Ground-water Recharge Schemes in the Sultanate of Oman. no.1. Wadi al-Khawd Dam

Oman.1.
WAT

OMA
338.91
SUD

وزارة الزراعة والأسماك

المديرية العامة لموارد المياه والري

سدود التغذية الجوفية بسلطنة عمان

١ - سدّ وادي الخوض

١٩٨٥م

b1561816X

CENTRE FOR ARAB GULF STUDIES
UNIVERSITY OF EXETER
3 JUN 1993

وزارة الزراعة والأسماك
المديرية العامة لموارد المياه والري

Groundwater recharge in the Sultanate of Oman

سُدود التغذية الجوفية بسلطنة عُمان

1.) Wadi al-Khūd Dam

١ - سَدّ وادي الخوض

by Na'im Abd al-Rahman et al.

إعـــداد

دكتور
نعيم عبدالرحمن
خبير الري بالمديرية العامة
لموارد المياه والري

مهندس زراعي
ممدوح توكل
قسم الإعلام

مُهندس
فرانس جربر
مشرف التنفيذ

France Garber ?

١٩٨٥م

حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم

المحتويات

كلمات مضيئة	٧
تقديم	٩
مياه الرى بالسلطنة	١١
مشروعات الخطة الخمسية الثانية لاصلاح وصيانة الأفلاج والآبار	١٧
زيادة الموارد المائية	١٩
أنواع السدود	٢٢
سد وادى الخوض	٣٧

كلمات مضيئة

لقد سعينا ومنذ عدة سنوات إلى تنويع مصادر الدخل القومي، وتوسيع قاعدة اقتصادنا وذلك بالاتجاه نحو تخفيف الاعتماد على عائدات النفط، واستغلال الموارد الطبيعية المتوفرة في بلادنا، ويسعدنا أن نقول أن خططنا في هذا المجال بدأت تعطي ثمارها ومع ذلك فإنه يتوجب علينا الآن أكثر من أي وقت مضى أن نكثف جهودنا لكي نحقق أكبر قدر ممكن من الاكتفاء الذاتي في المنتجات الرئيسية والحيوية لبلادنا.

من خطاب

جلالة السلطان

قابوس بن سعيد المعظم

"١٩٨٢/١١/١٨"

● لا يمكننا ونحن نمارس مسئولية بناء قطر مترامي الأطراف واسع الأرجاء خرج من عزلته راكدًا، إلا الآن نجد أنفسنا ونشمر عن ساعد العمل كل في موقعه وبكل ما وهبه الله من طاقة ليرتفع البناء.

"١٩٧٢/٩/٣٠"

● إن بلادنا العزيزة تتمتع بموارد طبيعية جمة إذا استثمرت استثمارًا كاملًا، أمدتنا بخير عميم وقوة اقتصادية عظيمة.

"١٩٧٦/١١/١٨"

● إن زراعتنا آخذة بالنمو وستلعب أيضًا دورًا هامًا في تدعيم اقتصادنا.

"١٩٧٧/١١/١٨"

● إننا نعتزم إعطاء الأولوية لتحسين المعيشة لكل واحد من أبناء شعبنا في سائر أنحاء البلاد وتوفير الحياة الكريمة والرفاهية للمزارع

"من خطاب جلالته بمناسبة العام الهجري ١٣٩٦هـ"

تقديـــــم

شهد القطاع الزراعي في السلطنة تغيرا كبيرا منذ بداية النهضة المباركة بقيادة حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله، وخاصة فيما يتعلق باستصلاح واستزراع مساحات جديدة وزراعتها بمحاصيل تعتبر غير تقليدية بالنسبة للمزارع العماني كمحاصيل الخضر والأعلاف وهذه تتطلب كميات كبيرة من المياه أكثر مما تتطلبه زراعات الأشجار وخاصة النخيل . ونتيجة لهذا التوسع الكبير في المساحة المنزرعة وقلة الأمطار حدث نقص كبير في المخزون الجوفي للمياه في بعض المناطق مثل سهل الباطنه، وأدى استهلاك المياه المتزايد في الزراعة والاستخدامات الأخرى الى حدوث تغير في خواص وصفات المياه بتلك المناطق مما انعكس أثره على المحاصيل الزراعية .

