

السدود

محمد أحمد الفيلابي



العنوان: «السُّدود»
محمد أحمد الفيلاي
مراجعة وتدقيق: بروفيسور عاصم المغربي

الموضوع: بيئي
عدد الصفحات: 166 صفحة
قياس الصفحة: 21 - 15 سم

التصنيف العمري: E
إذن طباعة رقم: 0337851 - 01 - 03 - MC
الرقم الدولي للسلسلة: 5 - 31 - 696 - 9948 - 978 (ISBN)

الطبعة الأولى
1446 هـ - 2025 م

جميع الحقوق محفوظة ©
يمنع نسخ هذا الإصدار أو أجزاءه بكل الطرق، كالطبع، والتصوير، والنقل، والترجمة،
والتسجيل المرئي، والمسموع والإلكتروني، إلا بإذن خطي من
«مؤسسة زايد الدولية للبيئة»

تم تصنيف وتحديد الفئة العمرية التي تلائم محتوى الكتب
وفقاً لنظام التصنيف العمري الصادر عن المجلس الوطني للإعلام»

ص. ب: 28399 دبي - الإمارات العربية المتحدة
برج العلي - شارع الشيخ زايد - رقم (504)
هاتف: +971 4 3326666 - فاكس: +971 4 3326777
البريد الإلكتروني: ea@zayedprize.org.ae
الموقع الإلكتروني: www.zayedprize.org.ae

الآراء الواردة في هذا الكتاب
لا تعبر بالضرورة عن رأي «مؤسسة زايد الدولية للبيئة»، ولا تتحمل أي مسؤولية
مهما كانت طبيعتها ناشئة أو متصلة بمحتويات هذا الكتاب

السدود



المحتويات

الصفحة	الموضوع
٧	تقديم
٩	مقدمة المؤلف
١٥	التَّرس
٢٣	السدود المعنئ والأأنواع
٢٦	لماذا السدود؟
٢٧	أنواع السدود
٣٧	التحكُّم في مياه الأنهار
٤٣	ما قبل النهضة
٤٩	أعظم السدود
٩٨	سدود أخرى
٩٩	سدود عربية
١٠٧	مخاطر السدود
١٢٥	السدود والاستدامة
١٤١	أفضل السدود في العالم
١٥٣	الخاتمة
١٥٦	السيرة الذاتية للمؤلف
١٥٩	سلسلة المعرفة

تقديم

ليست السدود مجرد مبانٍ خرسانية، بل هي من أهم دروس علاقة الماء بالطاقة والبيئة، بل درس عملي في كيفية تعامل الإنسان مع الطبيعة ومسؤوليته في حماية البيئة. وبما أن الماء هو أكسير الحياة بالنسبة للنبات والحيوان والإنسان، فقد تعلّم الإنسان، منذ آلاف السنين تخزين الماء لاستخدامه في أوقات الجفاف، وذلك عن طريق إقامة السدود لاحتجاز الماء المتدفق في موسم الأمطار والفيضانات.

اليوم، تنتشر السدود في معظم دول العالم، وتتنوع أشكالها وأحجامها، فمنها ما هو صغير لحجز مياه الأمطار مثل سد حتا بإمارة دبي الذي يحجز المياه المنحدرة من جبال الحجر وسدود أخرى بإمارات رأس الخيمة والفجيرة وأم القيوين وبمدينة العين بإمارة أبوظبي. وتكون السدود الكبيرة على الأنهار ومنها ما هو عملاق مثل سد هوفر في الولايات المتحدة الأمريكية أو سد النهضة في إثيوبيا. ولكل سد وظيفة رئيسية قد تكون لتوفير مياه الشرب، أو ري الأراضي الزراعية، أو توليد الكهرباء من الطاقة المائية، أو حتى للحد من الفيضانات. وبهذا يمكن أن تضمن وصول الماء النظيف إلى منازلنا، وتساعد المزارعين على ري محاصيلهم، وتوفر طاقة كهربائية نظيفة وصديقة للبيئة أو تحوّل المناطق من صحارى جافة إلى أراض خصبة مليئة بالحياة. والسدود يمكن أن تحجز خلفها بحيرات تصبح موطنًا للطيور والأسماك والحيوانات، مما يساهم في التنوع البيئي.

ورغم فوائدها الكثيرة، قد تسبب السدود مشكلات بيئية إذا لم

يتم تصميمها أو إدارتها بحذر. فقد تؤثر على الحياة في النظام البيئي للأنهار وقد تغير طبيعة التربة والمياه. و أهم سلبات السدود الكبيرة هي غمر مساحات واسعة من الأراضي التي كانت مأهولة بالبشر أو غنية بالغابات أو المواقع الأثرية ذات الأهمية التاريخية. لذا وجب السعي لتصميم السدود مع وضع الاعتبارات البيئية في الحسبان بهدف تعظيم الفوائد وتقليل الأضرار، باستخدام التقنيات الحديثة مثل الممرات المائية للأسماك، وإدارة المخزون المائي بطرق ذكية.

وقد أصبح دور السدود أكثر أهمية في عصرنا الحالي بسبب التغير المناخي وازدياد الحاجة للماء والطاقة مع وعي أكبر بحماية البيئة. المستقبل يحمل أفكاراً مبتكرة مثل السدود العائمة أو السدود التي تستخدم الطاقة الشمسية مع الطاقة المائية، ما يجعلها أكثر استدامة. إن فهمنا كيفية عمل السدود وفوائدها وتحدياتها، يجعلنا قادرين على المشاركة في حماية مواردنا المائية، واتخاذ قرارات ذكية حين نصبح قادة أو مهندسين أو علماء في المستقبل.

وهذا ما يخطه لنا الكاتب الأديب محمد أحمد الفيلابي بالتفصيل في هذا الكتيب الشيق، فله منا أجزل الشكر، وهو الكتيب الثالث لهذا المؤلف والرابع في سلسلة المعرفة البيئية التي تستهدف شبابنا قادة المستقبل.

تمنيتي لكم بقراءة ممتعة تكون لكم زاداً من المعرفة العلمية والوعي البيئي، والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

الأستاذ الدكتور

محمد أحمد بن فهد

رئيس اللجنة العليا لمؤسسة زايد الدولية للبيئة

رئيس تحرير سلسلة المعرفة البيئية

مُقَدِّمَةٌ

«بين سد وسد، أفكار مالها من حد».

هكذا قال لي صديقي حين قلت له أنني بصدد الكتابة عن السدود، وتوجيه ما أكتبه لغير المتخصصين في مجالات الهندسة والمياه والبيئة. إذ سأستهدف به الشباب الذين ينشغلون بالبحث عن المعرفة في كافة جوانب الحياة، ويبحثون في كل مكان عن ما يمكنه جعلهم على يقين أن في الوعي دوافع تغيير لازمة، وتحريك لهم نحو العتبة الثانية في سلم بناء الذات، وبناء الأوطان، ذلك من خلال الإهتمام بما يحيط بهم.

ولعل صديقي أراد أن يقول أن ما بين حاجة الحماية والعناية، والبحث عن الكفاية، نطل نتوسلها السدود وسيلة للغاية الأسمى، في أن نعيش في أمان، وأن ننعم بـ(الأمن المائي) الذي يعني الوفرة والصالح للاستخدام. ويعرفه العارفون أنه «كمية المياه الجيدة والصالحة للاستخدام البشري، المتوافرة بشكلٍ يلبي الاحتياجات المختلفة كما ونوعاً، مع ضمان استمرار هذه الكفاية دون تأثير»^(١)، وهذا ما يمكن

(١) عبد الله الغيلاني - الأمن المائي وسبل تحقيقه - مقال - صحيفة عمان - ١١

نوفمبر ٢٠١٧.

تحقيقه في حال إستخدام الموارد المتاحة من المياه بشكل حسن، وتطوير أدوات وأساليب هذا الإستخدام، بجانب العمل الجاد والمستدام على تنمية موارد المياه الحالية، ثمّ البحث عن موارد جديدة. فمفهوم الأمن المائي يرتبط وثيقاً بمفهوم الأمن الغذائي. وكلاهما يؤدّيان إلى بعضهما البعض. إذ يؤدي نقص كمّيات المياه الصّالحة لاستخدام البشر إلى الإضرار بالأمن الغذائي والأمن القومي للدول نتيجة اعتماد الأفراد والمؤسّسات على المياه في كل الأعمال. ونجد في كثير من الأحيان اعتماد السدود وسيلة لهذه الغاية. إن كانت سدود ترابية لحصاد المياه، أو سدود أسمنتية ضخمة للتحكم في مجاري الأنهار.

أما جانب الحماية الذي تمثله السدود، فتحدثنا عنه سدود مثل السد المنيف، أو سد (ذو القرنين) الذي حمى من فساد قوم يأجوج ومأجوج، وما زال إلى أن يأمر الخالق بدكه. مثلما تحدثنا سدود أخرى هنا وهناك. والتي قد تقوم بمهام الحماية والكفاية جنباً إلى جنب، ووقتها تكون مهمة العناية واقعة على البشر، منذ فكرة الإنشاء من خلال مدارس الموقع وقابلية قيام السد عليه، ومن ثم إجراء دراسات الأثر البيئي، وموازنة الفوائد الاقتصادية والاجتماعية في مقابل ما يمكن أن يتأتى من خسائر، أو ما قد يحدث من آثار كارثية لاحقاً.

