تقدير كلف التأثيرات البيئية للمحطة الكهرومائية في سد حمرين

أ. م. د. ندى خليفة الركابي

جامعة بغداد

د.غفران ذياب المهداوي

وزارة الموارد المائية

المستخلص:

تعد محطات السدود المائية طاقة نظيفة لاتلوث البيئة فالفوائد المتحققة من إنشاء السدود كخزن المياه والاستفادة منها في مواسم شحة المياه والسيطرة على الفيضان وتأمين الاحتياجات للقطاعات المستخدمة للمياه لاسيما مياه الري،إلا إنه ينتج عن أنشاء وتشغيل هذه المحطات بعض التأثيرات البيئية على المنطقة المحيطة بالسد، والمتمثلة بترحيل السكان وخسارة الأراضي الزراعية ومشكلتي الترسبات والتبخر في الخزان,

يهدف البحث إلى تقييم التأثيرات البيئية الناتجة عن إنشاء وتشغيل محطة سد حمرين الكهرومائية وتقدير التكاليف الخارجية (التكاليف الاجتماعية) ، عن طريق تحليل البيانات التي حصلت عليها الباحثة فيما يخص محطة الطاقة أعلاه من مصادرها باستخدام ModelSimpacts

وقد بينت نتائج البحث بأن تكاليف الآثار الخارجية في محطة سد حمرين الكهرومائية بلغت (٧٨٥٠) دولار أمريكي، والتي تعود بالدرجة الأساس إلى خسارة الأرض الزراعية جراء إنشاء خزان حمرين والتي شكلت (٧٧٨٠) دولار أمريكي من كلفة التأثير، ويمكن القول بان كلفة خسارة هذه الأراضي قابلها في الجانب الآخر إحياءأراضي زراعية جديدة لم تكن تروى لولا إنشاء السد.

مجلة سر من رأى
ISSN : 1813-6798
مجلة للدراسات الانسانية محكمة متخصصة
تصدر عن كلية التربية / جامعة سامراء

١.الجانب النظري

١.المحطة الكهرومائية (محطة السدود المائية):

إن استخدام الماء كمصدر للطاقة دون فقده خلال إستثماره يتم بواسطة الطاقة الكهرومائية، إذ يسري الماء في منطقة منحدرة يعترض ذلك الماء المتدفق سدا وذلك لتكوين بحيرة لتخزين المياه بحيث نحصل على ضاغط مائي من المياه، ثم تترك المياه تتدفق بمعدل ثابت وبقوة لتسقط من إرتفاع في اتجاه عنصر دوار لتحرك التوربينات حيث تعمل قوة الماء المتدفق على تحريك التوربين وبذلك تتم أول خطوة بإنتزاع الطاقة الكامنة في الماء وتحويلها إلى طاقة حركية، تنتقل حركة التوربين الدورانية إلى نواة المولد إذ يعمل الأخير على قطع خطوط المجال المغناطيسي الذي يشكله الجزء المغناطيسي الثابت في المولد فيتولد نتيجة لذلك تيار كهربائي يزداد مع زيادة سرعة دوران نواة المولد التي تدور إعتمادا على حركة التوربين، وكلما كان هذا الارتفاع كبيرا كلما كانت الطاقة المتولدة من حجم معين من الماء أكبر، إذ يختار موقع السد بحيث يشكل جسم السد وطوبوغرافية المكان خزان لمياه المجرى المائي والذي يكون بحجم وارتفاع مناسبين، وتعتمد القوة الكامنة في الماء على كمية وارتفاع الماء المتدفق، فكلما إشتد الإنحدار والارتفاع تجري المياه بسرعة أكبر فتتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركة فتزداد بذلك سرعة دوران التوربين مما يزيد من توليد الطاقة، وتصل كفاءة توليد الطاقة الكهربائية من المساقط المائية إلى ٨٥% وهى أعلى من كفاءة توليد الكهرباء بواسطة المحطات الحرارية، (Breeze, 2005 , P.115).

وتعتمد القدرة الانتاجية للمحطة الكهرومائية على معدل تدفق المياه وفرق منسوب المياه بين جانبي التوربينات (السد)، والتي يمكن حسابها من المعادلة التالية: ،(Gupta , 1988 ,P.120)

$$P = g \times h \times r \times k \qquad (1\text{-}1)$$

حيث :

P = القدرة بالكيلوواط

g = التعجيل الارضي = ٩،٨ متر/ ثا^{٢}

h = ضاغط الماء ويقاس بالمتر

r = تدفق الماء عبر التورربين ويقاس بالمتر المكعب في الثانية

k = كفاءة وحدة التوليد (التوربين+ المولد)، وهي عالية جدا في الوحدات الحديثة وتقترب من الواحد.

٢.متطلبات إختيار موقع المحطة الكهرومائية (محطة السدود المائية):

إن المحطة الكهرومائية ليست إلا جزء صغير من مشروع كبير، فمحطة التوليد يجب أن تقع قرب السد أو بحيرة خزن المياه، ليقلل من خطوط نقل الطاقة وبالتالي تقليل الخسائر المتولدة، ولغرض إستثمار الطاقة المائية إستثمارا إقتصاديا وعمليا لابد من توفر ظروف معينة تلائم طبيعة هذا المصدر المتجدد للطاقة، ويعتمد مقدار الطاقة المتحررة على مقدار الطاقة الكامنة في تلك المياه، وإن مقدار الطاقة الكامنة يعتمد على عاملين طبيعيين هما:

أ. **ارتفاع الماء الساقط Head of water** : أي توافر مدى من ارتفاع مناسب (م) والذي يحدد مقدار ارتفاع مناسيب المياه عن مستوى نصب المحطة الكهرومائية، والتأكد من توفر الشحنة الكافية التي تضمن تدوير التوربينات المائية وبالتالي إنتاج الطاقة الكهربائية، ويعتمد إرتفاع الماء على طوبوغرافية المنطقة، إذ توجد علاقة طردية بين مقدار إنحدار الأرض التي تجري عليها المياه وإرتفاع نقطة سقوط المياه من جهة والقوة المتولدة من تدفق هذه المياه من جهة أخرى، فالزيادة في الارتفاع الفعال يقلل من كمية الماء الساقط وكمية الماء التي تكون مخزونة وموجهة من قبل مساقط المياه penstocks والتوربينات، وهذا يخفض من الكلفة الرئيسة للمحطة، فكلما زاد ارتفاع المياه عن مستوى التوربينات والمولدات كلما زاد مقدار الطاقة الكامنة في هذه المياه وبالتالي زيادة الطاقة المتحررة منها بواسطة المحطة الكهرومائية، ان الموقع المثالي هو الذي يكون فيه سقوط المياه عموديا، أي إن الطاقة المتولدة تزداد مع زيادة شدة الإنحدار حتى تصل إلى أعلى قيمة لها عندما يكون السطح أو الجريان عموديا، وتعد المناطق الجبلية الوعرة هي الأكثر ملائمة لإنتاج الطاقة الكهربائية حيث الإنحدارات الحادة جدا كما في جبال الألب في اوربا، (الخفاف، ٢٠٠٧،ص٨٨).

ويحتاج موقع المنسوب المنخفض لمزيد من تدفق المياه أكثر من مواقع المنسوب العالي لتوليد نفس القدر من الطاقة الكهربائية، ومن جهة أخرى يحتاج موقع المنسوب العالي إلى تدفقات أقل لإنتاج نفس الطاقة المطلوبة،(الامم المتحدة، ١٩٨٤، ص٨٥).

ب. **توفر المياه Availability of water**: أو كمية المياه الجارية بمعنى تصريف الماء (م^{٣}/ ثا) water discharge، إذ يجب توافر بيانات عن جريان النهر لفترة زمنية والتي يمكن من خلالها تقدير إمكانات الطاقة للمشروع، وإن هذه البيانات يجب أن تتضمن معدل التدفق وأقل وأعلى تدفق لتلك السنوات، وتعتمد الطاقة المائية على كمية المياه الساقطة والجارية وإستمراريتها وإستقرارها خلال فصول السنة ، ويتطلب هذا الشيء الشروع مباشرة بالدراسة الجغرافية والجيولوجية للمنطقة إضافة إلى الدراسة الهيدرولوجية المتعلقة بمحطات رصد مياه الامطار والتصاريف لفترة زمنية طويلة الأمد، لتحديد التصاريف القصوى والدنيا المتوفرة خلال العام الواحد

ومن ثم الوصول إلى نتيجة واضحة عن توفر المياه بكمية كافية لتوليد الطاقة بإسلوب إقتصادي في الأماكن المختارة،(الخفاف، ٢٠٠٧،ص٨٨).

وبسبب التقلبات الواسعة في تدفقات الأنهار فإن الخزن ضروري في أغلب مشاريع المحطات لخزن المياه أثناء فترات التدفق العالية وإستخدامه أثناء فترات التدفق الضعيفة، ويتم توقيع الخزان قريب من محطة الطاقة أو بعض المسافة بعيدا عنه،(Gupta , 1988 ,P.130)

كما تعد التحريات الجيولوجية ضرورية لغرض التعرف على الأساس الصخري للسد وتراكيبه الأخرى والتي يجب أن تكون ثابتة ومستقرة وغير نفاذة وقوية بما فيه الكفاية لمقاومة دفع الماء وباقي الضغوطات، كذلك فإن المنطقة يجب أن تكون خالية من الزلازل،(Gupta , 1988 ,P.130).

٣ التأثيرات البيئية الناتجة عن محطة الطاقة الكهرومائية (محطة السدود المائية):

نظرا لأن الطاقة الكهرومائية عموما تستخدم المياه المتدفقة في الأنهار أو من الخزانات لتوليد الكهرباء بدلا من حرق الوقود فهي طاقة نظيفة لاتؤدي إلى تلوث في الهواء، ولغرض ضمان تدفق ثابت من المياه للتوربينات وتشغيل الطاقة الكهرومائية ينبغي تشييد السدود على الأنهار، إلا ان مساحة المشروع الكبيرة تؤثر على البيئة المحلية وتغير من معالمها، فمجال أثرها يمتد من البيئة الطبيعية والإصطناعية إلى مجال البيئة الإجتماعية والجمالية، وخلال عملية تحويل الطاقة من صورة إلى اخرى تطرأ بعض التغيرات البيئية التي تؤثر على التوازن البيئي في المنطقة المحيطة بالمحطة، لذا فإن تحديد التأثيرات البيئية عملية مهمة، فالموقع يجب أن يضمن بيئة محيطة آمنة وسارة، وتشمل هذه التأثيرات الفقرات الآتية:

٣-١ التأثيرات البيئية في مرحلة الانشاء:ويمكن إجمالها بالآتي:

أولا:التأثيرات البيئية Ecological Impacts :

١. **الآثار الأرضية Terrestrial Effects :** يتضمن إنشاء مشروع السد والمحطة الكهرومائية تهيئة الموقع لانشاء مرافق البنى التحتية كالطرق وأنظمة الإتصالات وإسكان المستقرات في موقع المشروع، إذ يؤدي تشييد السدود إلى تكون مناطق مغمورة بالمياه مما يفسد مساحات كثيرة من الأراضي الرطبة ومواطن الأنهار ومواطن الحياة البرية Wild Life إلى جانب إن أودية الأنهار عادة ماتكون من أحسن الأراضي الزراعية إنتاجا وهي تفقد أيضا عند غمر منطقة ما بالمياه، إن تقليل الغطاء النباتي في موقع الإنشاء يُحدث تأثيرات سلبية عالية على التنوع البيولوجي لما له من تأثيرات على النظم البيئية المختلفة، لذا يصبح إلزاميا تعويض فقدان الغطاء النباتي بزراعة الأشجار على الأرض الجرداء ، كما إن حركة المكائن الثقيلة

والضوضاء والغبار الناجم عن إنشاء السد يُفسد موطن الحياة البرية وسيُبعد حيواناتها، (Kothari,2008,P.33).

ثانيا: التأثيرات على الحياة المائية Impacts on Aquatic Life:

يؤثر إنشاء السد على التوازن البيئي للكائنات الحية، إذ تعتمد الأحياء المائية في حياتها على استغلال الطاقة الناتجة عن الاشعاع الشمسي، وأن نفاذية هذا الاشعاع خلال الماء يعتمد على صفاء المياه، وبالتالي فهي تعتمد على تراكيز الرسوبيات والمواد العالقة في هذه المياه والتي تأتي نتيجة لعوامل تعرية التربة في حوض الخزان فضلا عن المواد المتخلفة عن الفعاليات الصناعية والبشرية والتي تؤثر وبشكل مباشر على الاحياء المائية في الخزان، إذ ان وجود هذه المواد في مياه الخزان يحد من فعاليات التركيب الضوئي ويؤدي إلى موت النباتات المغمورة وبالتالي إفقار الدورة الغذائية، بالاضافة إلى ان تراكم الرسوبيات الطينية يؤدي إلى دفن الأماكن الملائمة لبيوض الأسماك وبالتالي يقلل تكاثرها مؤديا إلى الإخلال بدورة الحياة في الخزان، كما ان تراكم نواتج التعرية في الخزان وعدم وصولها إلى النهر أسفل الخزان يؤدي إلى افقار تلك المنطقة بالمواد الغذائية وتقليل فرص عيش الأسماك أسفل النهر.

ثانيا: التأثيرات الاجتماعية Social Impacts: وتشمل هذه التأثيرات كل من:

١. التأثيرات الاجتماعية Social Impacts :

أ. ترحيل السكان Dislodgement of Population: إن مشاريع المحطات الكهرومائية الكبيرة يرافقها إنشاء السدود وتهيئة البحيرات الكبيرة، وإن هذه المشاريع تسبب ترحيل السكان المحليين إلى بيئة جديدة ، إذ إن مشاريع محطات السدود الكهرومائية الكبيرة عادة مايتم التخطيط خلالها إلى مشاريع إعادة توطين وتأهيل للسكان المرحلين وتعويضهم من أراضي بديلة، وإيجاد فرص عمل لكل عائلة نازحة،(Gupta , 1988 ,P.376).

وفيما يتعلق بالتأثير البيئي على سكان أحواض الخزانات، فإن بعض من المشاريع قد خضع لدراسة وافية أثناء إعداد تقارير الجدوى والتقارير التخطيطية للمشروع وعلاقتها بالجوانب الاقتصادية والاجتماعية بمختلف جوانبها، والظروف والمواقع الملائمة الخاصة باعادة إسكان أهالي الأحواض كما هو الحال في سد حديثة وتلته مشاريع اخرى كسد حمرين وسد الموصل، لذا فإن ذلك يتطلب إعداد دراسات إقليمية لسكان أحواض الخزانات تسير جنبا إلى جنب مع الدراسات الفنية والاقتصادية والتقارير التخطيطية للمشاريع المطلوب إنشاؤها مستقبلا، فضلا عن تقديم الدعم المالي الذي سيقدم للأهالي كجزء من ميزانية المشروع، (وزارة التخطيط ، ندوة البيئة والتنمية ،١٩٩٢، ص٢٠).