لذا عمدت وزارة الزراعة والأسماك الى تنفيذ عدد من مشروعات الرى الهادفة الى زيادة المخزون المائى

الجوفى عن طريق إقامة سدود التغذية الجوفية على بعض الأودية الهامة فى كل مناطق السلطنة وذلك للاستفادة من مياه فيضانات الأودية وتقليل الفاقد منها الى البحر . وحتى يقف الأخوة المواطنون على هذه الأعمال والفوائد المرجوة منها والآثار المترتبة عليها، تم إعداد هذا الكتيب والذى يعتبر الأول من سلسلة كتيبات ستصدر تباعا عن مشاريع تنمية الموارد المائية فى البلاد .

ونأمل أن يوفقنا الله عز وجل للوصول بخططنا فى هذا المجال الى الغاية المنشودة لنا جميعا وهى توفير المياه للزراعة ثم الإرتقاء بمستوى الإنتاج الزراعى ليغطى على الأقل حاجتنا من الإستهلاك المحلى لخدمة وطننا الحبيب فى ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله .

عبد الحافظ بن سالم بن رجب

وزير الزراعة والاسماك

مياه الرى بالسلطنة

تعتمد الزراعة فى السلطنة على المياه الجوفيه إعتمادا كليا لتوفير إحتياجات المحاصيل الزراعية من المياه باستثناء جبال المنطقة الجنوبية التى تعتبر مراعى طبيعية وتروى بالأمطار الموسمية خلال الفترة من يونيو إلى سبتمبر سنويا، فالآبار والأفلاج والعيون هى مصادر المياه الرئيسية فى كل مناطق السلطنة، وتتباين جودة المياه ودرجة صلاحيتها للرى تبعا لبعد أو قرب مصدر المياه من البحر . ففى منطقة الباطنة والتى تمتد بطول ٢٥٠ كيلومتر ومتوسط عرض ٢٥ كيلومتر، تعتبر المياه صالحة بصفة عامة حيث يتراوح معدل الأملاح الذائبة ما بين ٦٠٠ الى ٢٠٠٠ ميكروموس/سم، بينما يزيد هذا المعدل فى المناطق القريبة من الساحل ليصل الى ٥٠٠٠ ميكروموس/سم، وفى المناطق التى حدثت بها ظاهرة تداخل مياه البحر حدث تدهور شديد فى نوعية المياه الجوفية حيث وصلت الملوحة الى ما فوق ١٥٠٠٠ ميكروموس/سم، وأدى ذلك الى هلاك مزارع كثيرة، خاصة بحيل العوامر وبعض مناطق بركاء والمصنعة . أما فى مناطق داخلية عمان والظاهره والشرقية والتى تعتمد إعتمادا شبه كليا على الأفلاج فى الرى فان المياه تعتبر صالحة للزراعة، كما أن الإختبارات التى أجريت على الآبار فى تلك المناطق قد أظهرت أيضا وجود مياه صالحة بالعديد من الآبار وخاصة فى منطقة الظاهره والشرقية وذلك نتيجة لاستنزاف مياه الآبار بالضخ المتزايد مما أدى الى إرتفاع مناسيب الخزان الجوفى من المياه العذبة قريبا من نقطة الضخ، وتبع ذلك ارتفاع مناسيب مياه أخرى تحل محلها من طبقات جيولوجية أسفل الخزان الجوفى يكون بها

نسبة عالية من الأملاح مما لوث الخزان الجوفى بمياه غير صالحة للرى .

أما بالنسبة لسهل صلالة فى المنطقة الجنوبية فان الإختبارات أظهرت أن متوسط الأملاح الصلبة الذائبة فى الآبار والعيون تتراوح ما بين ٣٥٠٠ الى ٥٥٠٠ ميكروموس/سم بطول المنطقة الساحلية .

