مجلة جامعة الملك عبدالعزيز : العلوم الهندسية ، م١٢، ع٢ ، ص ص ٣ - ٣٣ (١٤٢٠هـ / ٢٠٠٠م)

مقارنة التأثيرات البيئية لسديّ فاطمة بمكة وعكرمة بالطائف

عبدالله مصطفى مهرجي* و أحمد حسن الغامدي**

*أستاذ مشارك ــ قسم الهندسة المدنية ــ كلية الهندسة ــ جامعة الملك عبدالعزيز

**إدارة تعليم جدة ــ وزارة المعارف

جدة ــ المملكة العربية السعودية

المستخلص . تم في هذا البحث تقويم التأثيرات البيئية لسدين لهما مواصفات مختلفة في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية وهما (سد وادي فاطمة) الواقع بالقرب من مكة المكرمة و(سد عكرمة) الواقع على وادي وج بالطائف . وعلى مدى عام كامل تمت دراسة حالة خصائص المياه والتربة والتأثيرات الاجتماعية والاقتصادية ، والتأثير على الدبول الزراعية ، وانتشار الأوبئة المائية والتأثير على الحياة الفطرية ، ومقارنة قيم نتائج التجارب المعملية والحقلية التي تم إجراؤها في المجريين الأعلى والأدنى لكل واد ، وإيضاح تأثير وجود السد على تلك العناصر . وقد وجد أن أهم التأثيراتٍ هي :

- ترسب الطين والطمي الغريني والمواد العضوية الصالحة للزراعة في حوض السد .
- تأثر قيم نفاذية التربة في المنطقة الواقعة في المجرى الأعلى للوادي .
- تأثر خصائص ونوعية المياه لمنطقة حوض السد ومنطقة أسفل المجرى الأدنى للوادي .
- انتشار الأوبئة المائية وخاصة في منطقة سد عكرمة بالطائف .
- تأثيرات سلبية على الدبول (القنوات الزراعية) .

– تأثيرات اجتماعية واقتصادية أدت إلى انتقال السكان وهجرهم لمنطقة الدراسة وخاصة في منطقة سـد وادي فاطمة .

كما تمت صياغة خطة منهجية علمية من خمس مراحل رئيسة وإحدى عشرة خطوة فرعية للقيام بدراسات تقويم التأثيرات البيئية لمشاريع المياه عمومًا في المملكة ومشاريع السدود بصفة خاصة ، ومن المؤمل أن استعمال هذه الخطة المنهجية سيوفر مسلكًا علميًا تنظيميًا لدراسة التأثيرات البيئية لمشاريع السدود المقترحة مستقبلاً ، ولإيجاد حلول للتقليل من التأثيرات الناتجة من المشاريع الحالية مع دراسة واقتراح البدائل الممكنة في خطط الإنشاء وبرامج التشغيل والصيانة للحد منها في المشاريع المستقبلية .

وقد خلص البحث إلى عدة توصيات اشتملت على عدد من الحلول المقترحة العاجلة وطويلة الأجل لمشاريع السدود القائمة والمقترحة تم توضيحها بناءً على نتائج البحث .

١- مقـــدمـــــة

الغاية الرئيسة من هذا البحث هي مقارنة التأثيرات البيئية لسدين لهما مواصفات مختلفة في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية وهما سد وادي فاطمة الواقع بالقرب من مكة المكرمة ، وسد عكرمة الواقع على وادي وجْ بالطائف . إن إنشاء وتشغيل السدود قد يؤدي إلى تأثيرات بيئية واقتصادية واجتماعية كبيرة على المنطقة الواقعة بها إذا لم توضع الاعتبارات اللازمة لتجنبها أو التخفيف منها ، وقد يصعب أو يستحيل التغلب عليها وإزالتها بعد بناء السدود وتشغيلها . وتنشأ أهم هذه التأثيرات من جرَّاء حجز المياه وغمرها لمناطق شاسعة خلف السد مكونة بحيرة السد ، وتحول مجرى المياه أو انقطاع جريانها أسفل الوادي . وتؤدي هذه التأثيرات إلى زيادة ترسب كميات الطين والطمي الغريني ، وتقليل الترشيح ، وزيادة كميات المياه المتبخرة ، وتؤثر على الحياة الفطرية في المنطقة ونوعية ومنسوب المياه الجوفية ، كما يؤدي ذلك إلى تأثيرات اجتماعية واقتصادية على المجتمع المحيط بالسد من ترحيل بعض القرى من أماكنها نتيجة لإنشاء السد وتغيير في الظروف الاقتصادية لأهلها ، وكذلك انتشار أمراض وبائية مائية في منطقة السد . إن

الطبيعة المتشعبة لهذه التأثيرات تحتاج إلى نوع من الدراسات البيئية المنهجية التي تأخذ في الحسبان طبيعة ومدى وأهمية ونوعية هذه التأثيرات كما وكيفا زمانا ومكانا للتنبؤ بها وتقويمها والبحث عن حلول لتجنبها أو للتخفيف من آثارها[١] .

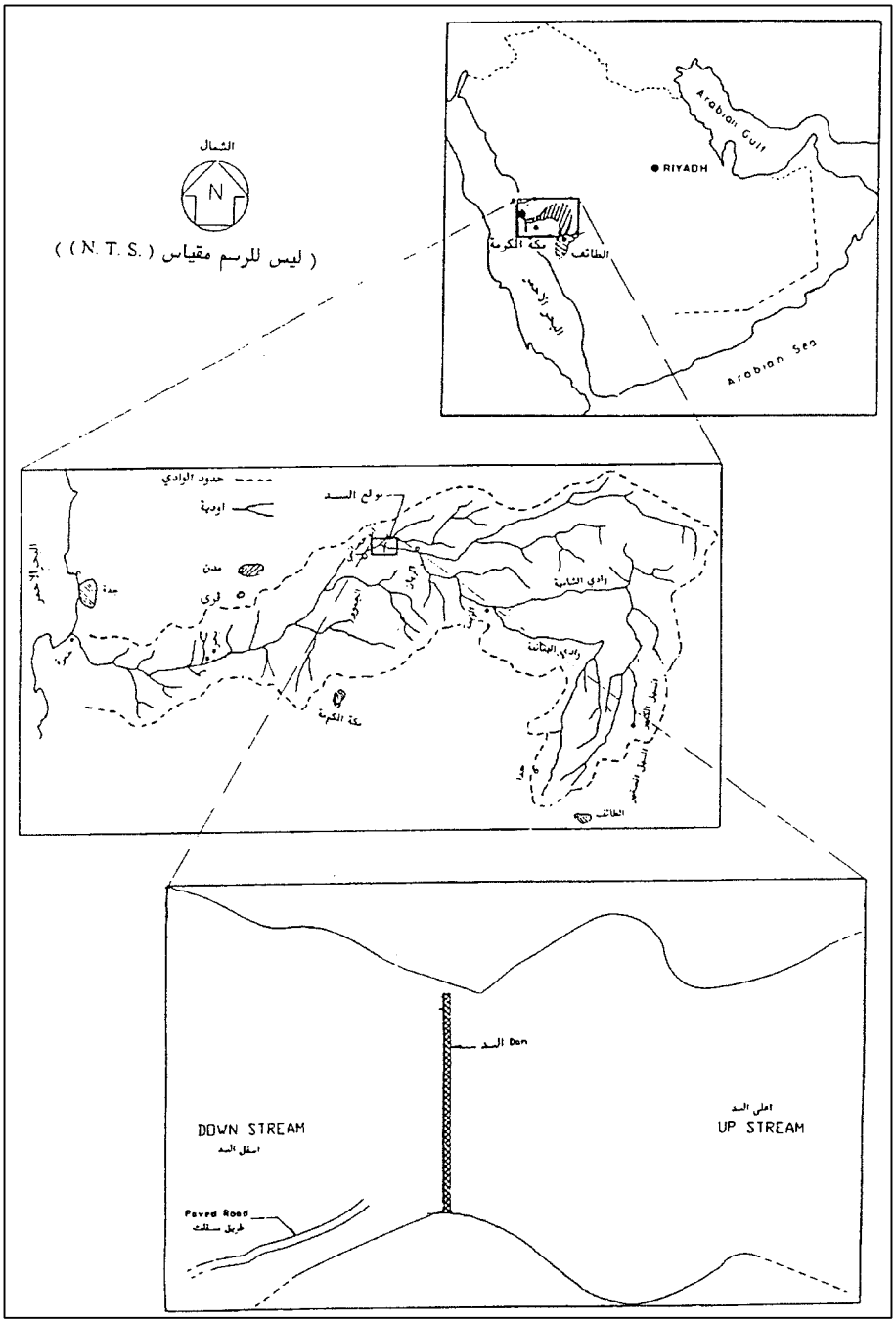
٢- منطقة الدراسة

لا يوجد بالمملكة أودية دائمة الجريان ، وإنما يفيض بعض هذه الأودية بالمياه كلما كانت هناك أمطار كافية وكانت الظروف الهيدرولوجية مناسبة لذلك . ومن هذه الأودية وادي فاطمة (مَرُّ الظَّهْرَان) الذي يقع عليه سد وادي فاطمة بقرية أبو حصاني ، ووادي وِجْ الذي يقع عليه سد عكرمة بمنطقة الوَهَطْ جنوب مدينة الطائف .

والمنطقة التي تمر فيها هذه الأودية عبارة عن منطقة جبلية ، تتخللها شعاب وأودية صغيرة تصب في روافد هذين الواديين ، وطبيعة هذه المنطقة الجبلية عبارة عن صخور بركانية ومتحولة ورسوبية تتكون من مساحات من البروزات الصخرية الحادة الانحدار فوق جبال وعرة وتربة حادة الانحدار على جوانب التلال . وتوجد البروزات الصخرية بالمنحدرات الخلفية والحواف الصخرية للجبال والتلال . وتوجد بين الصخور وفي مساحات صغيرة من المنحدرات الخلفية والسفوح بين البروزات الصخرية تربة ضحلة جدًا إلى ضحلة ، طمييّة حصوية غير ملحية إلى خفيفة الملوحة ، والأودية تربتها تتكون من الرمال والغرين والحصباء ، مع بعض التكوينات الطينية في بعض المواقع وهي غير ملحية إلى شديدة الملوحة[٢] . وتتميز قيعان الأودية باتساق وانتظام ميولها مع تشقق المجاري الرئيسة للأودية[٣، ٤] . والشكلان (١) و (٢) يوضحان مسارات هذه الأودية الرئيسة . وسيتم إعطاء فكرة عن كل وادٍ من هذه الأودية فيما يلي :

٢,١ وادي فاطمة (مَرُّ الظَّهْرَان)

واد كبير من أكبر أودية الحجاز ، يقع في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية (شكل (١)) ، ومساحة حوضه ٤٣٠٠ كم^2 تقريبًا ، ولا يبعد سوى ٢٠ كم إلى الشمال من مدينة مكة المكرمة . وقد أكسبه هذا القرب من مكة المكرمة أهمية خاصة ، فهي تقع



شكل (١). خريطة حوض وادي فاطمة وموقعه بالنسبة للمملكة العربية السعودية ، وتفصيلا لمنطقة السد .

تقريبًا على خط تقسيم المياه بين حوضه وحوض وادي نعمان الذي يحده من الجنوب ، أما من الشمال فيحده حوض وادي عسفان ، ومن الشرق والجنوب الشرقي حوض وادي العقيق وحوض وادي وِجْ ، وينتهي غربا في البحر الأحمر عند قرية الخُمْرة ، جنوب مدينة جدة ببضع كيلو مترات . وفلكيا يقع بين خطي طول (٠٠ً ٣٩َ ١٥ْ) و (٠٠ً ٣٢َ ٤٠ْ) شرقا ودائرتي عرض (٠٠ً ١٥َ ٢١ْ) و (٠٠ً ١٥َ ٢٢ْ) شمالا[١١] .

