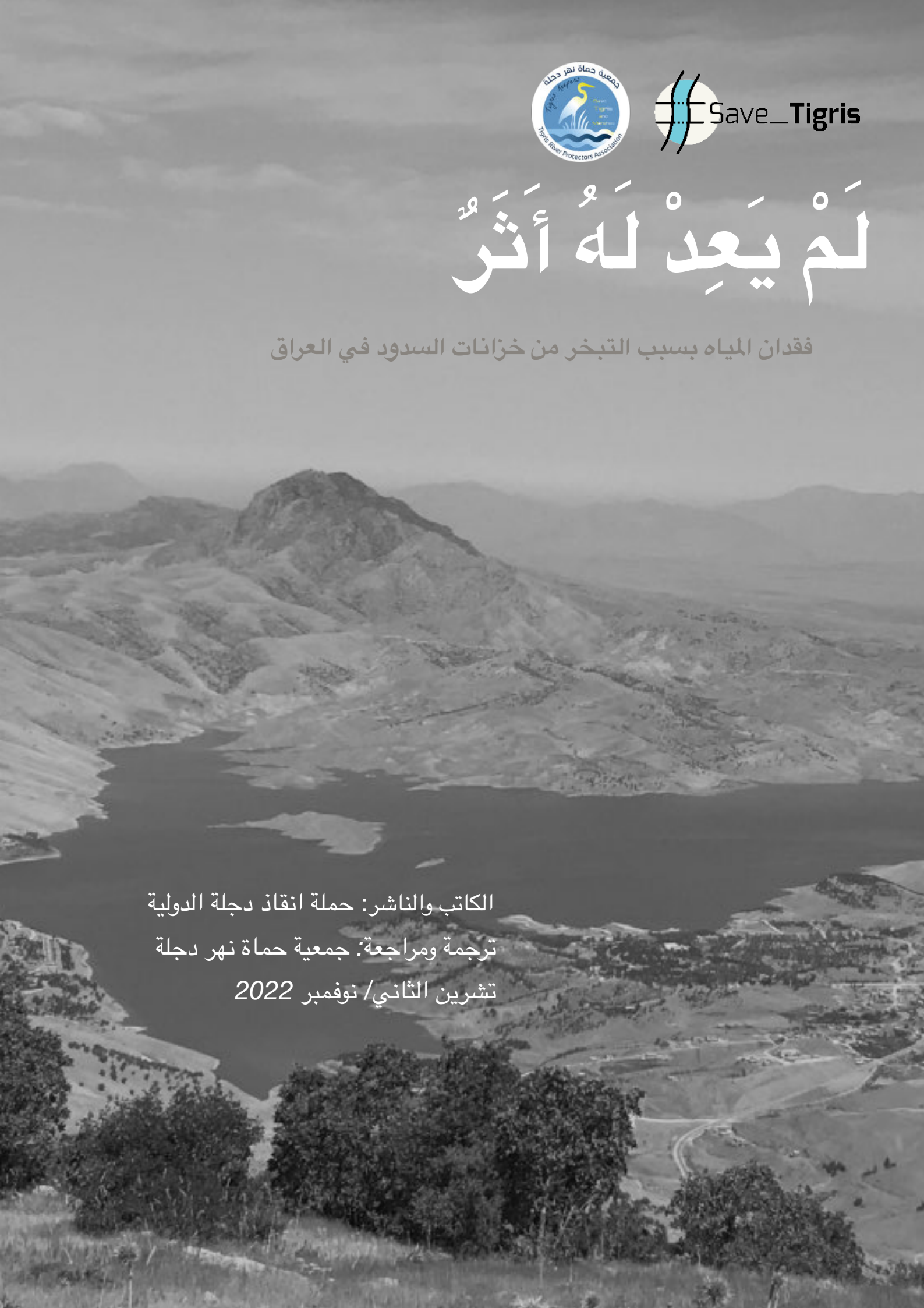


لَمْ يَعِدْ لَهُ أَثَرٌ

فقدان المياه بسبب التبخر من خزانات السدود في العراق

الكاتب والناشر: حملة انقاذ دجلة الدولية

ترجمة ومراجعة: جمعية حماة نهر دجلة

تشرين الثاني/ نوفمبر 2022

يتلاشى في الهواء: فقدان المياه بسبب التبخر من خزانات السدود في العراق. نشر بواسطة (Save the Tigris Campaign). تشرين الثاني/ نوفمر 2022

الكاتب والناشر: مؤسسة انقاذ دجلة الدولية

ترجمة ومراجعة : جمعية حماة نهر دجلة

جميع الصور و الخرائط في هذا المنشور تم إصدارها بواسطة **(مؤسسة انقاذ دجلة الدولية)** ما لم يوضح غير ذلك

التسميات المستخدمة وطريقة عرض المواد في هذا المنشور لا تعني التعبير عن أي آراء من أي نوع من جانب الناشرين فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي دولة أو إقليم أو السلطات التابعة لها، أو فيما يتعلق بحدود أي دولة أو إقليم.

يعد نسخ نص هذا المنشور لأغراض تعليمية أو غير ذلك من الأغراض غير التجارية مخول بدون إذن كتابي مسبق من صاحب حقوق الطبع والنشر بشرط توضيح المصدر وحقوق الملكية بشكل كامل. استنساخ الصور المستخدمة في هذا المنشور دون إذن كتابي مسبق من **(مؤسسة انقاذ دجلة الدولية)** غير مقبول.

