التلوث الحراري لمياه سدي الموصل و حديثة واثارهما البيئية
(دراسة مقارنة)

أ.د. عبير يحيى احمد

abeersakini8@gmail.com

الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية

الملخص

تلعب درجات الحرارة خاصة اليومية والفصلية منها دوراً مهماً في تغيير النمط المكاني للنظم البيئية المائية للسدود ، اذ تساهم في تغيير درجات حرارة مياهها عن طريق اطلاق الماء البارد أو الدافئ غير الموسمي فيها مما يؤدي إلى تقليل التقلبات اليومية لدرجات الحرارة ، و من المعروف إن المقاييس التي يتم من خلالها قياس درجات الحرارة للمياه قليلة ونادرة ، الا ان بيانات الاستشعار عن بعد قد وضعت نهجاً جديداً لرصد التلوث الحراري في اتجاه مجرى الانهار أو السدود .

وقد استخدمت هذه الدراسة احد برامج نظم المعلومات الجغرافية الحديثة (Arc GIS .v.10.8) بالاعتماد على بيانات المرئيات الفضائية لاندسات (Land Sat .8.ETM+) ولعدة مشاهدات ، حيث تم رصد وتقييم التلوث الحراري الناجم عن سدي الموصل و حديثة وآثارهما البيئية على المياه و التنوع البايولوجي و الحياة النباتية و تقليل محتوى الاوكسجين المذاب في الماء و اجراء التفاعلات الكيميائية ، بعد ان تم الكشف عن هذه الملوثات في تحويل القيم الرقمية لصور الاقمار الصناعية إلى قيم اشعاعية طيفية من قبل المستشعرات الحرارية ضمن النطاق الحراري (11) من القمر الصناعي لاندسات (8) .

الكلمات المفتاحية : النظام البيئي ، المستشعرات الحرارية ، التلوث الحراري ، التنوع البايولوجي .

Thermal pollution of the waters of Mosul and Haditha dams and its environmental effects(comparative study)

proff. Dr. Abeer Yahya Ahmed

Al Mustansiria University , Geography Department Collage of Education

Abstract:

Temperatures plays especially the daily and seasonal ones, play an important role in changing the spatial pattern of the aquatic ecosystems of dams, and large dams contribute to changing their water temperatures by releasing cold or warm non-seasonal water, which leads to reducing the daily fluctuations of temperatures, and it is known The scales that can measure water temperatures are few and rare, and remote sensing data has provided a new approach to monitoring thermal pollution downstream of rivers or dams.

This study used a modern geographic information system program (Arc GIS.v.10.8) based on Landsat satellite visual data (Land Sat.8.ETM+) and for several observations, where the thermal pollution caused by the Mosul and Haditha dams and its environmental effects was monitored and evaluated. On water, biological diversity and plant life, reducing the dissolved oxygen content in water and conducting chemical reactions, after these pollutants were detected in converting the digital values of satellite images into spectral radioactive values by the thermal sensors within the thermal range (11) of the moon Industrial Landsat (8).

Key words: Ecosystem , Thermal sensors thermal pollution, Biodiversity

المقدمة :

تعرضت درجات الحرارة في العالم الى تقلبات عديدة في الماضي والحاضر مما أثرت على النظام البيئي وذلك بسبب النشاط البشري والتطور الصناعي والتكنولوجي ، مما يؤثر على نشاط التلوث الحراري، وتأتي آثار هذا التلوث إلى التغيرات غير الطبيعية في

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

درجات الحرارة في الجسم الطبيعي للمياه ، والناجمة عن تصريف مياه التبريد الصناعية للسدود ، و إن للسدود دور مهم في تغيير درجات حرارة المياه للنهر، بالاضافة الى انها تسبب تلوثا حراريا قد يؤثر على الانظمة البيئية المائية للنهر، كما هو معروف فان الطاقة الكهربائية تتطلب انتاجها الى استخدام مايقارب 80% او اكثر من المياه لتبريد المياه .

تركز هذه الدراسة بشكل أساسي على التأثيرات البيئية للسدود في استخدام المياه للتبريد وانتاج الطاقة الكهربائية والتحكم في تدفق المياه ومنع الفيضانات والمياه المنزلية ومياه الري. عندما تم تشييد السدود منذ سنوات طويلة قبل الحصول على المعلومات الهيدرولوجيا والميكانيكية للمياه المتوفرة في الوقت الحالي فقد انتجت عن ذلك اثار سلبية على البيئة مثل الهيدروليكية، التأثيرات المناخية ، البيولوجية ، الاجتماعية ، الآثارية ، الثقافية ، أينما كان موقع السد ، فإن نتائجه البيئية هي نفسها. يمكن أن يكون التلوث الحراري الذي تنتجه السدود في البيئة المائية من نوعين: بارد ودافئ و قد تم تصنيف التأثيرات البيئية للسدود وفقًا لمعايير مختلفة مثل التأثيرات طويلة المدى وقصيرة المدى ، والتأثيرات على المنطقة القريبة و البعيدة واثرها البيئية والاقتصادية والاجتماعية .

مشكلة الدراسة :

يمكن تحديد مشكلة الدراسة بطرح التساؤلات التالية :

1- كيف يؤثر تغيير درجات الحرارة والتفاعلات الكيميائية إلى ظهور مشكلة التلوث الحراري لمياه سدي الموصل وحديثة ؟

2- هل إن تحليل بيانات الاستشعار عن بعد و برمجيات GIS تساهم في ايجاد الحلول اللازمة لهذا التلوث ؟

3- ما هي الآثار الناجمة من التلوث الحراري ؟ وكيف يؤثر على النظم البيئية و التنوع البيولوجي؟ و ماهي الحلول المناسبة للتقليل من هذا التلوث ؟

فرضيات الدراسة:

1- إن التلوث الحراري لمياه سدي الموصل وحديثة له اثارا سلبية على النظم البيئية و الحياة النباتية و التنوع البيولوجي في منطقة الدراسة .

2- هناك علاقة بين تغيير درجات حرارة للمياه والملوثات البشرية و الصناعية و بين الآثار البيئية الناجمة من التلوث الحراري .