في هذا الكتيب من «سلسلة المعرفة البيئية» نحاول أن نسلط الضوء على السدود، وأثرها الموجب في توفير المياه لأغراض الحياة

عامة، فالماء هي الحياة، إذ أنه لولا وجود الماء لما كانت الحياة ممكنة. وقد قال عز من قائل: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾^(١)، ذلك إما من خلال بناء الخزانات خلف السدود، أو الاستفادة من مياه الأمطار من خلال تقنيات حصاد المياه، الأمر الذي يسهم في ازدهار الحياة الزراعية في البلدان التي تعتمد على الموارد الزراعية في اقتصادها. ويترتب على بناء السدود توسيع الأراضي المزروعة مع تنويع الزراعة فيها، إضافة إلى إقامة مشاريع زراعية ضخمة. هذا بجانب دور السدود في تلطيف المناخ، حيث تحدثنا تجربة (سد فونتانا بوادي تينيسي الأمريكية) عن تحسين المناخ في المنطقة المجاورة على أثر إقامة السد. وتحدثنا تجارب أخرى عن منافع أخرى للسدود تتمثل في توليد الطاقة الكهربائية الأقل ضرراً على البيئة، والتحكم في إمدادات المياه، ودرء أخطار الفيضانات عن المناطق بعد السد.

سيتناول الكتيب - بالضرورة - بجانب فوائد السدود، نماذج للسدود العالمية والعربية، ولن نغفل الحديث عن مخاطر السدود، والكوارث التي تسببت بها بعض السدود، وإيراد بعض القصص.

السدود موضوع كبير لا يمكن لكتيب بهذا الحجم أن يسبر أغواره تاريخياً وجغرافياً، وهندسياً وبيئياً. لكن، ولأن (سلسلة المعرفة البيئية) التي يصدر عنها الكتيب ليست كـ(سلسلة عالم المعرفة)،

(١) الآية (٣٠) من سورة الأنبياء.

تلك التي توفر كافة المعلومات عن موضوع التناول في كل كتاب يصدر عنها، ما يجعله مرجعاً علمياً موثقاً، لكن يبقى - هنا - هدف دوافع الإطلاع والبحث والتقصّي متوافراً من خلال ملازمة الموضوع من جوانبه المختلفة، ثم الإشارة إلى مصادر يمكن للقارئ البحث عنها لتلقي المزيد من المعرفة.

وللسد في اللغة معانيه، ك(سَدَّ فَرَاغاً هَائِلاً بِعَمَلِهِ يَعْنِي قَدَّمَ عَمَلاً لَهُ أَهَمِّيَّةٌ يَسُدُّ نَقْصاً فِي مَجَالِهِ). وهذا ما تقوم به هذه المؤسسة الرائدة في مجال سد النقص في المعارف البيئية للأجيال العربية.

وبالله التوفيق

محمد أحمد الفيلابي

كمبالا ٢٤ فبراير ٢٠٢٥

التّرس



التَّرس



عاش على التلّ الرملي بالقرب من قريتنا رجل غريب الأطوار
يلقبونه بـ(الدَّقَر). ويعود إسم (الدَّقَر) لأخطر أنواع الأفاعي. يحدثون
عن عصامية الرجل، وقوته البدنية التي لا تضاهى، وأنّه لم يرث أرضاً
زراعية على النيل مثلهم، لكنّه زرع أفضل منهم، وحصد ما يكفيه. كما
كان يمارس كلّ الأعمال الشاقّة من حفر للآبار واحتطاب من الأودية
البعيدة، مستخدماً في كلّ أعماله تقنيات تخصّه وحده، ابتدعها
وأجادها ليدهش كلّ من يقف عليها.

ومن كل ما كان يبدهه استوقفتني تلك التروس التي بناها بدقة
كبيرة، تحبس مياه الأمطار قبل أن تلتحق بالمجاري الصغيرة لتتخذ
طريقها إلى النيل. من تلك المياه ما ينحدر عبر مصرف صغير إلى

البئر، ومنها ما يتبقى في منخفضات متفاوتة الأحجام تحفّها الأشجار الشوكية لعدة شهور، يسميها (المحاقن)، ولم أدرك إلا بعد قرابة الأربعين عاماً دورها في حقن المياه في الحوض الجوفي، والمطامير المليئة بالصخور الصغيرة حول الأشجار وأحواض الزرع، لتحافظ على رطوبة الأرض^(١).

شغلّنتني حكاية التّروس والمحاقن لسنوات طويلة، وبت أسقط ما يتعلق بها من حكايات، وأراقب إستخداماتها العديدة في كل مكان أصله. وفي ذات مرة، كنت في مهمة جمع معلومات عن سبل كسب العيش لبعض الريفيين في منطقة وقع علينا أن نصمّم وننفذ بها حملة تثقيف بيئيّ لصالح أحد المشروعات التنموية. وفي تجوالي ذاك وجدت أحدهم يحدث الناس عن طاقة تخزين التربة، ومخاطر التبخر، وموت الأرض، وهم يتلفتون، بينما مسؤول المشروع الزراعي الحكومي يتحاشى نظراتهم، ويحاول أن يهمس في أذن الخبير ليقف سيل حديثه، لكنه لم يتوقف، كأنه يخشى أن ينسى شيئاً مما حفظ. وما أن سكّت حتى وقف أكبر المزارعين سنّاً بلا استئذان ليشكر الخبير الذي ما خبروا من قوله شيئاً، ثم توجّه إلى الآخرين ليقول إنّ مشكلتهم هي فقر التربة، وانحسار غطاءها النباتي (واطاتنا بقت فقرانة وعريانة)^(٢)، ولخص رؤيته في العودة إلى نظام السدود. وهكذا حرّرت «روشته» العلاج. فحواجز المياه (التروس) أكثر فعالية في المنحدرات الخفيفة،

(١) التلّ المخضّر - مقال للمؤلف منشور بالعربي الجديد - ٢ يوليو ٢٠١٩

(٢) المعني أن .. أرضنا أصبحت فقيرة، عارية من الغطاء النباتي.

ويمكن إقامة سلسلة منها جنباً إلى جنب، لكنّها تتطلب جهداً كبيراً لن يشقّ عليهم إن تعاونوا عليه إدارة ومزارعون. كما أنّ عليهم زراعة الأشجار والشجيرات حول التروس لتثبيت التربة وإعادة عناصر الحياة إليها، ما داموا عازمين على استصلاح الأرض التي دفنتها الرمال.

و(التَّرس) لغة يعني الحاجز الواقى أو الدرع.

والفعل تَرَسَ يُتَرَسُ، تتريساً، يعني بنى أو وضع حاجزاً حامياً واقياً. وقد شهدنا كيف يقوم الأهالي حول مجاري الأنهار ببناء السدود الترابية (التروس) لحمايتهم من غضبة النهر، وكيف أنهم يحاولون في كل مرة ترويض النهر الغاضب، ليروي أراضيهم التي لا تصلها مياهه كل العام، أو في كل الأعوام، فالفيضانات نفسها ليست دائمة، إذ ترتبط بكمية هطول الأمطار في أعالي المساقط.

أصبح مصطلح (الترس) أو (المتراس) مستخدماً للدلالة على أشكال عديدة من السدود، وبخاصة السدود الترابية، حيث تتكون في منتهى رحلة الأنهار الدلتا، والتي هي عبارة عن شكل أرضي مثلثي الشكل يتكون من تراكم الرواسب التي يحملها النهر حيث يترك الإنهمار، ويبدأ يبطئ في حركته، أو يتوقف جريان الماء.

والمعروف أنه عندما تهطل الأمطار بغزارة، وتجري السيول الكبيرة باندفاع، لا تنسرب المياه في التربة لتظهر من بعد كعيون ماء في مناطق أخرى، بل تكمل انحدارها وتجرف التربة معها ويذهب معظمها

سدى. وهذا الوضع يتغير كلياً عند إقامة السدود، وذلك لأن السد يجمع المياه ويحفظها في منطقة محصورة. وإذا ما تيسر لهذه المياه المتجمعة أن تتسرب تدريجياً إلى جوف الأرض، فإنها تأخذ مجراها الطبيعي بين طبقات الأرض وتظهر أحياناً، على شكل عيون عذبة.

وتصنع التروس بغرض الزراعة في المناطق التي يكون فيها معدل الأمطار اقل من المعدلات المطلوبة لنجاح الموسم الزراعي. وعليه فإن نظرية زراعة التروس تعتمد على حبس أو حجز المياه في المنطقة المراد زراعتها. حيث تحجز من ثلاثة اتجاهات، ويكون الاتجاه الرابع مفتوحاً لانسياب المياه من خلاله. ويتحدد إرتفاع الترس وحجمه بكمية المياه المناسبة وسرعتها. وغالباً ما تقام هذه التروس الترابية على خطوط انحدار الأرض^(١).