للتعليقات والاستفسارات برجاء التواصل على البريد الإلكتروني coordinator@savethetigris.org

(مؤسسة انقاذ دجلة الدولية) هي حملة من المجتمع المدني تهدف إلى حماية التراث والمياه الخاصة ببلاد ما بين النهرين من تأثير السدود الكبيرة وغيرها من المشاريع الضخمة ، و تهدف الحملة أيضا لدعم الإدارة المستدامة لنهر دجلة وروافده. نسعى لربط المجموعات والحركات التي تهتم بالآثار السلبية للمشاريع العملاقة على نهري دجلة والفرات. نحن ندعو للسياسات التي تضمن الاستخدام المستدام والعادل للمياه لجميع الذين يعيشون في المنطقة. تعتقد الحملة بضرورة حدوث نقلة نوعية: فبدلاً من أن تكون المياه سببا للتنازع ، يمكن أن تكون مصدرا للسلام والتعاون بين جميع دول وشعوب حوض دجلة والفرات. تشمل أنشطة الدعوة والتوعية لدينا جميع الجهات الفاعلة ذات الصلة: المجتمعات المحلية ، منظمات المجتمع المدني ، الإعلام ، المؤسسات الوطنية والمحلية ، مجتمعات الخبراء والمثقفين ، مراكز الأبحاث ، الجامعات غيرها.

www.savethetigris.org

www.humatdijlah.org

مقدمة

يواجه العراق أزمة مياه متصاعدة ، مع ارتفاع درجات الحرارة ، يصبح الجفاف أكثر شدة ، و مع ازدياد منع دول الحوض المجاورة لتدفق المياه إلى العراق ، قلت إمدادات المياه في البلاد بالرغم من ازدياد الحاجة إليها. نتيجة

تم توثيق الآثار السلبية لمشاريع السدود على البيئة والمجتمعات ، بما في ذلك ، وعلى سبيل المثال ، فقدان مناطق الحياة الطبيعية للأسماك والحياة البرية وكذلك فقدان الممتلكات وسبل العيش والتراث الثقافي للأشخاص الذين يعيشون في المنطقة التي ستتأثر بالفيضانات أو المناطق المجاورة لها. نضف الى هذا، فقدان السدود لكميات كبيرة من المياه من خلال التبخر. تشير التقديرات إلى أن التبخر من خزانات العراق يقلل من إجمالي إمدادات المياه في البلاد بأكثر من 10٪ (Iraq Energy Institute , 2018). و كقاعدة عامة ، كلما زاد حجم الخزان ، زادت حصة المياه المفقودة من السطح إلى الغلاف الجوي.

ذكرت(Save the Tigris Campaign) في حزيران (يونيو) 2020 أن إقليم كوردستان العراق يمكن أن يشهد بناء 245 سدا في السنوات المقبلة بالإضافة إلى 17 سدا قيد التشغيل بالفعل. في حالة اكتمال هذا البرنامج ، لن يخلو أي نهر في إقليم كوردستان العراق من السدود. علاوة على ذلك ، بدأت الحكومة العراقية في وقت سابق من هذا العام ببناء سد مكحول على نهر دجلة في محافظة صلاح الدين. وقد تصل سعته التخزينية المتوقعة لخزان سد مكحول أكثر من 3 مليارات متر مكعب.

لذلك ، ضاعف العراق مشاريع بناء السدود. و لم يتسبب ذلك فقط في تغيير الخطط التفصيلية لاستراتيجية لموارد المياه والأراضي في العراق (Ministry of Water Resources of Iraq , 2014) ، لكنه يتم ذلك من دون الشفافية أو الاستشارات المطلوبة .

يستعرض هذا المنشور التقديرات المتوقعة حاليا لخسائر التبخر من خزانات السدود في العراق

يستعرض هذا المنشور التقديرات المتاحة حاليا لفقد المياه بسبب التبخر من خزانات السدود في العراق والبلدان الأخرى ذات المناخ شبه الجاف إلى الجاف. وتختتم بمناشدة إلى حكومة العراق وحكومة إقليم كوردستان لتحديث والالتزام باستراتيجية الدولة لموارد المياه والأراضي في معالجة أزمة المياه في العراق. وهذا يعني أولاً وقبل كل شيء ، أنه يجب على كل من حكومة العراق وحكومة إقليم كوردستان إزالة مشاريع السدود الكبيرة من استراتيجيات إدارة المياه الإقليمية والوطنية اما حكومة العراق ينبغي أن توقف بناء سد مكحول على الفور. وتشمل التوصيات الأخرى إنشاء إطار للرصد المتسق للتبخر وزيادة الوعي بشأن الحفاظ على موارده المياه (على سبيل المثال ، الري الفعال ، وتجنب الإفراط في استخراج المياه الجوفية ، وتجديد طبقات المياه الجوفية). أخيرًا ، نحث حكومة العراق وحكومة إقليم كوردستان على استحداث طرق مستدامة و بيئية لتقليل الفقدان المفرط للمياه من خلال التبخر ، مع ضمان تمتع الناس في كل جزء من البلاد بإمدادات موثوقة وكافية وملائمة من المياه النظيفة. لحل هذه الأزمة ، سيحتاج العراق إلى إجراء تغييرات جذرية في استراتيجيته لإدارة الموارد المائية.

التبخر في خزانات السدود في العراق

يعتمد تأثير التبخر من حجم المياه المخزنة على عدة عوامل والتي تشمل ، التبخر في الغلاف الجوي (كمية الماء التي يسحبها الغلاف الجوي من السطح) ، وحجم خزان المياه ، وطريقة التخزين (Craig , 2005). تلاحظ معدلات التبخر الأعلى في المسطحات المائية الكبيرة ، بما في ذلك الخزانات الاصطناعية ، بسبب تعرض كميات كبيرة من الماء لأشعة الشمس والتيارات الهوائية.