3- تساهم التقنيات الجغرافية الحديثة للحد من التلوث الحراري لمياه سدي الموصل وحديثة .

اهداف الدراسة :

تهدف الدراسة الى استخدام التقنيات الجغرافية الحديثة المتمثلة ببيانات الاستشعار عن بعد وبرامجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحديد التلوث الحراري لمياه سدي الموصل وحديثة وآثارهما البيئية للتوصل الى الحلول المناسبة للحد من هذا التلوث .

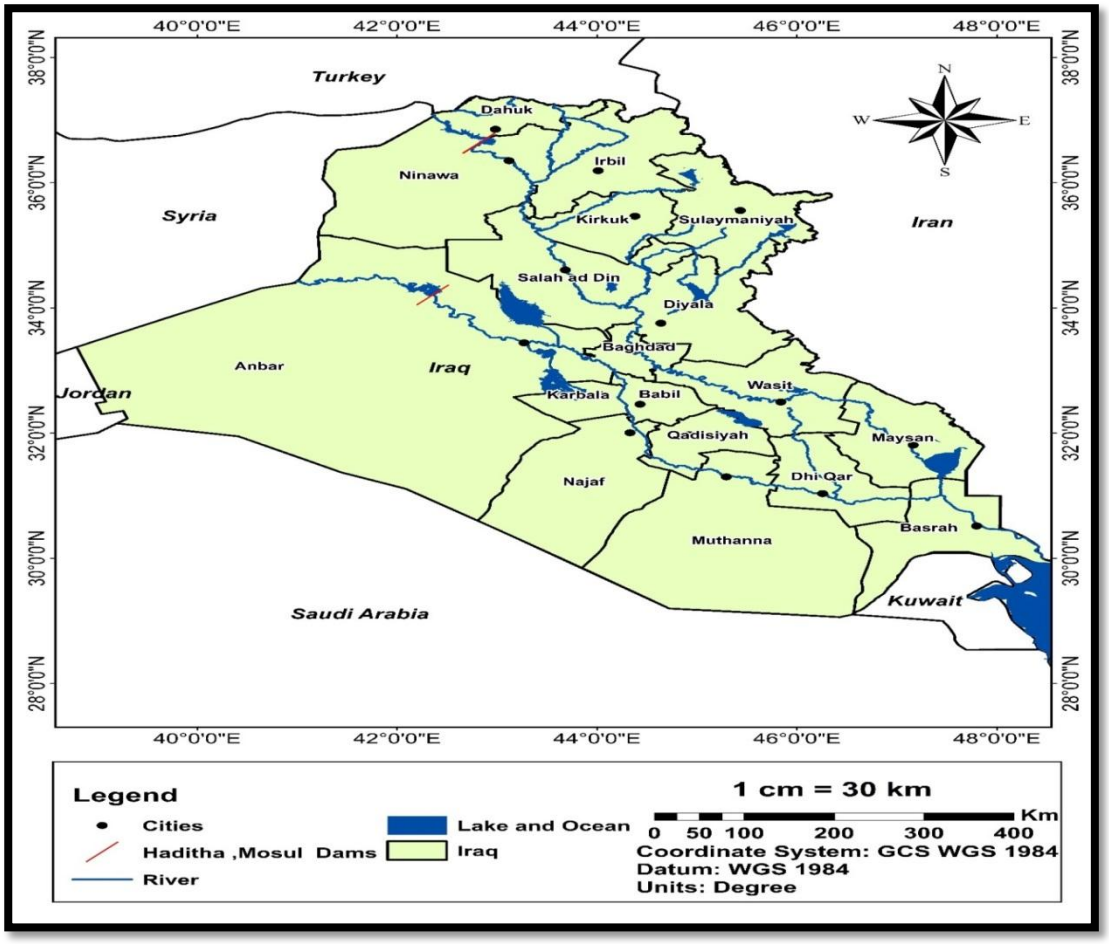
موقع منطقة الدراسة :

يقع سد الموصل في محافظة نينوى شمال العراق على مجرى نهر دجلة ، على إحداثيات خطي طول (30 42 ° - 15 42°) شرقاً ، ودائرتي عرض (28 36 ° - 15 36°) شمالاً ، وتبلغ مُعدلات قدرة السد على توليد الكهرباء إلى سبعمائة وخمسين ميجاواط، وذلك وِفقاً للمصادر الأمريكية عام 2007م ، وهذا المعدل يكفي لسد احتياجات ما يُقارب 675.000 منزل. تصل كميات المياه المُخزنة داخل سد الموصل إلى اثني عشر مليار متر مكعب، وهذه الكمية مُخصصة للشرب، ولري الأراضي الزراعية.

اما سد حديثة يقع على نهر الفرات بين خطي طول (15 42 ° - 7 42°) و دائرتي عرض (10 34 ° - 5 34°) ، وهو ثاني أكبر السدود في العراق والشرق الأوسط من حيث مساهمته في توليد الطاقة الكهربائية بعد سد الموصل، ذو طاقة إنتاج قصوى 1050 ميجا واط ، وكما في الخرائط (1) (2) (3) .