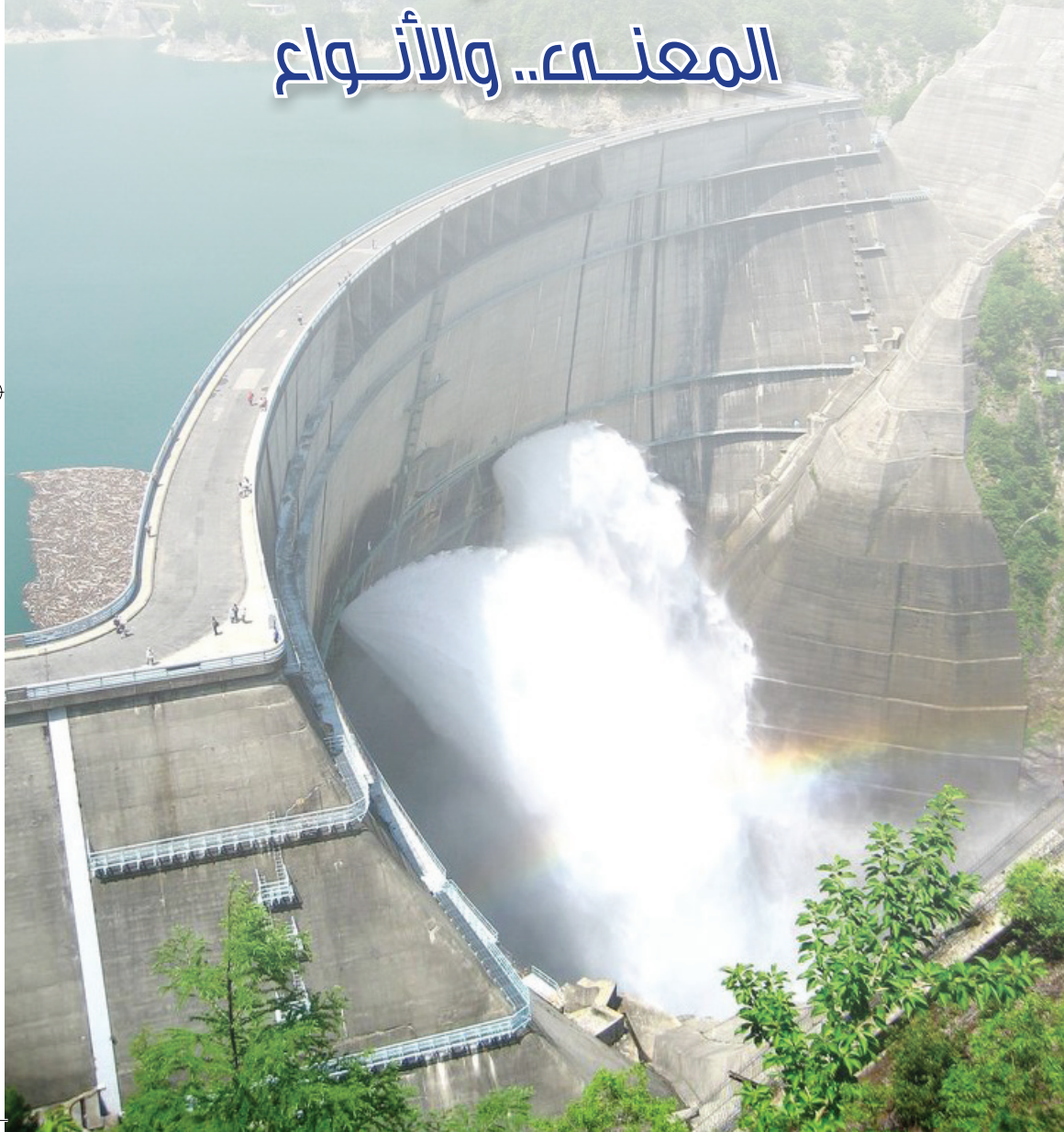
(١) الخبير الزراعي هاشم محمد الحسن - رئيس تحرير مجلة التصحر

الدلتا هي مساحة شاسعة مروحية الشكل من أرض أو سهل خفيض تتكون من طبقات متتالية من الترسيبات المجروفة من أعالي بعض الأنهار إلى مصابها مثل النيل والمسيبي والجانج. وتكون الأنهار تلك الترسيبات الغنية بالعناصر الغذائية عند النقطة التي يلتقي فيها النهر بالبحر أو قبلها. وتنشأ الدلتا عندما يكون النهر هذه الترسيبات بمعدل أسرع مما يمكن لأمواج التيارات البحرية أن يزيله. وقد اكتشف الإنسان أهمية الدلتاوات منذ عصر ما قبل التاريخ، فقد اجتذبت الدلتاوات الناس بسبب وفرة الحياة النباتية والحيوانية فيها. وفي زمن لاحق شكلت المجاري المائية المترابطة عبر الدلتا مسارات طبيعية للملاحة والتجارة، وفتحت الطريق للوصول إلى قلب البلاد من الداخل. وتتميز الدلتا بخصوبة شديدة وكثيرا ما تكون مزدحمة بالسكان. وهي معرضة لخطر شديد يتمثل في احتمال غرقها مع أي ارتفاع في منسوب سطح البحر.

ويرجع إسم الدلتا إلى المؤرخ اليوناني هيرودوت الذي زار مصر حوالي سنة ٤٥٠ قبل الميلاد، وأطلق هذا الإسم على الشكل شبه المثلث لدلتا نهر النيل لتشابهه مع الحرف اليوناني دلتا. وتستمد كل الدلتاوات الأخرى في العالم إسمها من دلتا نهر النيل.



السدود.. المعنى.. والأنواع



السدود.. المعنى.. والأنواع

السد في اللغة

من الفعل سَدَّ، وهو الحاجز بين شيئين. وتجمع سدود وأسداد. وسَدَّ الشَّيْءَ، يعني أغلقه. وسد الشيء أي إستقام، وسد رmq الجائع يعني أطعمه. وسَدَّ فَرَاغًا هَاتِلًا بِعَمَلِهِ يعني قَدَّمَ عَمَلًا لَهُ أَهْمِيَّةً يَسُدُّ نَقْصًا فِي مَجَالِهِ^(١).

يقول أبو عمر بن العُلا: السَّد (بالفتح) هو الحاجز بينك وبين الشيء. والسُّد (بالضم) ما كان غشاوة في العين. ويقول البعض أن ما كان من صنعة الانسان، فهو السَّد (بالفتح). والسدان المذكوران في الآية «حتى إذا بلغ بين السدين» أي بين الجبلين. وفي تفسير ابن كثير أن السدين جبلان متناوحيان أي متقابلان. بينهما ثغرة يخرج منها يأجوج ومأجوج على بلاد الترك، فيعيثون فساداً.^(٢) وهنا السد هو حاجز، فاصل بين شَيْئَيْنِ، ﴿فَهَلْ يَجْعَلُ لَكَ خَرْجًا عَلَىٰ أَنْ يَجْعَلَ بَيْنَنَا وَبَيْنَهُمْ سَدًّا﴾^(٣).

(١) المعجم العربي.

(٢) تفسير الطبري

(٣) الآية ٩٤.. سورة الكهف

يمكن إرجاع كلمة سد (dam) إلى اللغة الإنجليزية الوسطى، وقبل ذلك إلى اللغة الهولندية الوسطى، كما يظهر في أسماء العديد من المدن القديمة، مثل أمستردام وروتردام. فقد جرى خلال العصور الوسطى بناء السدود في هولندا لتنظيم مستويات المياه ومنع تسرب البحر. كما بُنيت سدود عقدية واسعة النطاق حول الإمبراطورية البريطانية، في القرن التاسع عشر.

أما من الناحية الهندسية فالسد هو بناء من النوع الهيدروليكي، تم تطويره في العصور القديمة، حيث ظهرت فكرته عند الحضارة الرومانية، وذلك بسبب شح المياه، وقد بدأت فكرة السدود بالتطور منذ القرن التاسع عشر، واختلفت أدوار السدود من حفظ وتخزين للمياه إلى إنتاج طاقة الكهرباء ودعم قطاع الزراعة والتنمية. بينما هناك أدوار أخرى للسدود.

وبهذا يكون السد هو الحاجز الذي يوقف، أو يقيد تدفق المياه السطحية، وتلحق به خزانات مائية تمنع الفيضانات، وتزيد على ذلك بأنها توفر المياه لأنشطة الري والاستهلاك البشري، والاستخدام الصناعي، وتربية الأحياء المائية والملاحة. وغالباً ما تُستخدم الطاقة المائية لتوليد الكهرباء. كما يمكن استخدام السدود لجمع المياه أو تخزينها، حتى يمكن توزيعها بالتساوي، أو حسب الحاجة بين مختلف المواقع. وتخدم السدود عموماً الغرض الأساسي المتمثل في الاحتفاظ بالمياه، في حين تُستخدم الهياكل الأخرى مثل بوابات الفيضان أو

الحواجز المائية (المعروفة أيضاً باسم السدود) لإدارة أو منع تدفق المياه إلى مناطق معينة من الأرض.

السد والسدة والناظم

نسمع بالسدة والناظم، والعراضات وغيرها من المصطلحات المتداخلة في دلالاتها مما يجعلها غير مفهومة لغير ذوي الاختصاص من المهندسين. ولأننا هنا نبتغي الثقافة العامة، فسنورد شرحاً مختصراً لا يعنى المطلع من إجراء المزيد من البحث والإستقصاء إن وجد في نفسه حاجة للمزيد من الإشباع المعرفي.

فالسد هو مبنى منشأ يقام أساساً لخزن المياه في وقت الوفرة وتأمين إطلاقها بشكل سليم في أوقات الشحة، وله مهام وفوائد أخرى، تجدها في مواضع عديدة من هذا التناول.

أما السدة فهي في اللغة ساحة أمام الباب، إذ يقول البعض «جلسنا في السُّدة». كما أنها رُتبة ومنصب، حيث نقول «جلس في سُدَّة الحكم». وتجمع (سداد)، حين تعني ما يُسَدُّ به «سُدَّة قارورة». وهنا هي منشأ تنظيمي ضخيم يتولى على النهر، لترفع المنسوب حتى تكون التفرعات في مقدمة السدة، لتأخذ المياه وغرضها إروائي، فيما نجد أن غرض السد خزني، أو تخزيني. وللسدة مثلاً للسد أمثلة في معظم البلدان، مثل سدة سامراء بالعراق.

والناظم هو منشأ أصغر من السدة، ويقع في الغالب على صدور

الانهار المتفرعة من الأنهر الكبيرة، وتعد النواظم المائية من أفضل الحلول لمعالجة مشكلة انخفاض مستوى ماء النهر. فالناظم عبارة عن سد صغير يحبس الماء.