يمتلك العراق 6 سدود كبيرة ، 5 منها على نهر دجلة وواحد على نهر الفرات. تم بناء معظم هذه السدود في النصف الثاني من القرن العشرين. بالإضافة إلى ذلك ، يتراوح مناخ العراق بشكل عام من المناطق شبه الرطبة في الشمال إلى المناطق الجافة في الغرب والوسط والجنوب ، وشبه الجافة إلى الجافة في الأهوار وحولها. ترتفع معدلات التبخر بشدة في البيئات الجافة وشبه الجافة. يفقد العراق حاليا ما يقدر بنحو 61٪ من إجمالي هطول الأمطار بسبب التبخر (Atiaa and Abdul-Qadir , 2012). و يقدر معهد الطاقة العراقي (2018) أن إجمالي إمدادات المياه في العراق في عام 2015 بلغ حوالي 76 مليار متر مكعب وأن إجمالي الفاقد من المياه من خلال التبخر من البحيرات الاصطناعية التي تم إنشاؤها للسيطرة على الفيضانات، تبلغ أكثر من 8 مليارات متر مكعب. توقعت وزارة الموارد المائية العراقية (2014) فقدان حوالي 9.7 مليار متر مكعب من خزانات المياه في العراق خلال عام 2015

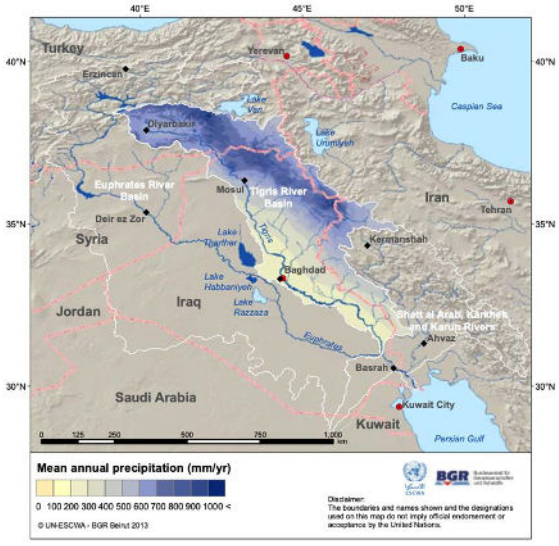
في العقود الأخيرة ، قامت السلطات العامة بمراقبة مستوى التبخر في جميع أنحاء العراق عبر محطات الأرصاد الجوية المختلفة.

على الرغم من انخفاض موثوقية البيانات المتاحة ، فمن الواضح أن العراق يعاني من نقص متزايد في إمدادات المياه ويعتبر عرضة للجفاف. ومع استمرار الارتفاع في متوسط درجات الحرارة و ازدياد عدد السكان (من المتوقع أن يصل إلى 50 مليون بحلول عام 2035) ، سيشكل الاختلال المتزايد بين العرض والطلب على المياه تهديدات خطيرة للنظم الاجتماعية والبيئية للبلد ، بما في ذلك انخفاض الإنتاجية ، وفقدان مصادر الدخل ، وتناقص الإمدادات الغذائية ، والهجرة ، والنزاعات حول الموارد الشحيحة بشكل متزايد.

لسوء الحظ، فإن قياسات التبخر المبلغ عنها للعراق ليست محكمة بشكل جيد ، كما يتضح من المراجعة التالية للبيانات المتاحة حاليا.

يشهد حوض نهر دجلة متوسط هطول سنوي للأمطار (الشكل 1) يتراوح بين 400 ملم و 600 ملم ، لكن هطول الأمطار السنوي يمكن أن يصل إلى 150 ملم في وسط وجنوب العراق ويصل إلى 800 ملم في الشمال (UN-ESCWA and BGR , 2013).

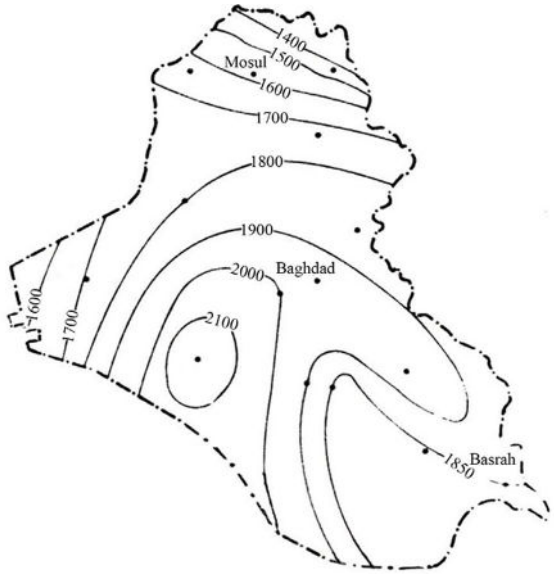
1 تتوقع استراتيجية موارد المياه والأراضي في العراق انخفاضًا كبيرًا في خسائر التبخر ، من 9.7 مليار متر مكعب في عام 2015 إلى 4.3 مليار متر مكعب في عام 2035. ويستند هذا الإسقاط جزئيا إلى استراتيجية لتقليل حجم المياه مخزنة في خزانات نهاية الصيف.
ومع ذلك ، فإن المعلومات المتاحة حاليا ليست كافية لتأكيد هذه التوقعات.



المصدر: لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا ، المعهد الاتحادي لعلوم الأرض والموارد الطبيعية بناءً على بيانات من موقع المناخ العالمي

وفقا لبحث من عام 2018 ، تؤدي معدلات التبخر المرتفعة في العراق إلى خسارة سنوية تبلغ حوالي 2.5 مترا من مستوى البحيرات و الأراضي المغمورة بالمياه في البلاد. يعتمد هذا البحث على بيانات من بحيرتين طبيعيتين (الثرثار و الحبانية) وثلاثة خزانات للسدود (حمرين ودوكان ودربندخان) ، بالإضافة إلى **الأهوار** في منطقتين من البلاد في الفترة من 2001 إلى 2012 (Dawood et al., 2018). يدعي بحث حديث آخر (Chabuk et al., 2020) أن متوسط التبخر السنوي من المسطحات المائية المفتوحة في العراق يقلل من مستوى سطحها بحوالي 1,4 متر

أفاد البراك (1964) أن المتوسط السنوي المرصود للتبخر في محطة الأرصاد الجوية ببغداد للفترة 1956-1961 تتراوح من 191.4 بوصة (4862 ملم) إلى 196.1 بوصة (4981 ملم). يدمج التبخر الشامل تأثيرات العناصر المناخية المتنوعة ، بما في ذلك درجة الحرارة والرطوبة وهطول الأمطار وانتشار الجفاف والإشعاع الشمسي والرياح.