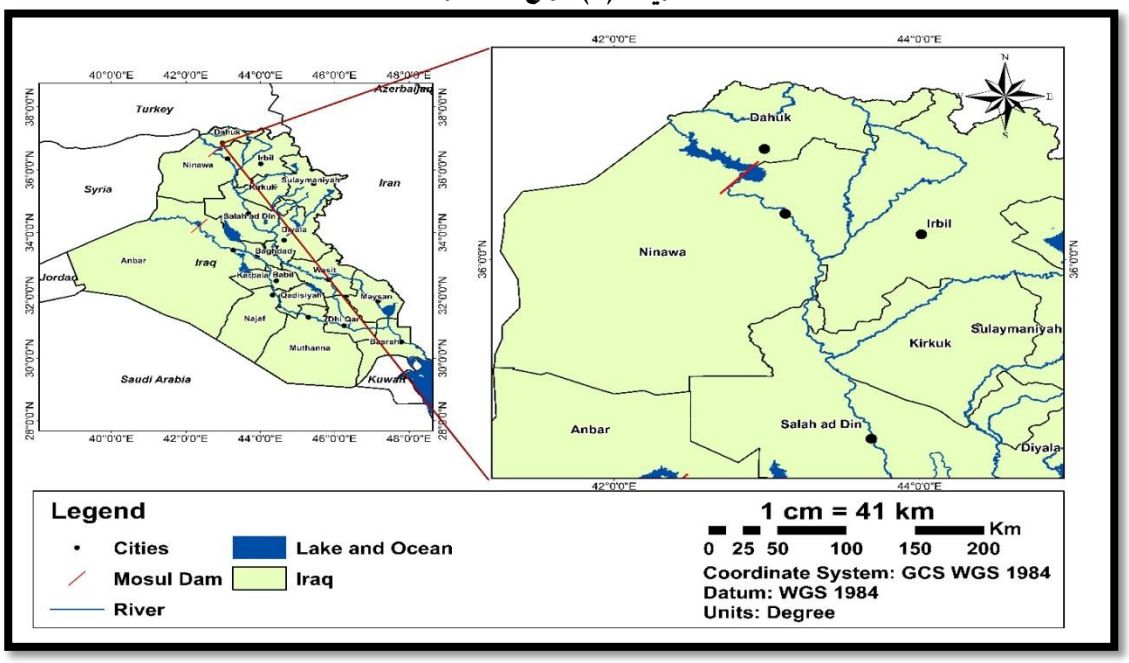
DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

خريطة (1) موقع سدتي الموصل وحديثة من العراق



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc Map V.10.5 .

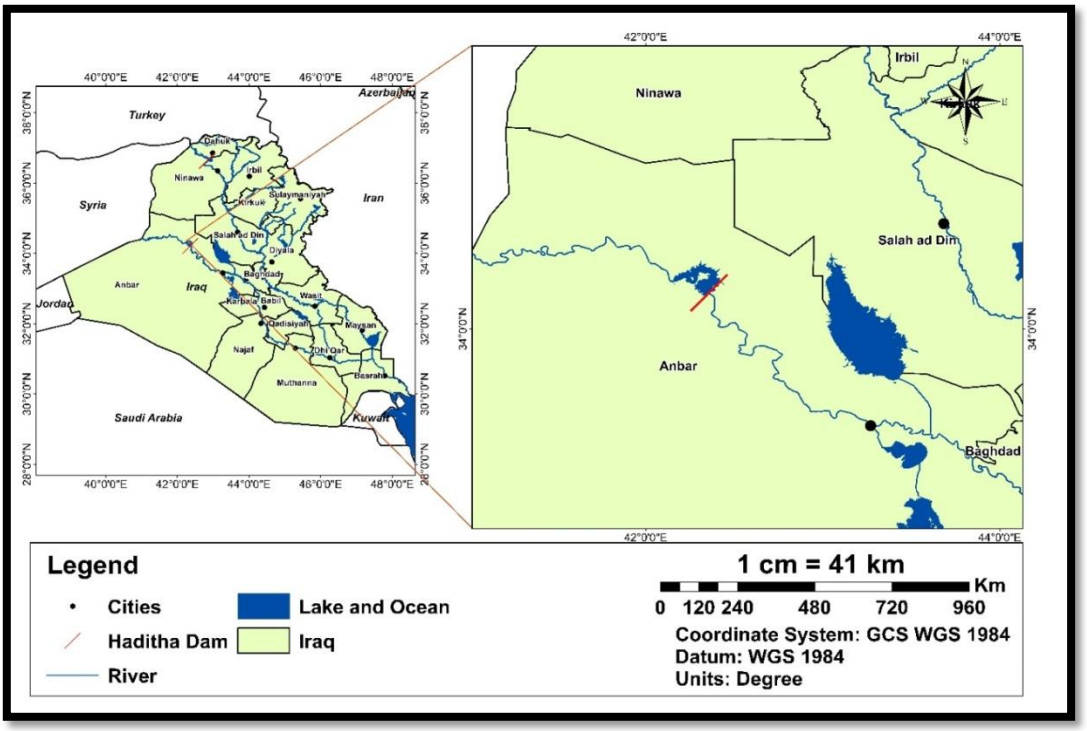
خريطة (2) موقع سد الموصل



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc Map V.10.5 .

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

خريطة (3) موقع سد حديثة



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc Map V.10.5 .

التلوث الحراري والنظام البيئي:

ان مشكلة التلوث الحراري هي احدى المشاكل المنتشرة في الوقت الحاضر، و يحدث نتيجة سكب مياه ملوثة ناتجة عن عمليات التبريد للعديد من المحطات الكهربائية ليحوله الى مياه ساخنة ، وبذلك تكون درجة حرارتها مختلفة عن المصدر، حيث تكون محملة بالمواد الكيميائية السامة مما تترك آثاراً خطيرة على النظم البيئية والمجتمعات المحلية ، و يعرف التلوث الحراري بانه (تغيير مفاجئ اما زيادة او نقصان في درجة حرارة البيئة المائية وذلك نتيجة استخدامه في تبريد الالات الصناعية واعادته الى مصدره الطبيعي مثل النهر او البحيرة) او حالة تسلم الحرارة الزائدة في المسطحات المائية من مصادر مختلفة. (الزيدي، 2014، صفحة 28)

ان درجة الحرارة العالية عند ارجاعها الى مصدرها الطبيعي سوف تقلل من نسبة الاوكسجين المذاب في الماء، اذ تكون في المياه الباردة اعلى من المياه الساخنة، و إن قلته يؤدي الى اختناق الاحياء المائية كالأسماك والبرمائيات ونمو الطحالب على سطح المياه الدافئة (رجب، 2022، صفحة 184)، وان كثرة الطحالب في المياه تسبب ايضا انخفاض في مستوى الاوكسجين.