ب.إنغمار التراث الثقافي submergence of cultural heritage: إن إنتشار الخزانات المائية على مساحة كبيرة يهدد بإنغمار التراث الثقافي القديم، كالمعابد والمقابر والمواقع

التاريخية، حيث إن إدارة المشروع تنظر بتحويل المعابد إلى أماكن آمنة مثال ذلك معبد Jyotirlinga بالقرب من سد Omkareshwar في الهند كان مؤمنا بواسطة إنشاء طريق وجسر كجزء من مكونات المشروع.

ج. تغير تركيب المجتمع change in community structure: يُسبب إنشاء محطات السدود الكهرومائية تواجد لقوى الإنشاء الكبيرة في المنطقة، فضمن التجمعات شبه الريفية قد تصبح المنطقة متحضرة وتزداد كثافة سكانها وتُستبدل القيم المجتمعية الريفية التقليدية بالقيم الحضرية وتزايد المشاكل الإجتماعية، فضلا عن تغيير نمط الحياة لنسبة كبيرة من السكان بعد تشغيل الخزان من خلال تغيير إسلوب العيش في الحياة الزراعية إلى نشاط اخر، كما إن إنشاء السد وتغير الهيكل الإجتماعي يؤثران على نمط إستعمال الأرض فتصبح الأرض الزراعية محولة إلى سكنيـة وملكيـة تجاريـة،(Kothari,2008,P.35)

٢ .التأثيرات الاقتصادية Economic Impacts:

أ. العمالة Employment: يزيد إنشاء محطات السدود الكهرومائية فرص العمل ونسبة العمالة في المنطقة، إذ تبذل الجهود لتوظيف السكان المحليين كعمال غير مهرة أو نصف مهرة، وإن العوائل النازحة لها الأفضلية في العمل إذ يتم تبني سياسة توظيف عادلة ومناسبة، وقد يتغير العمل والتركيب الصناعي industrial composition للمجتمع ،(Gupta , 1988 ,P.377).

ب.الإنتاج الزراعي Agriculture Production : إن إستقطاع أراضي زراعية واسعة مقدم الخزان نتيجة لإغراقها بمياه الخزن، فضلا عن إستخدام بعض الأراضي الصالحة للزراعة بمنطقة المحطة لإنشاء الطرق اللازمة للمشروع يسبب خسائر كبيرة للإنتاج الزراعي وحرمان المناطق التي تقع خلف السد من المياه لاستثمارها في الزراعة، وبالرغم من إن الماء في منطقة الخزان سيزيد من نسبة الرطوبة ويلطف الجو، إلا إن هذا التغيير المناخي سيؤثر على النباتات في المنطقة، إذ تبين إن ارتفاع نسبة الرطوبة الناتجة عن إنشاء سد سان لورفا Sanliurfa في تركيا قد أثر على إنتاج التبغ والفول السوداني مما أدى إلى قلة كفاءة الإنتاج الزراعي للمحصولين، (Parlak , 2007 ,P.5).

ثالثا: التأثيرات الفيزيائية Physical Impacts :

١. تلوث المياه Water pollution: هناك إعتبارات بخصوص نوعية المياه تتضمن الاوكسجين المذاب ودرجة الحرارة ومصادر الأسماك في كل من الخزان وأسفل النهر، ففي الخزان الكبير يكون الماء دافئ تماما في القمة وبارد كثيف في القاع، بالاضافة إلى إستنفاذ للاوكسجين المذاب في الطبقات السفلى نتيجة التفسخ الكيميائي للمادة العضوية، إن هذين

التأثيرين قد يسببان توليد غازات ضارة مثل H2S و CO2 وغيرها مسببا تلوث المياه ، (Gupta , 1988 ,P.376).

أما مايخص كمية المياه فإن خزن الماء من قبل السد يجعله ساكنا مما يزيد من كمية تبخيره، جدول (١)، إذ يسبب التبخر والمياه الراشحة من الخزان فقدان نسبة من الإيراد المائي للنهر، فمثلا تبلغ مقدار الضائعات في سد دوكان سنويا بمعدل عمق ٢م أي حوالي ٢٥٠ مليون م٣ سنويا، وإذا ماقورنت هذه الكمية بالخزن الحي للخزان وبمعدل ٤،٥ مليار م٣ تكون نسبة الضائعات بحدود ٥،٥% وهي نسبة عالية،(الشهربلي،٢٠٠٨ ،ص٩).

جدول (١) كمية المياه المفقودة بفعل التبخر من محطات توليد الكهرباء من مساقط المياه

الموقع	المساحة كم٢	معدل البخار (الحجم كم٣)	فقد البخار(العمق م)
٧٠٠ سد –امريكا	١٤٠٠٠	١٥،٢	١،١
سد أسوان –مصر	٥٢٠٠	١٤	٣
سد دوكان–العراق	٢٧٠	٠،٢٥	٢

–الناصر،وهيب،حنان مبارك ،مصادر الطاقة النظيفة اداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم،٢٠٠٩،www.alecso.org،ص٣٨.

–الشهربلي، قيس، تصاريف مياه الأنهار المارة في محطات الرصد الرئيسة لنهري دجلة والفرات، دراسة غير منشورة ،٢٠٠٨،ص٩

٣-٢ التأثيرات البيئية في مرحلة التشغيل: ويمكن إجمالها بالآتي:

١. **.الترسبات Sedimentation:** يؤدي تشغيل محطات السدود إلى إحداث تغييرات مورفولوجية في نظام حوض النهر والخزان وإلى حصول تغييرات رئيسة في ظروف نقل الرسوبيات إذ:

١.إن حجز المياه وإنخفاض سرعة التيارات المائية يؤدي إلى تقليص قابلية النهر على نقل الرسوبيات وترسيبها مقدم السد، مما يؤثر على الاستخدام الأفضل لمنافذ السد، كما تقلل الرواسب المتكونة عند الخزان من سعة الخزن الحي نتيجة الترسيب التدريجي للغرين siltation مما يؤثر على الأداء الطبيعي للخزان وجدواه الاقتصادية، إذ يؤثر الراسب على حياة المشروع من خلال انسداد الخزن الميت• بالغرين المترسب الذي قد يؤدي إلى إغلاق المأخذ، فقبل عملية إنشاء السدود كانت الرواسب تنقل إلى أسفل المجرى حتى يتم تقليل نسبتها بواسطة النهر وخزنها، إلا إن السدود تقوم بتغيير هذا النظام الطبيعي من خلال الإمساك بكل هذه الكميات من

• الخزن الميت للسد هو كمية المياه الموجودة في الخزان والتي لا يمكن استخدامها مطلقا، لأن هذه المياه دون مستوى التصريف أي المضخات لا يمكن أن تصل اليها في البحيرة ولا يمكن توصيلها إلى بوابات السد لأطلاقها للمشاريع.

الغرين خلف الخزان، وتفقد الكثير من الخزانات مساحات كبيرة من سعة الخزن بسبب هذا الغرين،(Cech , 2005 , P.198).

٢.إن إنشاء السدود يؤدي إلى إحتواء الموجات الفيضانية بواسطة الخزن وبالتالي حجز أغلب الرسوبيات المنقولة مؤديا إلى تقليل إمكانية تزويد وادي النهر بالرسوبيات الدقيقة الخصبة ويحرم الأرض التي يرويها النهر من مادة غنية تزيد من خصوبة التربة وتحسن من خواصها والتي تساعد على نمو النباتات والحفاظ على التربة من التعرية بفعل المياه والريح، (وزارة التخطيط ، ١٩٩٢، ص١٩).

٢.انبعاثات غازات البيت الزجاجي GHGs emissions :

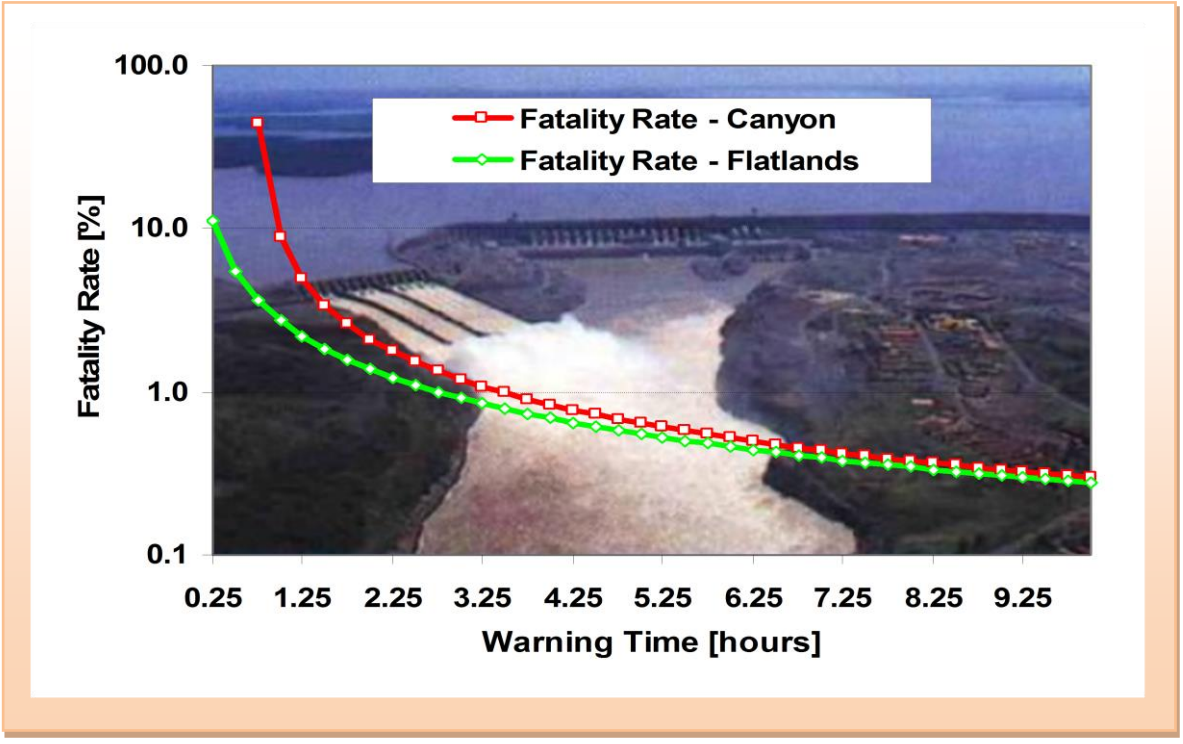
لا تصدر محطات الطاقة الكهرومائية أية انبعاثات من غازات الإحتباس الحراري مقارنة بالمحطات الحرارية، وإن سبب انبعاث هذه الغازات من المحطات السدود الكهرومائية الكبيرة هو نتيجة لتفسخ النباتات عند طمر منطقة عشبية بالماء من أجل انشاء السد والاستعمال المستمر للسمنت في إنشاء السدود، (لاينطبق على أنواع محطات الطاقة الكهرومائية الصغيرة)، (United Nations , 2003 , P.258) ، وقد أدى فيضان مياه بحيرة بروكوبوندو Brokopondo في امريكا الجنوبية إلى غمر الغابات الإستوائية التي أدت إلى تحلل النباتات المغمورة بالمياه وبالتالي إنتاج كبريتيد الهيدروجين الذي تسبب في هلاك الأسماك ونزوح القرويين إلى أماكن بعيدة، كما تسبب الماء المحمل بالكبريتيد المتدفق من هذا الخزان في تدمير ريش التوربين وجعل السد غير صالح لتوليد الطاقة،(Cunningham , 2007 , P.465)، ويؤدي تعفن جذور النباتات وتدفقات الكتلة الحيوية من مساحة منطقة الخزان وتدفق الكربون من المجمعات المائية إلى انبعاث غازات البيت الزجاجي من الخزانات CH4 و CO2 وهي غازات حابسة للحرارة بما يؤدي إلى التأثير على النظام البيئي (المناخ) في سدود الخزن، إذ إن عدم إزالة الأشجار قبل الغمر يمكن أن يتسبب في إطلاق غاز الميثان بسبب تفسخ الخشب.

٣.تأثيرات انهيار السد والعوامل المؤثرة على مستوى التأثير :

يسبب إملاء الخزانات الكبيرة إلى حدوث هزات أرضية تأثيرية Induced Earthquakes ربما تكون كبيرة بما فيه الكفاية لكي تكون تدميرية بفعل الضغط المرتفع على القشرة الأرضية الذي يحفز حركة الصفائح التكتونية التي تطلق الطاقة الهائلة المختزنة على جهتي الفالق، ويساعد ضغط الماء المحصور خلفها في زيادة الاجهادات الواقعة على الصخور تحتها، مما قد يؤدي إلى تكسر الصخور على شكل هزات أرضية، كما يمكن أن يهدد السد المناطق المنخفضة إذا إنهار بفعل خطأ إنشائي أو عمل عدواني، أو إذا تعرضت المنطقة إلى زلزال مدمر، وقد أدى

حدوث زلزال قرب سد Zipingpu في الصين عام ٢٠٠٤ بمقدار ٧،٩ درجة بمقياس ريختر إلى قتل ٧٠٠٠٠ شخص بسبب وزن الخزان، وبالامكان تزويد السدود بمحطات رصد زلزالي لمراقبة النشاط الزلزالي للفالق.

ويتم تحديد الأضرار الناجمة عن انهيار السدود عن طريق السكان والممتلكات المعرضة للخطر اعتمادا على عاملين هما وقت الاخلاء ونوع التضاريس، إذ ان لوقت الاخلاء تأثير قوي على مستوى التأثير، فإذا كان وقت الاخلاء أقل من ساعة ونصف الساعة فان معدل الوفيات المتوقع ١٣%، أما اذا كان وقت الاخلاء أكثر من ساعة ونصف فإن معدل الوفيات يكون ٠،٤%، بالإضافة الى نوع التضاريس في منطقة السد فتؤثر من خلال امكانية الوصول اليها من حيث كونها وديان ضيقة أو سهول، (Radovic,2006,p.23) ، ويوضح الشكل البياني (١) تأثير وقت الاخلاء ونوع التضاريس سواء كانت سهلية ام وديان ضيقة على معدل الوفيات.



شكل (١) معدل ضحايا حوادث السدود كدالة للتضاريس اسفل السد ووقت الاخلاء

IAEA,Simplified Methodology to Quantify Environmental Impacts of Large Hydro Dams, Austria,2003,P.18.