الأفـــلاج

هى المصدر الرئيسى لمياه الرى فى المناطق الداخلية، ويوجد حوالى ٤٠٠٠ فلج تجرى فيها المياه من أولها الى آخرها، وتختلف أطوال هذه الافلاج تبعا لقوة تدفق المياه وطبيعة المنطقة التى يمر بها الفلج، حيث يصل أدنى طول لها ١٠٠ متر وأقصى طول لمجرى فلج قد يزيد عن ١٢ كيلومتر .

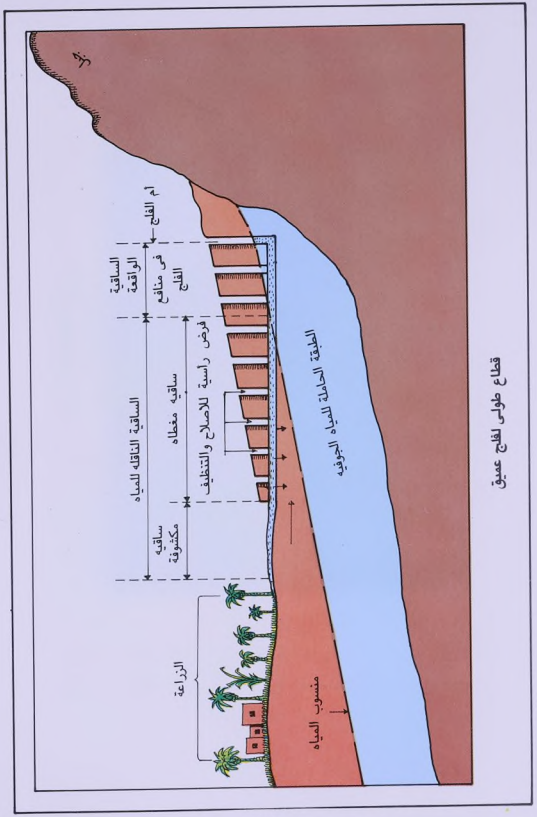
وتنقسم الأفلاج من حيث طبيعة المنشأ وجريان المياه الى نوعين، أفلاج عميقة تحت الأرض وهذه تستمد مياهها من المخزون الجوفى مباشرة، حيث يكون للفلج جزء مجمع للمياه تحت منسوب المياه الجوفيه وجزء للمجرى فوق المياه الجوفيه (ناقل للمياه) وبقية مجرى الفلج فوق سطح الأرض مع وجود فرض (فتحات رأسية) تستخدم فى حالات التنظيف والصيانة وهذا النوع من الأفلاج يمثل ٨٠٪ من إجمالى عدد الأفلاج، أما النوع الثانى فيعرف بالأفلاج الغيلية (سطحية) وتستمد مياهها من المصادر السطحية مثل الينابيع أو البرك الناتجة عن الامطار وهذه النوعية من الأفلاج لا يزيد عمقها عن ٤ امتار .

احد الافلاج بالمنطقة الداخلية

الآبـــــار

تعتمـد عليهـا معظم المـزارع فى منطقـة الباطنه وسهل صلاله بالمنطقة الجنوبية وبعض المزارع البعيدة عن الأفلاج فى المناطق الداخلية، وتعتبر الآبـار المفتـوحة المحفورة يدويا هى السمة الغالبة لنوعية الآبار المنتشرة فى السلطنـة، وهـذه الآبـار غالبا ما تكون المياه فيها قريبة من سطح الأرض (أقصى عمق للميـاه ٦٠ قدم) ويستخـدم فيها مضخات لرفع المياه، أما الآبـار الإرتـوازيـة فمازالت محدودة ولا توجـد إلا فى المـزارع الحديثة وهذه تسـاهم وزارة الـزراعة والأسماك فى نشرها عن طريق القروض التى تقدم للمزارعين لهذا الغرض من بنك عمان للزراعة والأسماك .