لماذا السدود؟

تعتبر السدود من أقدم الوسائل التي استخدمها الإنسان لترويض عنفوان الأنهار وبقية المجاري المائية الطبيعية، وقد بدأ الإنسان في إقامتها في الأساس إما بهدف تنظيم وإدارة الموارد المائية المتاحة وتوفير احتياجاته من المياه الصالحة للشرب والزراعة، أو بهدف درء وتجنب خطر ما متكرر الحدوث مثل الفيضانات أو السيول، أو لتحقيق كلا الغرضين معاً^(١). وتشمل الاستخدامات إنتاج الطاقة الكهربائية، بجانب الاستخدام الحضري، وكذا لأسباب ترفيهية.

على صعيد التنمية، «ظلت السدود منذ منتصف القرن الماضي من أكثر مشاريع التنمية في العالم إثارة للجدل. فمن جانب ترى معظم الحكومات في السدود المولد الأكبر للطاقة الكهربائية الرخيصة والنظيفة، والمصدر الموثوق به لمياه الري والشرب، وخط الدفاع الأول والمأمون ضد الفيضانات المدمرة، والمستودع المائي الآمن لمواجهة أي من سنوات الجفاف. كما تشير تلك الحكومات إلى دور السدود في تنظيم انسياب الأنهار طوال العام مما ينتج عنه تعدد الدورات الزراعية، وتنظيم التوليد الكهربائي، وتغذية المياه الجوفية على مدى العام».

(١) د. وحيد محمد مفضل - رويترز - ٧ أبريل ٢٠١٧.

السّدود

ظَلَّتْ السدودُ منذ منتصفِ القرنِ الماضي من أكثر مشاريع التنمية في العالم إثارةً للجدل. فمن جانب ترى معظم الحكومات في السدود المولدَ الأكبرَ للطاقة الكهربائية الرخيصة والنظيفة، والمصدرَ الموثوق به لمياه الري والشرب، وخطَّ الدفاع الأول والمأمون ضد الفيضانات المدمّرة، والمستودعَ المائي الآمن لمواجهة أي من سنوات الجفاف. كما تشير تلك الحكومات إلى دور السدود في تنظيم انسياب الأنهار طوال العام مما ينتج عنه تعدّد الدورات الزراعية، وتنظيم التوليد الكهربائي، وتغذية المياه الجوفية على مدى العام^(١).

أنواع السدود

واعتماداً على نوع المادة المكونة للسد تنقسم السدود إلى نوعين رئيسيين، وكل منهما ينقسم بدوره إلى أنواع أخرى أكثر تعقيداً:

- النوع الخرساني

عادة ما يتم بناء جميع أجزائه من الخرسانة الإسمنتية المسلحة، ونسبة لثقل وزن الجسم الخرساني، وكميات المياه لابد من توفير شروط تحمل التربة التحتية الضغط الهائل عند بناء هذا النوع أن تتحمل ثقل الجسم.

(١) د. سلمان محمد أحمد - سدود السودان والمعايير الدوليّة لإعادة التوطين

القسريّة - ٢ فبراير ٢٠٢٣

- السدود الترابية أو الركامية

وهي التي تكون مادتها الإنشائية الأساسية من الحصى أو الركام بالإضافة إلى الرمال. وفي ظروف محددة تبطن هذه الكتلة بطبقة إسمنتية، أو بالجوات المملوءة بالتراب. ويتميز هذا النوع من السدود بانخفاض تكلفته بنائه مقارنة بالنوع الأول، كما أن إنشائه لا يتطلب عمل أساسات تحتية ضخمة مثلما هو الحال في السدود الخرسانية. ولهذا السبب يكون أكثر عرضة للتصدع أو الانهيار.

وهناك أكثر من عامل يحكم أمر الانهيار في كل السدود، مثل قوة العامل الخارجي المؤثر مثل الزلازل، المتفجرات، والبراكين، وطبيعة التربة التحتية، وطبيعة المنطقة الجيولوجية، وسلامة التصميم الهندسي، وخلافه.

العراضات

وقفت على نوع من السدود، قد تكون له أمثله أخرى، في أماكن أخرى. ويسمونه (العراضات)، وهي مأخوذة من عرض الشيء، أي جعله بالعرض.

نهر القاش من أكثر الأنهار جموحاً، وينحدر من ارتفاع ١٥٠٠ متر عند مرتفعات إرتيريا الساحلية، ويجري مسافة ٣٠٠ كيلومتر قبل أن يدخل الحدود السودانية. والقاش لا يصب في رافد رئيسي ولا بحر أو محيط أو بحيرة أو أي مسطح مائي، بل تصب مياهه في سهول رملية. أما في موسم الجفاف فهو عبارة عن واد رملي واسع. وتتعدى سرعة تيار المياه الأمتار الخمسة في الثانية الواحدة، ويحمل نحو ١١ مليون طن من الطمي والعوالق. وتستمر ثورة النهر نحو ٨٨ يوماً يهدد خلالها المنازل والمزارع، وقد يخلف من الخسائر الكثير. في كل مرة.

اعتاد المزارعون والمهندسون وأهل المنفعة التعامل مع النهر بالترويض، من خلال العرّاضات التي حمت مجرى النهر والمدينة من أخطار فيضانه على مدى خمسين عاماً، قبل أن تدخل أيادي التدمير في عام ١٩٩٢، عندما رفعت الحكومة المركزية يدها عن تمويل النشاط الزراعي فاضطربت إدارة النهر، وانقطعت الصيانة الهندسية الوقائية، وتناقص مخزون المياه الجوفية بسبب التوسع في الزراعة البستانية، وازداد بذلك بؤس مزارعي دلتا القاش^(١).

(١) القاش... الشريان المتفجر - مقال للمؤلف منشور بالعربي الجديد - ١٤ مارس

سد القندس



القندس من القوارض المائية، ويسمونه القُنْدُز والحَارُود والْبَادَسَّر. يعيش عادة في الماء قائماً بصورة دؤوبة على بناء السدود من أخشاب الأشجار الذي يقوم بتقطيعها بأسنانه الحادة. وهو مهندس بيئي ماهر، يمتلك قدرة كبيرة على إعادة تشكيل العالم الذي يعيش فيه. وعادةً ما تكون مساكن القنادس في أعالي الأنهار، مصنوعة من الطين والأحجار والأغصان، ولها مداخل تحت الأرض تُصعّب على الحيوانات المفترسة الوصول إليها. ومع ذلك، تبقى جافة من الداخل لتنام وتؤوي صغارها.

يقوم القندس ببناء مسكنه تحت سطح الماء لحمايته من الأعداء، وقد يصل طول الأنفاق المؤدية إلى مسكن القندس نحو ١٥٠٠ قدم، وتؤدي النهاية العليا للنفق إلى غرفة صغيرة تتسع لإيواء أسرة القندس. وتجد أن هناك طبقة من الطين المتماسك الجيد الصرف

السّدود

نتيجة لوجود أعواد خشبية بالأسفل. وعندما يبني القندس مسكنه فإنه يكّس الأعواد الخشبية والطين على هيئة كومة، ثم يحفر بفمه التربة ليكوّن الأنفاق والغرفة الرئيسية. وعندما يفرغ من حفر الغرفة الرئيسية يكوّن الطين المتساقط من بين الأعواد الخشبية أرضية الغرفة. وعندما يبدأ بتكديس الأعواد يترك فتحة خالية من الطين في المكان الذي يعلو غرفة المستقبل وتستخدم هذه الفتحة للتهوية.

تحصل القنادس على المواد اللازمة للبناء بإسقاط الأشجار وفروعها، ويتم ذلك ليلاً بصفة أساسية حيث تقرض القنادس جذوع الأشجار بقوارضها القوية التي تشبه الأزميل. ويمكن للقندس أن يسقط شجرة قطرها ٣٠ سم، نتيجة عمل يستغرق ليلتين وعندما تسقط الشجرة تتولى القنادس فصل الأفرع عن الجذع وتجزئتها إلى قطع يبلغ طول كل منها أقداماً قليلة، ويتم العمل كله باستخدام أسنانها الواضحة التكوين، من قطع وتحريك للفروع، لتدفعها فوق سطح الماء. وعندما تجد القنادس أشجاراً مناسبة بالقرب من مجرى الماء، فإنها تحفر بمخالبها القوية قناة تنقل الأخشاب خلالها إلى حيث تريد. كما تجمع القنادس خلال الصيف الأفرع الغضة القريبة من مسكنها لكي تستخدمها كغذاء خلال الشتاء.

يتراوح عرض السد الذي يقيمه زوج القندس من المتر إلى المائة متر، ثم يبني بيته وسط البركة من الأغصان جاعلاً مدخل البيت تحت سطح الماء.

كانت القنادس منتشرة بكثرة في أوروبا وآسيا، لكن اختفاء الغابات الكبيرة أدّى إلى تقليل المساحات التي يعيش فيها ويقتصر وجوده على بعض المنطق في أوروبا وعلى أمريكا الشمالية في كندا حيث تتخذ إجراءات حازمة لحمايته من الانقراض، إذ ظل القندس يتعرّض للصيد للاستفادة من فرائه، واستخراج مادّة شحميّة تتميز بلمس ناعم كالحرير ونكهة خفيفة ونقية، وبفضل هذه الخصائص نجد لدهن القندس استخدامات لا حدود، فهي خيار مثالي لأي وصفة تتطلب عادةً شحماً. الأمر الذي أدّى إلى تهديد هذا (القارض) بالانقراض^(١).