٤. مناسيب المياه الجوفية :

إن تأثير مياه الخزانات على المناطق المجاورة وخاصة خلال فترة المناسيب العالية ومدى تأثيرها على رفع مناسيب المياه الجوفية خارج الخزان سيكون لها مردود سيء على المدن التي تتأثر بهذه المياه كما هو الحال في مدينة السعدية المجاورة لخزان حمرين، والتي تمت معالجتها عن طريق ضخ المياه من مجمع البزل المحاذي لسداد السعدية إلى الخزان، علما بأن مياه رشح الخزان تختلط مع المياه الآسنة المتأتية من مجاري المدينة والتي تسبب تلوث مياه الخزان، بالاضافة إلى تأثير سلبي صحي وإجتماعي في المناطق السكانية المتأثرة بمياه الرشح من الخزانات وخاصة بالنسبة للمشاريع التي تسبب برك من المياه الراكدة وبالتالي إنتشار بعض الأمراض كالملاريا والبلهارزيا مما يتطلب متابعة ظروف تلك المناطق بصورة مستمرة (وزارة التخطيط ، ١٩٩٢، ص٢٠).

٥. تغير نوعية المياه :

ان الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه التي سيتم تصريفها عبر السد ستكون مختلفة بكل تأكيد عن خواص المياه الجارية التي كانت تمر عبر النهر قبل بناء السد، وبشكل عام يمكن القول بان البطء في الجريان يؤثر سلبا على طاقة استيعاب البحيرات للفضلات ذلك ان الجريان السريع او العادي على أقل تقدير بما يحمله من تمديد وحركة للمياه يساهم في ضياع الفضلات وبعثرتها وامتصاصها وهضمها، بينما نجد ان التدفق المنخفض يقلل من انتشار الاوكسجين وعندما تكون سرعة النهر منخفضة يؤدي إلى اضطراب المياه السطحية للنهر وتغذيتها بالاوكسجين ويزداد الامر سوءا عندما تكون تلك الفضلات المحمولة مع مياه النهر ذات طبيعة عضوية وغير قابلة للتحلل،(وزارة التخطيط،١٩٩٢،ص٣١).

٢-الجانب العملي:

٢-١مقدمة

لاتوجد في العراق محطات كهرومائية تنشأ لغرض توليد الطاقة الكهربائية فقط ، إذ نجد أن أغلب السدود والسداد القائمة في البلد تكون متعددة الأغراض، بمعنى إن إنتاج الطاقة من المحطات الكهرومائية فيها تأتي كناتج ثانوي بعد تأمين درء خطورة الفيضان وتأمين المياه للاحتياجات الزراعية، وبذلك فإن التأثيرات البيئية للمحطات الكهرومائية تأتي ضمن التأثيرات البيئية للسد.

ولغرض قياس الآثار الخارجية للمحطة الكهرومائية في سد حمرين، فسوف يتم تحديد الآثار البيئية الناتجة عن المحطة الكهرومائية في السد على البيئة المحيطة باستخدام برنامج

Simpacts لتكون نتائج البحث أداة للتطبيق، ومحاولة لتحويل الإنتباه إلى الآثار الفعلية للسدود الكبيرة والتكاليف بما في ذلك إنهيار النظام البيئي والاضطرابات الاجتماعية بسبب عمليات الترحيل الضخمة، على الرغم من الأرباح الاقتصادية للسدود الكبيرة.

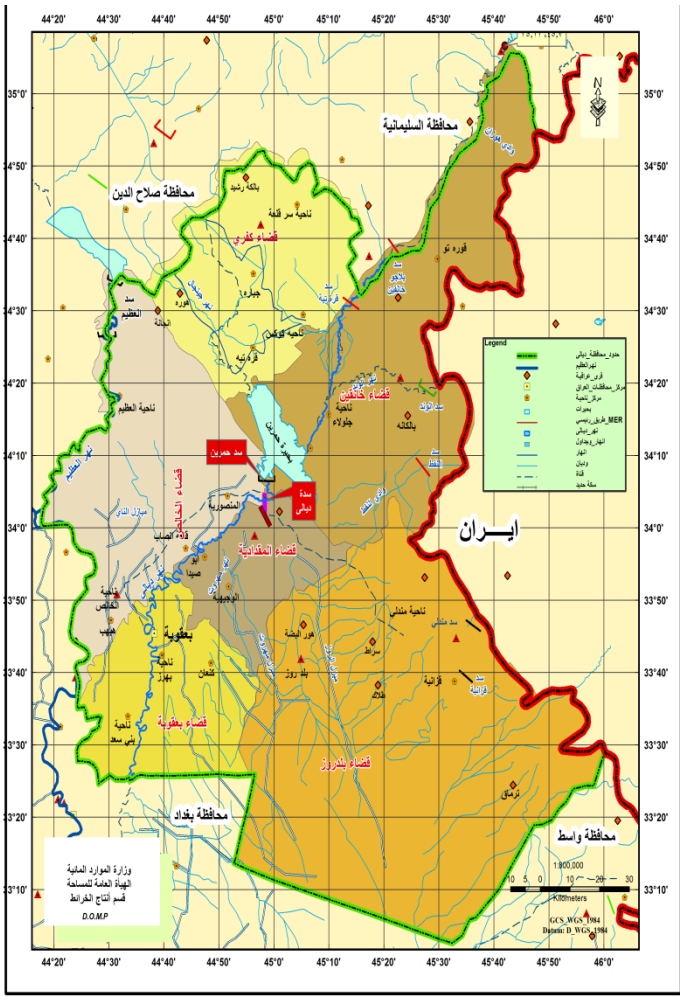
٢-٢ المحطة الكهرومائية في سد حمرين:الموقع والخصائص

٢-٢-١ موقع المحطة الكهرومائية

تقع المحطة الكهرومائية لسد حمرين على نهر ديالى ضمن الحدود الإدارية لمحافظة ديالى على خط طول (١١′ ٤٤°) ودائرة عرض (١١′ ٣٤°) بمسافة (١٢٠ كم) شمال شرق بغداد وعلى بعد (١٠ كم) مقدم سد ديالى، ويعد الموقع الوحيد على نهر ديالى جنوب سد دربندخان الذي يحجز مياه الفيضانات للجزء الواقع بين السدين،(السماوي،٢٠٠٨،ص٣٦) ، خارطة (١)، ويقع سد حمرين ضمن الجزء الأوسط لحوض نهر ديالى* والذي يشمل الجزء الواقع بين قضاء كلار وسد ديالى الثابت، إذ تم تقسيم حوض نهر ديالى على أساس الاختلاف في طوبوغرافية الحوض ومايتبعه من إختلاف في معدلات سقوط الأمطار إلى أربعة أقسام رئيسة كما اقترحها Macdonald عام ١٩٥٩، ملحق (١).

وقد تبلورت فكرة إنشاء سد حمرين مباشرة بعد فيضان نهر ديالى عام ١٩٧٤ لخزن مياه نهر ديالى للمنطقة الواقعة بين سد دربندخان وسلسلة جبال حمرين، ونفذ من قبل (شركة هيدروكرادينيا اليوغسلافية) وبإشراف المنشأة العامة لسد حمرين الملغاة، وتم تشغيله عام ١٩٨١م،(السماوي،٢٠٠٨،ص٣٧).

* يحتوي حوض نهر ديالى على مجموعة من الاحواض المغذية لنهر ديالى بين دائرتي عرض (١٣′ ٣٣° و٥٠′ ٣٥°) شمالا وبين خطي طول (٣٠′ ٤٤° و٥٠′ ٤٧°) شرقا، يحده من الشمال والشمال الغربي حوض نهر الزاب الصغير ومن الجنوب والجنوب الغربي نهر دجلة، ويحده من الغرب حوض نهر العظيم بمساحة اجمالية مقدارها(٣٢٦٠٠ كم^2)، أما النسبة المئوية لمساحة حوض نهر ديالى داخل العراق (٤٢،٨٣%).



خارطة(١) موقع سد حمرين بالنسبة الى محافظة ديالى وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة، ٢٠١٣

٢-٢-٢ مكونات سد حمرين والمحطة الكهرومائية :

يتكون سد حمرين من الأجزاء الآتية:(الزيارة الميدانية، محطة كهرباء سد حمرين ، ٢٠١٢).

١.جسم السد: هو جسم ركامي يبلغ طوله (٣٥٠٠) م، وأقصى إرتفاع له (٥٣) م في مقطع نهر ديالى، وإن أعلى منسوب هامة للسد هي (١٠٩،٥٠) م عن مستوى سطح البحر.

يقدر العمر التخميني لسد حمرين من (١٠٠-١٥٠) سنة، إذ إن العامل الوحيد المؤثر الذي يحدد عمر السد هو كمية الترسبات (الطمى) التي تدخل إلى الخزان والتي قدرت حوالي (١١٠٠٠٠٠٠) طن سنويا من قبل الشركة الاستشارية، وقد تسببت هذه الترسبات في زيادة الخزن الميت إلى (١،٥ مليار م^{٣}) على مدى عمر السد التشغيلي.

٢.حوض الخزان: تم تصميم سد حمرين من الناحية الهيدرولوجية على (٧٠%) من الفيضان الأقصى المحتمل وبطاقة خزنية قدرها (٢،٥مليار م^{٣}) عند منسوب (١٠٤ متر) عن م.س.ب، بينما تبلغ طاقته الاستيعابية القصوى (٣،٩٥مليار م^{٣}) عند منسوب (١٠٧،٥ متر)

عن م.س.ب وهو منسوب فيضاني، وقد كانت السنة المائية (١٩٨٧– ١٩٨٨) هي السنة الفيضانية الأعلى على مدى عمر السد، إذ بلغ أقصى منسوب للخزان (١٠٥،٧) م، وتم اطلاق تصريف قدره (٢٥٠٠) م^{٣}/ ثا لمدة اسبوع، جدول (٢).

أما أسوأ سنة مائية في عمر السد فكانت (٢٠٠٧ – ٢٠٠٨) حيث إنخفض منسوب الخزن إلى (٩٤) م، والذي يمثل الخزن الميت في السد، ومن خلال الجدول نجد أن أعلى مستوى منسوب لخزان حمرين سجل (١٠٤،٥٠) م عام ١٩٩٨ وبطاقة استيعابية خزنية (٢،٥٧٣٠) مليار م^{٣} خلال سنوات المقارنة عام ١٩٨٨ البالغة (١٠٥) م وبسعة خزنية بلغت (٣،٠١) مليار م^{٣}.

٣. منشأ المحطة الكهرومائية: تتكون المحطة الكهرومائية من وحدتين سعة كل وحدة (٢٥ ميكاواط)، بطاقة تصميمية كلية (٥٠ ميكاواط)، وإن أوطأ منسوب لتشغيل المحطة هو (٨٩) م، وارتفاع الضاغط يتراوح بين (١٥،٨-٣٠،٩) م، وتضم عدة منشآت أهمها قناة المأخذ ، الصمام القرصي،البوابات التي يبلغ عددها (٢٤) بوابة والتي تفتح وتغلق هيدروليكيا للسماح بالماء للدخول إلى غرفة التوربين ومنها يتم زيادة أو قلة التصريف وبالتالي زيادة أو نقصان الطاقة الكهربائية المنتجة بالاضافة الى غرفة التوليد التي تحتوي على التوربينات والمولدات.

٢-٢-٣ مصادر التغذية لخزان حمرين :

تقسم الموارد المائية المغذية للخزان الموجودة في منطقة الدراسة إلى:

أولا:المياه السطحية:من المصادر الرئيسة للإيرادات المائية للخزان هي:

١. نهر ديالى (مؤخر سد دربندخان):

يتعرض تصريف نهر ديالى لتغيرات كثيرة بين سنة وأخرى وخلال السنة الواحدة، إذ تعد فترة الصيف (تموز–تشرين الاول) فترة المنسوب الواطئ وفيها يعتمد النهر في تغذيته على المياه الجوفية، أما الفترة بين (كانون الثاني–نيسان) فتعد فترة المنسوب العالي، وأن سبب هذه التغيرات يعود إلى اختلاف شدة الأمطار وكمية الثلوج التي تسقط على حوضه وتبعا لكميات المياه الواردة إليه من دولة المنبع (ايران)، فضلا عن بعض الوديان الواقعة في المنطقة مابين سدي دربندخان وحمرين، كما يلاحظ بأن الروافد التي تلتقي بنهر ديالى في المنطقة المحصورة بين دربندخان وحمرين تسبب زيادة في كمية التصريف في محطة تصريف مقدم سد حمرين عما هي عليه في محطة تصريف سد دربندخان، شكل (أ) ،ملحق (٢)، وهذا ناتج عن ايرادات الروافد الواقعة بين السدين مثل رافد نهر الوند إضافة إلى روافد قرة تو وعباسان ونارين وغيرها من الوديان في الضفة اليمنى واليسرى، ويمكن لهذه الروافد ان تزود نهر ديالى بـ (٥٨٠) مليون م^{٣} سنويا، إلا ان عدم وجود البوابات للتحكم في بعض المشاريع الاروائية في حوض ديالى الاوسط التي تأخذ المياه من نهر ديالى مباشرة والواقعة بين سد دربندخان شمالا، وسد حمرين جنوبا، بالاضافة إلى

أن أي زيادة في اطلاقات سد دربندخان تذهب مباشرة إلى هذه الجداول دون وصولها إلى خزان بحيرة حمرين.

ومن خلال تحليل تصريف سد حمرين الوارد والمطلق السنوي للأعوام (١٩٨١ – ٢٠١٢)، الشكل(ب) ، ملحق (٢)، يتبين أن المعدل السنوي لتصريف السد عند افتتاحه في الفترة (١٩٨١ – ١٩٨٢) قد سجل (٦،٧٢) مليار م^{٣} ، وهذا المعدل جيد إذا ما قورن بما سجلته محطة قياس مؤخر السد في الفترة (٢٠١١ – ٢٠١٢) إذ سجلت (١،٧٠) مليار م^{٣}، أي أنه سجل عند إنشاءه أكثر من ضعف كمية التصاريف المسجلة في الأعوام الأخيرة .