بئر فى مزرعة حديثة



عيـون الميـاه

تتواجد عيون المياه الطبيعية فى كثير من مناطق السلطنة ويستغل بعضها استغلالا جيدا فى الزراعة كما هو الحال فى بعض العيون بالمنطقة الجنوبية كعين أرزات وعين صحنوت وعين جرزيز التى تم تطويرها مؤخرا لتوفير المياه اللازمة لزراعة مساحة أكبر من الأراضى الزراعية .

عين مياه فى المنطقة الجنوبية

مشروعات الخطة الخمسية الثانية
لإصلاح وصيانة الأفلاج والآبار

استكمالا للمشروعات التى تم تنفيذها فى الخطة الخمسية الأولى فى مجالي صيانة الأفلاج والآبار القديمة، فقد تضمنت الخطة الخمسية الثانية عدة مشروعات تهدف الى صيانة ٢٠٠٠ فلج بانتهاء الخطة عام ١٩٨٥ مع تدريب الأهالى على استخدام مواد البناء من خرسانة ومواد أسمنتية مختلفة وذلك بغرض زيادة عمر الأفلاج، كذلك إدخال بعض التعديلات على شكل قنوات الأفلاج بحيث يصبح قطاع المجرى الخاص بالفلج بيضاوى بدلا من الشكل المستطيل المعتاد وذلك لزيادة متانة البناء وسرعة جريان المياه، كذلك اشتملت التعديلات على إنشاء حجرات للتحكم فى نهاية بعض الأفلاج لحجز المياه الزائدة عن الحاجة عند الرى (مثال ذلك فلج المضيرب بالشرقية)، بالاضافة الى صيانة الأفلاج فقد اشتملت الخطة الخمسية الثانيه لموارد المياه والرى على عدة مشروعات تهدف إلى صيانة الآبار القديمة والتى انهارت جدرانها بفعل القدم أو بسبب فيضانات الأودية وغيرها من الأسباب وذلك لضمان استمرار حصول المزارع فى المناطق المختلفة على المياه اللازمة للرى والأغراض المعيشية الأخرى .

وقد بلغت تكلفة مشروعات صيانة الأفلاج والآبار خلال الفترة من ١٩٨١ وحتى ١٩٨٤/١٢/٣١ مبلغ ١٥,٢٢٨,٣٧٢ ريالا عمانيا، حيث تمت صيانة ٧٧٦ فلج منها ٥٢٩ فى المناطق الشمالية من البلاد

(ساحل الباطنة، داخلية عمان، الظاهرة، الشرقية)، و٢٥ فلج فى الجبل الأخضر، ١٣٤ فلج فى المناطق النائية، ٢١ عين بالمنطقة الجنوبية بالإضافة الى إصلاح ٢١٦ فلج من خلال لجنة الإغاثة للمتضررين من الأعاصير التى حدثت فى نهاية عام ١٩٨٢ .

أما بالنسبة للآبار فقد تم إصلاح وترميم ٣٢١٧ بئر قديمة وإعادتها للعمل منها ٢٤١٠ بئر فى المناطق الشمالية من البلاد و٥٣٢ بئر فى المنطقة الجنوبية و٢٥٦ بئر من خلال لجنة الاغاثة عام ١٩٨٢، و١٩ بئر مساعدة للافلاج .