متوسط التبخر السنوي (مم) في العراق

المصدر:

Al-Ansari, N., (2013), Management of Water Resources in Iraq: Perspectives and Prognoses, Engineering

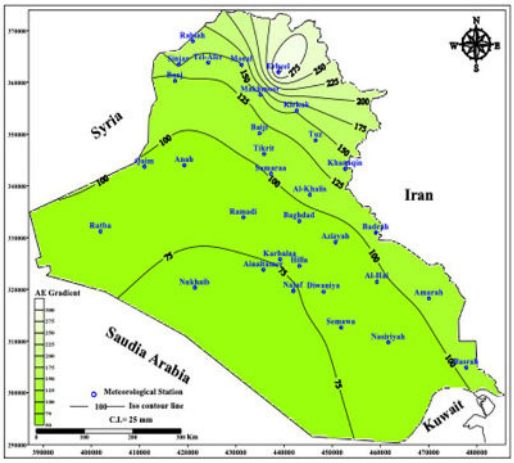
قام (Yaseen et al., 2020) بفحص بيانات التبخر من محطتي الأرصاد الجوية في بغداد والموصل للفترة 1999-2009. خلال هذه الفترة ، تتراوح متوسط درجة الحرارة في تموز (يوليو) في بغداد من 23.5 إلى 44.0 درجة مئوية. و بلغ معدل هطول الأمطار السنوي في بغداد لهذه الفترة 244 ملم ، والتبخر السنوي 3200 ملم. أما في الموصل ، تراوح متوسط درجة الحرارة لشهر تموز (يوليو) من 24,8 إلى 43,0 **درجة** مئوية ، في حين بلغ معدل التبخر وهطول الأمطار 729 ملم و 3900 ملم على الترتيب

يذكر (Al-Ansari, 2013) أرقاما أقل لمتوسط التبخر السنوي ، والذي يتراوح بين 1900 ملم و 2000 ملم في وسط العراق وبين 1400 و 1700 ملم في الشمال (انظر الشكل 2 في الصفحة السابقة).

بتحليل البيانات لفترة أطول ، أبلغ (Al-Sudani, 2019) عن متوسط محتمل ل "التبخر و النتح" (ب.ن.م) و متوسط حقيقي ل

"التبخـــر و الـــنتح" (ب.ن.ح) لـ 32 محـــطة أرصاد جوية عراقية (انظر الشكل 3). بالنسبة لبغداد ، (ب.ن.م) تم حسابها لتكون 1674.4 ملم و (ب.ن.ح) كانت 92 ملم (بناء على سجل بيانات مدته 30 عامًا) ، وبالنسبة للموصل ، كانت (ب.ن.م) 1327.3 ملم و (ب.ن.ح) كانت 148 ملم (استنادا إلى سجل بيانات مدته 70 عامًا).

يقع سد حديثة على نهر الفرات على بعد 7 كم من المنبع من مدينة حديثة (وسط-غرب العراق) في محافظة الأنبار. عند منسوب المياه التشغيلي الذي يقدر بحوالي 147 م تكون مساحة الخزان 500 كيلومتر مربع وحجم التخزين عند هذا المستوى 8,25 مليار متر مكعب



خريطة محيطية لمعدل "التبخر و النتح" السنوي (ب.ن.س) في العراق.

المصدر: (Al-Sudani, 2019)

قام (Danboos et al., 2018) مفاده أن خزان سد حديثة قد انخفض من المستوى التشغيلي الكامل البالغ 147 مترًا في عام 2006 إلى ما يقرب من 123 مترًا في عام 2009 ، وانخفض المتوسط التقديري لخسارة التبخر السنوية من الخزان من حوالي 1.8 مليون متر مكعب في عام 2006 إلى حوالي 1.5 مليون متر مكعب في عام 2009.

يعتبر سد الموصل الواقع على نهر دجلة وهو أكبر سد في العراق. و يشهد أعلى معدل للتبخر في شهر تموز (يوليو). بناء على البيانات المسجلة في محطة الأرصاد الجوية بالموصل بين عامي 1980 و 2013 ، حيث بلغ متوسط معدل التبخر في ذلك الشهر 365.5 ملم. وفقا للشكل 4 ، و يبلغ متوسط فقدان المياه بسبب التبخر في سد الموصل ما يقرب من 2 متر سنويا. وهذا ما يزيد بنسبة 50% تقريبًا عن (ب.ن.م) السنوي في الموصل التي أبلغ عنها (Al-Sudani, 2019) وأقل بنسبة 50 % من التقدير الذي أبلغ عنه (Yaseen et al., 2020)

2
وتجدر الإشارة إلى أن القسم التالي يوضح أنه في مصر وتركيا ، يتم فقد ما يقرب من 6-7٪ من مخزون المياه بالخزان من خلال التبخر ، بينما تشير الأرقام أعلاه إلى أن نسبة التبخر والتي تمثل ما يقرب من 0.02٪ من السعة التخزينية المحتملة لخزان سد حديثة في العراق.