جدول (٢) تغير مناسيب المياه في خزان سد حمرين للاعوام ١٩٨٨-٢٠١٢

السنة	المنسوب (متر)	السعة (مليار م^{٣})
١٩٨٨	١٠٥،٧٠	٣،٠١٠٦
١٩٩١	١٠٠،٨٤	١،٥١١٠
١٩٩٢	١٠٤،٠٠	٢،٤٠٠٠
١٩٩٣	١٠١،٩٦	١،٧٩٣٨
١٩٩٤	١٠٤،١٢	٢،٤٤١٥
١٩٩٥	١٠٤،٤٠	٢،٥٣٨٤
١٩٩٦	١٠١،٥٤	١،٦٨٦٢
١٩٩٧	٩٧،٤٠	٠،٨٣٦٦
١٩٩٨	**١٠٤،٥٠**	**٢،٥٧٣٠**
١٩٩٩	٩٩،٢٨	١،١٧١١
٢٠٠٠	٩٤،٧٤	٠،٣٨٥١
٢٠٠١	٩٧،٥٠	٠،٨٥٢٥
٢٠٠٢	١٠٠،٨٤	١،٥١١٢
٢٠٠٣	١٠٢،٨٠	٢،٠٣٠٤
٢٠٠٤	١٠٢،٧٦	٢،٠١٩١
٢٠٠٥	١٠١،٣٦	١،٦٤٠٢
٢٠٠٦	١٠١،٤٦	١،٦٦٥٨
٢٠٠٧	٩٨،٢٨	٠،٩٧٣٠
٢٠٠٨	٩٤،٠٠	٠،٤٠٨٠

٢٠٠٩	٩٤،٦٦	٠،٤٧٦٦
٢٠١٠	٩٥،٥٤	٠،٥٨٧٤
٢٠١١	٩٧،٢١	٠،٨٢١١
٢٠١٢	٩٨،٤٢	١،٠١٢١

مديرية الموارد المائية ، ادارة مشروع سد حمرين ، بيانات غير منشورة ،٢٠١٢.

٢. **نهر الوند:** ينبع من الأجزاء الغربية من ايران، ويعد ثاني أكبر حوض ثانوي لروافد نهر ديالى بعد سيروان، تبلغ مساحة حوض رافد الوند (٣٤٥٠ كم^{٢}) أي أنه يحتل نسبة (١٠،٦%) من حوض تغذية نهر ديالى يقع منها (١٦،٣%) حوالي (٥٦٦ كم^{٢}) في العراق، ويبلغ طوله (١٣٠ كم) منها (٥٠ كم) داخل العراق، ويتراوح معدل التصريف للنهر بين (٢٥ م^{٣}/ ثا) شتاءا و (١٠ م^{٣} / ثا) صيفا، أما في الوقت الحاضر وبعد المشاريع التي قامت بها ايران من حجز لمياه النهر وتحويلها، فقد بلغ معدل التصريف (٠ – ١ م^{٣}/ثا)، أما شتاءا فهو (١–٥ م^{٣}/ثا) وينقطع صيفا لمدة لا تقل عن ثلاثة أشهر.

٣.**الوديان الطبيعية وادي كورده ره ونارين ووديان الضفة اليمنى واليسرى:** إذ ينبع نارين من المرتفعات المحيطة بقضاء كفري ثم يتجه الى الجنوب الشرقي ويلتقي بأيمن نهر ديالى شمال سد حمرين، ويقع وادي كورده ره شرق بحيرة حمرين ويعد من الوديان الموسمية ويصب مباشرة في بحيرة حمرين في الجنوب الشرقي، أما وديان الضفتين اليمنى واليسرى فتصب مباشرة في نهر ديالى.

ثانيا: المياه الجوفية:

تعد المياه الجوفية من الموارد المهمة في تغذية نهر ديالى، إذ أن كمية المياه الجوفية المساهمة في تصريف النهر عن طريق الينابيع والعيون المنتشرة ضمن الحوض تتناسب طرديا مع تدرج سقوط الامطار وبطئ الذوبان الثلجي، إذ ينعدم الجريان صيفا في روافد نارين وكوردره وقره تو مما يعني أنها تتسم بالموسمية وانعدام دور المياه الجوفية في مجرى النهر لهذه الروافد .

وقد ساعدت نوعية الصخور الكلسية والصخور الرملية والصخور المتكتلة ذات المسامات والفجوات والشقوق، والتركيب الطوبوغرافي المكون من التواءات وتكسرات في المنطقة شبه الجبلية على وجود خزانات للمياه الجوفية، وتقع هذه المنطقة شمال سلسلة حمرين وتشمل مناطق كفري وخانقين – قره تبه – جبارة – جلولاء – السعدية – منطقة امام ويس، ففي حوض حمرين (السعدية) وفي خانقين (منطقة قلي) فانها تحوي كميات كبيرة من المياه الجوفية وتكون مياهها قريبة من سطح الأرض، واعماقها لا يتجاوز (٤–٦ م) هذا في المواسم المطيرة والتي تتميز بانخفاض نسبة الأملاح المذابة، أما الاراضي الكائنة في جنوب سد حمرين فهي ذات طبقة مزيجية، والعامل المهم في تواجد المياه الجوفية هو مياه الأمطار ونهر ديالى وجداوله، فالمناطق

القريبة من نهر ديالى وروافده والجداول المتفرعة منه مثل المقدادية وبعقوبة وبهرز والخالص والسعدية فأن المياه الجوفية متوافرة فيها بمسافات قريبة من سطح الأرض، (وزارة الموارد المائية، مديرية حفر الابار المائية،٢٠١١).

ثالثا: الأمطار الساقطة على حوض نهر ديالى

تتفاوت كمية الامطار الساقطة على الحوض، ويتمثل هذا التفاوت في أجزاء الحوض نفسه، إذ تزداد كمية الأمطار الساقطة كلما اتجهنا من الجنوب نحو الشمال والشمال الشرقي، ومن خلال الجدول (٣) نلاحظ من خلال السلسلة المطرية إنخفاض معدلات سقوط الامطار عن (٣٥٠ ملم) والذي يمثل خط المطر المتساوي لمنطقة الدراسة، باستثناء بعض السنوات التي سقطت لها أمطار غزيرة خلال الأعوام ١٩٩٥-٢٠١٢ في محطة سد حمرين منها السنوات (١٩٩٨، ٢٠٠٢، ٢٠٠٦، ٢٠١٢) ويعزى ذلك التراجع إلى التغيرات المناخية، إذ من المؤكد أن لكل من إزالة الغطاء النباتي وزيادة كمية غاز ثاني أوكسيد الكربون نتيجة حرق الوقود الأحفوري أثره الملحوظ في زيادة معدل درجة الحرارة.

جدول (٣)معدلات الامطار السنوية المسجلة في محطة سد حمرين للفترة ١٩٩٥-٢٠١٢

السنة	كمية الامطار الساقطة(ملم)	السنة	كمية الامطار الساقطة(ملم)
١٩٩٥	١٨٨	٢٠٠٤	١٥٣
١٩٩٦	١٩١	٢٠٠٥	١٧٦
١٩٩٧	١٣٦	٢٠٠٦	٣٠٤
١٩٩٨	٢٨٩	٢٠٠٧	١٦٨
١٩٩٩	١٠٥	٢٠٠٨	١٩٧
٢٠٠٠	١١٦	٢٠٠٩	١٠٠
٢٠٠١	٢٢٦	٢٠١٠	٢١٠
٢٠٠٢	٣٥٨	٢٠١١	١٥٠
٢٠٠٣	١٤٤	٢٠١٢	٢٣٥

وزارة الموارد المائية ، ادارة محطة سد حمرين، بيانات غير منشورة ،٢٠١٢

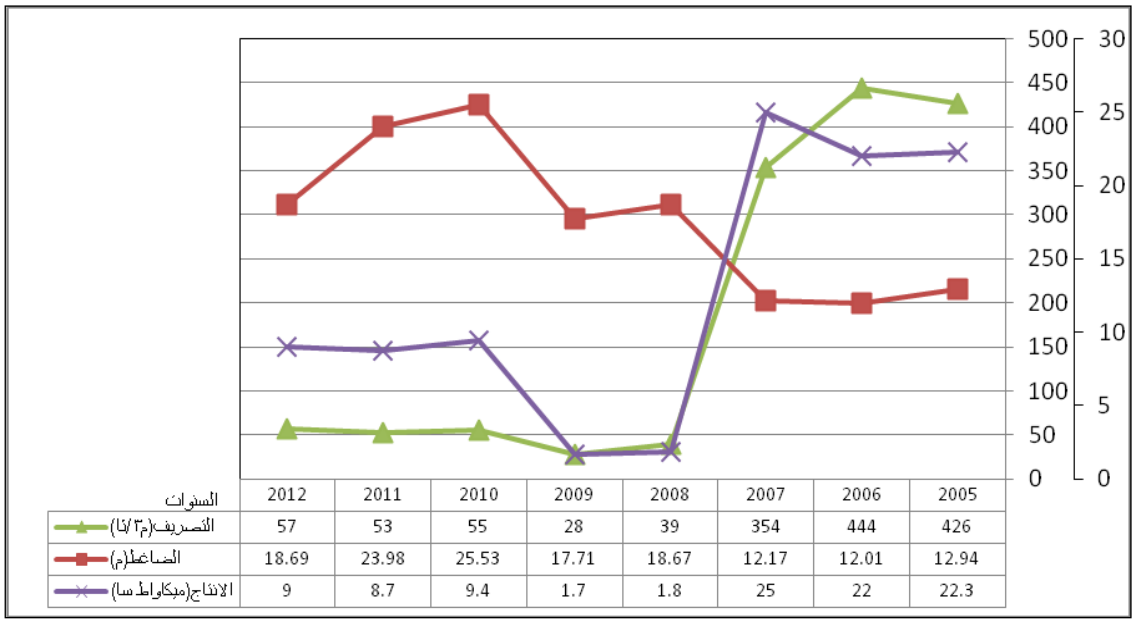
٢-٣ الطاقة الانتاجية للمحطة الكهرومائية في سد حمرين :

يعتمد إنتاج الطاقة الكهربائية لمحطة سد حمرين بصورة رئيسة على:

١.الضاغط المائي (فرق منسوب المياه) (Head): يصنف الضاغط لمحطة سد حمرين ضمن محطات الضاغط المتوسط والذي يساوي (١٤،٩) م.

٢.التصريف المطلق من السد: يمثل معدل تدفق المياه والذي يتغير شهريا تبعا لمتطلبات الاحتياجات المائية أسفل خزان السد، إذ ان كمية التصريف تتم على أساس إحتياجات الري ويتم التحكم في انتاج الطاقة الكهربائية لسد احتياجات الشبكة الكهربائية في فترات الذروة، إذ يبلغ أعلى تدفق للمياه عبر التوربينات (٩٨،٥) م^{٣}/ثا محسوبا على أساس الايراد السنوي للنهر (٣) مليار م^{٣}، وباستخدام المعادلة (١-١) وباعتبار أن كفاءة وحدات التوليد للمحطة الكهرومائية في سد حمرين تساوي ٩٠%، فان الطاقة الكهربائية المنتجة من المحطة تساوي (١٣) ميكاواط، وتعمل بين منسوبين (١٥،٩-٣٠،٨) م، وبسبب التغير في ايرادات النهر فقد صممت المحطة لتحتوي على وحدتي توليد قدرة الواحدة منها (٢٥) ميكاواط.

ويوضح الشكل (٢) الانتاج السنوي لمحطة سد حمرين للسنوات (٢٠٠٥-٢٠١٢)، إذ بلغ أعلى انتاج للمحطة (٢٥ميكاواط) عام ٢٠٠٦-٢٠٠٧ بتصريف مقداره (٣٥٤م٣/ثا) ومنسوب (١٢،١٧م)، أما أدنى انتاج فكان سنة ٢٠٠٨-٢٠٠٩ والذي سجل (١،٦٧ ميكاواط) بتصريف مقداره (٢٨م٣/ثا) وذلك بسبب انخفاض تصاريف نهر ديالى في تلك السنة والتي كانت اسوأ سنة في تاريخ السد كما مر ذكره.



السنوات	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
التصريف(م٣/ثا)	57	53	55	28	39	354	444	426
الضاغط(م)	18.69	23.98	25.53	17.71	18.67	12.17	12.01	12.94
الانتاج(ميكاواط ساعة)	9	8.7	9.4	1.7	1.8	25	22	22.3

شكل (٢) انتاج المحطة الكهرومائية في سد حمرين حسب التصريف والضاغط للسنوات ٢٠٠٥-٢٠١٢

الباحثة بالاعتماد على بيانات وزارة الكهرباء، محطة كهرباء سد حمرين،٢٠١٢

٢-١-٣ تحديد التأثيرات البيئية الناتجة عن المحطة الكهرومائية لسد حمرين :

لغرض تحديد التأثيرات البيئية للمحطة الكهرومائية في سد حمرين ينبغي أولا معرفة انه على الرغم من تلك التأثيرات إلا ان انشاء سد حمرين يحقق أيضا بعض الآثار الايجابية، إذ يعد مشروع سد حمرين من المشاريع المتعددة الاغراض وليس لانتاج الطاقة الكهربائية فقط ، وهو من أهم المشاريع الخزنية لمحافظة ديالى، لذا سيتم التعرف على الفوائد المتحققة من انشاء المشروع حسب الاولويات المتحققة جراء انشاء وتشغيل السد وهي:

٢-١-٣-١ تحديد مدى التأثير (البعد المكاني)

أولا:الآثار الايجابية المتحققة جراء انشاء سد حمرين:

١. **خزن المياه والسيطرة على الفيضان:** ان الاهمية الرئيسة للسد هي خزن المياه الفائضة عن الحاجة في مواسم الوفرة المائية واستخدامها في مواسم الشحة، ودرء الفيضان لحماية ارواح واملاك المواطنين من خلال السيطرة على فيضانات نهر ديالى والمحافظة على أراضي ديالى السفلى ومدينة بغداد، حيث عمل السد على تخفيض ذروة الفيضان من (١٤٠٠٠) م^3/ثا إلى (٤٠٠٠) م^3/ثا ، إذ يستوعب خزان السد حوالي (٢،٢٥ مليون م^3) خزن حي سنويا، لذا فان تشغيل السد واعمال الري سيوفر الحماية اللازمة للتحكم في الفيضانات.

٢. **تأمين الاحتياجات الزراعية من مياه الري:** من خلال تنظيم مجرى نهر ديالى وتأمين مياه الري لحوض ديالى البالغ مساحته (٣٠٠٠٠٠) هكتار من الأراضي الزراعية، إذ إن إيرادات نهر ديالى تتسم بالتذبذب بين موسم الصيهود وموسم الفيضان وتأمين إطلاق تصريف قدره (٢٥٠ م^3/ ثا)، وبفعل هذه الكميات المخزونة من المياه يتم تلبية الحاجة الفعلية للإرواء إبتداءا من سنة الخزن الأولى (١٩٨١-١٩٨٢)، بعدما كانت مياه نهر ديالى تسبب الخراب في أوقات الفيضان قبل سنوات إنشاء السد، وكما للنهر تأثير في حالات الفيضان يحدث نفس الشيء في سنوات الجفاف والتي تنخفض فيها الإيرادات المائية للنهر إلى (١٠م^3/ثا) وما ينتج عنه هلاك البساتين والمزروعات، (الزيارة الميدانية، دائرة الموارد المائية في سد حمرين، ٢٠١٢).