زيادة الموارد المائية

نتيجة للتوسع الكبير فى المجال الزراعى وزيادة الرقعة الزراعية وخاصة فى منطقة ساحل الباطنه، زادت كمية المياه المسحوبة من المخزون بدرجة أثرت بشكل مباشر على هذا المخزون مما دعى الى دراسة السبل الكفيلة بزيادة المخزون الجوفى من المياه عن طريق الإستفادة من مياه الأودية التى تصب فى البحر وتضيع هباء وذلك بإقامة سدود فى مجارى هذه الأودية تعمل على كسب جزء كبير من مياه الأمطار التى تفيض بها الوديان وتخزينها فى طبقات الأرض السفلى ومن ثم زيادة المخزون الجوفى بها واستخدامها فيما بعد فى أغراض الشرب والزراعة، ولكى تحقق هذه السدود أو الحواجز الهدف منها لابد من إقامتها فى المواقع المناسبة والتى يشترط فيها بشكل أساسى تواجد طبقات أرضيه ذات مسام عاليه وتوجد بها المياه الجوفية على أعماق كبيرة لا تقل عن ٢٠ متر وتكون بالاتساع الكافى لحقن المياه السطحية المكتسبة أمام السد إما بالتسرب الطبيعى من سطح الأرض خلف السد إذا تيسر ذلك أو بإنشاء مجارى أفقية أو رأسية تملأ بحصى الوادى للإسراع فى عملية التسرب حتى تختفى هذه المياه السطحية فى باطن الأرض خلال فترات زمنية قصيرة حفاظا عليها من الضياع بالتبخر نتيجة لارتفاع درجة الحرارة وخصوصا فى فصل الصيف الطويل .

وتبنى سدود التغذية الجوفية فى عرض الأودية من الأتربة والحصى المدعم بالدك (سدود ترابية) وتجهز بفتحات خرسانية أو أنابيب معدنية لتنظيم مرور المياه المحجوزة أمامها لتتسرب فى الأراضى الخلفية .

فتحات خلفية (م) فى جسم السد لخروج المياه

ولحماية جسم السد من النحر والانهيار نتيجة الفيضانات العالية التى قد تغمر جسم السد نفسه لمواصلة سيرها فإنه يتم تغطية جسم السد بأحجار كبيرة متماسكة مع بعضها بشباك حديدية (جابيون)، أو تعمل منافذ تسمح بمرور فائض الفيضانات واستمرار سيرها بعيدا عن جسم السد، وأيضا يتم أخذ الاحتياطيات اللازمة لحجز الرمال والحصى التى تجرفها مياه الأمطار وتحملها أثناء جريانها فى الأودية وذلك للمحافظة على سعة بحيرة التخزين السطحى وكذلك التغلب على قلة نفاذ التربة التى تحقن فيها المياه خلف السد نتيجة ترسيب المواد الرفيعة فى فراغاتها وذلك بعمل سدود أو رؤوس للمراقبة أمام بحيرة التخزين وكذلك التهوية والإزالة الميكانيكية لبعض الطبقات الأرضية المترسبة بعد جفاف المياه أمام وخلف السد .

أنـــواع الســـدود

هناك نوعان من هذه السدود :

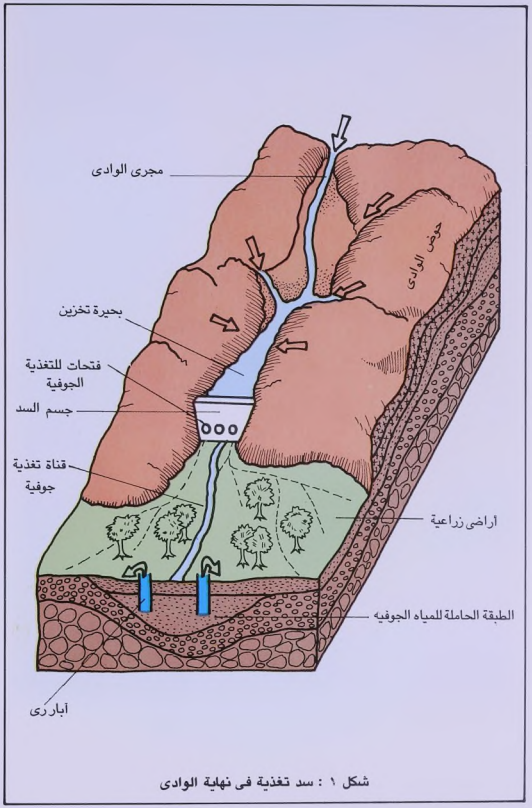
النـوع الأول :