خسائر التبخر من خزانات السدود في دول أخرى

من خلال فحص البيانات المنشورة عن خسائر التبخر في الشرق الأوسط وأستراليا ، يمكننا الحصول على تقدير عام للحجم النسبي لخسائر التبخر من خزانات السدود.

مصر

تبلغ سعة بحيرة ناصر في مصر حوالي 162 مليار متر مكعب من المياه. و يقدر إجمالي الفاقد السنوي من المياه بسبب التبخر في عام 2021 بما يتراوح بين 12.3 و 13.6 مليار متر مكعب / سنة (Abd-Elhamid et al., 2021)

تركيا

وفقا لتقرير (Gökbulak and Özhan , 2006) فقد كان لدى تركيا في بداية هذا القرن موارد مائية متاحة يبلغ مجموعها حوالي 107.3 مليار متر مكعب. و بناء على بيانات عام 1999 ، قُدرت خسارة التبخر الإجمالية بـ 6.8 مليار متر مكعب سنويا ، منها 4,1 مليار متر مكعب سنويا من الخزانات و 2,7 مليار متر مكعب سنويا من البحيرات. وبالتالي ، فإن كمية المياه المفقودة من خلال التبخر كانت أكبر من:

الاستخراج السنوي للمياه الجوفية (6 مليار متر مكعب)

استهلاك المياه المنزلي السنوي (5,7 مليار متر مكعب)

الاستهلاك السنوي للمياه الصناعية (4 مليار متر مكعب)

في أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين ،

سد حديثة هو سد أرضي على نهر الفرات ، شمال مدينة حديثة ، العراق

كانت كمية المياه المفقودة من خلال التبخر في تركيا تقارب ربع المياه المستخدمة للري المقدرة بحوالي 29.2 مليار متر مكعب (Gökbulak and Özhan , 2006) و نظرا لأن هذه الأرقام تعود إلى عقدين من الزمن ، فمن المحتمل أن يكون حجم خسائر التبخر بالنسبة إلى إجمالي المياه المتاحة في تركيا قد زاد بسبب تغير المناخ. يُضاف على ذلك ، تمتلك تركيا الآن نسبة أعلى من المياه المتاحة في الخزانات ، مما يزيد من احتمالية تبخر نسبة أكبر من هذه المياه.

في عام 2020 ، قدر متوسط التبخر السنوي من المسطحات المائية المفتوحة في تركيا بمستوى 1050 ملم (Chabuk et al., 2020)

من المتوقع ازدياد فقدان المياه بسبب التبخر

تواجه البحيرات والخزانات في جميع أنحاء العالم خطر الانكماش (Danboos et al., 2018) ، ومع استمرار تغير المناخ ، فإن تسارع معدلات التبخر ستلفت الانتباه إلى الحاجة إلى اتخاذ إجراءات عاجلة لحماية توازن المياه السطحية الموجودة في بحيرات المياه العذبة والخزانات والأراضي الرطبة في العالم ، وكذلك الجداول والأنهار. أصبحت الحاجة إلى الحفاظ على هذا التوازن أكثر أهمية في إدارة الموارد المائية (Atiaa and Abdul-Qadir , 2012). أما في الشرق الأوسط ، من المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة بشكل مطرد (Abbas, Wasimi, Al-Ansari & Sultana, 2018) . و من المتوقع أن تشتد ظروف الجفاف في العراق في السنوات القادمة ، ومن المرجح أيضا أن يؤدي التبخر إلى زيادة الحصة المفقودة من المياه الموجودة في خزانات السدود في البلاد.

يجب أن يتوقف العراق عن بناء سدود كبيرة

بالنظر إلى الآثار البيئية السلبية المختلفة للسدود ، بما في ذلك ارتفاع معدلات التبخر في الخزانات الكبيرة ، فإن تخزين المياه في الخزانات الاصطناعية لن يحل أزمة المياه في العراق. في الواقع ، كما تشير الدراسة البحثية المذكورة أعلاه ، فإن بناء المزيد من السدود داخل إقليم كوردستان-العراق سيزيد من حصة المياه المفقودة إلى الغلاف الجوي بسبب ارتفاع درجات الحرارة وتوسع المساحة الإجمالية لخزانات المياه بالمنطقة. إن مستوى الضرر ينذر بالخطر ، لكن حكومة إقليم كوردستان وحكومة العراق يواصلان لبناء السدود.

بينما أشارت حكومة العراق سابقا إلى أنها ستحد من دور السدود الكبيرة في استراتيجيتها لإدارة المياه ، فقد استأنفت مؤخرا بناء سد مكحول في محافظة صلاح الدين بسعة متوقعة تزيد عن 3 مليارات متر مكعب ، و يهدد هذا المشروع بإغراق جزء كبير من المواقع التراثية ومن بينها الموقع التراثي العالمي لمنطقة حضارة آشور او ما يسمى قلعة اشور في الشرقاط وسيقل تدفق المياه إلى الأهوار في الجنوب.

ومن المثير للقلق أيضا أن حكومة إقليم كوردستان وحكومة العراق أبدتا اهتماما في عدة مناسبات بالانتهاء من بناء سد "بخمة". حيث بدأ بناء هذا السد الكبير على نهر الزاب الأكبر في عام 1987 ولكن تم تعليقه بسبب الجدل حول المشروع.