الجانب التطبيقي :

1-البيانات والبرامج المستخدمة :

تم الاعتماد في هذه الدراسة على بيانات الاستشعار عن بعد وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية في انتاج خرائط حرارية لسدي الموصل وحديثة ، حيث تم استخدام برنامج ArcGIS 10.8 في تحليل المرئيات الفضائية للقمر لاندسات 8 للمستشعر (OLI / TIRS) واستخدام المؤشرات الطيفية وفقا للمعادلات الرياضية لانتاج خرائط رقمية وموضوعية تظهر لنا كمية الحرارة الموجودة في المياه الناتج عن السدود ، ويبين لنا الجدول (1) والشكل (1) ادناه معلومات المرئية الفضائية و النطاقات الطيفية المستخدمة للقمر لاندسات 8.

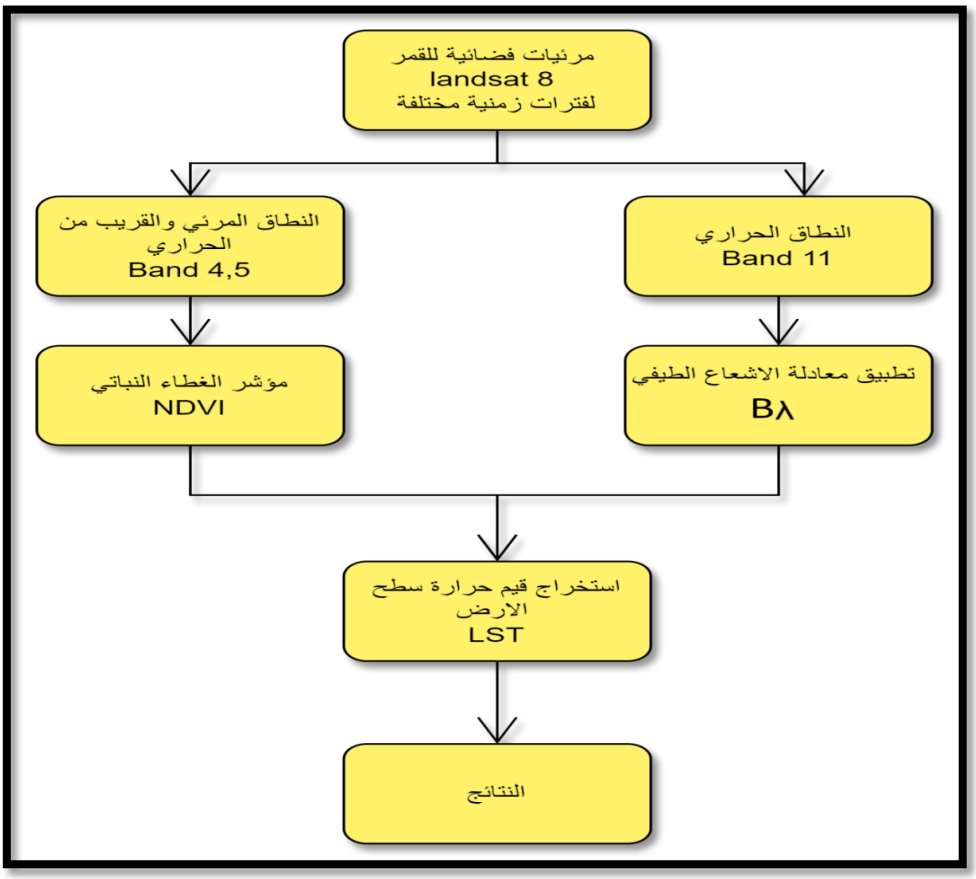
DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

جدول (1) النطاقات الطيفية للمرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات 8 المستخدمة في الدراسة

Band no. and Type	Bandwidth (µm)	Resolution (m)
Band 4 Red	0.63 - 0.67	30
Band 5 NIR	0.85 - 0.88	30
Band 11 TIRS 2	11.5 - 12.51	30 (100)

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على تحليل المرئية الفضائية.

الشكل (1) مخطط حساب حرارة سطح الأرض



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على تحليل المرئية الفضائية8 Land sat .

2- درجة حرارة سطح الأرض (LST) :

تعد درجة حرارة سطح الأرض من أهم المعايير في العمليات الفيزيائية للطاقة السطحية وتوازن المياه على المستوى المحلي من خلال المقاييس العالمية (Gleick , Palaniappan، P.H. ،Cohen ،Christian – Smith، و Smith، 2010، صفحة 7)، ويمكن تعريف (LST) على أنه (سخونة سطح الأرض) ، ومن منظور الاستشعار عن بعد فان السطح هو كل ما يراه القمر الصناعي عندما ينظر من خلال الغلاف الجوي إلى الأرض،اذ يوفر تقدير (LST) معلومات حول الاختلافات الزمكانية لحالة التوازن الحراري السطحي للارض وهو ذو أهمية أساسية في العديد من التطبيقات ، ويتم استخدام (LST) في مجموعة متنوعة من المجالات مثل تغير المناخ والهيدرولوجيا ومراقبة الغطاء النباتي والدراسات المناخية والبيئية وغيرها (Amfield ،AJ، و AJ، 2003، صفحة 11).

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

بعد إطلاق القمر الصناعي لاندسات 8 المعروف باسم مهمة استمرارية بيانات لاندسات (LDCM) The Landsat Data Continuity Mission) في شباط / فبراير 2013 ، كانت بيانات الاستشعار عن بعد عالية الدقة التي تم الحصول عليها بواسطة أجهزة موجودة على متن سواتل لاندسات سابقة مثل نظام الماسح المتعدد الأطياف (MSS) ، مصمم الخرائط الموضوعية (TM) ومخطط الخرائط الموضوعية المحسّن (ETM +). بالإضافة إلى ذلك يحمل لاندسات 8 مستشعرين ، أي جهاز تصوير الأرض التشغيلي (OLI) ومستشعر الأشعة تحت الحمراء الحرارية (TIRS). يقوم (OLI) بجمع البيانات بدقة مكانية تبلغ 30 مترًا مع ثمانية نطاقات موجودة في المنطقة المرئية والقريبة من الأشعة تحت الحمراء ذات الموجات القصيرة من الطيف الكهرومغناطيسي ، بالإضافة إلى دقة مكانية إضافية للنطاق البانكروماتي تبلغ 15 متراً ، يقيس مستشعر (TIRS) إشعاع (TIR) بدقة مكانية تبلغ 100 متر باستخدام نطاقين موجودين في نافذة الغلاف الجوي 10 ، 11 [21]. نظرًا لأن بيانات الأشعة تحت الحمراء الحرارية الساتلية (TIR) مرتبطة مباشرة بـ (LST) من خلال معادلة النقل الإشعاعي. من الصعب إجراء التقدير المباشر لـ (LST) من الإشعاع المنبعث في المنطقة الطيفية (TIR) بهذه الدقة ، لأن الإشعاعات المقاسة بمقاييس الإشعاع على متن الأقمار الصناعية لا تعتمد فقط على معلمات السطح (درجة الحرارة والانبعاث) ولكن أيضًا على التأثيرات الجوية، بالإضافة إلى جانب المعايرة الإشعاعية والفرز السحابي ، فإن تحديد (LST) من قياسات (TIR) الفضائية يتطلب تصحيحًا في الغلاف الجوي [22]. تم إجراء العديد من الدراسات السابقة لتقدير (LST) من بيانات (TIR) المشتقة من الأقمار الصناعية باستخدام مناهج وطرق مختلفة.