يبنى جسم السد قرب مصب الوادى وعلى بعد بضع كيلومترات من البحر عندما تنتهى قناة الوادى الرئيسية العميقة وتتشعب الى عدة قنوات فرعية مسطحة، ويجهز السد بفتحات معينة تنظم خروج المياه منه وتوزيعها فى القنوات الفرعية لتغمر الأراضى بينها للاسراع فى عملية التسرب، وتصمم فتحات السد بطريقة خاصة، حتى تنعدم سرعة المياه الخارجة منها بعد مسافة معينة قبل وصولها للبحر ومن ثم تصبح دلتا الوادى مغطاة بمياه هادئه تتسرب وتختفى فى باطن الأرض خلال وقت قصير .

وللمحافظة على كفاءة مثل هذه السدود يتطلب الأمر تهوية طبقات الأرض فى منطقة التسرب وذلك بعد جفاف المياه وإزالة الطبقة ذات الحبيبات الرفيعة والاستفادة بها فى تكوين أراضى زراعية جديدة (شكل رقم ١)

ويتوقف نجاح مثل هذا النوع من السدود على أكبر عمق للمياه المحجوزة أمام السد وكذلك معدل تسرب المياه فى المسطحات الأرضية خلف السد فى نهاية الوادى، ويستفاد من المياه المتسربة عن طريق حفر آبار جديدة فى منطقة المشروع أو تغذية آبار وأفلاج موجودة، وتتميز المياه المكتسبة بهذه الطريقة بصلاحيتها للشرب والزراعة .

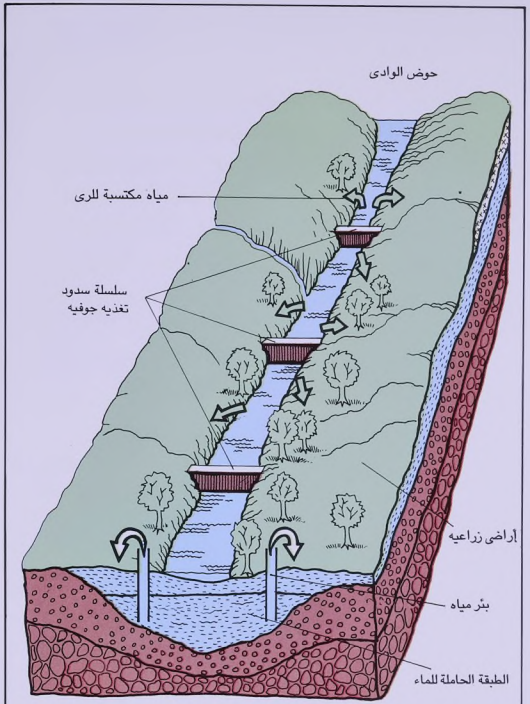
فتحات تسريب المياه خلال جسم السد



شكل ١ : سد تغذية فى نهاية الوادى

النوع الثانى :

تقام سلسلة سدود عرضية بارتفاعات لا تتعدى ثلاثة أمتار على طول المجـارى الـرئيسيـة للأوديـة ذات القـاع البحصى المكـون من الحصى والرمال، تغمرها مياه الفيضان وتكون عدة بحيرات أمامها، ونظرية هذه السدود تعتمد على فكرة تهذيب مجارى الأنهار . وتتسرب المياه المحجوزة من فيضـانـات الأوديـة بطـريقـة طبيعيـة إذا تيسـر ذلك أو بإنشاء خنادق وأحواض للإسراع فى التسرب وتملأ هذه الخنادق بحصى الوادى المتدرج ليعمل كمرشح ذو مسامية عالية يعمل على انتشار المياه المتسربة خلاله فى طبقات الأرض السفلى ، ويستفاد من مثل هذه السدود فى تغذية الأفلاج الأرضية وزيادة مواردها المائية (شكل رقم ٢) .