وبسعة تصل إلى 17 مليار متر مكعب، سيكون "بخمة" أحد أكبر السدود وأكثرها أهمية من الناحية الإستراتيجية في بلاد ما بين النهرين وسيفقد ما يقدر بـ 480 مليون متر مكعب من المياه سنويا من خلال التبخر. هذه الكمية أكثر من استهلاك المياه في أكبر ثلاث مدن في إقليم كوردستان مجتمعة. (Mustafa, 2012)

التوصيات

تتطلب إدارة نهري دجلة والفرات تخطيطا على مستوى حوض النهرين معا ، ويحتاج بناة السدود في جميع أنحاء العراق وخاصة في إقليم كوردستان إلى تقييم مفصل للآثار التراكمية لمشاريع البنية التحتية للمياه على الاختلالات داخل الدورة الهيدرولوجية ، بما في ذلك زيادة فقدان المياه من خلال التبخر . اننا نحث حكومة العراق وحكومة إقليم كوردستان على تحديث الاستراتيجية الوطنية لموارد المياه والأراضي والالتزام بها أثناء عملهما على حل أزمة المياه ، ونقدم التوصيات التالية لتقليل التبخر

1. تماشيا مع خطة العمل الوطنية للتخفيف من آثار تغير المناخ والاستراتيجية الوطنية المحدثة لإدارة الموارد المائية ، يجب على حكومة العراق وحكومة إقليم كوردستان إلغاء بناء السدود الكبيرة من خططهما وايقاف بناء سد مكحول.

2. إنشاء إطار عمل للرصد المنتظم للعوامل المناخية ، بما في ذلك درجة حرارة الهواء ، والضغط الجوي ، والرطوبة ، وهطول الأمطار ، والإشعاع الشمسي ، والتبخر في جميع أنحاء البلاد. كما يجب أن يتاح للجميع الوصول إلى البيانات الدورية عن احتياطي المياه والمعلومات التفصيلية حول طرق جمع البيانات لتحليلها بشكل مستقل ودقيق. ونوصي أيضا بضرورة مراعاة نتائج التحليلات المستقلة عند تقييم الآثار البيئية والاقتصادية لأي سدود لا تزال مخططة للبناء.

3. في حين أن إقليم كوردستان يوجد به العديد من السدود الصغيرة لتخزين وتجميع المياه ، إلا أن حكومة الإقليم يجب أن تفكر أيضا في تجميع مياه الأمطار في شبكات من البرك الصغيرة.

4. يجب على حكومة إقليم كوردستان وحكومة العراق العمل بشكل عاجل لتحسين كفاءة توزيع المياه واستهلاكها: زيادة الوعي العام بعواقب استخراج المزيد من المياه من مخزون المياه الجوفية مما يتجدد من خلال التسريب ؛ إعطاء الأولوية للممارسات التي تجدد الآبار الضحلة ؛ وتوفير التدريب والحوافز لمساعدة المزارعين على تقليل استهلاك المياه باستخدام طرق الري بالتنقيط والرش بدلا من الري بالغمر.

5. يجب على حكومة العراق وحكومة إقليم كوردستان إجراء دراسات لتقييم جدوى تعديل تصميمات القنوات التقليدية و أنظمة الأنفاق الجوفية في بلاد ما بين النهرين و التي تنقل المياه الجوفية أو المياه السطحية أو مياه الينابيع إلى سطح الأرض باستخدام قوة الجاذبية فقط ، هذه الدراسات سوف تساعد في تطوير تخزين المياه وشبكات نقل المياه و التي ستسهم في تقليل التبخر.

ستتطلب معالجة أزمة المياه الحادة في العراق تغييرات جذرية في استراتيجية البلاد لحماية المياه المخزنة في البحيرات والأراضي الرطبة والخزانات الاصطناعية (Save the Tigris Campaign, 2020).

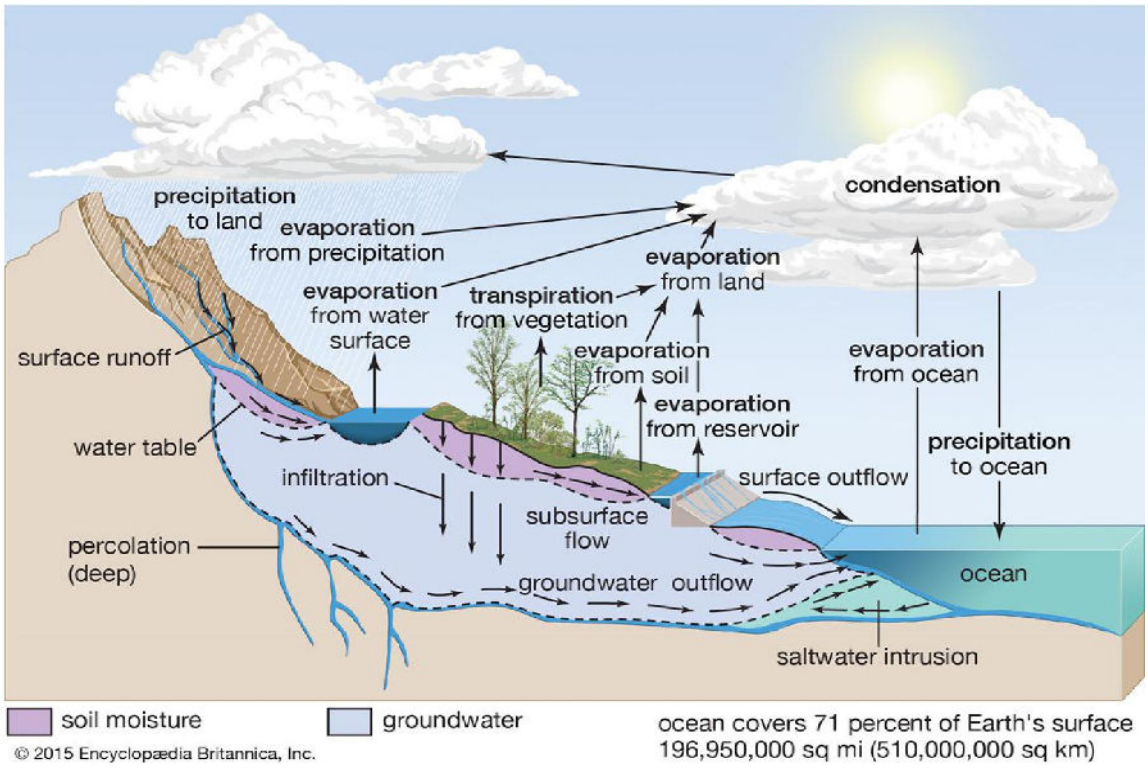
بدون تخطيط يأخذ بعين الاعتبار كل الأوجه للتخفيف من تأثير التبخر على إمدادات المياه في البلاد ، سيجد قادة العراق صعوبة إن لم تكن استحالة تامة لضمان قدرة المواطنين العراقيين للوصول إلى المياه النظيفة لاستخدامها في المنازل والمزارع والصناعات المختلفة.