السد المطاطي



السدود المطاطية، وتسمى كذلك السدود المملوءة بالهواء، هي هياكل هيدروليكية تتحكّم في المياه بطريقة أكثر مرونة من هياكل

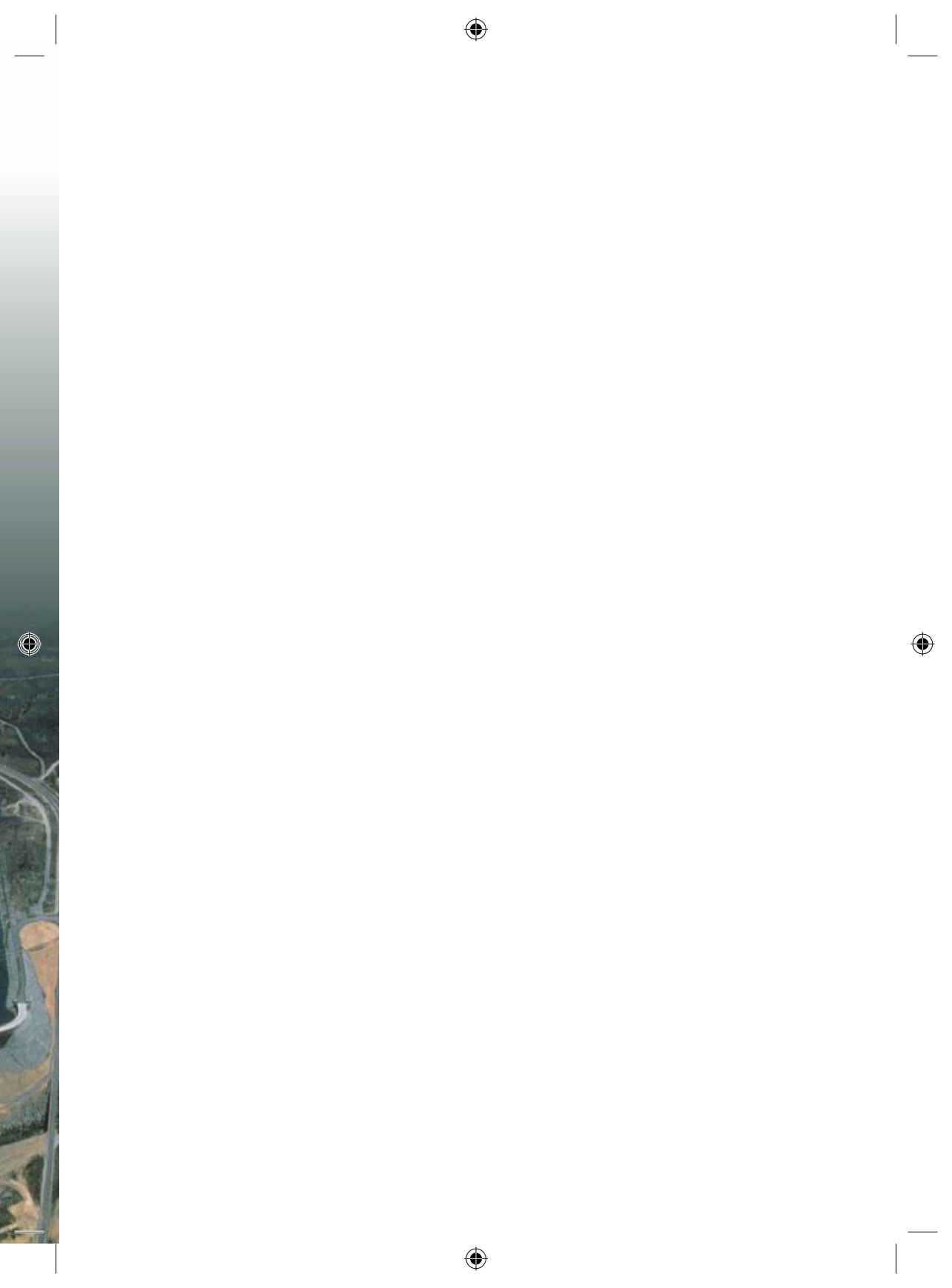
(١) الموسوعة الحرة (ويكيبيديا)، ومواقع إلكترونية أخرى.

السُّدود

احتجاز المياه التقليدية مثل السدود، والسدود المائية، وسدود الأنكوت، وسدود الحاجز، وهي عبارة عن هيكل بيضاوي مرن يعمل بالهواء، مصنوع من مادة مطاطية عالية القوة، ومثبت على قاعدة خرسانية متينة.

كثير استخدام السدود المطاطية كثيراً في الآونة الأخيرة بغرض توليد الطاقة. فالسد المطاطي هو عبارة عن سد مصنوع من مادة المطاط، يُملأ بالماء أو الهواء، ويثبت بأسنان كونكريتية في الجهة الأمامية منه، ويوضع قاطعاً للنهر. وهو يقوم مقام وعاء لجمع المياه والتي يستفاد منها لتوليد الطاقة. حيث يعمل على حصر المياه خلفه مما يزيد من ارتفاعها وراءه، كما يستفاد منه لرفع منسوب المياه لغرض استخدامها في عمليات الري.

يمكن لنظام التحكم في الملاء والتصريف الأوتوماتيكي الناضج للسد المطاطي القابل للنفخ ضبط ارتفاع السد، وضغط النفخ تلقائياً بواسطة مستشعر مستوى السائل ومستشعر الضغط، وتحقيق التحكم التلقائي والتحكم عن بُعد إلى حد أكبر. الإدارة بسيطة، وتكلفة التشغيل والإدارة الناجمة عن التحكم الآلي أقل من سد المطاط المطاطي المائي.



التحكم في مياه الأنهار



التحكم في مياه الأنهار

تنشأ السدود عادة للتحكم في مياه الأنهار وضبطها بما يضمن عدم ضياع أي جزء منها في البحر، وهذا ما جرى في مشروعات ضبط مياه نهر النيل من خلال أعمال التخزين التي تقام علي النهر بهدف التحكم في الإيراد المائي من ناحية، والأعمال التي من شأنها زيادة الإيراد المائي للنيل نسبة لاختلاف نظام الجريان المائي باختلاف فصول السنة؛ حيث تعتمد مياه النهر علي مصدرين رئيسيين مختلفين في نظام سقوط الأمطار هما هضبة البحيرات حيث تسقط الأمطار طوال العام، وهضبة الحبشة حيث تسقط الأمطار في فصل الصيف. لذا أصبح هناك نظامان للتخزين (سنوي، وقرني).

شملت مشروعات التحكم في مياه النيل (التخزين السنوي) إنشاء خمسة خزانات.

- **خزان أسوان الذي أقيم عام ١٨٩٨**، وأدى إلى ظهور بحيرة غيرت من المعالم الطبيعية والمظهر التضاريسي للوادي في منطقة حوض التخزين، وتواصل إرتفاع منسوبها من ١٠٦ متر فوق مستوى سطح البحر، إلى ١١٣ عند إجراء التعلية الأولى (١٩١٢ - ١٩١٣)، ثم عند التعلية الثانية (١٩٣٨)، وامتدت

مساحة البحيرة جنوباً لمسافة ٣٦٠ كم، لتطغى على الشريط النيلي، ما تسبب في هجرة النوبيين.

- **خزان جبل أولياء**، وقد تم بنائه عام ١٩٣٧ على النيل الأبيض (٤٥ كم جنوب الخرطوم)، لتناسب المنطقة مع أغراض إقامة سد للتخزين السنوي، حيث إتساع مجرى النهر، وصلابة الأساس الصخري. وبلغ ارتفاع السد ٣٨١,٥ متراً فوق مستوى سطح البحر، وارتفاع منسوب الماء في حوض التخزين ٣٧٨,٥ متراً. ويمتد حوض التخزين جنوباً لمسافة ٦٣٥ كم لينتهي بالقرب من قرية ملوت، وقد قامت مصر بناء على اقتراح السير مردخ ماكدونالد^(١) ببناء هذا السد على نفقتها بهدف تخزين ٨ مليار متر مكعب، يصل منها ٤ مليار في أشهر التحريق من يناير حتى يونيو. كانت سعة التخزين في السد ٣ ب م ك، ثم زادت إلى ٧ ب م ك فيما بعد^(٢).

- **خزان جبل أولياء أطر وأكد مبدأ «سدّ مقابل سدّ»** - خزان جبل أولياء لمصلحة مصر مقابل خزان سنار لمصلحة السودان. عليه فعندما بدأت مفاوضات مياه النيل بين مصر والسودان عام ١٩٥٤ وعرض السودان طلبه بناء خزان الروصيرص لري امتداد المناقل لمشروع الجزيرة، كان رد مصر الموافقة على

(١) السير مردوخ ماكدونالد مهندس مدني أسكتلندي صاحب شركة استشارية للهندسة باسمه، وموقعها المملكة المتحدة.

(٢) أ.د. عاصم المغربي - مصدر سابق.

خزان الروصيرص شريطة موافقة السودان على قيام السدّ العالي الذي سيغرق أراضي سودانية شاسعة. قدّمت مصر طلبها ذلك بلا أدنى حرج، مستندةً على سابقة خزان جبل أولياء. وقد وافق السيد خُضر حمد وزير الري في أبريل عام ١٩٥٥ في جولة المفاوضات الثالثة مع مصر على هذا الربط بين السدّين، على أن يتم تعويض أهالي حلفا الذين سيُغرق السدّ العالي أراضيهم تعويضاً كاملاً^(١).