3-الخطوات العملية :

فيما يلي الخطوات التي تم من خلالها استخلاص درجة حرارارة سطح الارض (LST):

يتم تخزين إشعاع أجهزة الاستشعار المقاسة عند منطقة الطول الموجي بشكل عام في قيم رقمية (Digital Numbers) محولة باستخدام نظام قياس كمي. لا تحتوي قيم (DN) على وحدة وأي دلالة فيزيائية ، لذلك ، يجب تحويلها إلى إشعاع ، ثم إلى درجة حرارة سطح الأرض (LST) من بيانات الاستشعار عن بعد الحرارية. لتقدير درجة حرارة السطح ، نستخدم النطاق الحراري الحادي عشر من لاندسات (8) لأجهزة الاستشعار (OLI / TIRS).

أ- **الخطوة الأولى :** تتمثل حساب درجة حرارة سطح الأرض في تحويل القيم الرقمية لصور القمر الصناعي إلى قيم إشعاع طيفي اعتمادا على قيم الإشعاع الطيفي الأدنى والأعلى المستخرجة من ملف البيانات الوصفية بحسب نوع مستشعر القمر الصناعي عن طريق حسابه وفقًا لمعادلة الإشعاع الطيفي للقمر الصناعي.

$$L_\lambda = (L\ max_\lambda - L\ min_\lambda) / (Q_{CALMAX} - Q_{CALMIN}) * (DN - Q_{CALMIN}) + L\ min_\lambda \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث

L_λ: الإشعاع الطيفي

$L\ max_\lambda$ ، $L\ min_\lambda$: الإشعاع الطيفي لكل نطاق ، حيث يتم استخراج قيمه من ملف البيانات الوصفية لصورة القمر الصناعي $[mW\ cm^{-2}sr^{-1}mm^{-1}]$

DN: القيم الرقمية للبكسل

$Q_{CALMAX} - Q_{CALMIN}$: قيمة العدد الرقمي للنطاقات الطيفية لجهاز الاستشعار من البيانات الوصفية لصورة القمر الصناعي

ب- **الخطوة الثانية :** هي تحويل قيم الإشعاع إلى درجات حرارة

$$L_\lambda = ML * Q_{cal} + AL \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث

ML: عامل تحجيم مضاعف الإشعاع للنطاق

Q_{cal}: قيمة العدد الرقمي للنطاقات الطيفية لجهاز الاستشعار من البيانات الوصفية لصورة القمر الصناعي

AL = عامل التحجيم الإضافي للنطاق

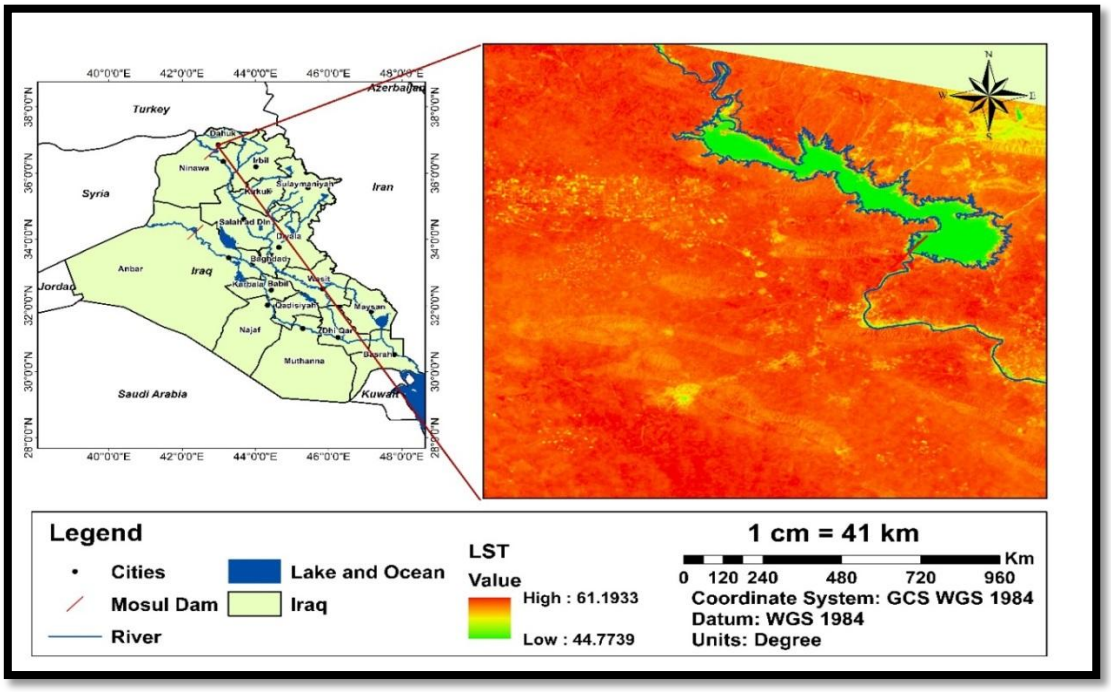
DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