ملحق:

الدورة الهيدرولوجية

يعتبر التبخر هو أحد مكونات الحركة الدورية للمياه سواء على سطح الأرض أو فوقه وتحته. تتبخر المياه من المحيطات والبحيرات إلى الهواء من خلال التبخر(ت) Evaporation ويتم حملها كبخار ماء بواسطة التيارات الهوائية ، ويتم نقل المياه من جوف الأرض إلى الغلاف الجوي عبر أوراق النباتات من خلال عملية النتح (ن) Transpiration. (غالبا ما يتم الجمع بين مصطلحات التبخر والنتح معا و يعبر عنه بمصطلح "التبخر و النتح" ، (ت. ن). بمرور الوقت ، يتكثف بخار الماء الموجود في الهواء و يتحول إلى سحب ويسقط مرة أخرى على سطح الأرض كهطول للأمطار (هـ). بعض هذه المياه محجوز في البحيرات والخزانات والأراضي الرطبة بينما يتدفق بعضها عبر الأنهار عائدة نحو المحيطات (الجريان السطحي ، ج) ، و يتسرب البعض الآخر إلى الأرض (التسلل ، س) ، مما يؤدي إلى تجديد (أو إعادة تغذية) ينابيع المياه الجوفية. تُعرف هذه العملية برمتها بالدورة الهيدرولوجية. يمكن التعبير عن التوازن الهيدرولوجي للتدفقات بالمعادلة التالية

الأنواع المتنوعة من التدفقات وتجمعات المياه موضحة في الشكل 5 أدناه



هـ = ت. ن + ج + س

من الناحية النظرية ، يمكن ملاحظة كل نوع من أنواع التدفق داخل الدورة الهيدرولوجية وقياسها. بينما في ظروف معينة ، قد تكون كمية المياه التي يتم فقدانها من بحيرة أو خزان من خلال الارتشاح والنتح من المنطقة المحيطة بالمسطح المائي كبيرة و يصعب قياس هذه التدفقات.

لذلك ، فمن الناحية العملية ، قد يركز مديرو الموارد المائية و دعاة الحفاظ عليها على المراقبة الدورية للمصطلحات القابلة للقياس بسهولة (على سبيل المثال : هطول الأمطار ، إجمالي حجم الجسم المائي ، حجم عمليات السحب للاستهلاك المحلي / الإقليمي ، والتدفقات الخارجة لاستهلاك المصب) لتقدير حجم المياه و نقصانها من خلال التبخر.

"التبخر و النتح"

"التبخر و النتح" هو مصطلح يعبر عن مزيج من تبخر المياه من المسطحات المائية ومن سطح التربة والنتح من جوف الأرض عبر النباتات (عبر فتحات صغيرة أو "ثغور" على سطح أوراق النباتات). هناك ثلاثة شروط مهمة مطلوبة لحدوث التبخر:

توافر المياه: يجب أن يكون هناك ماء على السطح

الحرارة: يجب أن تكون هناك طاقة كافية متاحة للسماح بالتحول من الهيئة السائلة إلى الهيئة الغازية.

التيارات الهوائية: يجب أن تكون هناك آلية نقل تدعم حركة المياه المتبخرة من المنطقة (حركات مضطربة ، مثل الرياح) ، وبالتالي تجنب تشبع الغلاف الجوي بالبخار الذي يمنع المزيد من التبخر.

نضف الى هذا، فإن مصطلح "التبخر و النتح" المحتمل (ت. ن. م) يحدد المعدل المتوقع ل"التبخر و النتح" الذي قد يحدث (على سبيل المثال ، سنويا) بافتراض وجود كميات كافية من رطوبة التربة في جميع الأوقات. على النقيض ، فإن "التبخر و النتح" الحقيقي (ت. ن. ح) يكون أقل من أو يساوي "التبخر و النتح" المحتمل. يتأثر (ت. ن. ح) بشكل أساسي بالعوامل الجوية ، بينما (ت. ن. م) يعتمد على عوامل خاصة بالنبات والتربة.

نظرا لعدم وجود معلومات موثوقة عن النتح في حوض نهري دجلة و الفرات ، فإن نقل المياه السطحية عبر الغطاء النباتي إلى الغلاف الجوي يعتبر خارجا عن إطار هذا المنشور، والذي يركز بشكل أساسي على تأثير التبخر على خزانات السدود.