- **خزان سد سنار، على النيل الأزرق** إلى الجنوب من الخرطوم بحوالي ٣٦٠ كم. ويبلغ طول السد من الضفة الشرقية إلى الضفة الغربية نحو ثلاثة كيلومترات. وقد بُني بالطين في طرفيه الشرقي والغربي، وفي الوسط بالجرانيت حيث توجد فتحات كافية لأن تمر فيها مياه النيل الأزرق. ووقع الاختيار على هذا الموقع لعدة أسباب منها ري الجزء الشمالي من أرض الجزيرة ليزرع قطناً. بدأ بناء السد ١٩١٤، وتوقف بسبب الحرب العالمية، ثم استأنف بعدها ليكون المملء الأول في ١٩٢٥.

- **خزان سد الروصيرص** على النيل الأزرق إلى الجنوب من سد سنار بحوالي ٢٦٥ كم. بدأ إنشاؤه في العام ١٩٦١، واكتمل في العام ١٩٦٦، بهدف زيادة المخزون المائي لدي السودان لتلبية احتياجات التوسع في المساحات المزروعة، وبلغت سعة التخزين بعد اكتمال بناء السد ٧,٥ مليار متر مكعب، ويبلغ الفاقد بالتبخر نحو ١١ ٪ من السعة الكلية للخزان.

(١) د. سلمان محمد أحمد - مصدر سابق

- **خزان خشم القربة،** ويقع على نهر عطبرة على بعد ٤٣٨ كم من التقاء نهر عطبرة بالنيل الرئيسي في مدينة عطبرة^(١). وقد بدأ العمل في إنشائه عام ١٩٦١ ليكتمل بعد ٣ سنوات عام ١٩٦٤. ويبلغ طوله ٣٨٢٦ متراً، منها الجزء الشرقي (ترابي) بطول ١٥٥٠ متراً، والجزء الأوسط (خرساني) بطول ٤٤٦ متراً، والجزء الغربي (ترابي) بطول ١٨٣٠ متراً. والغرض من إنشاء هذا السد ري ٥٠٠,٠٠٠ فدان من الأراضي الزراعية في منطقة البطانة بواسطة ترعة تأخذ مياهها من أمام السد، بهدف توطین أهالي النوبة من السودان بعد أن غمرت مياه بحيرة السد العالي أراضيهم. وهناك من يشير إلى أنه لم يتم إجراء أي دراسات اجتماعية أو بيئية لسد خشم القربة. وقد نبهت الدراسات الهندسية والهيدرولوجية إلى مشكلة الإطماء في نهر عطبرة في ذلك الوقت^(٢).

أما مشروعات التخزين القرني فتشمل عدد من السدود الصغيرة والكبيرة، من بينها السد العالي (سنأتي على ذكره)، وسد

(١) بعد اتحاد النيلين الأبيض والأزرق في مقرن الخرطوم ليشكلا معا نهر النيل، لا يتبقى لنهر النيل سوي رافد واحد لتغذيته بالمياه هونهر عطبرة، والذي يبلغ طول مساره ٨٠٠ كم (٥٠٠ ميل) تقريباً. ويسمى عبر الحدود الأثيوبية (تكيزي). فيما يسمى النيل الأزرق (أباي).

(٢) البروفيسور عاصم المغربي خبير السدود بجامعة الخرطوم والجمعية السودانية لحماية البيئة.

أوين^(١)، الذي يقع على نيل فكتوريا على بعد ٢ كم من مخرج بحيرة فكتوريا. وقد تم بناء السد عام ١٩٥٤ بهدف التخزين القرني في بحيرة فكتوريا، بجانب توليد الكهرباء لصالح أوغندا. وقد تشاركت مصر مع أوغندا في بناء السد المكوّن من جزئين، الشرقي بطول ٢٠٠ م، ويوجد به ٦ أنفاق مركب عليها بوابات بعرض ثلاثة أمتار وبارتفاع ١٥ متراً، والجزء الغربي يضم محطة الكهرباء. ولاحقاً أقيم بجانبه سد آخر هو سد كيرا على بُعد كيلومتر واحد من نالوبالي، وقد اكتمل بناؤه عام ١٩٩٩.

يُذكر أن «مشروع التخزين القرني تم إلغاؤه عندما تبنت مصر مشروع السد العالي في أسوان، وبذلك ألغيت سلسلة من المشاريع الصغيرة لصالح مشروع واحد ضخم. وظلت الأهداف الأساسية كما هي تخزين فوق السنوي على مدار العام (over year storage) يضمن مياهاً كافية في الصيف (موسم التحريق) لصالح الزراعة الاستثمارية في مصر. الاختلاف الوحيد هو أن السد يقع داخل الحدود المصرية. أي أفكار عن السيطرة على النيل كانت ستتضمن حوض النيل بكامله كما تصورها العلماء (هيرست بلاك وسيمايكا). هذه قد زالت عندما تعرضت الحقوق التاريخية المكتسبة للمصريين للمواجهة»^(٢).

(١) سد أوين فولز (المعروف الآن بسد نالوبالي) على نهر النيل فيكتوريا في جينجا، أوغندا. يوفر السد طاقة كهرومائية على نطاق واسع، مما جعل البحيرة خزاناً ضخماً

(٢) المغربي -المصدر السابق.

قامت اليونيسكو ومنظمات دولية أخرى بمجهودات كبيرة لحماية الآثار التاريخية القديمة التي كانت ستغمرها مياه النيل الصاعدة، بيد أنه لم يكن هناك أي مجهود مماثل على أي مستوى من المستويات على نهر عطبرة، وهو الذي يمثل نقطة التقاء وتكامل بين حضارتين قديمتين وعظيمتين، هما كوش السودانية وأكسوم الاثيوبية. قد يكون ذلك أول حدث في أفريقيا حيث تمت معالجة آثار بناء سد بتهجير المتأثرين إلى حوض سد آخر.

وقامت إحدى وكالات وزارة الخارجية الأمريكية هي مكتب استصلاح الأراضي الأمريكي بإجراء دراسة مستفيضة استغرقت خمس سنوات لحوض النيل الأزرق في أثيوبيا (أبّاي)، صدرت الدراسة في تقرير باسم (موارد المياه والأراضي في حوض النيل الأزرق في أثيوبيا - ١٩٦٤). جاءت الدراسة في ١٧ مجلداً، وحددت ٣٣ مشروعاً للري والطاقة الكهربائية، واقترحت أربعة سدود متتالية على النيل الأزرق وروافده في (كاردوبى، مابل، ماندايا، وبوردر). كان هذا سيعطي النهر تدفقاً مستمراً، ويولد طاقة كهربائية تعادل أربعة أضعاف إنتاج سد أسوان، وأكثر مما سوف ينتجه سد الألفية، ذلك لأن أن ٧٪ من مياه النيل الأزرق هو كل ما تجود به بحيرة تانا في الإيراد السنوى. وتأتي الـ ٩٣٪ الأخرى من روافد رئيسية. وقد أمنت مبادرة حوض النيل على تلك الدراسة وأضاف سدّاً خامساً هو (بوكو ابو).

ما قبل النهضة



كشفت وثائق بريطانية، نشرت في أغسطس ٢٠٢٠ تفاصيل اقتراح مصري يعود لما قبل ٧٤ عاما يخصص مياه النيل، كان يمهّد الطريق أمام تعاون دول المنبع والمصب من أجل الاستفادة المشتركة. وأظهرت الوثائق أنه في عام ١٩٤٦، اقترحت وزارة الأشغال العامة المصرية ثلاثة مشروعات مشتركة في إثيوبيا وأوغندا وجنوب السودان (دولة جنوب السودان حالياً).

المشروع الأول عبارة عن سد على الطرف الجنوبي لبحيرة تانا، التي ينبع منها النيل الأزرق، على بعد ١٠٠٠ كيلومتر على الأقل من موقع سد النهضة الحالي.

وفي اقتراحهم، الذي كان ضمن تقرير بعنوان «صيانة النيل مستقبلاً»، قال ثلاثة خبراء بريطانيون يعملون لدى الوزارة المصرية، وهم هيرست وبلادك وسيميك، أن الهدف من السد المقترح هو «تحويل

البحيرة إلى خزان يحفظ المياه التي تتدفق إلى النيل الأزرق متحولة إلى فيضانات تجمع الطمي في طريقها». ووصف الخبراء مشروعاتهم بأنه «محاولة لاستخدام الحد الأقصى لإمدادات المياه في التنمية النهائية لمصر والسودان، وللمشروعات المقامة على النيل اللازمة لتحقيق هذا الهدف».

حينها أبدت بريطانيا تأييدها القوي للمشروع، الذي يهدف إلى «تخزين المياه في بحيرة تانا للاستفادة منها في موسم الجفاف في حوض وادي النيل». بجانب تمكين إثيوبيا من توليد احتياجات هائلة من الكهرباء.

وأوردت الوثيقة أن الخارجية البريطانية قالت: «لو أردنا الدفع باتجاه مشروع من النوع الأخير (لإفادة المصريين والسودانيين)، فإنه يتعين علينا أن نرفق اقتراحنا بعرض للمساعدة في إنشاء الأول (توليد الكهرباء للإثيوبيين)».

وكان المشروع الثاني، الذي جاء ضمن تقرير «صيانة النيل مستقبلاً»، بحسب الوثائق البريطانية، هو «مشروع النيل الاستوائي» كما أسماه خبراء وزارة الأشغال العامة المصرية. وهو، وفق تقريرهم عبارة عن سدين على بحيرتي ألبرت وفيكتوريا (سد شلالات أوين) في أوغندا. وهاتان البحيرتان هما أحد مصادر النيل الأبيض الذي يلتقي مع النيل الأزرق في الخرطوم ليشكلا نهر النيل المار بالسودان ومصر.