٣. **تأمين مياه الشرب:**من خلال تأمين المياه الخام لمجمعات تصفية مياه الشرب في محافظة ديالى، إذ إن توفير مياه نقية لاهالي المنطقة سيؤدي الى الحد من انتشار الامراض المرتبطة بالمياه وتحسن الصحة العامة للسكان.

٤. **توليد الطاقة الكهربائية:** من خلال توليد الطاقة الكهربائية من المحطة الكهرومائية للسد وبمعدل سنوي قدره (٢١٥ كيلوواط/ساعة)، والذي يعتمد على كميات التصريف المطلق ومقدار الخزن.

٥. تنمية الثروة السمكية: ان انشاء السد سيوفر مسطح مائي جديد يساعد على ظهور عناصر بيئية من الطيور والاسماك، وذلك من خلال الاستفادة من الخصوصية الطبيعية والبيئية لخزان حمرين لتنمية الثروة السمكية، إذ كانت بحيرة حمرين غنية بثرواتها السمكية إلا ان الظروف التي مرت بها محافظة ديالى خلال السنوات الماضية أثرت وبشكل كبير على عدد الأسماك ونوعيتها في الخزان، فضلا عن الصيد الجائر لها.

بالاضافة إلى بعض الفوائد الاخرى المتحققة كإعادة تنظيم تصاريف المحطة الكهرومائية لسد دربندخان لإمكان الإستغلال الأفضل للطاقة في أعالي نهر ديالى، وتوفير جو سياحي من خلال الخزان المتكون بفعل السد، وزيادة الخدمات من وحدات خدمية ومستشفيات وغيرها.

ثانيا: الآثار السلبية المتحققة جراء انشاء سد حمرين:

بالرغم من الفوائد المتحققة من انشاء سد حمرين، إلا انه نتج عن انشاءه وتشغيله العديد من كلف الآثار الخارجية (الكلف المخفية Hidden Cost) بضمنها الكلفة الحقيقية لبناء السدود والتي تدفع لإعادة الإسكان الضخمة وخسارة الإنتاج الزراعي، بالاضافة إلى التأثيرات الاجتماعية والثقافية السلبية على المجتمع المحيط بالسد من ترحيل لبعض القرى عن أماكنها وما يصاحبه من تغير في الظروف الاقتصادية فضلا عن تأثيرات بيئية أثرت على البيئة المحيطة بموقع السد والتي يمكن أن يظهر أثرها على المدى الطويل، ومن أهم تلك التأثيرات:

١. تأثير انشاء سد حمرين على السكان نتيجة غمر حوض الخزان:

أدى بناء سد وخزان حمرين إلى التهجير القسري للسكان الأصليين وفصلهم عن تراثهم الحضاري والثقافي وإعادة إسكانهم في مناطق بعيدة عن موطنهم دون تهيئتهم إجتماعيا وثقافيا وسكنيا لحياتهم الجديدة في هذه المناطق، خاصة وإن السد تم بناءه على مقربة من المستقرات البشرية، إذ بلغ عدد سكان حوض سد حمرين عام ١٩٧٨ قبل انشاء السد حوالي (١٣٤٥٩) نسمة موزعين على (٥٣) قرية تتبع اداريا ثلاث نواحي هي (جلولاء والسعدية وقره تبه)، وكانت ناحية السعدية حينها تضم أكبر عدد من السكان (٩٥٧٣) نسمة بنسبة ٧١% من مجموع سكان الحوض، تلتها ناحية جلولاء (٣٦٩١) نسمة أو ٢٧% من مجموع سكان الحوض، أما ناحية قره تبه فقد ضمت حينها أقل عدد من السكان (١٩٥) نسمة بنسبة ١،٤% من مجموع سكان الحوض،(وزارة التخطيط،١٩٨٦،ص١٥).

إن غمر مساحة كبيرة من الأرض لانشاء السد والتي تقدر حوالي (٣٤٦ كم^{٢}) أدى إلى غرق تلك القرى بالمياه مما تطلب ترحيل جميع سكان تلك القرى الواقعة ضمن خط الانغمار لحوض السد إلى مناطق اخرى، وإن عدد السكان من أهالي الحوض الذين تم إعادة إسكانهم يقدر حوالي (١٣٤٥٩) شخص،(وزارة الري،١٩٧٨،ص٢٤).

وقد أدى انشاء السد إلى تفكك العلاقات الاجتماعية التي كانت سائدة لسكان القرى التي كانت قائمة بسبب توجيه نسبة كبيرة من سكان الحوض إلى الاستقرار في المراكز الحضرية القريبة كالسعدية والمقدادية وإلى مراكز حضرية أخرى كبعقوبة وبغداد بعد إنغمار أراضيهم الزراعية وعدم توفر أراض صالحة للزراعة ضمن المناطق الجديدة، ،(وزارة التخطيط،١٩٨٦،ص١٧).

٢. تأثير انشاء السد على الاراضي الزراعية والانتاج الزراعي والحيواني:

أدى انشاء سد وخزان حمرين إلى إغراق حوالي (١٢٨٠٠٠) دونم من الأراضي الزراعية واكثر من (١١٨) دونم من البساتين مما أثر سلبيا على الانتاج الزراعي بشكل عام في منطقة الدراسة، إذ إن الترب في المناطق المحاذية للحوض هي الترب الكستنائية والسمراء والبنية الحمراء والرسوبية المالحة والتي تصلح معظمها لزراعة المحاصيل المختلفة ولاسيما الحنطة والشعير والخضروات، وما يعزز هذا الإتجاه وقوع منطقة حوض الخزان على الخط المطري (٢٥٠-٣٥٠ ملم/سنة)، فضلا عن استخدام بعض الأراضي الصالحة للزراعة في منطقة المحطة لإنشاء الطرق اللازمة للمشروع، إذ كانت (٦١%) من مجموع الاسر تعتمد على مهنة الزراعة قبل الترحيل وبسبب إنغمار أراضيهم الزراعية وعدم توفر الأراضي الزراعية في المناطق الجديدة الأمر الذي دفعها إلى الانتقال إلى مناطق أخرى تتوافر فيها الأراضي الصالحة للزراعة والمياه، (وزارة التخطيط،١٩٨٦،ص٢٢).

كما أدى انشاء سد حمرين إلى حرمان الأراضي الزراعية خلف السد من مواد الفيضان المخصبة للتربة وأثر تعويض ذلك بالمبيدات الكيميائية على صحة البيئة نتيجة تراكم الملوثات في التربة والمزروعات التي يتغذى عليها الإنسان.

أما مايخص الثروة الحيوانية فقد تم تقليص الانتاج الحيواني في منطقة السد بنسبة تتجاوز (٧٠)%، فبعد أن كان مجموع الثروة الحيوانية في المنطقة أكثر من (١١٠٠٠) رأس غنم وبقر إنحفض هذا العدد إلى حوالي (٣٠٠٠) رأس، (وزارة التخطيط، ١٩٨٦، ص٢٥).

٣. تأثير انشاء السد على زيادة التبخر من الخزان:

بسبب انشاء الخزان الذي يكون على مساحة أكبر من مساحة سطح النهر، فان التبخر يكون أكبر مما كان عليه، إذ يتزايد فاقد المياه بالخزان بسبب ارتفاع معدل التبخر نتيجة تعرض مسطحها لأشعة الشمس ودرجات الحرارة المرتفعة، وتقدر الضائعات بالتبخر من بحيرة السد بحدود (٦٠٠) مليون م^3 سنويا، واذا ماقورنت هذه الكمية بالخزن الحي للخزان وبمعدل (٢،٠٤) مليار م^3 تكون نسبة الضائعات عالية جدا،(مديرية الموارد المائية في سد حمرين،٢٠١٢).

٤. تأثير انشاء السد على زيادة الترسبات من الخزان:

ان زيادة تراكم المخزون الميت من الطمى ببحيرة السد يؤدي بالاضافة إلى فقد جزء من السعة التخزينية وأثره على الحياة النهرية من الأسماك إلى تآكل الشواطئ من ضفة النهر نتيجة فقدان التوازن البيئي، فضلا عن حدوث إضطراب وعدم توازن في سريان المياه أمام وخلف السد نتيجة الاختلاف الناتج عن عملية التحكم في معدلات تصريف المياه خلال السد تبعا لخطط الري للأراضي الزراعية وتشغيل المحطة، بالاضافة إلى حدوث تغير في نوعية المياه أمام وخلف منطقة المشروع ، وتقدر كمية الترسبات (الطمى) التي تدخل إلى خزان حمرين بـ (١١٠٠٠٠٠٠) طن سنويا والتي حددت من قبل الشركة الاستشارية، وهذه الترسبات تسبب في زيادة الخزن الميت إلى (١،٥) مليار م^{٣} على مدى عمر السد التشغيلي،(مديرية الموارد المائية في سد حمرين،٢٠١٢)، بالاضافة إلى عدم وصول الطمى والمواد العضوية الصالحة للزراعة إلى المناطق الزراعية أسفل السد والتي هي بحاجة ماسة إلى ذلك.

٥. التنوع البيولوجي:

تم اختيار موقع سد حمرين على أراضي زراعية تحتوي غطاء نباتي، الأمر الذي أدى إلى حرمان المنطقة من هذا الغطاء، كذلك فان المجتمع الحيواني الذي تعتمد عليه في منطقة المشروع سيتأثر هو الآخر.

٦.انتشار الاوبئة المائية:

رافق خزن المياه في سد حمرين رشح من خمسة مناطق على الجهة اليسرى من الخزان (الجهة الشرقية)، وقد أدى إختلاط مياه رشح الخزان مع المياه العادمة إلى تلوث مياه الخزان نتيجة تكون البرك من المياه الراكدة وهي أماكن ملائمة للحشرات كالبعوض، مما أدى إلى حدوث تأثيرات سلبية صحية وانتشار الأوبئة المائية في المناطق السكانية القريبة منها،(مديرية الموارد المائية في سد حمرين،٢٠١٠).

٧. تأثير انهيار السد والعوامل المؤثرة على مستوى التاثير :

في حالة حدوث انهيار لسد حمرين أما بسبب الهزات الأرضية، أو استقباله لحجم من مياه الفيضانات تفوق الحمل الإنشائي التصميمي حال حدوثها تحت تأثير ظروف جيولوجية أو مناخية مفاجئة، فإن حجم الدمار الذي سيخلفه كبير نظرا لخزينه المائي العالي مما يؤدي لحدوث فيضانات كارثية تضر بالمنشآت المائية والخدمية أسفل مجرى النهر، بالاضافة إلى تشريد السكان ضمن الحوض ، وبأخذ العوامل التي تؤثر على انهيار السد بالحسبان من حيث:

١. التضاريس: كون ان سد حمرين يقع في منطقة شبه جبلية بضمنها مرتفعات حمرين، لذا يمكن القول بأنه في حالة حدوث انهيار للسد فان موقع السد ضمن هذه المنطقة يقلل من فرص الانقاذ بسبب صعوبة الوصول للموقع.

٢.وقت الاخلاء: إذ كلما ازدادت عدد الساعات المتاحة للانقاذ، كلما كان معدل الوفيات أقل.

وقد تم تحديد المناطق المتضررة جراء انهيار السد من خلال الاستعانة بخبراء في وزارة الموارد المائية، إذ تم عمل موديل افتراضي وحددت تلك المناطق من الشمال في مركز قضاء خانقين وناحيتي السعدية وجلولاء وقره تبه وصولا للجنوب ضمن مركز قضاء المقدادية، نظرا لكون المنطقة المحصورة قرب سد حمرين تكون أعمق من بقية أجزاء الخزان، لذلك يتوجب أخذ الاحتياطات اللازمة لتقليل الخسائر المحتملة.

٢-١-٣-٢ استخدام التقييم البيئي لبيان التأثيرات البيئية الناتجة عن انشاء محطة سد حمرين:

لغرض تقدير حجم التأثيرات البيئية المباشرة لمحطة سد حمرين الكهرومائية في مرحلتي الانشاء والتشغيل، تم استخدام مصفوفة تقييم الأثر البيئي (طريقة القوائم) لتحديد شكل التأثير على العناصر البيئية في كل من مرحلتي انشاء وتشغيل السد من خلال بيان الآثار الايجابية والسلبية الناتجة عن انشاء وتشغيل السد، وتقدير حجم هذه التأثيرات وتصنيفها حسب خصائص وصفات تلك التأثيرات، جدول (أ) ملحق (٣)، باستخدام شكل التأثير وعدد من المؤشرات الآتية:

-**نوع التأثير**:مباشر الحدوث أو غير مباشر.

-**فترة التأثير**: طويل المدى، متوسط المدى، قصير المدى.

-**زوال التأثير**:هل يمكن زوال تأثيره أو التخفيف أم لايمكن.

وبعد أن تم تحديد الآثار البيئية للمحطة والعناصر البيئية المتأثرة بها، تم إجراء عملية تقييم للتأثيرات البيئية لهذه الآثار في العناصر البيئية المحددة وباستخدام اسلوب المصفوفات (مصفوفة ليوبولد) في تحديد التأثيرات المباشرة للمحطة في عناصر البيئة المحيطة لغرض تقدير أهمية وقوة التأثير، كما في الجدول (ب) ملحق (٣).

ومن تحليل النتائج التي تم الحصول عليها من عملية تقدير التأثيرات البيئية لمحطة سد حمرين الكهرومائية باستخدام المصفوفة أعلاه نجد:

١. يشكل املاء الخزان وتشغيل سد حمرين اشد العوامل تأثيرا في عناصر البيئة إذ تراوحت تلك التأثيرات بين التأثير ذي الحجم والأهمية العالية (نوعية المياه والاراضي الزراعية) وبين التأثير القليل الحجم والأهمية (التأثير في الصحة العامة) هذا إلى التأثيرات الاقل تأثيرا كالسياحة والعنصر الجمالي في المنطقة وباقي التأثيرات المتقاربة في اهميتها وحجمها.

٢. يكون التأثير الناتج عن انشاء السد في عناصر بيئية محدودة إذ انه يؤثر بالدرجة الاولى على الاراضي الزراعية فضلاً عن التأثيرات في منطقة المشروع على التنوع البيولوجي ونوعية المياه والهواء والاسماك والاحياء المائية.

٣.أما بشأن الحماية من الفيضان هو العامل الايجابي الاهم في انشاء السد فيؤثر بصورة مباشرة على الصحة العامة والحفاظ على الاراضي الزراعية والمظاهر الاجتماعية والاقتصادية، بالاضافة الى السياحة .