ومضى عهد على وادي فاطمة (مَرُّ الظَّهْرَان) وبه أكثر من ٣٠٠ عين ماء ، وقد بقي منها إلى وقت قريب ٣٥ عينا[٥] ، فقد اندثر كثير من عيون وادي فاطمة ولم يبق منها إلا خمس عيون فقط وهي : المبارك ، الريان ، الطرفاء ، الدبة والخيف . وقد تسبب بناء السد في تدمير الدبول الزراعية واندثارها وحجز مياه السيول في حوض السد وترسب كميات كبيرة من الطين والطمي الغريني ، وأدى ذلك إلى قلة تغذية المياه الجوفية وتوقف تدفق مياه العيون . ومما ساهم في توقف تدفق مياه العيون حفر آبار لوزارة الزراعة والمياه في وادي أبو حصاني في منطقة السد لتغذية مكة المكرمة وجدة . وقد بدأ سحب مياه بعض كبرى العيون مثل أبو عروة ، أبو شعيب ، الجموم والبرقة لتغذية كل من مكة المكرمة وجدة بمياه الشرب ابتداء من عام ١٩٦٣م . وكان إنتاج هذه العيون عام ١٩٥٥م (١٨٤, ١٨ ، ٠٨٨, ٩ ، ٠٣٢, ٣ ، ٠٦٤, ٦ م^3/ يوم) على التوالي[٦] . ثم حفرت وزارة الزراعة والمياه ومصالح المياه العديد من الآبار العميقة والتي وصل عددها إلى أكثر من ٢٢٠ بئرًا عام ١٩٧٨م ، وركبت فيها المضخات العملاقة ، مما أدى إلى نضوب كبرى العيون وأصبحت أطلالاً أثرية مهملة .

أما القرى ، ففي وادي فاطمة اليوم ما يزيد على ٤٠ قرية . ويبلغ طول الوادي قرابة ٢٠٨ كم بقياس أطول روافده وهو نخلة الشامية ، ثم يمتد إلى جنوب جدة غير بعيد عنها . ويقع على هذا الوادي سد وادي فاطمة بقرية أبو حصاني على بعد ١٨ كم شمال شرق الجموم و ٢ كم شرق قرية أبو حصاني على خط عرض (٠٠ً ٤٣َ ٢١ْ) وخط طول (٣٠ً ٤٨َ ٣٩ْ) . وهو سد خرساني مدعم طوله ٦٠٠ مترا وارتفاعه ٢١, ٧٠ مترا وارتفاع مفيضه ١٤, ٧٠ مترا ، وبه ثماني فتحات للتصريف بأبعاد (١×١) مترا ، وسعته التخزينية ٢٠ مليون م^3 ، والغرض من إنشائه التغذية وحماية المنطقة الواقعة أسفل

الوادي من السيول ، وعدد السكان بمنطقة السد في الوقت الحاضر حوالي ٣٠ ألف نسمة تقريبًا[٧، ٨] .

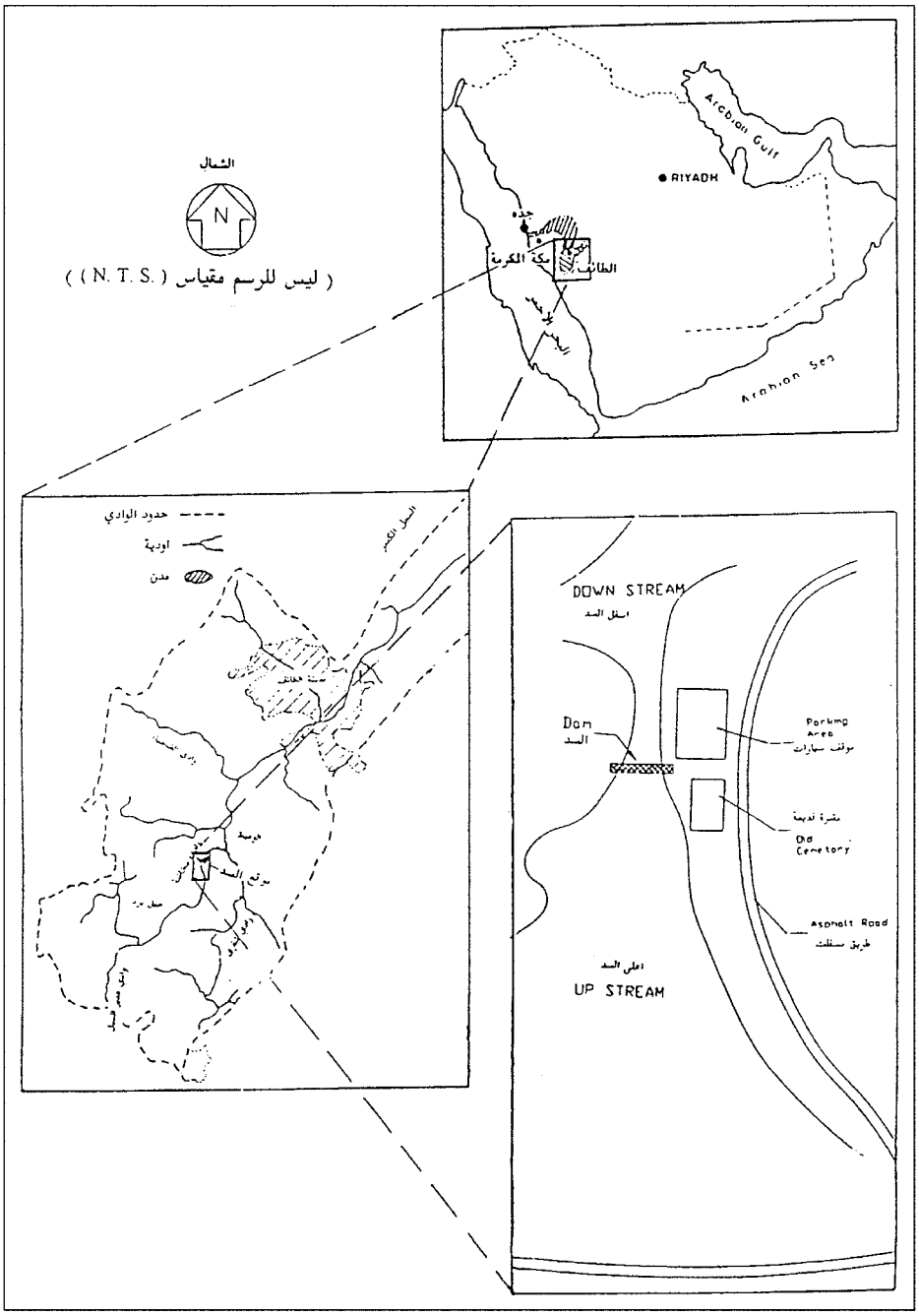
٢,٢ وادي وِجْ

هو وادي الطائف الذي يقع عليه سد عكرمة ، شكل (٢) ، ومساحة حوضه ٧٤٤ كم^{٢} تقريبًا ، ويبدأ من شفا هذيل حيث يقاسم نعمان وضيم الماء فيتجه شرقا فتأخذ عن يساره نخلة الشامية وعن يمينه ليه فيمر في طرف مدينة الطائف من الجنوب الغربي ثم الجنوب ثم الشرق وبعد خروجه من منطقة الطائف يحده من الغرب أعلى حوض وادي فاطمة[٩] .

ويقع سد عكرمة ببلدة الوهط على بعد ١١ كم جنوب غرب الطائف وعلى بعد ٢ كم جنوب غرب الوهيط على خط العرض (ً٠٠ َ١١ ٰ٢١) وخط الطول (ً٢٠ َ١٩ ٰ٤٠) . ويعتبر هذا السد من السدود الأثرية بالطائف ، وقد كان قائما منذ القرن الأول الهجري . ولا يعرف بالتحديد سبب هذه التسمية ، والسد من النوع الركامي ويصل بين جبلين يمر بينهما وادي عكرمة وقد تعرض السد لبعض الأضرار حتى أعيد إنشائه في عهد الملك سعود رحمه الله عام ١٣٧٥هـ . ويبلغ طوله ٧٠ مترًا وارتفاعه من الوسط ١٧ مترًا وله ثلاث فتحات بعرض ٧٠ سم وارتفاع ١ متر . ويكوّن السد بحيرة تستوعب ٢,٥ مليون م^{٣} من المياه ، ويستفاد من السد لحماية الطائف من السيول وفي تغذية الآبار الجوفية وري الأراضي الزراعية . وعدد السكان بمنطقة السد في الوقت الحاضر حوالي ٥ آلاف نسمة تقريبا[٧، ١٠] .

٢,٣ الظروف المناخية لمنطقة الدراسة

الظروف المناخية لمنطقة الدراسة متقاربة تقريبا حيث يقع كلٌّ من أعلى وادي فاطمة ووادي وِجْ في منطقة واحدة وهي منطقة الطائف ، كما أن وادي فاطمة يمتد من المنطقة الجبلية بالقرب من الطائف إلى المنطقة السهلية بالقرب من جدة ، وعلى ذلك يمكن القول إن هناك اختلافًا بين مناخ أعلى وادي فاطمة ووادي وِجْ الواقعة في منطقة مرتفعة باردة نسبيا وهي منطقة الطائف ومناخ أسفل وادي فاطمة الواقع في المنطقة السهلية



شكل (٢). خريطة حوض وادي وج وموقعه بالنسبة للمملكة العربية السعودية ، وتفصيلا لمنطقة السد .