شكل رقم ٢ : سلسلة سدود للتغذية
على طول مجرى الوادى

سـد وادى الخـوض

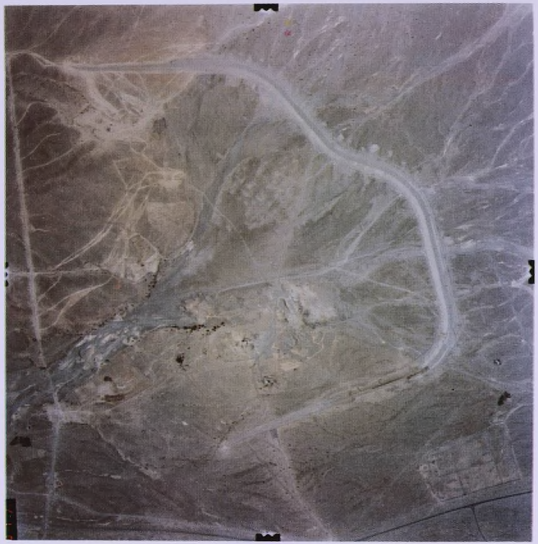
يعتـبر سد وادى الخـوض أول سد يقـام فى السلطنـة ويقـع فى منطقـة السيب وعلى بعـد خمسـة كيلومترات من طريق السيب ـ صحار، ويعود إختيـار هذه المنطقـة دون غيرهـا الى انخفـاض مناسيب المياه الجوفية فى منطقـة السيب نتيجـة استنـزاف المخـزون الجوفى مما أدى الى زحف مياه البحـر المـالحة واختلاطها بالمياه العذبة ومن ثم إرتفاع نسبة الملوحة فى مياه الآبـار بتلك المنطقـة مما أثـر على مستـوى الإنتاج الزراعى بها . ولمعالجة هذه المشكلة فقـد تم تنفيـذ سد التغـذيـة الجـوفيـة فى نهاية وادى الخوض والـذى يعتـبر جزء من وادى سمائـل أكـبر وديـان السلطنـة والذى يفيض بكميـات كبـيرة من الميـاه بعـد سقـوط الأمطـار ويضيع منها حوالى ٥ ½ مليـون متر مكعب سنـويـا فى البحر عند شواطىء السيب، ويهدف تنفيذ هذا المشروع الهام الى :

١ ـ زيـادة المخـزون الجـوفى من الميـاه بحوالى ٤,٨ مليون متر مكعب سنـويـا (من ٣ الى ٥ مليـون متر مكعب) حيث تعمل هذه الزيادة على طرد ميـاه البحـر المـالحـة وبـالتالى المساعدة فى علاج مشكلة الملوحة فى هذه المنطقة .

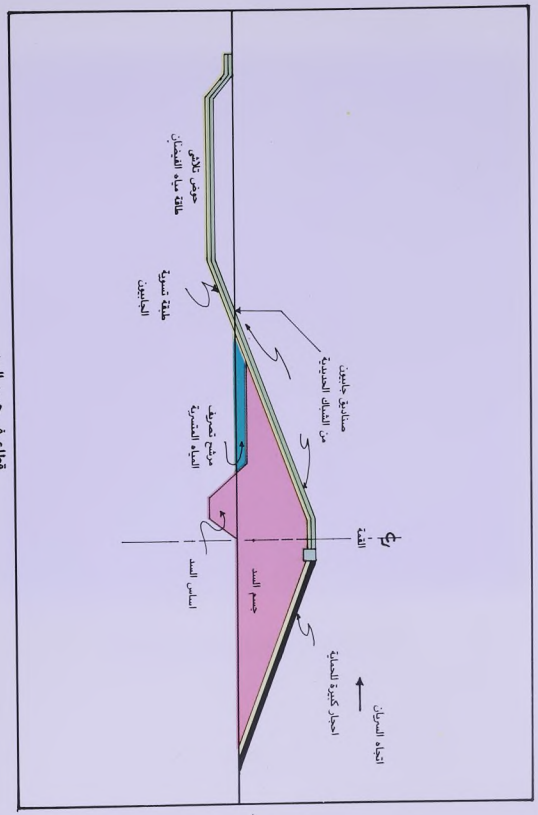
٢ ـ تقليـل الأضـرار التى كانت تنتج عن فيضـانـات الوادى بالطريق الرئيسى مسقط ـ صحار .