$T=K_2 / \ln (K_1 / L_\lambda + 1)$ ..... (3)

حيث

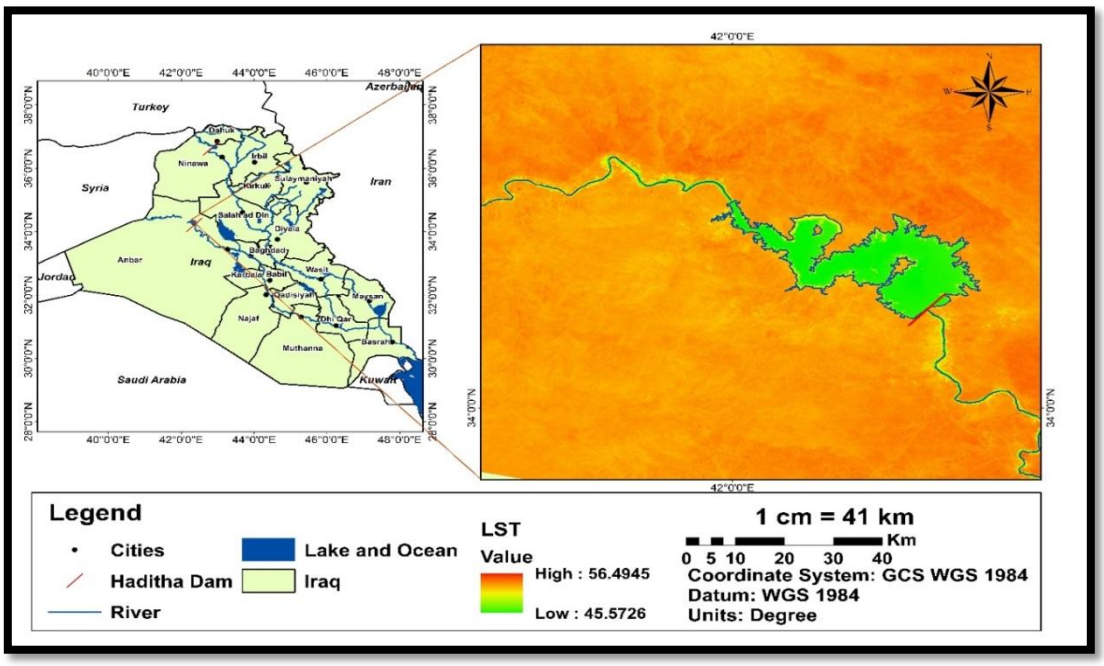
K2 و K1: قيمتان ثابتتان تختلفان باختلاف نوع المستشعر ، انظر الخرائط (4) ، (5) ، (6) ، (7) على التوالي .

خريطة (4) توضح درجة حرارة سطح الأرض لسد الموصل لشهر (8) لسنة 2021



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc Map V.10.5 .

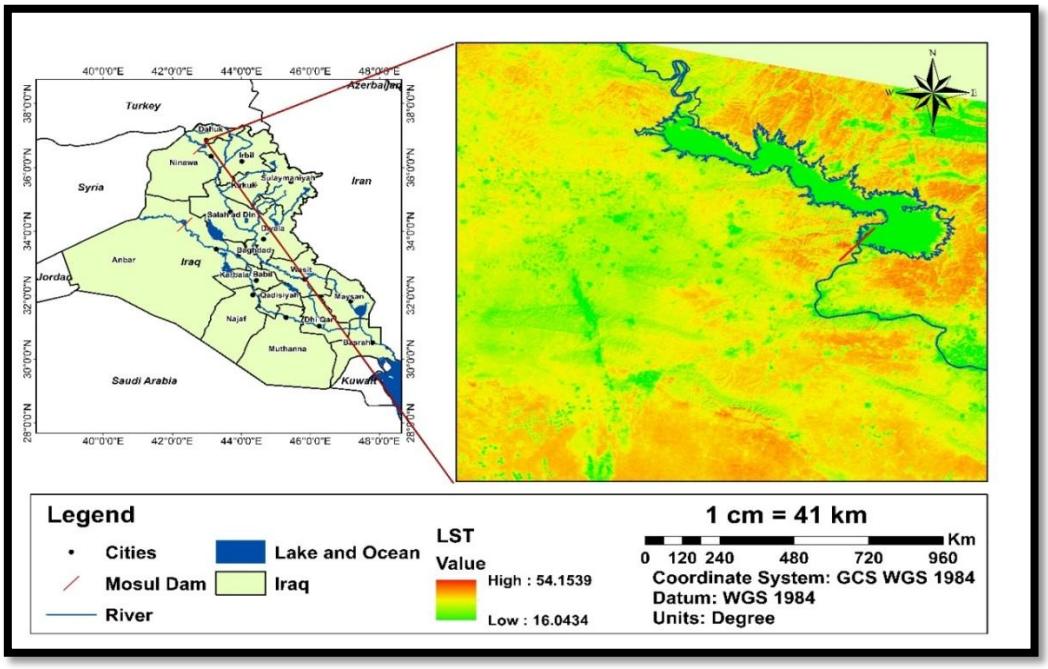
الخريطة (5) تمثل درجة حرارة سطح الارض لسد حديثة لشهر (8) لسنة 2021



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc Map V.10.5 .