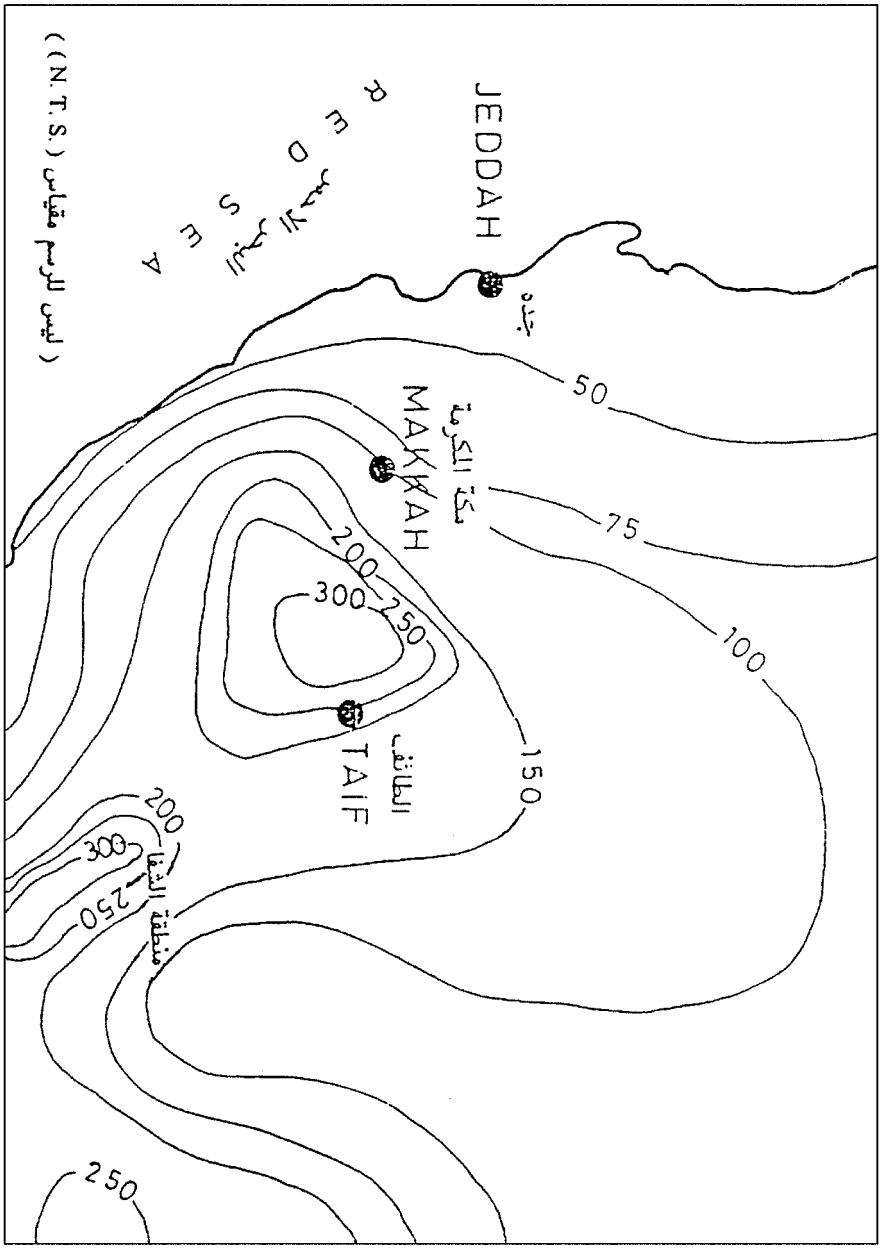
الحارة بكل عناصرها البيئية سواء درجات الحرارة أو تساقط الأمطار أو نسبة الرطوبة والبخر . وبالرغم من وجود وادي فاطمة ووادي وِجْ مناخيا ضمن الإقليم المداري الجاف ، إلا أن وجود المرتفعات بالقرب من الطائف قد أدى إلى إيجاد ظروف مختلفة عن هذا الإقليم وخاصة في درجات الحرارة وسقوط الأمطار . ويوضح ذلك وجود الغطاء النباتي الدائم الخضرة على منطقة الطائف والمجاري العليا لمنطقة حوض وادي فاطمة . والذي يزيد في تنوع مناخ المنطقة هو تأثرها بنوعين آخرين من المناخ خلافًا لمناخها الأصلي ، وهو المناخ المتوسطي من الشمال والذي تظهر آثاره في الشتاء والمناخ الموسمي في الجنوب والجنوب الغربي المرتبط بمنخفضات السودان ، والذي تظهر آثاره صيفا بشكل واضح[٥] .

أ – الأمطـــار : الأمطار في منطقة الدراسة تختلف في سقوطها بصورة كبيرة سواء أكان ذلك في توزيعها السنوي أو الفصلي أو الشهري[٥] ، كما تختلف كمياتها والمواقع التي تسقط فيها بنفس الصورة أيضا ، ويرجع السبب في ذلك إلى التباين في تأثر المنطقة بمؤثرات مناخية مختلفة . ويتبين ذلك من خلال الشكل (٣) .

ومعدل الأمطار في منطقة حوض وادي وِجْ ٢٦٠مم/ سنة تقريبًا ، والحوض الأعلى لوادي فاطمة ١٤٠ مم/ سنة تقريبًا ، أما في أدنى وادي فاطمة فهو ٧٠مم/ سنة تقريبًا ، وبمقارنة متوسط سقوط الأمطار بين أعلى وادي فاطمة وأسفله يتبين أن الأمطار في منطقة الحوض الأعلى للوادي تساوي الضعف تقريبًا مقارنة بمنطقة أدنى الوادي ، وهذا يعطي دليلا أكيدا على دور الحوض الأعلى في تشكيل السيول التي تغذي المياه الجوفية في الحوض الأدنى[٥] .

ب – كميـات السيـــول : تحدث السيول في حالة إذا كانت شدة الأمطار أكبر من معدل الترشيح للتربة . ولا تعتبر كميات الأمطار السنوية مؤشرا على حدوث السيول ولا على كمية الجريان ، حيث توجد عوامل عديدة تؤثر في الجريان مثل طبيعة الأرض ونوعية استغلالها ، والرطوبة الابتدائية في التربة ، ومعـــدلات التبـــخر .

وعندما تقل الأمطار وترتفع درجة الحرارة فإن النتح التبخري يؤدي إلى إزالة



شكل (٣). خريطة كونتورية توضح متوسط تساقط الأمطار السنوي على منطقة الدراسة[٧، ١١].

الرطوبة التي كانت مخزونة في التربة . وعند سقوط الأمطار بعد فترة جفاف طويلة فإن الأمطار الأولى تفقد مباشرة بواسطة النتح التبخري ولكن مع ازدياد تساقط هذه الأمطار وبشكل متتابع فإن رطوبة التربة تزداد لدرجة تؤدي بعدها إلى رشح المياه نحو خزان المياه الجوفية . إن المزارعين في الأودية يعتبرون السيول مؤشرا هاما على مدى تغذية آبارهم وعيونهم بالمياه وكانوا في السابق قبل بناء السدود يقومون بتوجيه السيول إلى مزارعهم للاستفادة من الطين والطمي الغريني الغني بالمواد العضوية ولتغذية المياه الجوفية والاستفادة من الرطوبة المتبقية في التربة للزراعة . والسيول في تلك الأودية قد تأتي بدون سابق إنذار ، وهي ما تسمى بالسيول المنقولة أو السيول العمياء ، وقد تسبب أضراراً بشرية ومادية كبيرة . ومن تلك السيول التي حدثت في الأعوام ١٣٧٤هـ ، ١٣٧٧هـ ، ١٣٩٥هـ ، ١٣٩٨هـ ، ١٤٠٢هـ . وقد سببت تلك السيول التي حدثت في وادي فاطمة خسائر مادية كبيرة حسب رواية أهل المنطقة[٥] .

وقد وصل حجم السيل بوادي فاطمة إلى ١٣,٢ مليون م٣ في عام ١٩٨٠م بتطبيق طريقة لونجبين (Longbien) التي تستخدم عنصري التساقط والحرارة في حساب حجم السيل في الوادي[٦] .

أما وادي وِجْ الذي يقع عليه سد وادي عكرمة فمتوسط عمق السيل السنوي هو ١,٧٠ مم ، وبذلك يكون حجم السيل السنوي ١,٢٧ مليون م٣/ سنويا تقريبا[١٢] .

جـ - معدلات التبخر والحرارة : إن دراسة معدلات التبخر والحرارة في المناطق الجافة تأخذ أهمية كبرى ، وذلك نظراً لندرة المياه ، ويسبب وجود المسطحات المائية في أحواض السدود الواقعة في منطقة دراستنا (خاصة في أدنى وادي فاطمة) ، والتي تعتبر منطقة جافة ودرجات الحرارة بها عالية ، فقد الكثير من تلك المياه والتي قد يصل التبخر الأقصى (Potential Evaporation) فيها إلى ١ سم/ يوم تقريبا[٥] .

ولا بد من التفريق هنا بين كل من التبخر الأقصى والتبخر الحقيقي (Actual Evaporation) ، فعلى الرغم من ارتفاع الطاقة التبخيرية للهواء في منطقة دراستنا وخاصة حوض وادي فاطمة لوقوعه ضمن النطاق الصحراوي الحار ، إلا أن معدل

التبخر الحقيقي منخفض جداً ، باستثناء التبخر الذي يحدث من مياه الري في المزارع ومن حوض السد .

والتبخر الأقصى في منطقة دراستنا (خارج حوض السد) لا يحدث إلا في وقت سقوط الأمطار وبكميات قليلة جداً ، لسرعة انتقال مياه الأمطار بالتسرب إلى خزان المياه الجوفية حيث نطاق التشبع ، مما يجعلها بعيدة عن أثر التبخر الذي ينشط فقط في نطاق التهوية ، لذلك فإن التبخر الحقيقي في كامل منطقة دراستنا بدون وجود سدود ذات أحواض مائية معرضة للتبخر ليس ذا أهمية ، وحتى أثناء سقوط الأمطار فإنه لو نشط التبخر الحقيقي وعمل بأقصى طاقة تبخيرية (والتي لا تزيد عن ٤٠٠سم/ سنة) من مسطحات مائية حرة لمثل هذه المنطقة ، فإنه لا يؤثر على كميات السيل والتسرب في المنطقة ، لأن كمية الأمطار تتساقط بغزارة حيث تَزيد أحيانا عن ١٠سم خلال يوم أو يومين بل وربما بضع ساعات ، وسرعة التسرب في الأودية كبيرة جدا (خارج حوض السد) كما أوضحت نتائج التجارب الخاصة بالنفاذية والتي تم إجراؤها ميدانيا .

٣- الدراسات الحقلية والتجارب المعملية

إن تحديد العناصر البيئية التي تأثرت من إنشاء وتشغيل سد وادي فاطمة وسد عكرمة بالطائف ومقارنة بعض المتغيرات البيئية بوجود مشروع السد وبدونه تطلب إجراء دراسات حقلية ومعملية على منطقتي هذين السدين . وقد تم في هذه الدراسة القيام بالدراسات الحقلية والتجارب المعملية الآتية :

أولاً : جمع وتبويب وتحليل معلومات عن منطقة كل من السدين وشملت الآتي :

- معلومات خاصة بالعناصر الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة وهي : معدلات الأمطار ، كميات السيول ، معدلات التبخر ، درجات الحرارة .
- معلومات عامة عن التربة .
- خرائط تفصيلية لمنطقة الدراسة .

ثانيًا : إجراء تجارب حقلية ميدانية ومعملية لعينات من التربة والمياه للمناطق الواقعة أعلى وأسفل وادي كل سد وشملت الآتي :

١- إجراء التجارب المعملية على عينات من التربة لعمل تصنيف للتربة بمنطقة السد شملت : تجارب الرطوبة الحقلية ، التدرج الحبيبي (الطريقة الميكانيكية) ، التدرج الحبيبي (طريقة الهيدروميتر) ، إيجاد الوزن النوعي للتربة وإيجاد نسبة المواد العضوية في التربة وذلك لإيضاح تأثير وجود السد على تلك العناصر[١٣] .

٢- إجراء تجارب حقلية لقياس مدى نفاذية التربة أعلى وأسفل وادي كل سد ، وبالتالي دراسة تأثير ترسب الطين والطمي الغريني على نفاذيتها[١٤] .

٣- إجراء تجارب حقلية ومعملية على عينات من المياه لتحديد التغيرات في خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والبكترولوجية في منطقة السد وشملت : الملوحة ، الأكسجين المذاب ، الأس الهيدروجيني ، العكارة ، درجة الحرارة ، النيترات ، الكبريتات ، بكتريا القولون والبكتريا الكلية ، المواد العالقة ، الموصلية الكهربائية[١٥] .