والمشروع الثالث فهو قناة جونقلي لنقل المياه المسربة من منطقة بحر الجبل، حيث تُفقد في المستنقعات المحيطة بها في جنوب السودان.

السُّدود

وتبدأ القناة من جونقلي، على بعد ٨٠ كليومتراً شمال المنطقة المطلّة على بحر الجبل، إلى النيل الأبيض. وكان المتوقع أن توفر القناة ما يقرب من ١٣ مليار متر مكعب من المياه.

وتقول تقارير إن أعمال حفر القناة، التي كان من المتوقع أن يبلغ طولها ٣٦٠ كيلومتراً، بدأت في الربع الأخير من ثمانينيات القرن الماضي. ولكن توقف العمل فيها، لأسباب فنية وأخرى تتعلق بالحرب بين جنوب السودان وشماله، بعد حفر ٢٦٠ كيلومتراً.

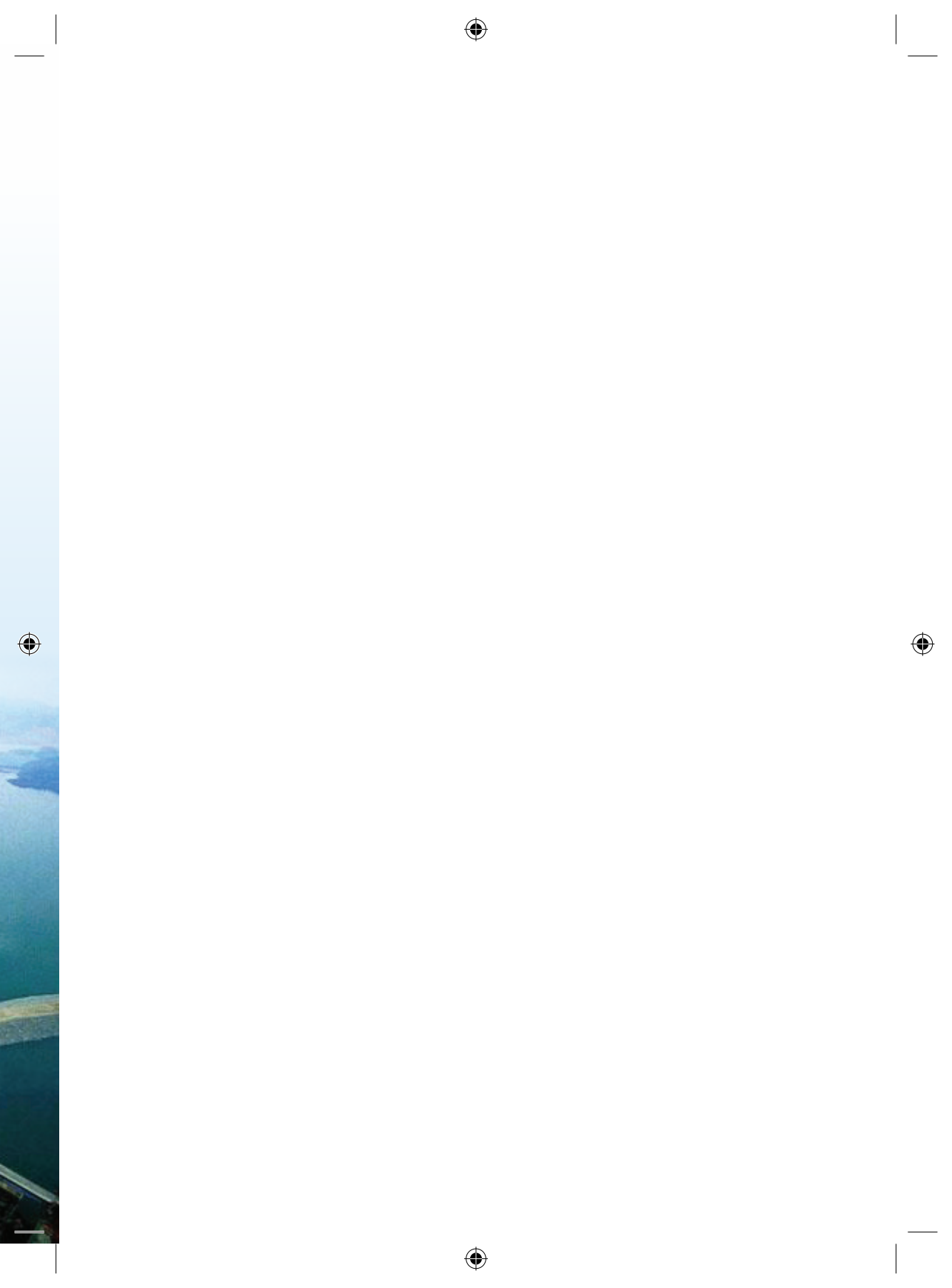
وهناك تقارير حديثة تشير إلى مشاورات بين مصر وجمهورية جنوب السودان لاستئناف العمل بالقناة لتعوض جزءاً من المياه التي تخشى مصر أن تفقدها بسبب سد النهضة الإثيوبي^(١).

في إطار مشروع دعم إدارة الأحواض من أجل النمو المرن والشامل والتحول المتناغم، أطلق في الثامن من أبريل من هذا العام ٢٠٢٥، مشروع مشترك متكامل لإدارة مستجمعات المياه في إثيوبيا، يهدف إلى تحسين إدارة الموارد المائية، وسبل عيش المجتمعات، والقدرة على الصمود في مواجهة مخاطر المناخ في أحواض أنهار أبي (النيل الأزرق)، وأواش^(٢)، وتيكيزي (نهر عطبرة)^(٣).

(١) تقرير GMT ٢٩ أغسطس ٢٠٢٠

(٢) نهر أواش هو أحد أحواض الأنهار الاثني عشر في إثيوبيا يبلغ طوله ١٢٠٠ كيلومتر، ويبدأ من مدينة جينيتشي غرب العاصمة أديس أبابا، ويمتد على طول الوادي المتصدع، وينتهي في بحيرة أبي على الحدود بين إثيوبيا وجيبوتي.

(٣) وكالة الأنباء الأثيوبية (ENA) - ٨ أبريل ٢٠٢٥.



أعظم السدود



أعظم السدود

قد يكون أول سد في التاريخ هو السد الذي أنشأه الفراعنة قبل خمسة آلاف عام، والذي جرفته المياه في أول فيضان بعد بنائه، لعدم إلمام بُناةه بالأسس الهندسية السليمة لبناء السدود آنذاك. وعن سد مأرب الشهير، يحثنا التاريخ عن عدد المرات التي انهار فيها، وعن نتائج انهياره. وفيما بعد شمخت المئات من السدود هنا وهناك في تطور حتمي لعلاقة الإنسان بالهندسة، وتوجيه العلوم الهندسية فيما يفيد البشرية، تقنياً لاستخدامات الموارد، وعلى رأسها المياه، بينما نجد أن أعظم السدود في التاريخ، هو ذلك الذي بناه ذو القرنين، وجاء ذكره في القرآن الكريم.

في هذا الفصل سنأتي على ذكر بعض السدود الشهيرة، ولن نقول كل السدود. لأن الأمر يحتاج للعشرات من الكتب، وليس كتيباً كالذي بين يديك. بيد أننا نأمل أن يستثير التناول هنا حاسة البحث والتقصي عند من يجد في الأمر متعة، بجانب الاشباع المعرفي. إذ سنقول هنا عن:

السد المنيف، ونعني السد المعجزة الذي بناه أحد أعظم الملوك، إن كان الأسكندر الأعظم أو سواه، لكننا عرفناه بأنه (ذو القرنين).

معجزة تاريخية شهدتها شبه الجزيرة العربيّة، في بداية الألفية الأولى، ونعني سد مأرب الذي يعد من أقدم السدود المائيّة في العالم.

وحتى يحيط القارئ العربي بما حوله من سدود عربيّة، سنأتي على ذكر السد العالي في مصر، ومن ثم عدد من السدود في مختلف الدول العربيّة، لنقف على أهمية كل منها قبل أن نختم الفصل بسد الألفية القائم على الحدود الشرقية للوطن العربي على الأراضي الأثيوبية لتتأثر بقيامه سلباً وإيجاباً دولتي السودان ومصر.

كما سيأتي الفصل على نماذج سدود عالمية.

« | »

السد المنيف

لعل من أعظم وأهم السدود في العالم (قديمه وحديثه) هو السد الذي بناه ذو القرنين. والذي يصفه الكثيرون بالسد العظيم أو السد المنيف، أو السد الغريب.

كان ذو القرنين^(١) ملكاً من ملوك الأرض وعبدًا صالحاً مسلماً، طاف الأرض يدعو إلى الإسلام، فنشر الإسلام وقمع الكفر وأهله وأعان المظلوم وأقام العدل^(٢). إذ كان من أقوى ملوك الدنيا أعطاه الله الملك وأعطاه من كل شيء سبباً.. وأعطاه كل المقومات التي تجعله يحكم كل هذا العالم فملك الدنيا من شرقها إلى غربها فأخذ جيشه واتجه نحو الغرب إلى مغرب الشمس فوجد فيها قوماً لا يعبدون الله فبدأ يدعوهم ذوالقرنين للإيمان بالله. بعد ذلك اتجه نحو الشرق فوجد قوماً يعيشون دون ستر، فبدأ يقيم لهم ما يستريحون عن الشمس فبنى لهم المساكن والمنشآت، ثم اتجه بعد ذلك إلى الشمال (بين السدين)، فوجد قوماً لا يفقهون قولاً، يعيشون بين سدين. وكان هناك قوم مفسدون يسمون بـ (يأجوج ومأجوج) يهجمون على أهل هذه البلاد

(١) الآيات من سورة الكهف: ﴿وَسُئِلُوا عَنْ ذِي الْقُرْنَيْنِ قُلْ سَأَتْلُوا عَلَيْكُمْ مِنْهُ ذِكْرًا^(٨٣) إِنَّا مَكَّنَّا لَهُ فِي الْأَرْضِ وَءَاتَيْنَاهُ مِنْ كُلِّ شَيْءٍ سَبَبًا^(٨٤)﴾.