جسم السد :

يبلغ طول جسم السد الكلى حوالى خمسة كيلومترات وأقصى إرتفاع له ثمانية أمتار واستخدم فى بناء جسم السد مليون ومائتي ألف متر مكعب من المواد المتوفره فى موقع السد، ويتكون جسم السد أساسا من حاجز رملى مدكوك عرض قاعدته ٥٣ متر وعرض قمته ٥ متر، ولحماية جسم السد تمت تغطيته بالكامل بطبقة سميكة من الأحجار المتوسطة الحجم تغطيها شباك معدنية صممت خصيصا لهذا الغرض وذلك لحماية الجانب الخلفى، أما الجانب الأمامى فهو مغطى بطبقة من الأحجار الكبيرة . ويوجد بطول جسم السد عدد ١١ فتحة من أنابيب معدنيه قطر ٤٨ بوصة لتصريف المياه من أمام السد الى خلفه وتحمى هذه الفتحات من الأمام والخلف بتبطين من الخرسانه المسلحة، كما يوجد خلف السد مباشرة حوض تصريف بعرض ٢١ ١/٢ متر وبطول ٣ كيلو متر، وتم تبطين هذا الحوض بشباك معدنية مملوءة بالأحجار الكبيرة بطريقة خاصة لحماية القدم الخلفى للسد من نحر المياه التى قد تمر فوقه فى منطقة هذا الحوض، ويوجد للسد كتفان عند نهايته بطول إجمالى ١ كيلو متر لكل كتف .



شكل توضيحى لجسم السد فى دلتا وادى الخوض



تنفيذ المشروع

بدأت الدراسات التفصيلية للمشروع عام ١٩٨١ وذلك بعد استكمال الدراسات الهيدرولوجية والهيدروجيولوجية الخاصة بوادى سائل وتجميع كل المعلومات الخاصة بخصائص التربة نتيجة ضخ المياه الجوفية منها، وبدأ فى تنفيذ المشروع فى شهر ديسمبر ١٩٨٣ .

وقد انتهى العمل فى بناء السد فى مارس ١٩٨٥، وتقدر التكاليف الإجمالية لهذا المشروع بـ ٦ مليون ريال عمانى تقريبا وتم تمويل المشروع بالتعاون بين وزارة الزراعة والأسماك ووكالة التنمية الدولية الأمريكية عن طريق اللجنة العمانية الأمريكية للتعاون الإقتصادى والفنى حيث قدمت الحكومة الامريكية قرضا قيمته ٢,٦ مليون ريال عمانى .

الآثار المترتبه على تنفيذ المشروع :

بانتهاء العمل فى المشروع يكون فى الإمكان بعد حدوث فيضانات بوادى سمائل ملء بحيرة السد بما يقرب من ١١,٥ مليون متر مكعب من المياه ويستمر الحجز أمام السد لمدة لا تزيد عن أسبوعين، يتم خلالها تصريف المياه من خلال الفتحات المجهز بها لتغذية المخزون الجوفى خلف السد وفى نهاية وادى الخوض وزيادته بحوالى ٤ ١/٢ مليون متر مكعب سنويا، وتعمل هذه المياه على تغذية الآبار المحلية فى المنطقة القريبة من السد (السيب)، كذلك يمكن ضخها عن طريق آبار تحفر فى

منطقة المشروع، كما أن زيادة المخزون الجوفى للمياه سوف يعمل على طرد مياه البحر التى تسربت الى بعض المزارع القريبة من المنطقة وبالتالى اعادة استصلاح واستزراع هذه الأراضى وحماية ما بها من زراعات قائمة من خطر ملوحة المياه والتربة .

المطابع العالمية
International Printing Press
RUWI, SULTANATE OF OMAN روي - سلطنة عمان