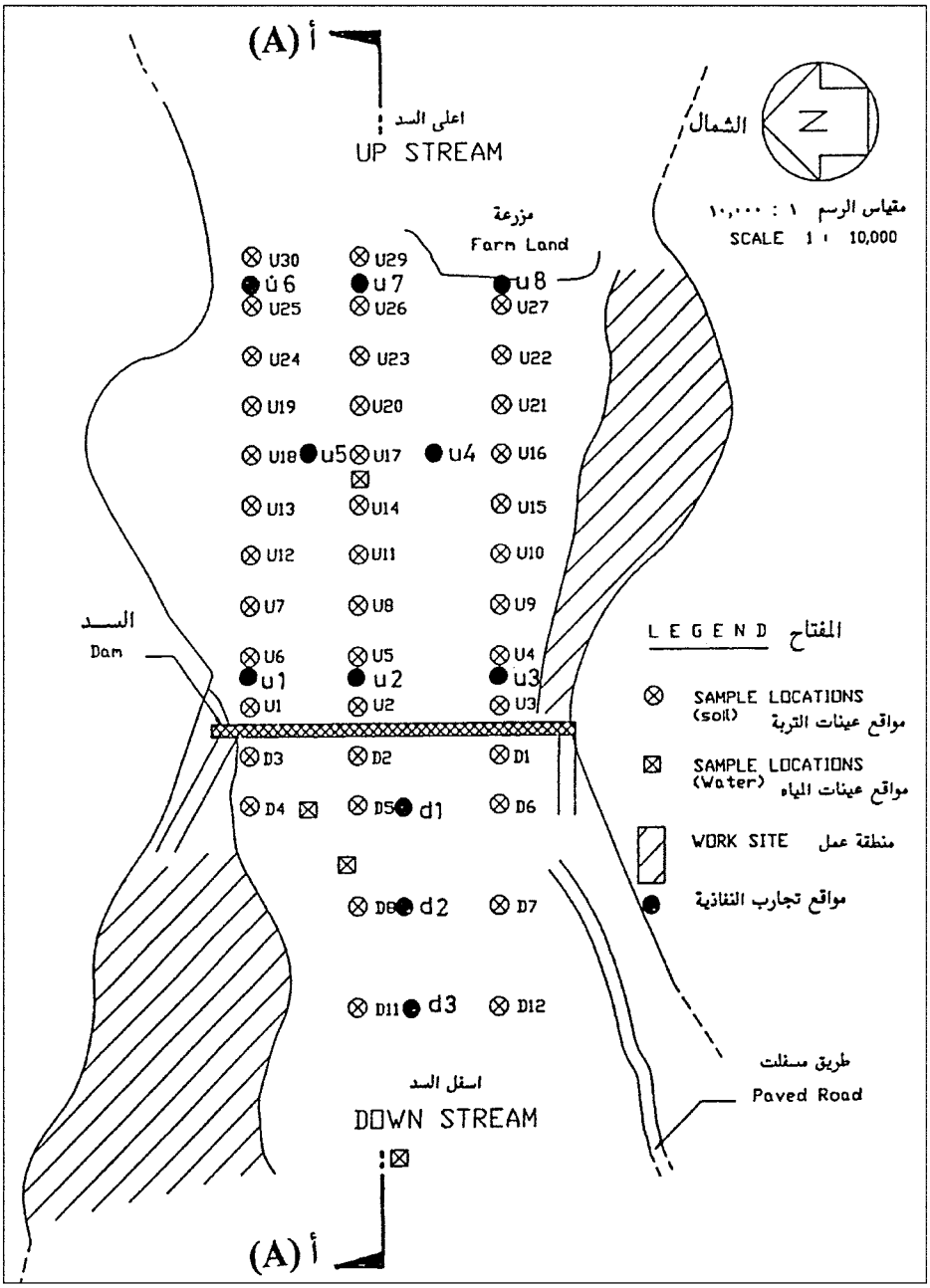
٤- دراسة مدى تأثير السد على الدبول (القنوات الزراعية) .

٥- دراسة تغير منسوب المياه الجوفية في منطقة الدراسة .

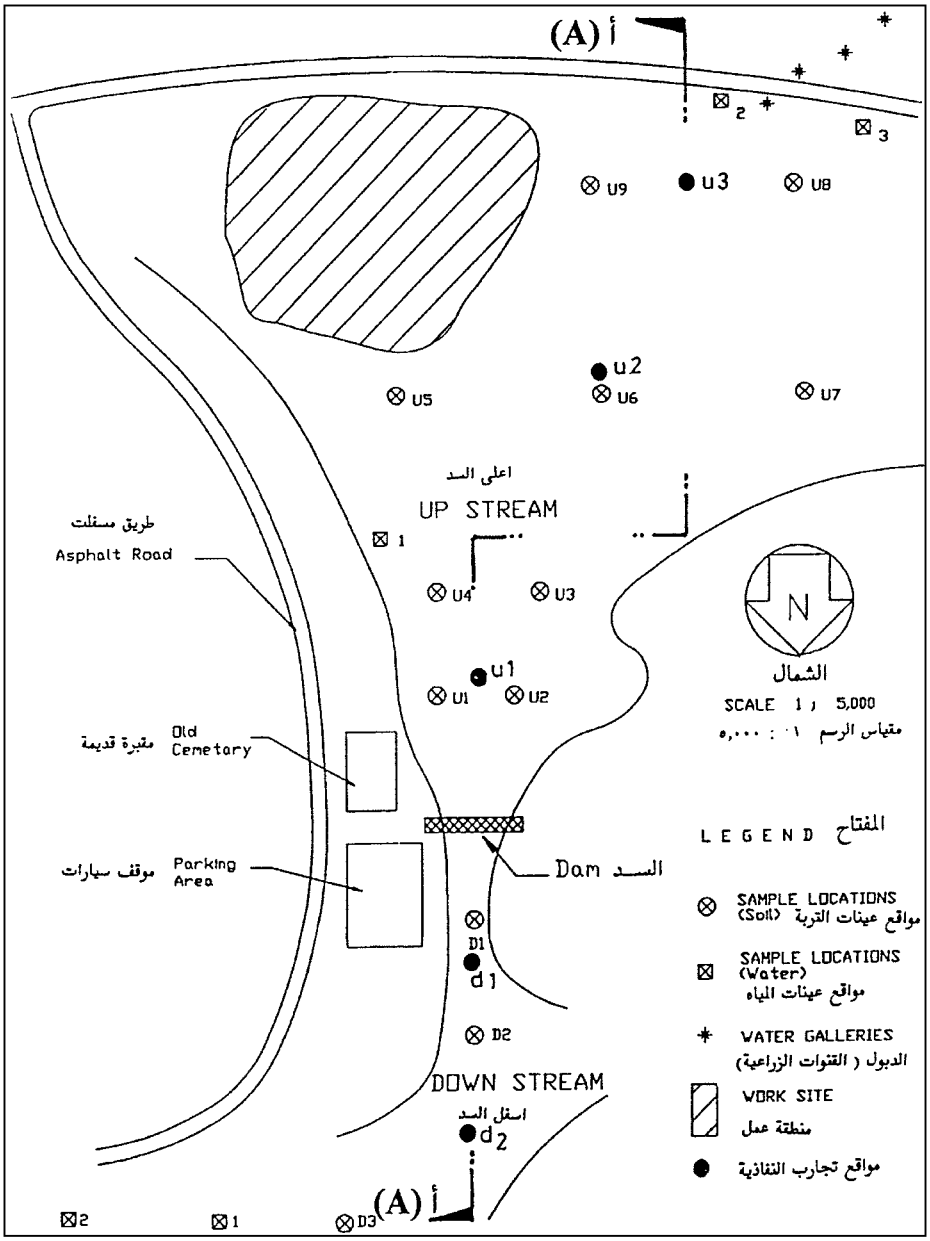
وقد تم إجراء هذه التجارب المعملية والحقلية على مدى فترة زمنية استمرت عاما كاملا هو ١٤١٦هـ (١٩٩٥-١٩٩٦م) لضمان دراسة المتغيرات الهيدرولوجية المختلفة الشهرية والفصلية لفصلي الشتاء والصيف (موسمي الأمطار والجفاف) وحسب الخطة الموضوعة للدراسة الميدانية فقد بدأ العمل في المجري الأعلى لكل وادٍ في اتجاه المجرى الأدنى إلى أن ينعدم وجود الآبار .

وقد تم اختيار مواقع عينات التربة على مسافات متساوية في منطقة أعلى وأدنى كل واد ، لتغطي كامل منطقة الدراسة حتى تجيء النتائج معبرة عن المتغيرات في خصائص التربة . أما عينات المياه فتم أخذها من الآبار الموجودة أثناء فترة الدراسة المحفورة سابقا سواء أكانت هذه الآبار حكومية أم خاصة . أما قياس النفاذية الحقلية فتم القيام بها في مواقع متعددة لتغطي كامل منطقة الدراسة (انظر الشكلين (٤) (٥)) .

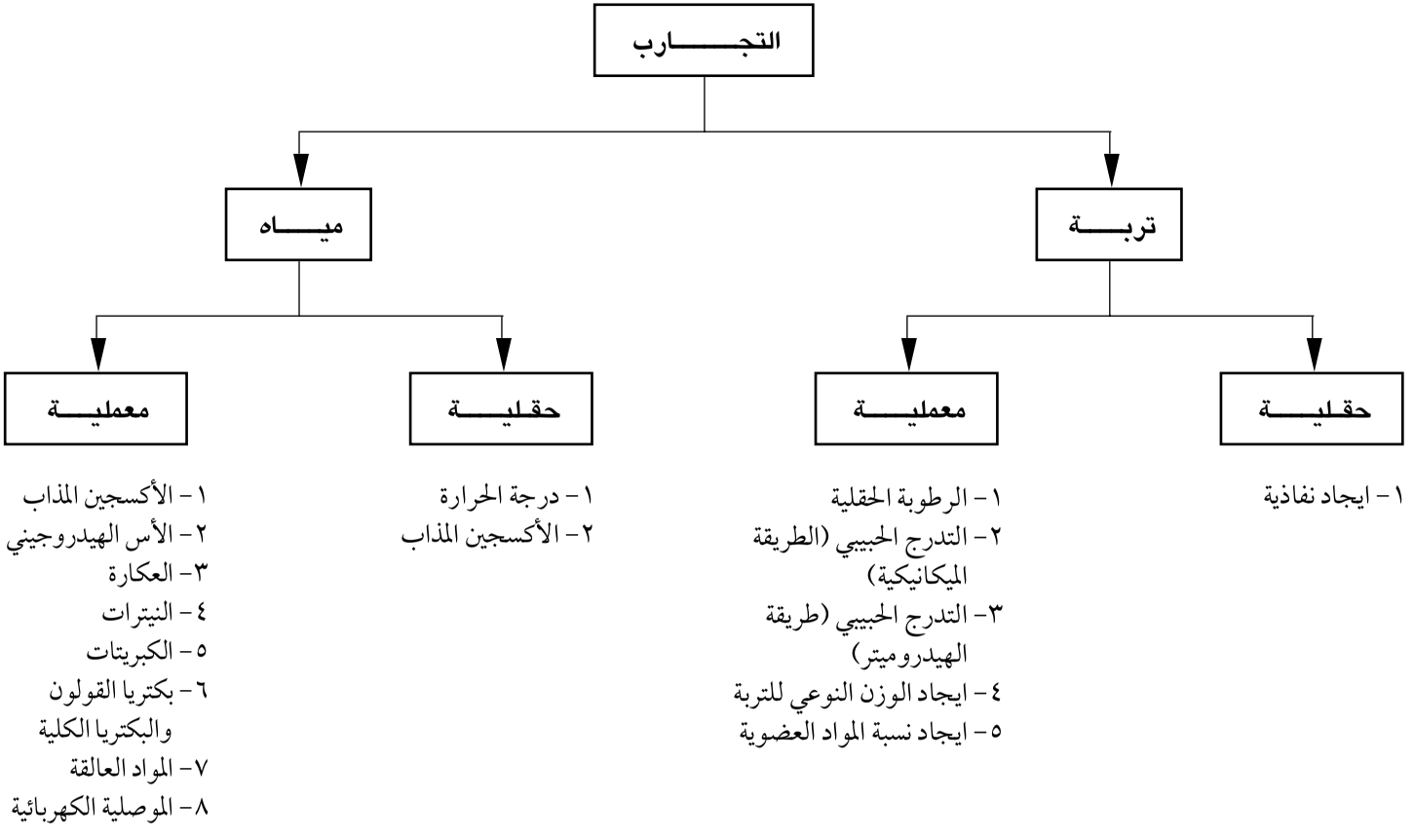
ويوضح الشكل (٦) نوعية التجارب الحقلية والمعملية التي تمت في هذا البحث على عينات التربة والمياه لمنطقة الدراسة .