٢-١-٤ استخدام برنامج SIMPACTS لتقدير كلف التأثيرات البيئية لسد حمرين:

أولا: تحديد مدخلات الإنموذج

١. خصائص السد والمحطة الكهرومائية:

تم اعتماد بيانات وزارة الكهرباء، ادارة محطة سد حمرين فيما يتعلق بخصائص السد والمحطة الكهرومائية التي سيتم إدخالها ضمن إنموذج Hydropacts، جدول (٤).

جدول (٤) خصائص سد حمرين والمحطة الكهرومائية المستخدمة في برنامج Simpacts

الخصائص	القيمة
ارتفاع السد Dam Height (H_D)	٥٣ م
الضاغط الصافي Nominal Net Head	١٤،٩ م
تعديل الضاغط الاضافي Additional Head Correction(ΔH)	صفر
السعة التصميمية للمحطة Plant Capacity	٥٠ ميكاواط
معدل عامل سعة المحطة Average Plant Capacity Factor	%٢٠،٩
التصريف خلال التوربين Turbine Flow	٩٨،٥ م^3/ثا

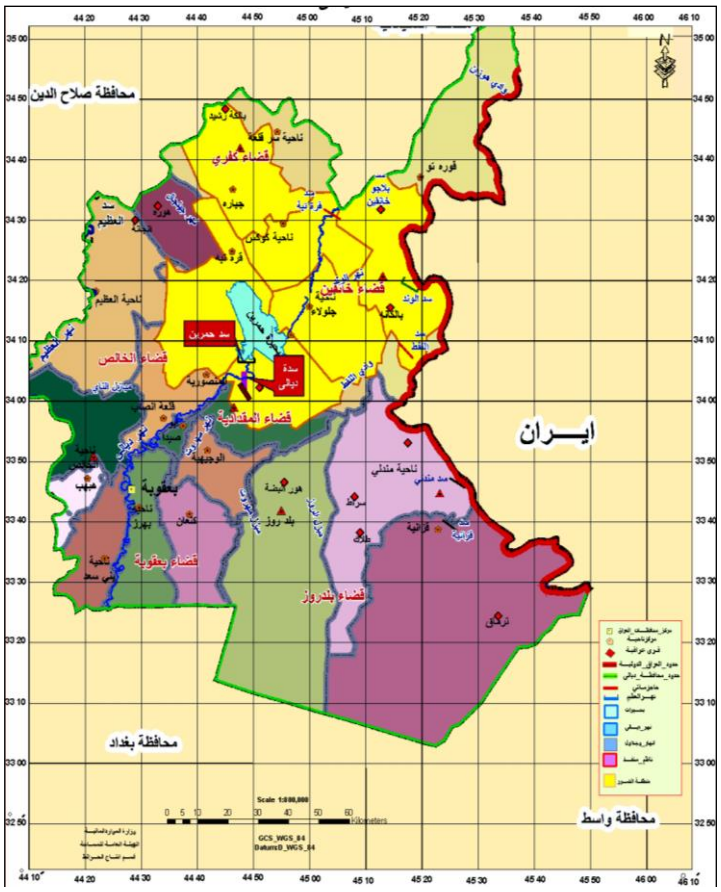
وزارة الكهرباء ، المديرية العامة لإنتاج كهرباء المنطقة الوسطى، ادارة محطة سد حمرين ، ٢٠١٢

٢.خصائص السكان واستعمالات الأرض:

لغرض تحديد الكثافة السكانية بمقطع النهر المتضرر قدر الامكان والتي يتطلب إدخالها في برنامج Simpacts والتي تستخدم في الانموذج لغرض حساب كلفة اعادة الاسكان، فيما يخص ترحيل السكان، فقد تم اعتماد حوض سد حمرين والذي تم تحديده من قبل وزارة التخطيط عند اعداد دراسة اعادة اسكان سكان المستقرات المتضررة نتيجة غمر الخزان والذي يضم نواحي جلولاء والسعدية وقره تبه، أما الكثافة السكانية في المناطق المتضررة في حالة حدوث انهيار للسد فقد تم الاستعانة برأي خبراء في وزارة الموارد المائية من خلال موديل افتراضي لانهيار السد وتحديد المناطق التي ستتأثر في حالة الانهيار، وقد كانت المناطق المتأثرة بالاضافة إلى النواحي الثلاث المذكورة جراء الترحيل هي مركز قضاء خانقين ومركز قضاء المقدادية، لذا بلغ عدد السكان في المناطق أعلاه والتي تتأثر جراء انشاء وتشغيل السد حوالي ٣٧٤٥٤٥ نسمة. خارطة (٢).

أما التوزيع الجغرافي لحجم سكان الحوض فيبين الجدول (٥) أن مركز قضاء المقدادية يضم أكبر عدد من السكان القاطنين في الحوض، إذ بلغ (١٣٧٣٩٢) نسمة والذي يشكل نسبة قدرها (٣٦)% من مجموع سكان الحوض، ويليها ناحية جلولاء ومركز قضاء خانقين بعدد سكان (٧٧٧٧٩)، (٧٣١١٥) نسمة أو (٢١)،(٢٠)% من مجموع سكان حوض السد على التوالي، في حين تضم ناحية قره تبه والسعدية أقل عدد من السكان إذ بلغ عددهم (٤٣٤٦٨)، (٤٢٧٩١) نسمة على التوالي واللذان يشكلان نسبة (١٢)، (١١)% من مجموع سكان حوض السد على التوالي.

أما بالنسبة للكثافة السكانية الاجمالية فقد أحتلت ناحية جلولاء المرتبة الأولى إذ بلغت (٣١١،١٢) شخص/كم^{٢}، وأحتل مركز قضاء المقدادية المرتبة الثانية بكثافة سكانية (١٧٨،٩٠) شخص/كم^{٢}، أما الكثافة السكانية في ناحية السعدية فقد بلغت (٧٠،١٥) شخص/كم^{٢}، في حين بلغت أقل كثافة سكانية في ناحيتي قره تبه وخانقين إذ بلغت (٣٨،١٦)،(٦٠،٢٧) شخص/كم^{٢} على التوالي.



خارطة (٢) المناطق المتضررة جراء انشاء وتشغيل سد حمرين
وزارة الموارد المائية، الهيأة العامة للمساحة،٢٠١٣

جدول (٥) عدد السكان لحوض سد حمرين حسب الوحدات الادارية لسنة ٢٠١١

الناحية	السكان		المساحة كم^2	الكثافة السكانية الاجمالية شخص/كم^2
	العدد	%		
خانقين	٧٣١١٥	٢٠	٢٦٥٢	٢٧،٥٧
جلولاء	٧٧٧٧٩	٢١	٢٥٠	٣١١،١٢
السعدية	٤٢٧٩١	١١	٦١٠	٧٠،١٥
قره تبه	٤٣٤٦٨	١٢	١١٣٩	٣٨،١٦
المقدادية	١٣٧٣٩٢	٣٦	٧٦٨	١٧٨،٩٠
المجموع	٣٧٤٥٤٥	١٠٠	٥٤١٩	

وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، التعداد العام للسكان والمساكن،٢٠١١،www.cosit.igu.org

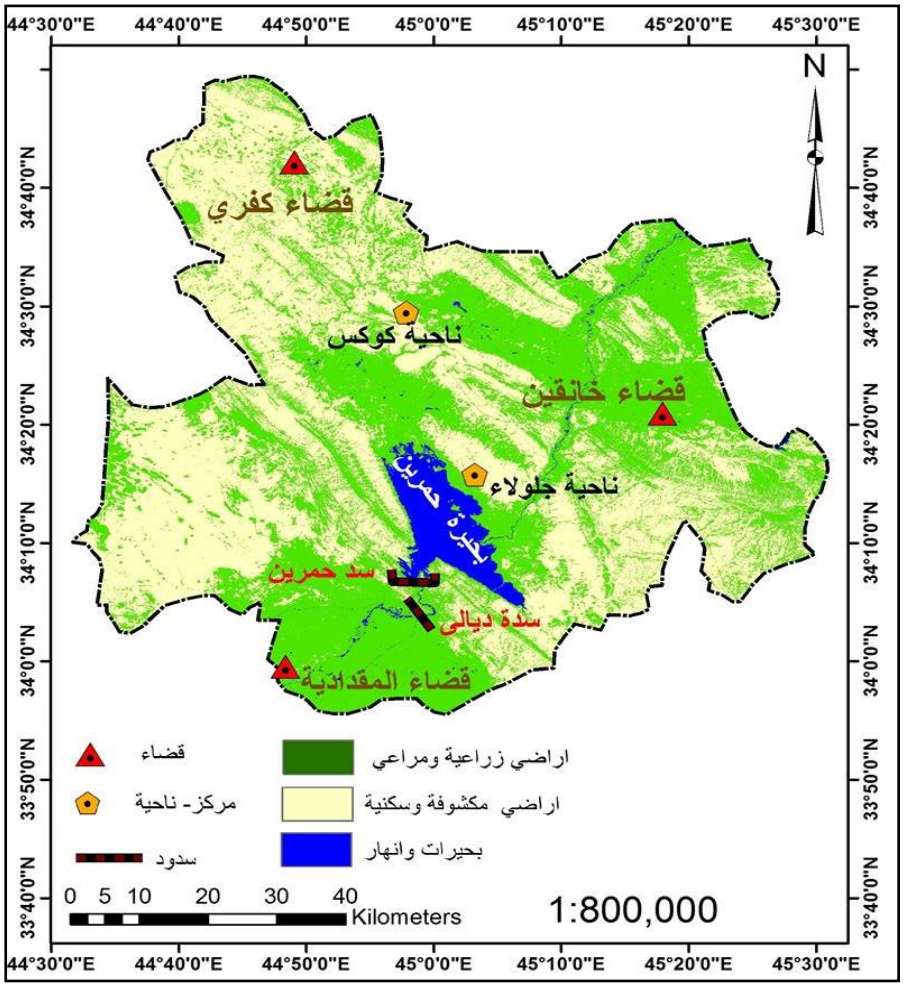
وبذلك فإن معدل الكثافة السكانية الكليــة لحوض سد حمرين بلغ (١٢٥) شخص/كم^2 ، وان حوالــي (١٨٠٨٦٠) شخص تقريبا معرض للخطر في حالة وقوع انهيار للسد.

ولغرض حساب الاضرار الاقتصادية جراء الفيضان يأخذ الانموذج ثلاثة أنواع من الغطاء الارضـي Land Cover هـي الغابـات والأراضـي الزراعيـة والأراضـي الاخـرى، إذ تـم تصـنيف صورة فضائية للقمر الصناعي لاندسات ٨ والتي التقطت بتاريخ ٢٠١٣/٩/١٢ باستخدام برنـامج الايـرداس، صـورة فضـائية(١)، والتـي مـن خلالهـا تـم تصـنيف الغطـاء الارضـي لمنطقـة الدراسـة (منطقة الضرر) الموضح في الجدول (٦)، إذ شكلت حوالي (٤٥،٤)% كغطاء زراعي ومراعي و(٥٤،٦)% كأستعمالات اخرى، في حين لا تشكل الغابات أية نسبة تذكر.

جدول (٦) تصنيف الغطاء الارضي في منطقة الضرر لسنة٢٠١٣

تصنيف الغطاء الارضي	المساحة (كم^2)	النسبة المئوية (%)
زراعي	٢٣٦٤،٨	٤٥،٤
مياه	١٨٥،٧	٣،٦
ارضي	٢٦٦٧	٥١
المجموع	٥٢١٧،٥	١٠٠

الباحثة بالاعتماد على الصورة الفضائية (١)



صورة فضائية (١) استعمالات الارض في المناطق المتضررة جراء انشاء وتشغيل سد حمرين

وزارة العلوم والتكنولوجيا، مركز التحسس النائي وتكنولوجيا الفضاء، ٢٠١٤

٣.فقدان الانتاج الزراعي والحيواني:

لغرض ادخال خسائر الانتاج الزراعي والثروة الحيوانية في الإنموذج المستخدم في المناطق المتضررة جراء غمر الخزان عند انشاء السد، ومن أجل تقدير الكلفة التي تفرضها الخسارة في الانتاج الزراعي، لابد من إعداد جرد بالمنتجات الزراعية الرئيسة والثروة الحيوانية في منطقة الدراسة، إذ تم اعتماد اجمالي انتاج المنتجات الزراعية الرئيسة والثروة الحيوانية للنواحي المتضررة في جلولاء والسعدية وقره تبه من قبل مديريات الزراعة فيها، وتم اعتماد تسعيرة وزارة الزراعة فيما يخص محاصيل الحنطة والشعير والشلب والذرة الصفراء، أما أسعار باقي المنتجات الزراعية فقد تم الاستعانة بأسعار سوق الجملة في تلك المناطق لكل طن منتج منها، أما الانتاج الحيواني فيمثل أعداد الابقار بالدرجة الرئيسة والدواجن في المناطق المتضررة وأسعارها المعتمدة في الأسواق المحلية، كما موضح في الجدول (٧)

جدول (٧) انتاج المنتجات الزراعية الرئيسة والثروة الحيوانية واسعارها في منطقة الدراسة لسنة ٢٠١٢

المنتجات الزراعية	الانتاج (طن/ سنة)	سعر السوق (دولار امريكي/طن)
الحنطة Wheat	١٣١٢٦،٨	٧٥٠
الشعير Barley	٤٤٢٥	٦٢٥
الشلب Rice	١٥١٠،٧	٨٣٣
الذرة الصفراء Maize	١٠٢٩،٢	٣٣٣
السمسم Sesame	١٤٠٨،٧	١٠٠٠
الماش Mash	٢٧٨٢،٨	٨٠٠
محاصيل علفية Forage Crops	١٢٢٥،٥	٦٥٠
مواشي (عدد)	١٣٨٣٥٠	٥٠٠٠
دواجن (عدد)	٣٠٧٤٩٠	٦

وزارة الزراعة ،مديرية زراعة محافظة ديالى،الشعب الزراعية في المحافظة، بيانات غير منشورة،٢٠١٢

ومن خلال الجدول أعلاه نجد إن اسعار المحاصيل الاستراتيجية بلغت (٤٠٠٠٠٠،١٠٠٠٠٠٠،٧٥٠٠٠٠،٩٠٠٠٠٠) دينار عراقي/طن لمحاصيل (الحنطة، الشعير، الشلب، الذرة الصفراء) على التوالي لسنة ٢٠١٢ حسب تسعيرة وزارة الزراعة، إذ بلغ الحجم الكلي من المنتجات الزراعية في منطقة الدراسة (٢٥٥٠٩) طن/سنة، أما المنتجات الحيوانية الرئيسة كالأبقار والدجاج فكانت أعدادها (٤٤٥٨٤٠) طن/سنة.