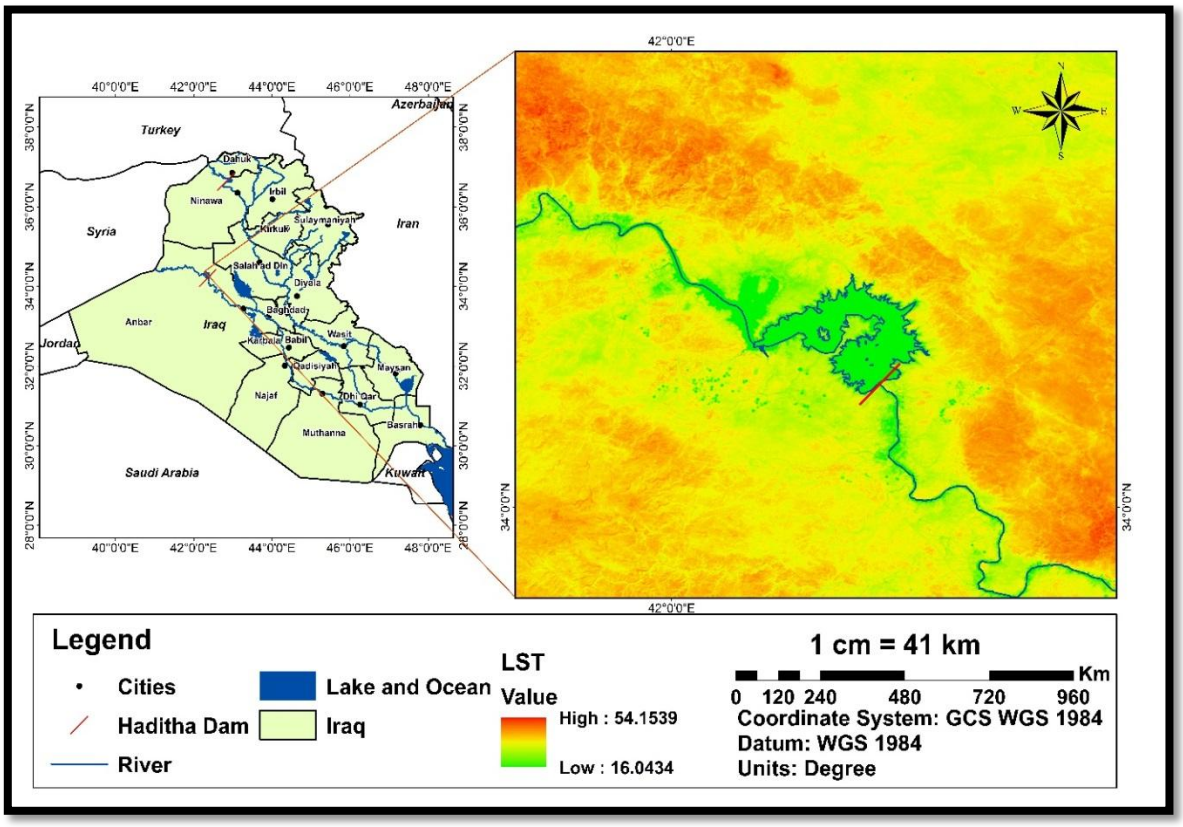
DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

خريطة (6) درجة حرارة سطح الارض لسد الموصل لشهر (12) لسنة 2021



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc Map V.10.5 .

خريطة (7) تمثل درجة حرارة سطح الارض لسد حديثة لشهر (12) لسنة 2021



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc Map V.10.5 .

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

الاثار البيئية لمياه سدي الموصل وحديثة :

1- أن لارتفاع درجة حرارة الماء الناتج عن النفايات السائلة الحرارية تأثير على الحياة المائية في مياه السدين، و قد يتسبب بموت ألعديد من الكائنات الحية المائية ، وعلى التمثيل الغذائي والنمو والتكاثر للحياة المائية بشكل كبير ، لذا يجب ان تكون درجة حرارة بيئة المياه ملائمة لتكاثر الاسماك وبقية الكائنات الحية الاخرى ، كما ان زيادة درجة حرارة المياه تؤدي الى تقليل محتوى الأوكسجين المذاب في الماء ، ويعد هذا تأثيراً اخراً للتلوث الحراري .

وقد يكون الارتفاع المفاجئ لدرجات الحرارة هي التي تهدد البيئة المائية، وبالمقابل فان الانخفاض المفاجيء لدرجات الحرارة الناتج عن الاغلاق المفاجئ لمحطات توليد الطاقة يعد اكثر خطورة على الاسماك من تشغيل المحطات، وذلك لأن جميع التفاعلات الكيميائية للمياه تتأثر بدرجات الحرارة ارتفاعا وانخفاضا، وقد تلعب عوامل أخرى مثل الضغط الجوي والملوحة ودرجة الحموضة والضوء دورا في تحديد المستوى الإجمالي لنشاط الكائنات الحية وسرعة تفاعلها وتكاثرها وقدرتها على التعامل مع مسببات الأمراض البيئية.

2- أن للسدود اثار ايجابية وفوائد اقتصادية واجتماعية، ولها ايضاً اثار سلبية على البيئة ، فمن الضروري ان يتم الكشف عن معدلات الأيض الصناعي للسدود (Haggar، 2007، صفحة 22)، بالإضافة إلى الآثار البيئية على صحة الإنسان الناجمة عن انبعاثات ملوثات الهواء الناتجة عن تشغيل محطات انتاج الطاقة في السدود التي تعمل بالفحم ، وهناك مشكلات اخرى بما في ذلك تلك المتعلقة بالموارد المائية والمياه العادمة الملوثة الناتجة من تبريد المكائن لإنتاج الطاقة ، والتي هي أحد الأسباب الرئيسة للتلوث الحراري للمياه (M.A، Rosen، و Dincer، 1999، صفحة 19) ، و إن احد اسباب التلوث الحراري هو سحب مياه الانهار او البحيرات لاستخدامه في تبريد محطات توليد الطاقة الكهرو حرارية ، وبالأخص المحطات التي تعمل على انتاج الطاقة بواسطة الفحم، حيث اثبتت الدراسات ان هذه المحطات التي تستخدم المياه كمبرد هي الاعلى تلوثا .

3- لقد اثبتت الدراسات على مدى العقود الماضية ان المياه العادمة الحرارية التي يتم تصريفها الى الانهار او البحيرات الناتجة عن تبريد محطات انتاج الطاقة الكهربائية لها اثارا على الانظمة البيئية (حسين، 2010، الصفحات 70-71) والتنبؤ بالاثار البيئية للمياه العادمة الحرارية الناتجة من هذه المحطات .