شكل (٤). خريطة توضح مواقع أخذ عينات التربة والمياه ومواقع إجراء تجربة النفاذية لسد وادي فاطمة .



شكل (٥). خريطة توضح مواقع أخذ عينات التربة والمياه ومواقع إجراء تجربة النفاذية لسد عكرمة بالطائف .



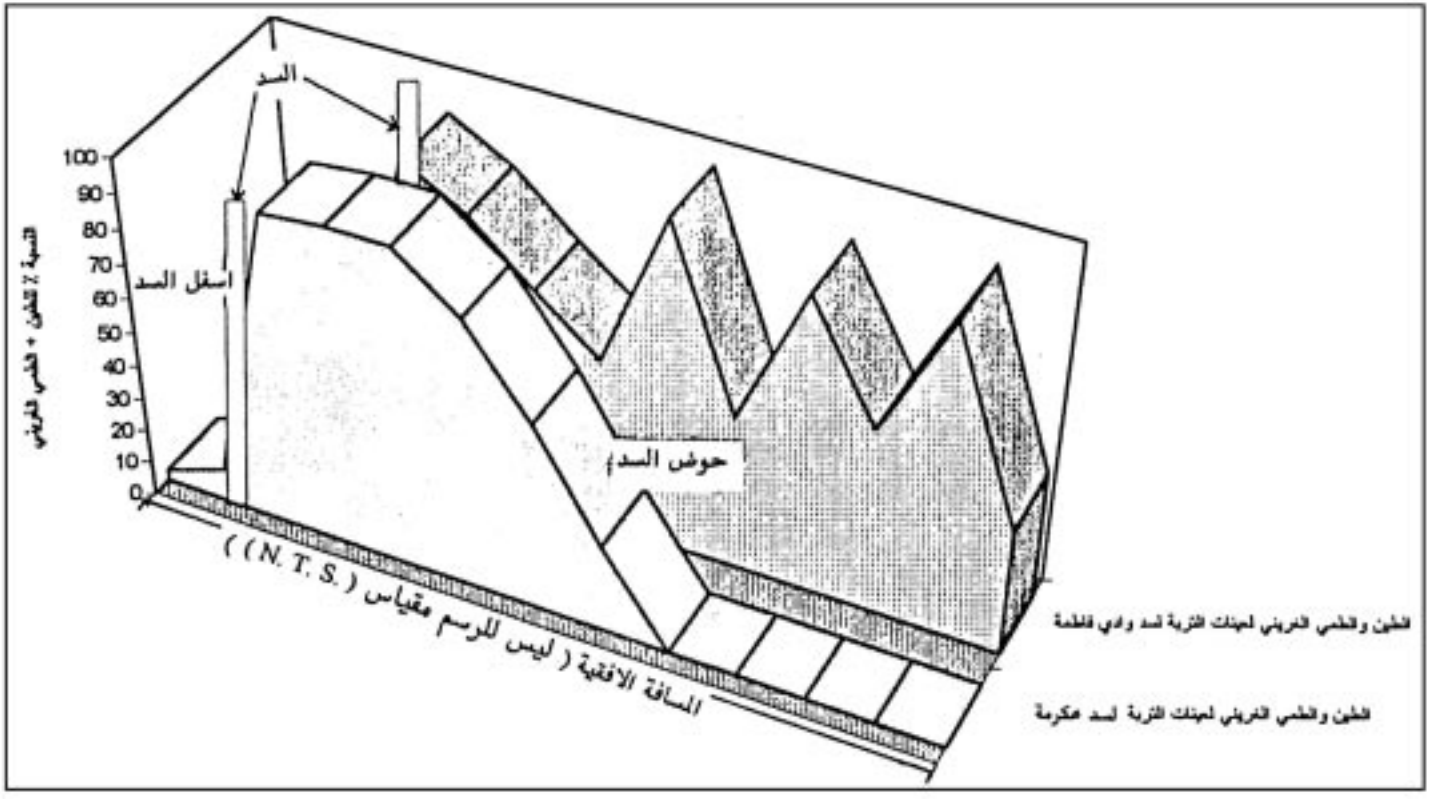
شكل (٦). التجارب الحقلية والمعملية لعينات التربة والمياه لمنطقة الدراسة .

٤- نتـــائـــج البحث

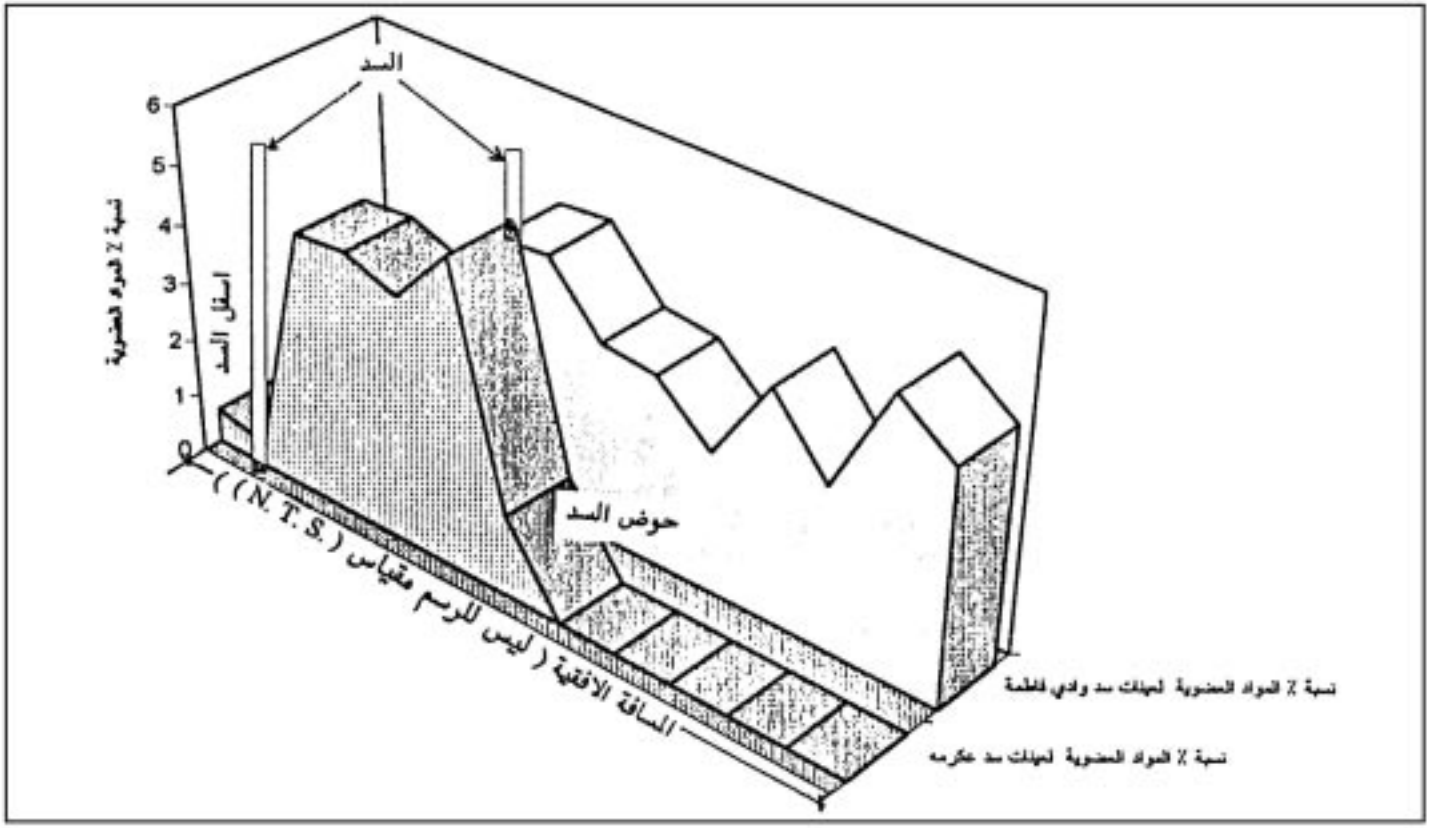
وجد أن أهم العناصر المتأثرة هي المياه والتربة والنواحي الاجتماعية والاقتصادية . وتتمثل هذه التأثيرات تفصيلا في التالي :

. ترسب الطين والطمي الغريني والمواد العضوية الصالحة للزراعة في حوض السد ، حيث وصلت نسبة الطين والطمي الغريني في المنطقة الواقعة أعلى وادي فاطمة إلى ٢٣ ضعف الكمية الموجودة أسفل الوادي (الشكل (٧)) . أما سد وادي عكرمة فالطين والطمي الغريني الموجود أسفل الوادي لا يكاد يذكر مقارنة بالكمية الموجودة في حوض السد كما أشارت إلى ذلك النتائج (الشكل (٧)) . وهذا يعطينا دلالة واضحة على مدى تأثير السد وذلك بحجز مواد التربة الناعمة مثل الطين والطمي الغريني وكذلك المواد العضوية الصالحة للزراعة في حوضه ، وقد لوحظ أن نسبة المواد العضوية لسد وادي فاطمة في منطقة حوض السد بلغت أكثر من ثلاثة أضعاف نسبة المواد العضوية الموجودة في المنطقة الواقعة أسفل الوادي (الشكل (٨)) . وكذلك بالنسبة لسد وادي عكرمة فإن نسبة المواد العضوية في منطقة حوض السد بلغت تقريبا ثمانية أضعاف نسبة المواد العضوية الموجودة في المنطقة الواقعة أسفل الوادي (الشكل (٨)) وتعتبر هذه النسبة الموجودة في حوضيّ السدين عالية بالنسبة للأراضي الأخرى الواقعة في منطقة المجرى الأدنى للواديين ، وهذا يشير إلى ترسب كميات كبيرة من المواد العضوية في أحواض السدود ولا تصل إلى المناطق الزراعية أسفل الواديين والتي تكون بحاجة ماسة إلى ذلك وهي كمية كبيرة نسبيًا قياسا إلى أحواض السدود التي تقع في ظروف بيئية مماثلة[١٦] .