ويوضح الجدول (٨) البيانات التي تم ادخالها في إنموذج Hydropacts ضمن برنامج SIMPACTS والتي تتضمن البيانات المتعلقة بخصائص السد والمحطة الكهرومائية في سد حمرين، وخصائص السكان واستعمالات الأرض في المناطق المتضررة جراء انشاء وتشغيل السد والتي تم تحديدها من خلال الصورة الفضائية (١)، بالاضافة إلى خسائر الانتاج الزراعي والحيواني وكلفته في تلك المناطق.

جدول (٨) بيانات محطة سد حمرين الكهرومائية التي تم ادخالها في برنامج Simpacts

	الفقرة			القيمة	مصدر البيانات
خصائص السد والخطة الكهرومائية	ارتفاع السد Dam Height (HD)			٥٣ م	وزارة الموارد المائية،الهيأة العامة للسدود والخزانات، ادارة مشروع سد حمرين
	الضاغط الصافي Nominal Net Head			١٤،٩ م	
	تعديل الضاغط الاضافي Additional Head Correction(ΔH)			صفر	
	السعة التصميمية للمحطة Plant Capacity			٥٠ ميكاواط	
	معدل عامل سعة المحطة Average Plant Capacity Factor			%٢٠،٩	
	التصريف خلال التوربين Turbine Flow			٩٨،٥ م^3/ثا	
خصائص الموضع	نوع التضاريس			١	وزارة الموارد المائية،الهيأة العامة للسدود والخزانات، ادارة مشروع سد حمرين
	معدل انحدار التضاريس			٢٥،٠ درجة	
	معدل انحدار النهر			٢٢،٠ درجة	
	مساحة الخزان المغمورة			٤٤٥ كم^2	
	معدل نسبة انهيار السد (افتراضي)			٠،٠٠٠١ جزء	
خصائص السكان واستعمالات الارض	كثافة السكان في حوض النهر المتضرر			١٢٥ شخص/كم^2	وزارة التخطيط ،الجهاز المركزي للاحصاء
	عدد الاشخاص المعرضين للخطر جراء انهيار السد			١٨٠،٨٦٠ شخص	
	نسبة الاشخاص الذين تم تعويضهم			%١٠٠	
	الغطاء الارضي:الغابات			–	وزارة العلوم والتكنولوجيا،مركز التحسس النائي
	الغطاء الارضي: اراضي زراعية ومراعي			%٤٥،٤	
	الغطاء الارضي: اخرى			%٥٤،٦	
خسائر الانتاج:المنتجات الزراعية والحيوانية	المنتج	الانتاج(طن/سنة)	سعر السوق(دولار امريكي/طن)	**فيما يخص الانتاج** وزارة الزراعة، مديرية زراعة محافظة ديالى **اسعار المنتجات الزراعية** وزارة الزراعة (للمحاصيل الاستراتيجية) اسواق الجملة في محافظة ديالى ، نواحي جلولاء والسعدية (لباقي المنتجات) **اسعار المنتجات الحيوانية** السوق المحلية في محافظة ديالى ،نواحي جلولاء والسعدية	
	الحنطة	١٣١٢٦،٨	٧٥٠		
	الذرة	١٠٢٩،٢	٣٣٣		
	الشعير	٤٤٢٥	٦٢٥		
	الشلب	١٥١٠،٧	٨٣٣		
	سمسم	١٤٠٨،٧	١٠٠٠		
	ماش	٢٧٨٢،٨	٨٠٠		
	محاصيل علفية	١٢٢٥،٥	٦٥٠		
	مواشي(عدد)	١٣٨٣٥٠	٥٠٠٠		
	دواجن(عدد)	٣٠٧٤٩٠	٦		

	الفقرة	القيمة	مصدر البيانات
خصائص الكلفة	الناتج القومي الاجمالي GNP للبلد (دولار امريكي لكل فرد) لسنة٢٠١٢	٥٨٧٠	وزارة التخطيط
	الناتج القومي الاجمالي المعادل للقوة الشرائية GNPPPP للبلد (دولار امريكي لكل فرد) لسنة٢٠١٢	٤٣٠٠	وزارة التخطيط
	كلفة الاراضي الزراعية في المناطق المتضررة (دولار امريكي لكل هكتار)	١٤٥٠٠	سعر السوق في المناطق المتضررة
	كلفة الاراضي الاخرى في المناطق المتضررة (دولار امريكي لكل هكتار)	٢٥٦٥٠	
	عمر المشروع الاقتصادي (سنة)	١٥٠	وزارة الموارد المائية

الباحثة

ثانيا: نتائج النموذج المستخدم والمناقشة:

لحساب الكلفة الحقيقة لتوليد الكهرباء من المحطة الكهرومائية لسد حمرين كحالة دراسية وتوضيح أو تفسير التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية السلبية للسدود الكبيرة، والتي تهمل على المدى القصير الفوائد الاقتصادية وفقا لذلك لاجل تحليل الكلفة المنفعة، يوضح الجدول (٩) النتائج المستحصلة للكلفة الخارجية الكلية لتوليد الكهرباء من المحطة الكهرومائية لسد حمرين والتي بلغت (٧٨٥٠) دولار امريكي لكل ميكاواط ساعة ، مقابل سعر صرف الدولار لعام ٢٠١٢ هو (١ دولار امريكي =١٢٠٠ دينار عراقي).

جدول (٩) خلاصة تكاليف التاثيرات البيئية الناتجة عن انشاء سد حمرين المستخرجة من تطبيق إنموذج Hydropacts

اعادة الاسكان	
كلفة الضرر الكلية	٤٣٤،٢٧ مليون دولار امريكي
الكلفة الخارجية (اعادة الاسكان)	صفر
الكلفة الخارجية السنوية لاعادة الاسكان	صفر
الكلفة الخارجية لاعادة الاسكان لكل ميكاواط سا	صفر
خسارة الارض	٩١٦،١٦ مليون دولار امريكي
الغابات	صفر
الاراضي الزراعية	٢٩٢،٩٤ مليون دولار امريكي
الاراضي الاخرى	٦٢٣،٢٢ مليون دولار امريكي
الكلفة الخارجية لخسارة الارض	٩١٦،١٦ مليون دولار امريكي
الكلفة الخارجية السنوية لخسارة الارض	٦،١١ مليون دولار امريكي سنويا
الكلفة الخارجية لخسارة الارض لكل ميكاواط سا	٦٦٧٠ دولار امريكي لكل ميكاواط سا
خسارة الحياة (انهيار السد)	
كلفة الضرر السنوية (الخارجية)	٠،٢٣ مليون دولار امريكي سنويا

الكلفة الخارجية لخسارة الحياة لكل ميكاواط سا	٢٤٩ دولار امريكي لكل ميكاواط سا
خسارة الانتاج الزراعي والحيواني	
كلفة الضرر السنوية (الخارجية)	٧١٢،٢٤ مليون دولار امريكي سنويا
الكلفة الخارجية لخسارة الانتاج الزراعي والحيواني لكل ميكاواط سا	٧٧٨٠ دولار امريكي لكل ميكاواط سا
كلفة الانبعاثات	
كلفة الضرر السنوية (الخارجية)	٠،٠ مليون دولار امريكي
الكلفة الخارجية لخسارة الحياة لكل ميكاواط سا	٠،٠٠٠٠ دولار امريكي لكل ميكاواط سا
الكلفة الخارجية الكلية لكل ميكاواط سا	٧٨٥٠ دولار امريكي لسنة٢٠١٢ لكل ميكاواط سا

الباحثة

ومن خلال الجدول أعلاه نجد ان أعلى نسبة من مجموع التكاليف الخارجية الاجتماعية والاقتصادية لتوليد الكهرباء هي خسارة الانتاج الزراعي إذ بلغت (٧١٢،٢٤) مليون دولار امريكي سنويا من محطة سد حمرين، وان الكلفة الخارجية لفقدان الانتاج الزراعي والحيواني بلغت (٧٧٨٠) دولار امريكي لكل ميكاواط سا وبنسبة (٩٩%) من مجموع الكلفة الخارجية الكلية، وبالرغم من ارتفاع هذه النسبة إلا انها لا تشكل تأثيرا كبيرا بسبب ان سد حمرين متعدد الاغراض وليس فقط لانتاج الطاقة الكهربائية وان الاولوية في تشغيله هي لتلبية الاحتياجات الزراعية وتأمين مياه الري لارواء مساحات كبيرة ضمن حوض نهر ديالى والتي تقدر بـ(٣٠٠٠٠٠) هكتار.

أما خسارة الارض فقد شكلت العامل الثاني إذ بلغت الكلفة الخارجية لخسارة الارض (٦٦٧٠) دولار امريكي لكل ميكاواط سا وبنسبة (٠،٨%)، في حين بلغت الكلفة الخارجية السنوية لخسارة الارض (٦،١١) مليون دولار امريكي سنويا، وبلغت الكلفة الخارجية لفقدان الحياة نتيجة انهيار السد (٢٤٩) دولار امريكي لكل ميكاواط سا، وبنسبة (٠،٠٣%) والتي شكلت أقل نسبة من اجمالي الكلفة الخارجية ، أما كلفة الضرر السنوية فبلغت (٠،٢٣) مليون دولار امريكي سنويا، والتي لها اثر طفيف في التكاليف الخارجية العامة مقارنة بخسارة الانتاج الزراعي والحيواني، شكل (٢).

ولم تتضمن كل من الانبعاثات واعادة التوطين أية تكاليف، باعتبار ان جميع السكان المرحلين جراء انشاء السد قد تم تعويضهم إما بمبالغ نقدية أو باعادة إسكانهم ضمن خطة اعادة الإسكان، بالإضافة إلى تعويض أصحاب الأراضي الزراعية والبساتين التي غمرت أثناء املاء الخزان.

	الكلي	خسارة الانتاج الزراعي والحيواني	الانبعاثات	خسارة الحياة	خسارة الارض	اعادة الاسكان
الكلفة الخارجية	7849.67	7780.45	0.00	2.49	66.72	0.00

شكل (٢) التكاليف الخارجية للمحطة الكهرومائية في سد حمرين (دولار امريكي/ ميكاواط سا)

التوصيات الخاصة :

١ –لتقليل الترسبات في خزان حمرين فان ذلك يستوجب ادارة حوض النهر والمحافظة على التربة ضمن المسافة المؤدية إلى الخزان وزراعة كافة الأراضي المجاورة للنهر والأراضي الواقعة ضمن حوض التغذية للتقليل من تأثير التعرية وبالتالي تقليل الترسبات، بالاضافة عمل مصايد للرواسب في مجرى النهر قبل وصول السيول الى السد لحجز تلك الرواسب وعلى شكل قواطع عرضية في بطن النهر.

٢–لغرض التقليل من تبخر المياه في حوض الخزان بتأثير درجة الحرارة المرتفعة خلال فصل الصيف وبغرض الاستفادة من مياه السيول والامطار بتخزينها في الطبقات تحت السطحية من خلال حفر آبار ارتوازية اصطناعية في بحيرة السد، بالاضافة إلى فائدتها في زيادة معدلات التغذية للطبقات الجوفية وزيادة المياه الجوفية في المناطق الواقعة اسفل السد، حيث بلغ وصل ارتفاع الماء في السد الى (٩٨) م نتيجة هطول الامطار الغزيرة خلال السنتين الماضيتين.

٣ –ينبغي المتابعة والمراقبة المستمرة لنوعية المياه بتسجيل وتدوين المتغيرات الخاصة بالمياه واجراء التحليلات الكمياوية والبيولوجية المتكررة داخل الخزان ومناطق أمام وخلف منطقة السد لتقييم التغير الحادث بالمياه، وذلك لتلاشى التأثير الحراري الناتج عن قلة ذوبان الأكسجين بالمياه بعمل تهوية لضبط كميات الأوكسجين المذاب بالمياه .

٤ –يمكن تقليل عملية قتل الأسماك عن طريق استخدام التوربينات الحديثة الصديقة للبيئة التي تسمح بمرورها دون هلاك كما يمكن استخدام أجهزة إنذار صوتية بالقاع أمام مداخل المحطات

بواسطة عوامات طافية على سطح المياه لتحديد أماكنها تقوم بإصدار انذرات صوتية أو ضوئية لهروب الأسماك بعيدا عن التوربينات، أو يتم عمل ممر جانبي بعيدا عن التوربينات خاص للأسماك يسمى بسلالم الاسماك Fish Ladder.

التوصيات العامة :

١- إنشاء محطات كهرومائية متسلسلة على نهر ديالى في المنطقة المحصورة مابين مؤخر سد دربندخان ومقدم سد حمرين لتوفر الإمكانات المائية في تلك المنطقة، وأوجه الاستفادة منها كمصدر من مصادر الطاقة البديلة والمتجددة وكقاعدة اقتصادية لها دورها المهم في عملية تحقيق التنمية المستدامة.

٢- الاعتماد على الطاقة النظيفة والمتجددة في توليد الطاقة الكهربائية في بعض المناطق التي تتوفر فيها امكانات هذه الطاقة

٣- التوجه نحو تقليل الاثار السلبية للسدود والخزانات وتعظيم الاثار الايجابية على البيئة .

٤- تطبيق مبادئ حصاد المياه في منطقة الدراسة والمناطق الاخرى التي تتوفر فيها امكانات ممثالة لغرض توفير الطاقة من جهه وسد العجز المائي من جهة اخرى والذي بدوره يعزز الاستثمار الزراعي والتوطن في تلك المناطق.

المصادر :

-Breeze, Paul, Power Generation Technologies, 1st Edition, Elsevier science and Technology, Great Britain, 2005.

-Gupta,B.r.,Generation of Electrical Energy, India ,1988.

-الخفاف، د.عبد علي ، ثعبان كاظم خضير ، الطاقة وتلوث البيئة ، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى ، عمان ، ٢٠٠٧.

-الامم المتحدة، اللجنة الاقتصادية لغربي اسيا، البرنامج الاقليمي لمصادر الطاقة الجديدة والمتجددة مع الاشارة بصورة خاصة الى الاستخدامات الريفية، نشرة الموارد الطبيعية، الجزء الاول رقم ٢، ١٩٨٤.

-Kothari , D.P. , and others , Renewable Energy Sources and Emerging Technologies, prentice-Hall of india Privte Limited, New Delhi, 2008.

-وزارة التخطيط، ندوة البيئة والتنمية، ورقة عمل وزارة الري، دراسة غير منشورة،١٩٩٢.