4- ان ارتفاع درجات حرارة المياه وانتاج البخار المائي من قبل محطات توليد الطاقة الحرارية وسحب كميات كبيرة من مياه البحيرات والانهار لتبريد بخار المحطات وتحويله الى سائل و تكرار هذه العملية يؤدي إلى انتاج المزيد من الطاقة الكهربائية ، لذلك نجد إن المياه العذبة المسحوبة من الانهار والبحيرات المستخدمة في نظام تبريد محطة توليد الكهرباء ، يتم إرجاعها إلى البيئة الطبيعية عند درجة حرارة أعلى والناتج من عملية التبريد لها آثارها البيئية الكبيرة التي توثر على الحياة المائية ، وان هذه العمليات تقلل من نسبة الأوكسجين المذاب في المياه مما يجعله ذات تأثيرسلبي على النظام البيئي وتدهوره لذلك يجب تحديد درجة حرارة المياه في (نهر أو بحيرة) عند نقطة خروج التصريف الحراري يجب أن يكون أقل من 5 درجات مئوية ، وذلك لتجنب تأثيرها على النظم البيئية المائية (دية، 2025، صفحة 2).

5- إن ارجاع المياه العادمة الى بيئتها الاصلية تجعلها محملة بالمواد الكيميائية الناتجة من عملية تبريد الآلات ، وإن استمرار هذه العملية تؤدي الى زيادة كمية السموم التي تكون بهيئة مواد كيميائية او اشعاعية قاتلة للبيئة المائية، مما يؤدي الى انحسار النشاط البيولوجي في الماء وخسارة كبيرة في التنوع الاحيائي ، وقد تؤدي الصدمة الحرارية المفاجئة الناتجة عن انخفاض أو ارتفاع في درجة الحرارة الناتج عن فتح او اغلاق تصريف المياه الى قتل العديد من انواع الاسماك والبرمائيات والنباتات في البيئة المائية ، أو قد يحدث بطيء في تكاثر الحياة المائية بسبب الاختلاف في درجات الحرارة ، حيث يمكن أن يحدث التكاثر في ظروف حرارية معينة لهذه المياه (الساكني، 2018، صفحة 654)

الاستنتاجات :

1- تم استخدام درجة حرارة سطح الارض (LST) كطريقة لرصد التلوث الحراري اسفل سدي (الموصل و حديثة) اعتمادا على تقنيات الاستشعار واستخدام المرئيات الفضائية للقمر لاندسات 8 للمستشعر الحراري TIRS لسنة 2021 لشهري (كانون الاول واب) وبالاستعانة ببرامجيات نظم المعلومات الجغرافية منها برنامج ArcGIS 10.8 وتم تقدير درجات الحرارة سطح الماء.

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877

2- تظهر نتائج التحليل المكاني والزماني للمرئيات الفضائية ان درجة حرارة المياه تتباين من بداية السدتين وحتى مجرى النهر لسدة نهر دجلة والفرات حيث يتم سحب المياه من كلا النهرين وتصريفها بعد عملية تغيير مسار المياه باتجاه التوربينات واعادتها مرة اخرى إلى النهر.

3- ان هنالك تباينا لدرجات الحرارة بين فصلي الشتاء والصيف، علما بان المياه في الصيف اعلى منسوبا من الشتاء. لذا تبرز ظاهرة التلوث الحراري في السدتين .

4- لقد بينت الدراسة إن التقنيات الحديثة لها دور في الكشف عن اماكن التلوث الحراري على نطاق واسع وامكانية تقدير درجات الحرارة لاي منطقة .

المقترحات :

1-يجب الاعتماد على المستشعرات والمؤشرات الطيفية اكثر دقة للكشف عن العوامل الاخرى مثل الضغط الجوي والملوحة ودرجة الحموضة والضوء في تحديد المستوى الاجمالي لنشاط الكائن الحي وتفاعله في مثل هذه المياه .

2-العمل على تقليل الاثار الناجمة عن التلوث الحراري باستخدام اجهزة اكثر تطورا في انظمة التبريد وتقليل من الاوكسجين المذاب في المياه مما يجعله ذات تاثير سلبي على النظام المائي .

3-ارجاع المياه العادمة الى بيئتها الاصلية وذلك باستخدام المصفيات الخاصة للتقليل من المواد الكيميائية والاشعاعية القاتلة للبيئة المائية .

قائمة المصادر

رجب اسراء موفق. (2022). دراسة بعض الخصائص البايولوجية لمياه اسفل نهر دجلة. مجلة كلية التربية للعلوم الانسانية.

ابو دية أيوب. (2025). لتلوث الحراري : الاسباب والاثار والحلول. دار اليازوري للتوزيع والنشر.

حسين سحر أمين. (2010). موسوعة التلوث البيئي. عمان: دار دجلة.

الساكني عبير يحيى. (2018). الواقع البيئي لمياه اهوار جنوب العراق بعد الاغمار . مجلة كلية التربية للعلوم الانسانية.

الزيدي كاظم عبد الامير. (2014). الانظمة البيئية ومشاكل التلوث البيئي. بغداد: بيت الحكمة.

References:

AJ, Amfield, & AJ. (2003). Climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*.

El-Haggar, S. (2007). *Sustainable Industrial Design and Waste Management: Cradle to Cradle for Sustainable Development*. Elsevier Academic Press.

Gleick, P. H., Palaniappan, M., Allen, L. P., Cohen, M. J., Christian-Smith, J., & Smith, C. (2010). *Clearing the Waters: A Focus on Water Quality Solutions*. United Nations Environment Programme & Pacific Institute: Oakland, CA, USA.

Rosen, M. A., & Dincer, I. (1999). Exergy analysis of waste emissions. *International Journal of Energy Research*, New York.

Rajjab, I. M. (2022). A study of some biological characteristics of the water below the Tigris River. *Journal of the College of Education for Humanities*.

Abu Diyah, A. (2025). *Thermal Pollution: Causes, Effects, and Solutions*. Dar Al-Yazouri for Distribution and Publishing.

Hussein, S. A. (2010). *Encyclopedia of Environmental Pollution*. Amman: Dar Dijla.

Al-Sakani, A. Y. (2018). The environmental reality of the marshes' water in southern Iraq after the flooding. *Journal of the College of Education for Humanities*.

Al-Zaydi, K. A. (2014). *Ecosystems and Environmental Pollution Problems*. Baghdad: House of Wisdom.

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.877