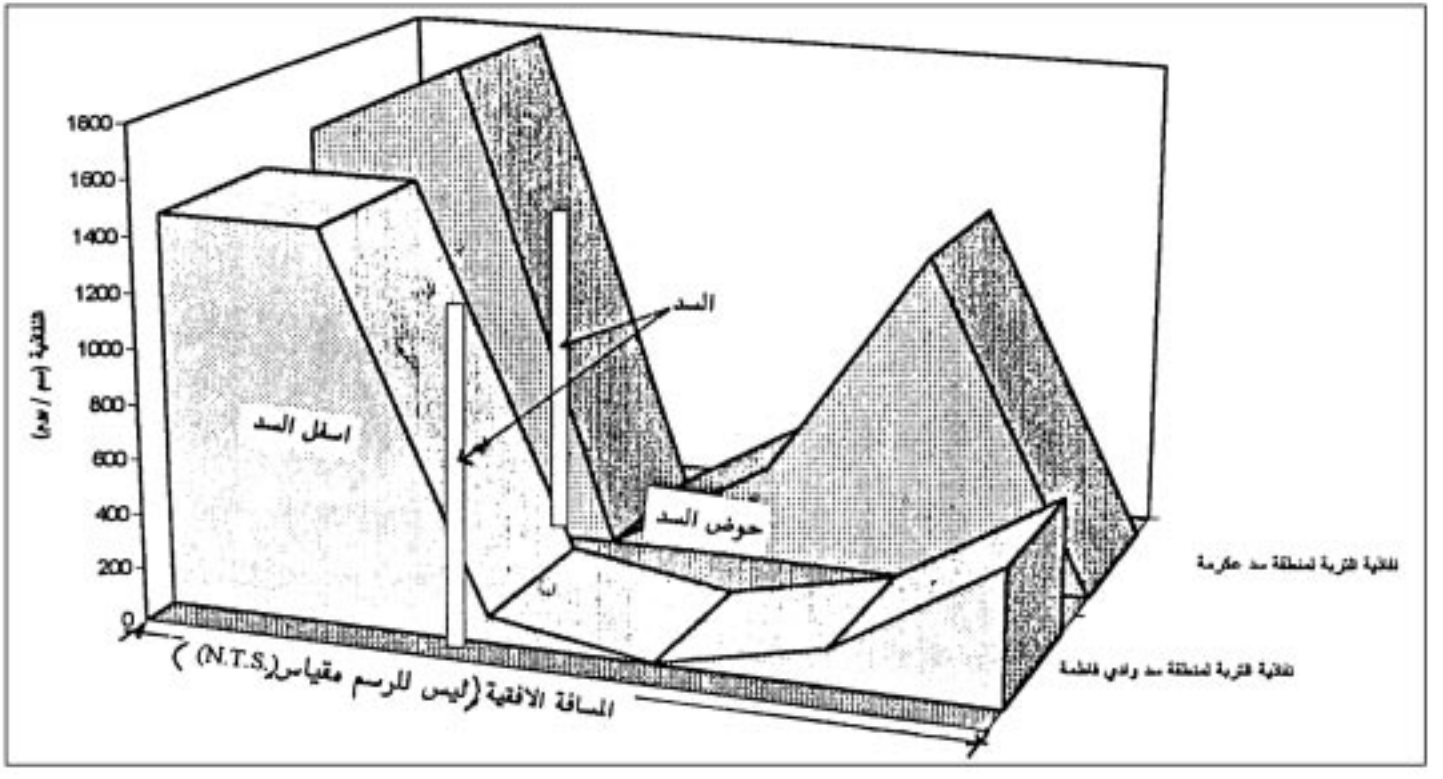
. تأثر قيم النفاذية في المنطقة الواقعة في المجرى الأعلى والأدنى للواديين ، فقد لوحظ أن معدل قيم النفاذية لسد وادي فاطمة في منطقة أسفل الوادي بلغت أكثر من أربعة أضعاف المعدل لمنطقة حوض السد حيث وجد أن مدى هذه القيم يتراوح بين ١٤٤٠سم/ يوم في منطقة أسفل الوادي و ٩ , ٢سم/ يوم في منطقة حوض السد (الشكل (٩)) . وكذلك بالنسبة لسد وادي عكرمة بالطائف فإن معدل قيم النفاذية في منطقة أسفل الوادي بلغ أكثر من ثلاثة أضعاف المعدل لمنطقة حوض السد ، ووجد أن



شكل (٧). مقطعان طوليان (أ – أ) لمنطقتي سدي فاطمة وعكرمة يوضحان نسبة ٪ الطين والطمي الغريني في التربة . (لمعرفة المقطع (أ – أ) انظر الشكلين (٤)، (٥)) .



شكل (٨). مقطعـان طوليان (أ – أ) لمنطقتي سـدي فاطمة وعكرمـة يوضحـان نسبة ٪ المـواد العـضويـة في التربـة . (لمعرفـة المقطع (أ – أ) انظر الشكلين (٤) ، (٥)) .



شكل (٩). مقطعان طوليان (أ – أ) لمنطقتي سدي فاطمة وعكرمة يوضحان قيم النفاذية . (لمعرفة المقطع (أ – أ) انظر الشكلين (٤)، (٥)) .

مدى هذه القيم يتراوح بين ١٨٠٠سم/ يوم في منطقة أسفل الوادي و ٢,٩سم/ يوم في منطقة حوض السد (الشكل (٩)) . وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة الكميات المترسبة من الطين والطمي الغريني والمواد العضوية ومن ثم تقليل الترشيح للمياه الجوفية وزيادة كميات المياه المتبخرة .

, إن التجارب التي أجريت على عينات المياه التي أخذت من الآبار الموجودة بالمنطقة تمت لتحديد مدى تأثير إنشاء السد على خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والبكترولوجية في منطقة الدراسة ، ومقارنة وإظهار تلك النتائج . وقد تم تلخيص نتائج تجارب المياه الموضحة في الجدولين (١) و (٢) لمقارنة مدى التغير في خصائص المياه في منطقة أعلى وأسفل الوادي . ومن ملاحظتنا للجدولين يتبين لنا الآتي :

جدول (١) نتائج تجارب نوعية المياه لسد وادي فاطمة

خصائص الماء المختلفة	U1	U2	D1	D2	D3	D4
الملوحة SALINITY (0/00)	٠,٢	٠,٥	٠,١	٠,١	٠,٠٥	٠,٥
الأكسجين المذاب (DO) (ملج/ لتر)	٧,٢	٣,٥	٧,١	٧,٢	٦,٣	٦,٤
الأس الهيدروجيني (PH)	٧,٣	٧,٦	٧,٤	٧,٦	٧,٨	٧,٣
العكارة TURBIDITY (NTU)	١,١	٠,٩	٠,٦٥	٠,٦٥	١,١	٠,٨٥
درجة الحرارة TEMPERATURE	٣٠	٢٧	٣٠	٣٢	٢٨	٢٥
النيترات (Nitrate) (NO3-) (ملج/ لتر)	٨٦,٥	٥٤,٧	٨٧,٤	٨٧,٤	٤٤,٨	١٠٤
الكبريتات (Sulfate) (SO4-) (ملج/ لتر)	١٢٤	١١٤	١٢٦	١٢٧	٦٣	٣٩٢
المواد العالقة (Suspended Solids) (S.S) (ملج/ لتر)	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
المواد الصلبة المذابة (T.D.S.) ppm	٥٣٦	٥٤٩	٤٦٩	٥٠٢	٢٦٨	٥٢٩
نسبة امتصاص الصوديوم (SAR)	٢,٠	١,٧	٢,٠٣	١,٩	١,٧	٢,٣

حيث إن : (U) بعض العينات التي تقع أعلى الوادي .
(D) بعض العينات التي تقع أسفل الوادي .

جدول (٢) نتائج تجارب عينات المـاء لسد وادي عكرمة

خصائص الماء المختلفة	U1	U2	D3	D1	D2	B
الملوحة SALINITY (0/00)	٠,٠١	٠,٠١	٠,٢	٠,٢	٠,١	٠,٠١
الأكسجين المذاب (DO) (ملج/ لتر)	١,٤	٦,٨	٥,٩	٥,٣	٧	٥,٥
الأس الهيدروجيني (PH)	٧,٤	٨,٢	٧,٤	٧,٧	٨,١	٧,٦
العكارة TURBIDITY (NTU)	٣	١	٠,٦	٠,٧٦	٠,٥	٠,٩
درجة الحرارة TEMPERATURE	١٨	١٨	٢٥	٢٤	١٨	١٤
النيترات (Nitrate) (NO3-) (ملج/ لتر)	١٥	٨٧,٩	١٣٤	٤٨,٩	٨٣,٩	٣٣,٦
الكبريتات (Sulfate) (SO4-) (ملج/ لتر)	٧,٤	٤١,٦	٨٦,٤	٢٦,٣	٤٢,٤	١٣,٦
المواد العالقة (Suspended Solids) (S.S) (ملج/ لتر)	٠,٠٣٤	٠,٠١	لا يوجد	لا يوجد	٠,٠١٢	٠,١٦٢
المواد الصلبة المذابة (T.D.S.) ppm	١٨١	٢٩٢	٥٣٦	٤٠٢	٤٣٦	١٧٨
نسبة امتصاص الصوديوم (SAR)	٠,٢٦	١,٢٣	١,١	٠,٨٤	٠,٨٧	٠,٣٤

حيث إن : (U) بعض العينات التي تقع أعلى الوادي . (D) بعض العينات التي تقع أسفل الوادي .
(B) العينة التي تم أخذها من مياه حوض السد .

أ – سـد وادي فاطمـة

١ – قيم نتائج التجارب التالية (درجة الملوحة ، درجة العكارة ، درجة الحرارة ، المواد الصلبة المذابة) في منطقة أعلى الوادي أعلى منها في المنطقة الواقعة أسفل الوادي .

٢ – قيم نتائج التجارب التالية (الأكسجين المذاب ، الأس الهيدروجيني ، النيترات ، الكبريتات ، نسبة امتصاص الصوديوم) في منطقة أسفل السد أعلى منها في المنطقة الواقعة أعلى الوادي .

ب – سـد عكرمـة بالطـائف

١ – قيم نتائج التجارب التالية (العكارة ، النيترات ، الكبريتات ، المواد العالقة) في منطقة أعلى الوادي أعلى منها في المنطقة الواقعة أسفل الوادي .

٢- قيم نتائج التجارب التالية (درجة الملوحة ، الأكسجين المذاب ، الأس الهيدروجيني ، درجة الحرارة ، المواد الصلبة المذابة) في منطقة أسفل الوادي أعلى منها في المنطقة الواقعة أعلى الوادي .

٣- نسبة امتصاص الصوديوم في منطقتي أعلى وأسفل السد متساوية تقريبا .

ومن أهم النتائج التي تم الحصول عليها :

, مدى تأثير السد على تلوث الآبار المحيطة به بوجود بكتريا القولون والبكتريا الكلية (TOTAL AND FECAL COLIFORM) في عينات المياه التي تم الحصول عليها من منطقة الدراسة (الجدولان (٣) ، (٤)) وخاصة تلك التي تم الحصول عليها من منطقة سد عكرمة بالطائف فقد لوحظ تلوث شديد في الآبار التي تقع في حوض السد أو القريبة منه ، وكذلك في العينات التي أُخذت من داخل بحيرة السد نفسها ، وهذا يعطينا مؤشراً على مدى تلوث تلك المصادر بالمخلفات الآدمية ، أما العينات التي تبعد مواقعها عن السد أو من الآبار المغلقة التي توجد في منطقة سد وادي فاطمة فلم يلحظ فيها أي تلوث يذكر .

, إنتشار الأوبئة المائية ، فلم نلحظ أثناء فترة الدراسة حالات لأوبئة مائية مثل (البلهارسيا والملاريا) مستوطنة في منطقة سد وادي فاطمة . أما سد وادي عكرمة بالطائف فالأوبئة المائية منتشرة بصورة كبيرة في المنطقة وخاصة البلهارسيا .