-Parlak, Dr.Zuhal, Dams & Sustainable Development, International Congress on River Basin Management,2007,www.dsi.gov.tr

-الشهربلي، قيس، الموارد المائية السطحية في العراق الطبيعية والحالية والمستقبلية ، دراسة غير منشورة ، وزارة الموارد المائية ، ٢٠٠٨ .

-الناصر، وهيب، حنان مبارك ، مصادر الطاقة النظيفة اداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم،٢٠٠٩،www.alecso.org.

-Cech, Thomas V., Principles of Water Resources: History, development, Management, and Policy, 2nd Edition, John Wiley international, USA, 2005.

-United Nations, Water for people water for life, World water Development Report, World Water Assessment Programme, UNESCO Publishing, 2003.

- Cunningham, William P., Mary Ann Cunningham, Environmental Science: a global concern, the McGraw-Hill Companies, USA, 9th Edition, 2007.

-Rodovic, Uros, AirPacts Methodology, IAEA Regional Training Course, Dubai, 2006.

-IAEA, Simplified Methodology to Quantify Environmental Impacts of Large Hydro Dams, Austria, 2003.

-السماوي ، حسن ، موسوعة السدود في العراق ، وزارة الموارد المائية ، دائرة التخطيط والمتابعة، دراسة غير منشورة، بغداد ، ٢٠٠٩ .

-وزارة التخطيط، هيئة التخطيط الاقليمي، تقييم تجربة اعادة الاسكان في احواض السدود، دراسة حالة تقييم تنفيذ اعادة اسكان اهالي سد حمرين، دراسة غير منشورة،١٩٨٦.

–وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للاحصاء، التعداد العام للسكان والمساكن، ٢٠١١، www.cosit.igu.org

– وزارة العلوم والتكنولوجيا، مركز التحسس النائي وتكنولوجيا الفضاء، ٢٠١٣.

–وزارة الكهرباء، محطة كهرباء سد حمرين ، بيانات غير منشورة، ٢٠١٢.

–وزارة الموارد المائية، مديرية الموارد المائية في ديالى، ادارة مشروع سد حمرين، بيانات غير منشورة،٢٠١٢.

–وزارة الموارد المائية، مديرية حفر الابار المائية في ديالى، دراسة غير منشورة، ٢٠١١.

–وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة،٢٠١١.

-Macdonald,M.and partners, Diyala and middle tigris projects, Report No.7,

River Diyala , Hydrology and flood control,Rep.of Iraq,1959

الملاحق :

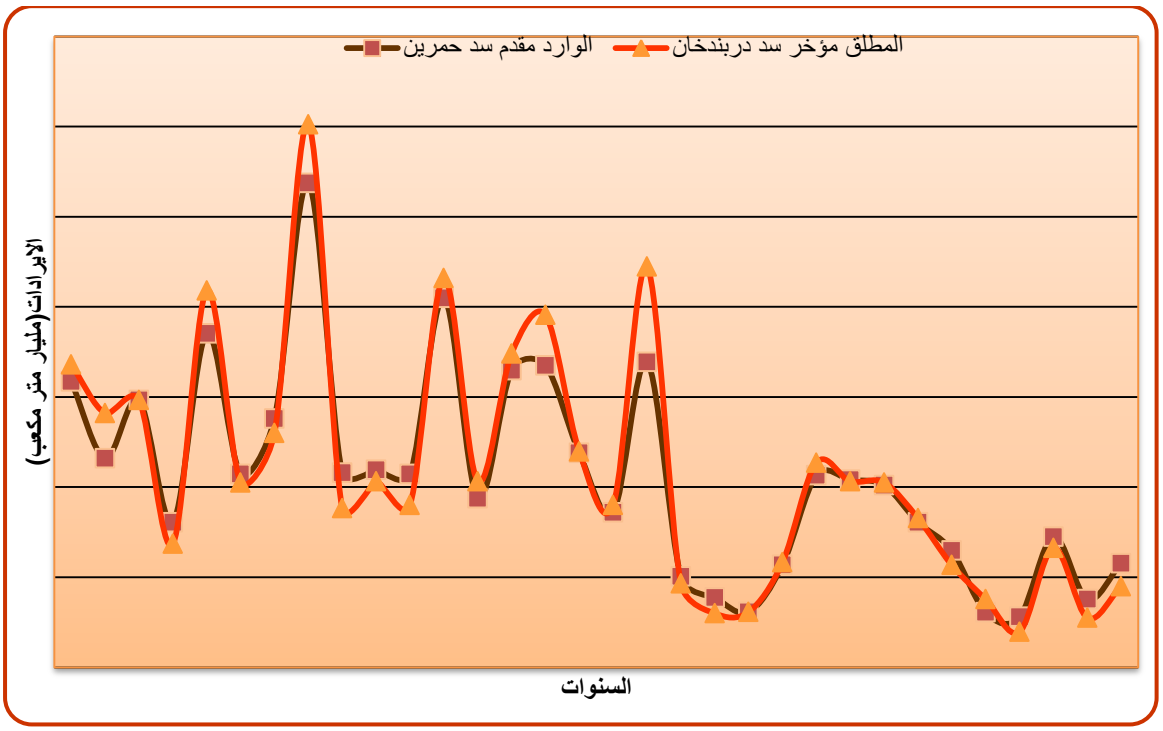
ملحق (١)

مساحة وأطوال وأعداد الروافد والأنهار المهمة المغذية لنهر ديالى موزعة حسب الأحواض الرئيسة

الحوض	الرافد	طول الرافد كم	مساحة الرافد كم٢	مساحة الحوض كم٢	
				المساحة داخل العراق	المساحة الكلية للحوض
اعلى سد دربندخان	تانجرو	٤٥	٣٢٠٠	٣٢٠٠	١٧٩٠٠
	سيروان	١٢٥	١٢١٠٠	١٠٨	
	زمكان	٧٠	٢٦٠٠	٢١٨	
ديالى الاعلى	دوانة	٣٥	٦٠٠	٦٠٠	١٦٠٠
	الوديان في الضفة اليمنى		١٠٠٠	١٠٠٠	
	عباسان	٣٠	٨٦٠	١٨٦	٢٣١٠
	قرة تو	٤٠	٧٥٠	٢٤٦	
	الوديان في الضفة اليسرى		٧٠٠	٦٦٤	
ديالى الاوسط	نارين جاي	٥٩	٢٥٨٠	٢٥٨٠	٣٩٥٠
	الوديان في الضفة اليمنى		١٣٧٠	١٣٥٠	
	الوند	١٣٠	٣٤٥٠	٥٦٦	٤٩٠٠
	كوردة ره	٢٠	٨٠٠	٨٠٠	
	الوديان على الضفة اليسرى		١٤٥٠	١٤٥٠	
ديالى الاسفل	خالية من الروافد				١٩٤٠
مجموع مساحة الحوض الكلية			١٤١٤٤		٣٢٦٠٠

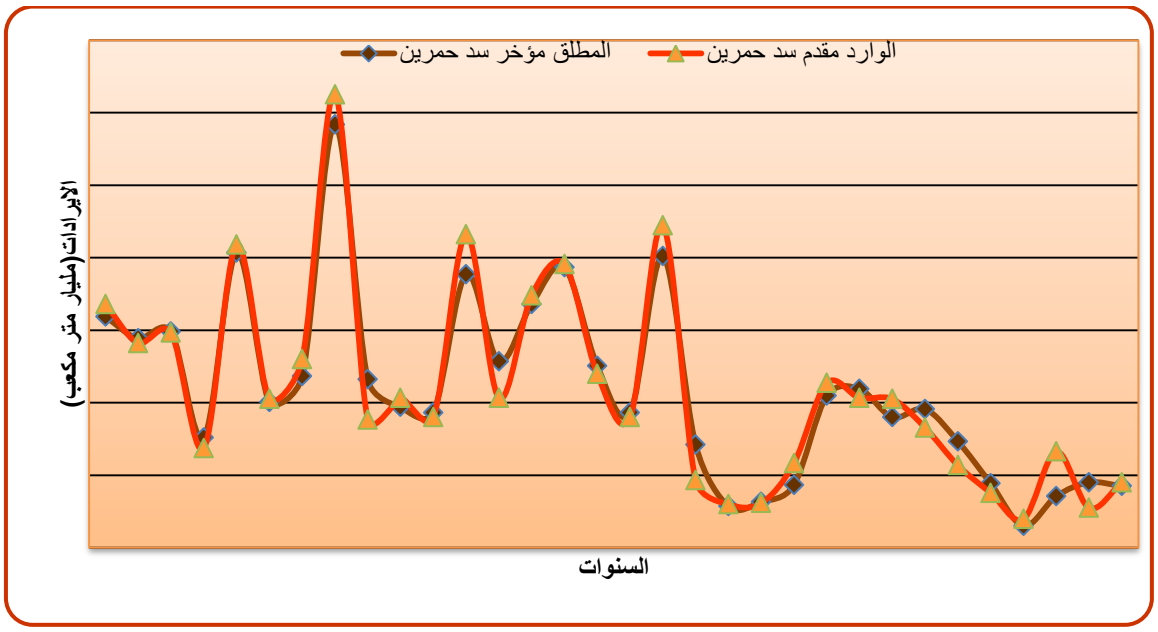
Macdonald,M.and partners,Diyala and middle tigris projects, Report No.7, River Diyala , Hydrology and flood control,Rep.of Iraq,1959,p.4

ملحق (٢)



شكل(أ) الواردات السنوية لنهر ديالى (مليار م^3) مؤخر سد دربندخان ومقدم سد حمرين للسنوات ١٩٨١-٢٠١٢

الباحثة بالاعتماد على بيانات وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لادارة الموارد المائية، بيانات غير منشورة،٢٠١٢



شكل (ب) الواردات السنوية لنهر ديالى (مليار م^3) مقدم ومؤخر سد حمرين للسنوات ١٩٨١-٢٠١٢

الباحثة بالاعتماد على بيانات وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لادارة الموارد

ملحق (٣):

جدول (أ) مصفوفة التقييم البيئي لوصف للتأثيرات البيئية لسد حمرين في منطقة الدراسة (طريقة القوائم)

	العناصر المتأثرة	اثناء الانشاء	اثناء التشغيل	مدى التأثير	نوع التأثير	فترة التأثير	زوال التأثير	شكل التأثير
تأثيرات اقتصادية واجتماعية	السكان	--		محلي	مباشر	طويل المدى	يمكن	ترحيل السكان جراء انشاء السد وغمر الخزان.
			--	اقليمي	غير مباشر	قصير المدى	يمكن	هجرة السكان وانتقالهم الى مناطق اخرى نتيجة التأثير على مستوى المياه في القنوات الزراعية اسفل السد والتأثير على الاراضي الزراعية في منطقة اسفل النهر.
			++	محلي	غير مباشر	طويل المدى	لايوجد	توفير فرص عمل وتوفير مياه الشرب لغرض تحسين الوضع الاجتماعي للاجيال القادمة.
		--		محلي	غير مباشر	طويل المدى	يمكن	اختلال الانماط الاجتماعية والثقافية التقليدية نتيجة الهجرة على نطاق واسع.
	الاراضي الصالحة للزراعة	--	++	محلي	مباشر	طويل المدى	يمكن	اقتطاع مساحات من الاراضي الزراعية في مرحلة الانشاء ، أما مرحلة التشغيل سيروي السد مساحات زراعية اخرى.
	الحماية من الفيضان		++	اقليمي	مباشر	طويل المدى	لايوجد	انشاء السد وفر الحماية اللازمة من مخاطر الفيضان وحماية الارواح والممتلكات
	الصحة العامة		-++	محلي	غير مباشر	طويل المدى	يمكن	توفير مياه نقية للشرب سيحد من انتشار بعض الامراض المرتبطة بنوعية المياه
	السياحة	-	++	اقليمي	مباشر	طويل المدى	يمكن	اثار سلبية نتيجة الفيضان لبعض المناطق وفرص كبيرة للتوسع وزيادة الدخل
تأثيرات بيئية	موارد مائية		++	محلي	مباشر	طويل المدى	لايوجد	توفير مياه الشرب للاهالي والانشطة الزراعية
	نوعية المياه	-	--	محلي	مباشر	طويل المدى	يمكن	تغير المياه بسبب العمليات البيوكيمياوية في الخزان
	المياه الجوفية		-	محلي	مباشر	طويل المدى	يمكن	رفع مناسيب المياه الجوفية خارج المدن
	الترسبات في الخزان	-	--	محلي	مباشر	طويل المدى	يمكن	تقليل سعة الخزن وحرمان الاراضي الزراعية اسفل الخزان من الطمى الصالح للزراعة
	نوعية الهواء	--		محلي	مباشر	قصير المدى	يمكن	زيادة تلوث الهواء والمخاطر الصحية نتيجة انبعاثات المركبات العاملة في المشروع
	الكائنات الحيوانية والنباتية	-	-	محلي	مباشر	قصير المدى	يمكن	عند اكتمال المشروع سيكون للغطاء النباتي والكائنات الحيوانية العودة مرة اخرى.
	الاسماك		--++	محلي	مباشر	طويل المدى	يمكن	من خلال تقليل فرص عيش الاسماك اسفل النهر وتنمية الثروة السمكية في الخزان

++ تأثير ايجابي معنوي + تأثير ايجابي محدود -- تأثير سلبي معنوي - تأثير سلبي محدود

جدول (ب) نتائج تقييم التأثير البيئي لمحطة سد حمرين الكهرومائية باستخدام مصفوفة ليوبولد

الاثر / العنصر البيئي	ترحيل السكان	املاء الخزان وتشغيل السد	انشاء السد	الحماية من الفيضان	تصنيف العنصر البيئي
الصحة العامة		٥ ٨		٧ ٨	عامل بيئي-اجتماعي
التنوع البيولوجي			٣ ٤	٦ ٥	عامل بيئي
نوعية المياه		٧ ٨	٧ ٧		عامل بيئي
نوعية الهواء			٣ ٤		عامل بيئي
الاراضي الزراعية		٧ ٨	٨ ٨	٧ ٨	عامل بيئي-اقتصادي
الاسماك والاحياء المائية		٦ ٦	٢ ٥		عامل بيئي-اقتصادي
المظاهر الاجتماعية والاقتصادية	٨ ٧			٧ ٨	عامل اجتماعي
العنصر الجمالي للمنطقة		٧ ٦			عامل بيئي-اجتماعي
السياحة		٦ ٦		٦ ٥	عامل بيئي- اقتصادي
ارتفاع اسعار الاراضي على طول الخزان		٦ ٨			عامل اقتصادي
الناتج الكلي	٨ ٧	٤٤ ٥٠	٢٣ ٢٨	٣٣ ٣٤	

قوة التأثير / أهمية التأثير

الباحثة