.(2021)Predicting long-term climate changes in Iraq. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 779 012053. DOI 10.1088/1755-1315/779/1/012053.
- Hasan, F. and Saeed, Y.(2020). Trend Analysis of Hydrological Drought for Selected Rivers in Iraq .Tikrit Journal of Engineering Sciences. 27(1): 51-57.
- Hashim, B., Al Maliki, A., Abd Alraheem, E., Al-Janabi, A., Halder, B. and Yaseen, z.((2022))Temperature and precipitation trend analysis of the Iraq Region under SRES scenarios during the twenty-first century.volume 148, pages881–898
<http://www.tutempo.net/en/Climate/asia.htm>
- Kadhim,K.K.(2023) Spatial and Temporal Analysis to the Major Categories of Drought in Iraq Using GIS and Remote Sensing Technology. Journal of Human Sciences/, Vol. 14. No.1: 24p.
- NOAA(2023). National Centers for Environmental Information, Monthly Global Climate Report for June 2023, published online July 2023, retrieved on July 31, 2023from
<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202306/supplemental/page-3>
- Saleh, D.K.(2010) Stream gage descriptions and streamflow statistics for sites in the Tigris River and Euphrates River Basins, Iraq: U.S. Geological Survey Data Series 540, 146 p.
- Turhan , E., Çulha, B. and Değerli, S. (2022) Akım Kuraklık İndeksi Yönteminin Farklı Zaman Ölçekleri İçin Hidrolojik Olarak Değerlendirilmesi: Arsuz Ovası Örnek Çalışması. Araştırma Makalesi / Doğ Afet Çev Derg, 2022; 8(1): 25-36, DOI: 10.21324/dacd.903655.