جدول (٣) بكتريا القولون والبكتريا الكلية لعينات سد وادي فاطمة

العينة	البكتريا الكلية	بكتريا القولون
U1	خالية	خالية
U2	نمو شديد (غير بكتريا القولون أو الكلية)	نمو شديد
D1	٣/ ١٠٠ ملتر	٢/ ١٠٠ملتر
D2	٣/ ١٠٠ ملتر	خالية
D3	نمو بسيط (غير بكتريا القولون أو الكلية)	خالية
D4	٤/ ١٠٠ ملتر (غير بكتريا القولون أو الكلية)	خالية

حيث إن : (U) العينات التي تقع أعلى الوادي . (D) العينات التي تقع أسفل الوادي .

جدول (٤) بكتريا القولون والبكتريا الكلية لعينات سد عكرمة بالطائف

العينـــــة	البكتريـا الكليـــة	بكتريـا القـولـــون
U1	١٠٠ /٢٥٦ ملتر	١٠٠ /٣٦٠ملتر
U2	١٠٠ /١٦ ملتر	خالية
U3	١٠٠ /٥ ملتر	خالية
D1	نمو شديد	نمو شديد
D2	١٠٠ /٢ ملتر	خالية
B1	نمو شديد	١٠٠ /١٢٠ملتر

حيث إن : (U) العينات التي تقع أعلى الوادي . (D) العينات التي تقع أسفل الوادي .
(B) العينة التي تم أخذها من مياه حوض السد .

, تأثيرات اجتماعية واقتصادية أدت إلى انتقال السكان وهجرهم لمنطقة الدراسة ، وخاصة في منطقة سد وادي فاطمة ، حيث إن قرية العقيلية والتي تقع على بعد ٥ , ٢كم شمال شرق سد وادي فاطمة والتي كان يبلغ عدد سكانها ١٦٠٠ شخص تقريبًا ، أصبحت الآن مهجورة تمامًا .

, تأثيرات سلبية على الدبول (القنوات الزراعية) ، فلقد انقطع جريان المياه في الدبول الزراعية في منطقة الدراسة بصفة عامة[٥] ، ونستطيع أن نقول إن أسباب ذلك تتلخص في التالي :

١- انخفاض منسوب المياه لقلة ترشيح المياه الجوفية .

٢- عند بناء سد وادي فاطمة دُمِّرَت بعض الدبول بسبب إنشاء قواعد السد وانقطاع استمرار تدفق المياه .

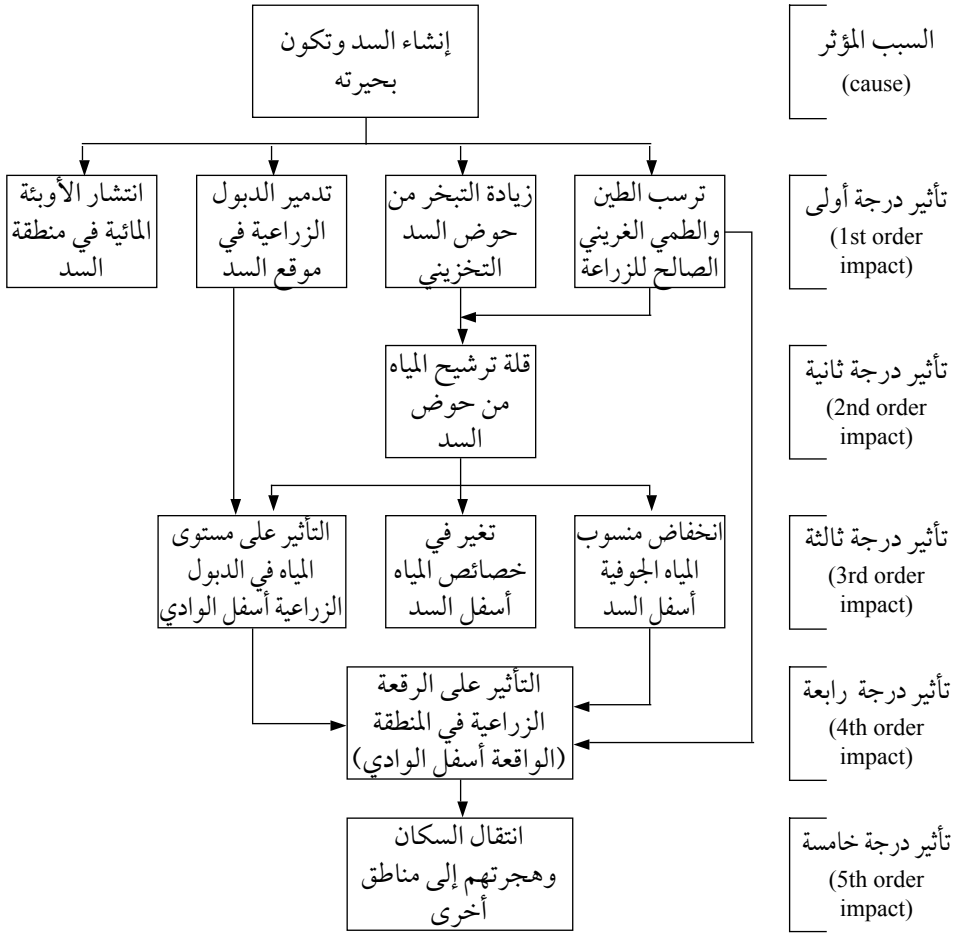
٣- نقص الأيدي العاملة المتخصصة في إنشاء وصيانة القنوات الزراعية نتيجة لهجرة السكان من منطقة السد مما أدى إلى إهمالها وبالتالي تدميرها .

وتعطينا هذه النتائج دلالة واضحة على حجم التأثيرات البيئية التي تنشأ من جراء إنشاء السدود وتشغيلها وضرورة إيجاد حلول سريعة لها للتخفيف من تلك التأثيرات .

مقارنــة التأثيــرات البيئيــة في منطقــة الدراســة

من واقع نتائج التجارب الحقلية والمعملية التي تم عرضها وتحليلها فيما سبق يمكن مقارنة التأثيرات البيئية في منطقة الدراسة بعدة طرق وتقانات تستخدم في دراسات التقويم البيئي منها :

أ – تصنيف التأثيرات البيئية المختلفة للسدين حسب ترتيب حدوثها الزمني إلى عدة درجات كما هو موضح في شبكة التأثير والمؤثر التي توضح تسلسل التأثيرات زمنيا (الشكل رقم (١٠)) .



شكل (١٠). شبكة التأثير والمؤثر (Network Diagram) لتوضيح تسلسل التأثيرات زمنيا .

ب – مقارنة حجم التأثيرات البيئية المختلفة في منطقة كل سد حسب درجة التأثير : أهو تأثير كبير أم متوسط أم بسيط كما هو واضح في الجدول رقم (٥) .

جدول (٥) حجم التأثيرات المختلفة من إنشاء وتشغيل سدّي وادي فاطمة بمكة وعكرمة بالطائف

الـــــــوادي	العنـــــاصـــــــر المتـــــــأثـــــــرة							
	تأثيرات بيئية			تأثيرات اجتماعية واقتصادية			تأثيرات فطرية	
	التربة	المياه	الأوبئة	الزراعة	التجارة	السكان	نباتية	حيوانية
فاطمة	#	#	–	#	❑	#	❑	❑
عكرمة	#	❍	#	❍	–	❑	❑	❑

تأثير كبير ❍ تأثير متوسط ❑ تأثير بسيط – لا يوجد تأثير

جـ– تصنيف تلك التأثيرات حسب خصائص وصفات تلك التأثيرات كما هو موضح في الجدول رقم (٦) وذلك وفق المعايير التالية :

– نوع التأثير : مباشر الحدوث أم غير مباشر .
– مداه الزمني : طويل ، متوسط ، قصير .
– طبيعة التأثير : مادي ، غير مادي .
– زوال التأثير : هل يمكن زواله أم لا .

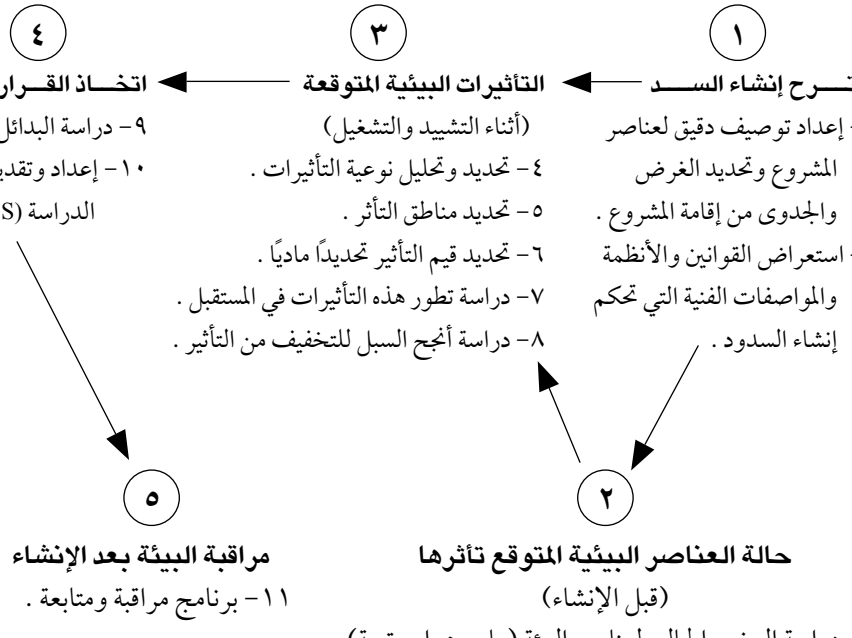
جدول (٦) وصف للتأثيرات المختلفة للسدود في منطقة الدراسة

العناصر المتأثرة		شكل التأثير	نوعه		المدى			طبيعته		زوال التأثير	
			مباشر	غير مباشر	طويل	متوسط	قصير	مادي	غير مادي	يمكن	لا يمكن
تأثيرات فيزيائية	التربة	نقص	×			×			×	×	
		جاف		×	×				×		×
	الأوبئة المائية	زيادة		×	×				×	×	
تأثيرات اقتصادية واجتماعية	الزراعة	تدني		×	×			×			×
	التجارة	تدني		×	×			×			×
	السكان	هجرة		×	×				×		×
تأثيرات فطرية	النباتية	تصحر		×	×				×		×
	الحيوانية	نقص		×	×				×		×

٥- منهجية علمية مقترحة للقيام بدراسات التقويم البيئي للسدود في المملكة

تمت صياغة خطة منهجية علمية للقيام بدراسات تقويم التأثيرات البيئية لمشاريع المياه عموما في المملكة ومشاريع السدود بصفة خاصة ، ومن المؤمل أن استعمال هذه الخطة المنهجية سيوفر مسلكا علميا تنظيميا لدراسة التأثيرات البيئية لمشاريع السدود المقترحة مستقبلا ولإيجاد حلول للتقليل من التأثيرات الناتجة من المشاريع الحالية مع دراسة واقتراح البدائل الممكنة في خطط الإنشاء وبرامج التشغيل والصيانة للحد منها في المشاريع المستقبلية (شكل (١١) . وتتكون هذه الخطة المنهجية من خمس مراحل رئيسة ، تتضمن إحدى عشرة خطوة فرعية ، وهي :

١- تحديد الغرض والجدوى من إقامة المشروع .
٢- دراسة حالة العناصر البيئية المتوقع تأثرها .
٣- تحديد التأثيرات البيئية المتوقعة .
٤- اتخاذ القرار .
٥- رصد ومراقبة البيئة بعد الإنشاء .



شكل (١١). خطة منهجية لتقويم التأثيرات البيئية لمشروع إنشاء سد .