للمزيد حول الطرق المختلفة لتقدير التبخر و"التبخر و النتح" (Bear & Chang, 2010 and Craig, 2005)

حساب اتزان الدورة الهيدرولوجية

من أجل مراقبة الحركات أو التدفقات المختلفة للمياه في الدورة الهيدرولوجية ، يحدد مديرو الموارد المائية و دعاة الحفاظ عليها "حجم التحكم" من خلال تعيين الحدود المكانية التي يمكن من خلالها قياس التغيرات في كمية المياه المتراكمة. يتم تحديد "حجم التحكم" بشكل تقديري ؛ يمكن أن تتكون من حوض نهري كامل أو جزء منه. يتم حساب التغييرات في كمية المياه المتراكمة في حجم التحكم عن طريق قياس التدفقات داخل وخارج حجم التحكم. تشمل مكونات تدفق المياه:

- هطول الأمطار (من الغلاف الجوي إلى سطح التربة والمسطحات المائية ، مثل المطر والثلج)
- الجريان السطحي (على سطح الأرض)
- التسرب (من المسطحات المائية وسطح التربة إلى جوف الأرض)
- تدفق المياه الجوفية (داخل ينابيع المياه الجوفية)

- النتح (من الأرض إلى الغلاف الجوي عبر الغطاء النباتي)
- التبخر (من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي)

أما مكونات تراكم المياه فتشمل:

- رطوبة التربة
- تجمعات المياه الجوفية (التجمعات غير المتدفقة)
- الماء في المحيطات
- المياه السطحية (مجاري المياه والبحيرات وما إلى ذلك)

كما هو مذكور أعلاه ، تعرف العلاقة بين التدفقات والتراكم داخل "حجم التحكم" باسم التوازن الهيدرولوجي ، والذي يمكن التعبير عنه أيضا بالمعادلة التالية:

ت∆ = هـ – ت. ن – ج – س

حيث تعبر "∆ت" عن التغير في كمية المياه المتجمعة في حجم التحكم .

و تعبر "هـ" عن كمية هطول الأمطار.

و تعبر "ج" عن الجريان السطحي.

و "ت. ن" عن "التبخر و النتح".

و هو مجموع المياه المفقودة من البخر و النتح معا.

وأخيرا تعبر "س" عن التسرب

المصادر

Abd-Elhamid, H.F.; Ahmed, A.; Zelenˇáková, M.; Vranayová, Z.; Fathy, I. (2021). Reservoir Management by Reducing Evaporation Using Floating Photovoltaic System: A Case Study of Lake Nasser, Egypt. Water 2021, 13, 769. https://doi.org/10.3390/ w13060769

Al-Ansari, N. (2013). Management of Water Resources in Iraq: Perspectives and Prognoses. Engineering, 2013, 5, 667-684, https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:982487/ FULLTEXT01.pdf

Alwash, A., Istepanian, H., Tollast, R., Al-Shibaany, Z. (2018). Towards Sustainable Management of Water Resources in Iraq. Iraq Energy Institute, 30 August 2018

Atiaa, Abdul-Qadir. (2012). Using fuzzy logic for estimating monthly pan evaporation from meteorological data in Emara/ South of Iraq. Baghdad Science Journal, 9.1

Al-Barrak, Ala H., (1964). Evaporation and Potential Evapotranspiration in Central Iraq. All Graduate Theses and Dissertations, 1549. https://digitalcommons.usu.edu/etd/1549

Bear, J., Cheng, A. (2010). Hydrologic Cycle and Hydraulic Balance, Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport, Springer

Chabuk, A., Al-Madhlom, Q., Al-Maliki, A., Al-Ansari, N. (2020). Water quality assessment along Tigris River (Iraq) using water quality index (WQI) and GIS software. Arabian Journal of Geosciences, 3, 654, https:// link.springer.com/article/10.1007/s12517-020-05575-5

Craig, I.P. (2005). Loss of storage water due to evaporation – a literature review. NCEA publication, University of Southern Queensland, Australia

Danboos, Jafaar and El-Shafie. (2018). Effect of Evaporation on the Haditha Reservoir on the Euphrates River in Iraq and Recommendations for Reducing Evaporation Losses. International Journal of Applied Engineering Research, 13.2, 929-941

Dawood, A., Kalaf, Y., Abdulateef, N., and Fali, M. (2018). Investigation of surface area of lakes and marshes from satellite images by using remote sensing and geographic information system integration in Iraq, MATEC Web of Conferences, 162, 03016, https://www.matec-conferences.org/ articles/matecconf/pdf/2018/21/ matecconf_bcee32018_03016.pdf

Gökbulak, Ferhat and Süleyman Özhan. (2006). Water loss through evaporation from water surfaces of lakes and

reservoirs in Turkey. E-Water, Official Publication of the European Water Association (EWA)

Hydronova. (2015). Iraq: Water Resources Planning and Investments Analysis, How Local Reallocation Can Help Meet National Water Resource Management Objectives. Prepared for the World Bank.

Ministry of Water Resources of Iraq. (2014). Strategy for Water and Land Resources of Iraq

Mustafa, H.M. (2012). Social Impact Assessment of the Proposed Bekhme Dam in Kurdistan Region of Iraq. Master's thesis, Duhok University, Iraq

Need to Reduce Water Evaporation in Iran Dams. Financial Tribune, 18 January 2020.
Marani, Marco. (2003). Processi E Modelli Dell'idrometeorologia: Un'introduzione. Padua University

Save the Tigris Campaign. (2020). Damming the Kurdistan Region of Iraq. https://www.savethetigris.org/wp- content/uploads/2020/07/Damming-the-Kurdistan-Region-of-Iraq-1.pdf

Al Sudani, H. (2019). Estimation of Water Balance in Iraq using Meteorological Data. International Journal of Recent Engineering Science (IJRES), 6.5

UN-ESCWA and BGR (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). (2013). Inventory of Shared Water Resources in Western Asia. Beirut

Yaseen, Zaher Mundher, Anas Mahmood Al-Juboori, Ufuk Beyaztas, Nadhir Al-Ansari, Kwok-Wing Chau, Chongchong Qi, Mumtaz Ali, Sinan Q. Salih & Shamsuddin Shahid. (2020). Prediction of evaporation in arid and semi-arid regions: a comparative study using different machine learning models. Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics, 14:1, 70-89

Zaydan Ali, H; Faraj, S.H. (2017) Estimation of Daily Evaporation from Calculated Evapotranspiration in Iraq. Journal Of Madent Alelem College, 9.2