٦- التـــوصيـــــات

وتشمل التوصيات العامة في هذا البحث عدداً من الحلول تم توضيحها بناء على نتائج البحـــث . ويمكن تقسيم هذه الحلول إلى قسمين : حلول عاجلة وحلول طويلة الأجل ، وتتمثل في الآتي :

٦,١ الحـــلول العاجـــلة

وهي حلول يمكن تنفيذها على المدى القصير للسدود القائمة حاليا وتتمثل في التخفيف من مدى التأثيرات البيئية لتلك السدود ، من خلال مراجعة برامج التشغيل والصيانة مثل : تقنين ضخ المياه إلى مدينتي مكة المكرمة وجدة من آبار وادي فاطمة والاكتفاء بمياه التحلية ، واعتبار مياه الوادي إحتياطيا إستراتيجيا لتلك المدن ، ونقل جميع الأتربة من حوض السد وتوزيعها في المنطقة الواقعة أسفله ، وفتح بوابات السد وعدم حجز مياه السيول إلى أن يتم الانتهاء من الحلول طويلة الأجل ، ومطالبة الجهات المعنية بإنشاء السدود بالتنسيق مع الجهات الصحية قبل البدء في إنشائها لتلافي إنتشار الأوبئة المائية في أحواض السدود ، وذلك بإيجاد خطة متكاملة للمكافحة ، عن طريق التوعية الصحية وإنشاء مراكز صحية قريبة من منطقة السد مزودة بكل ما يلزم للمكافحة ، والتنسيق المسبق مع مسئولي الصحة لمكافحة تلك الأوبئة ، والقضاء على القواقع المكملة لدورة حياة البلهارسيا قبل إنشاء السدود بفترة كافية ، لمنع استيطانها في تلك المنطقة .

٦,٢ الحـــلول طـــويلة الأجـــل

وهي حلول يمكن تنفيذها على المدى الطويل ، ويتطلب تنفيذ هذه الاقتراحات التنسيق بين مختلف الجهات المختصة . وهذه الحلو ل تشمل :

أ - حلولا لمشاريع السدود القائمة مثل : تكليف المختصين والباحثين لتقديم دراسات وأبحاث تركز على المشاكل الناتجة من إنشاء وتشغيل السدود لإيجاد حلول تناسب البيئة المحلية ، الحد من التبخر في الأسطح المائية ، عمل دراسات لتعديل تصميم السدود القائمة بحيث يتم تصريف الرواسب طبيعيا أثناء حدوث السيول ،

عمل مصايد للرواسب في مجرى الوادي قبل وصول السيول إلى السد لحجز تلك الرواسب وهي على شكل عقوم أو قواطع عرضية في بطن الوادي ، دراسة الأنشطة الاقتصادية للسكان وملاحظة ما قد يطرأ من تأثيرات اجتماعية واقتصادية عليهم ومحاولة إيجاد حلول عملية لذلك ، وإيجاد البديل المكاني للسكان الذين قد تتأثر أماكن سكناهم من جراء إنشاء السد فيضطرون لهجرها والانتقال إلى أماكن أخرى .

ب – حلولا لمشاريع السدود المقترحة مثل : دراسة البدائل لبناء السدود ، الاستمرار في بناء المدرجات الزراعية على سفوح الجبال لحصاد وتخزين مياه الأمطار ، وكذلك استغلالها زراعيا كما هو معمول به في المناطق الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية ، وكذلك المحافظة على التربة من الانجراف ، توظيف المهارات التي مارسها أهالي المناطق الزراعية القديمة في المملكة في تخطيط المواقع والاستفادة من نظم الري القديمة مثل نظام هياكل الساقية والخليج ونظام العقم ، والتي أثبتت جدواها في كثير من مناطق المملكة العربية السعودية . اختيار مواقع السدود في الأجزاء العميقة من مجرى الوادي حيث تكون مساحة المسطح المائي في أقل حد ممكن وبالتالي تقل مساحة التعرض لحرارة الشمس ، تعيين مواقع السدود في مناطق مرتفعة قدر الامكان فتقل درجات الحرارة وحدة الجفاف وبالتالي التقليل من التبخر ، دراسة جدوى السدود الجوفية كبديل للسدود السطحية ، وذلك للتخزين وراء السدود تحت الظروف المناخية والطوبوغرافية والجيولوجية السائدة في منطقتنا ، خاصة في حالة السدود الصغيرة والمتوسطة السعة ، حيث كمية المياه الممكن توفرها للتخزين تكون قليلة إذا ما قورنت بكمية التبخر العالية أو كمية التسرب العالية في مثل هذه الظروف ، ويمكن اعتماد الطرق المناسبة لهذا الغرض باستخدام التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية ، ضرورة القيام بدراسات مستفيضة يشارك فيها علماء محلِّيون مختصون لهم خبرة ببيئة وطبيعة المنطقة عند دراسة وتصميم هذه السدود ، أهمية أن تشمل الدراسات التغيير اللازم في التصميم ، ويؤخذ في الاعتبار عدم حجز المياه خلف السدود لمدة طويلة ، ومنع تراكم الطين

والطمي الغريني والمواد العضوية والتي كان يستفاد منها قبل بناء السدود ، والاستفادة القصوى من المياه للمزارع في منطقة السدود ، ونبراسنا في ذلك السدود القديمة التي بنيت في منطقتنا والتي تنتشر من منطقة الطائف إلى اليمن .

ومما سبق تتضح أهمية تقويم مشاريع السدود المقترحة فنيًا واقتصاديًا وبيئيًا قبل إنشائها ، وأن يكون التقويم البيئي جزءًا لا يتجزأ من عملية التخطيط الشامل للمشاريع بهدف ضمان السلامة البيئية للمشاريع الإنمائية جنبا إلى جنب مع ضمان السلامة الفنية والاقتصادية لتلك المشاريع .

المـــراجـــــع

[١] **مهرجي، عبد الله مصطفى** ، « دراسة تقويم التأثيرات البيئية للمشاريع العامة »، *مجلة التعاون* ، العدد التاسع والثلاثون ، ربيع الآخر ١٤١٦هـ/ ١٩٨٦م ، ص ص ٢٣٤-٢٤٤ .

[٢] **وزارة الزراعة والمياه** ، *« الخريطة العامة للتربة »*. ص ص ١٦ و ٣٦ . والخريطة رقم ١٥٩ .

[٣] **وزارة البترول والثروة المعدنية ، وكالة الوزارة للثروة المعدنية** ، جدة . *خريطة جغرافية لمربع تربة* ، لوحة ٢١ هـ ، خريطة جيوعلمية (خ ج - ٩٣ ب) ، مقياس الرسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠ . جمعت بواسطة عبدالعزيز ذياب وكولن آر. رامسي ، ١٤٠٥هـ/ ١٩٨٤م .

[٤] المرجع السابق

[٥] **البارودي ، محمد سعيد** ، *« الميزانية المائية لحوض وادي فاطمة »*. نشرة الجمعية الجغرافية الكويتية . ١٤٠٦ هـ ، ص ص ١٩-٥١ .

[٦] **Sadhan, A. S.** (1980) "Water Plan for Wadi Fatimah Basin, Saudi Arabia". *A Thesis for Degree of Master of Science in Water Resources. University of Wyoming. Laramie. Wyoming, U.S.A.*

[٧] **وزارة الزراعة والمياه ، إدارة تنمية موارد المياه** ، تقرير *« الهيدرولوجيا (السدود) »* ١٤١٦ هـ ، ص ص ١٧ و ٥٥ .

[٨] **دوش ، محمد** ، « الجموم ... من يخبر فاطمة الخزاعية عن حال الماء ». *صحيفة عكاظ* ، الخميس ٢٨ جمادي الأولى ١٤١٧هـ ، السنة الثامنة والثلاثون ، العدد ١١٠١٦ .

[٩] **البلادي ، عاتق بن غيث** ، *« معجم معالم الحجاز »*. الجزء التاسع (ن، و، هـ)، مطبوعات دار مكة للطباعة والنشر والتوزيع . الطبعة الأولى ١٤٠٢ هـ / ١٩٨٢م ، ص ص ١٢١ و ١٥٠ (بتصرف) .

[١٠] **الجهني ، سالم سويلم** ، « سد عكرمة ... وتاريخ مديد في حماية الطائف من السيول ». *صحيفة عكاظ* ، السبت ١٥/ ١١/ ١٤١٥ هـ ، العدد ١١٦٩٧ .

[١١] **البارودي ، محمد سعيد** ، ١٤٠٦ هـ . « الميزانية المائية لحوض وادي فاطمة ». *نشرة الجمعية الجغرافية الكويتية* ، ص ص ٦ و ٤٣ .

[١٢] **الوقداني ، عبد اللّه سعد** ، (ذو القعدة ١٤٠٨ هـ / ١٩٨٨م) . « نموذج رياضي فيزيائي للتنبؤ بالمياه السطحية . *رسالة مقدمة لإكمال متطلبات التخرج للحصول على درجة الماجستير في علوم وإدارة موارد المياه . كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة . جامعة الملك عبدالعزيز* – جدة .

[١٣] **بولز ، جوزيف** ، *« الخواص الهندسية للتربة وطرق قياسها »*. تعريب وتحقيق د. إياد عبد المجيد الزيدي . مطبوعات جامعة الملك عبد العزيز . برنامج تعريب العلوم الهندسية . ١٤٠٦ هـ / ١٩٨٥م . ص ص ٨٧ – ١٠٤ .

[١٤] **EIJKELKAMP.,** *"Equipment for Soil Research B.V. – Apparatus voor Bodemonderzo THE DOUBLE RING INFILTROMETER",* 2nd Edition, Sept 1983. P 1-11.

[١٥] **APHA AWWA-WPCF,** *"The Examination of Water and Waste Water",* 15the Edition, 1986.

[١٦] **بلبع ، عبد المنعم** ، *« خصوبة الأراضي والتسميد »*، دار المطبوعات الجديدة ، الاسكندرية ، عام ١٩٨٠ م . ص ص ٢٩ – ٧٨ .

A Comparison of Environmental Impacts of Wadi Fatima Dam and Ikrema Dam

ABDULLAH M. MOHORJY and AHMED H. AL-GHAMDI
Civil Engineering Department, College of Engineering, King Abdulaziz University Jeddah, Saudi Arabia
Directorate of Education, Ministry of Education, Jeddah, Saudi Arabia

ABSTRACT. This research addresses the impacts, effects and environmental consequences in both spatial and temporal components over a specific period and within a defined area resulting from the construction and operation of two dams with different characteristics in the Western Region of the Kingdom of Saudi Arabia, namely: Fatima Dam in Makkah region and Ikrema Dam in Taif region. Environmental parameters affected by the dams were identified, field and laboratory investigations were conducted, and their impacts were assessed.

Detrimental impacts were found to have resulted from:

- Siltation of lakes and loss of routine silt deposits on agricultural lands
- Changes in permeability of soil.
- Changes in quality of water.
- Public health concerns related to transmission of water born diseases.
- Destruction of irrigation galleries.
- Socio-econornic effects resulting from migration of local residents to nearby cities.

Systematic guidelines consisting of five major phases and eleven steps have been developed for the purpose of Environmental Impact Studies to fit the local needs for planning all public water projects, in general and dam projects in particular, and to provide mitigation measures to alleviate the impacts of such projects.

In view of the grave significance of the effects as mentioned above, the research has recommended careful social, economic and environmental evaluation of all proposed dam projects prior to their construction as a long term solution, and to revise operation and maintenance programs of existing projects as a short term solution to mitigate identified impacts.