(٢) منال الوراق - بوابات الإسكندر: السد الذي بناه ذو القرنين لحماية القبائل من شر يأجوج ومأجوج - مقال - ٢ مايو ٢٠٢١ - الشروق

فيقتلون منهم ويسرقون أموالهم ويخربون أملاكهم. فاشتكى له القوم ما يلقون من شرهم، وطلبوا منه أن يبني بينهم وبين (يأجوج ومأجوج) سداً يحميهم منهم، فأجابهم إلى طلبهم، وأقام سداً منيعاً من قطع الحديد بين جبلين عظيمين، وأذاب النحاس عليه، حتى أصبح أشدّ تماسكاً، فحصرهم بذلك السد واندفع شرهم عن البلاد والعباد. ويخبر الله تعالى عن يأجوج ومأجوج أنهم ما قدروا أن يصعدوا فوق هذا السد، لارتفاعه وملاسته، ولا قدروا على نقبه من أسفل لبعد عرضه وقوته^(١).

عندما وصل ذو القرنين بين الجبلين الحاجزين لما وراءهما، ووجد أولئك القوم الذين لا يكادون يعرفون كلام غيرهم. وقالوا له، هل نجعل لك أجراً، ونجمع لك المال، على أن تجعل بيننا وبين هؤلاء المفسدين (سداً) حاجزاً يحول بيننا وبينهم؟ فقال ذو القرنين ما أعطانية ربي من الملك والتمكين خير لي من مالكم. فأعينوني بقوة أجعل بينكم وبينهم سداً. اعطوني قطع الحديد، حتى إذا جاءوا به ووضعوه، وحاذوا به جانبي الجبلين، قال للعمال أججوا النار، حتى إذا صار الحديد كله ناراً، قال اعطوني نحاساً أفرغه عليه.

وفي الأخبار الموثوقة أن يأجوج ومأجوج ما قدروا أن يصعدوا فوق هذا السد، ولا قدروا على نقبه من الأسفل لاحكام بنائه وصلابته وسدته، لكن سيأتي اليوم الذي يجعله الله دكاء^(٢). والدكاء هي الناقة

(١) ﴿فَمَا اسْطَاعُوا أَنْ يَظْهَرُوهُ وَمَا اسْتَطَاعُوا لَهُ نَقْبًا﴾ (٩٧) الآية ٩٧ سورة الكهف.

(٢) ﴿قَالَ هَذَا رَحْمَةٌ مِنْ رَبِّي فَإِذَا جَاءَ وَعْدُ رَبِّي جَعَلَهُ دَكَّاءَ وَكَانَ وَعْدُ رَبِّي حَقًّا﴾ (٩٨) الآية ٩٨ الكهف.

التي بلا سنام، أي انه سيساوى بالأرض. إذ قال ذو القرنين: «هذا الذي بنيته حاجزاً عن فساد يأجوج ومأجوج رحمة من ربي بالناس، فإذا جاء وعد ربي بخروج يأجوج ومأجوج جعله ربي دكاء منهتماً مستويّاً بالأرض، وكان وعد ربي حقاً»^(١).

رسمت الأحاديث النبوية ملامح أكثر وضوحاً عن عالم «يأجوج» و«مأجوج» وكشفت عن كثير من نواحي الغموض فيهم. فبينت أن لديهم نظاماً وقائداً يحتكمون لرأيه، وأن السد الذي حصرهم به ذو القرنين ما زال قائماً، وأنه يمنعهم من تحقيق مطامعهم في غزو الأرض وإفسادها. وقيل أن رجلاً من أهل المدينة جاء إلى النبي صلى الله عليه وسلم، وقال: يا رسول الله، قد رأيت سد يأجوج ومأجوج. قال: كيف رأيته؟ قال: مثل البرد المحبر، طريقة حمراء، وطريقة سوداء. قال: قد رأيته^(٢).

وقد روت أم المؤمنين السيدة زينب بنت جحش -رضي الله عنها- أن النبي -صلى الله عليه وسلم- دخل عليها فزعا يقول: «ويل للعرب من شرٍّ قد اقترَب، فُتِحَ اليومَ من ردمِ يأجُوجَ ومأجُوجَ مثلُ هذه. وحلَّقَ بإصبعه الإبهام والتي تليها». ثم إن من علامات القيامة الكبرى خروج يأجوج ومأجوج بحيث لا تقدر البشرية بكل قوتها على صدّهم وردّهم^(٣).

(١) تفسير الطبري.

(٢) رواه الطبراني عن قتادة.

(٣) رواه الإمامان البخاري ومسلم في صحيحيهما.

محاولات الكشف

وفي محاولات الكشف عن حقيقة السد أن الخليفة الواثق أمر بعض أمرائه، ووجه معه جيشاً سرية لينظروا إلى السد، ويعاينوه، وينعتوه إذا رجعوا. فتوصلوا من بلاد غلى بلاد، ومن ملك إلى ملك، حتى وصلوا إليه، وراوا بناءه من الحديد والنحاس. وذكروا أن فيه باباً عظيماً عليه أقفال عظيمة، وأنه منيف، عالٍ، شاهق، لا يستطيع، ولا ما حوله من الجبال.

ومن وصف سلام الترجمان عقب رحلته إلى سد يأجوج ومأجوج في الفترة ما بين ٢٢٧هـ إلى ٢٣٢هـ: نجد أن ذا القرنين قد تمكن من بناء هذا السد أو الردم بين الجبلين الكبيرين من خلال خطة هندسية أوضحها القرآن الكريم، إذ صهر فوق ذلك الردم خليطاً من الحديد والنحاس، ليكون أشد قوة، وأكثر إحكاماً، حتى قال الله فيه: ﴿فَمَا أَطْلَعُوا أَنْ يُظْهِرُوهُ وَمَا أَتَطَّلَعُوا لَهُ، نَقَبًا﴾ (٩٧)، أي لم يستطيعوا أن يرتقوا أعلاه لارتفاعه وملاسته، ولم يستطيعوا أن ينقبوه ليخرجوا منه. فقد «حفر» (ذو القرنين) أساسه ثلاثين ذراعاً إلى أسفل، وبناءه بالحديد والنحاس حتى ساقه إلى وجه الأرض، ثم رفع عضادتين (العضادة مثل الحائط أو العتبة الرأسية لأعلى) يلي الجبل من جنبتَي الفجّ.. عرض كل عضادة خمس وعشرون ذراعاً (١٤ متراً)، في سُمك خمسين ذراعاً (٢٧ متراً)، وكلّه بناء بلبن (كهيفة الطوب أو الحجارة)

من حديد مُغَيَّب (مذاب) في نُحاس، تكون اللبنة (الطوبية) ذراعاً ونصفاً في ذراع ونصف (طول الحجر أو الطوب متر ونصف تقريباً) في سُمك (عرض) أربعة أصابع^(١).

وعن ذات الرحلة يكتب الشريف^(٢):

إن رحلة سلام الترجمان إلى سور الصين الشمالي قد تكون حقيقة تاريخية، وإن كان سببها الذي يذكره الجغرافيون العرب - كالفزويني وياقوت - على لسان الرحالة نفسه، أشبه بأسطورة خيالية. والظاهر أن حديثها كان مشهوراً في العصور الوسطى. وقصة هذه الرحلة أن سلاماً الترجمان يزعم أن الخليفة العباسي الواثق بالله (٢٢٧-٢٣٢ هـ/٨٤٢-٨٤٧ م) رأى في المنام أن السد الذي بناه الإسكندر ذو القرنين (والذي يقع بين ديار المسلمين وديار يأجوج ومأجوج) مفتوح؛ فأرعبه هذا المنام، وأمر سلاماً بأن يرحل ليتفقد السد. فسار الترجمان من مدينة سر من رأى، ومعه خمسون رجلاً ومائتاً بغل تحمل الزاد والماء، وكان الخليفة قد أعطاه كتاباً إلى حاكم أرمينية ليقضي حوائجهم ويسهل مهمتهم. فعُني هذا الحاكم بالرحالة ورجاله، وزودهم بكتاب توصية إلى حاكم إقليم السرير. وكتب لهم هذا الحاكم إلى أمير إقليم اللان. وكتب هذا الأمير إلى فيلان شاه. وكتب لهم أمير فيلان شاه إلى ملك الخزر في إقليم بحر قزوين؛ فوجه

(١) محمد شعبان أيوب موقع الجزيرة الإلكترونية ١٦/٢/٢٠٢١.

(٢) أحمد إبراهيم الشريف - مقال - اليوم السابع - ١٥ يوليو ٢٠٢٤.

معهم خمسة من الأدلاء وسار الجميع ستة وعشرين يوماً؛ فوصلوا إلى أرض سوداء كريهة الرائحة وكانوا قد حملوا معهم بإشارة الأدلاء خلا لتخفيف هذه الرائحة. وسار الركب في تلك الأرض عشرة أيام ثم وصلوا إلى إقليم فيه مدن خراب، وساروا فيها سبعة وعشرين يوماً. وقال الأدلاء: إن شعب يأجوج ومأجوج هو الذي خرب تلك المدن. وانتهوا إلى جبل فيه السور المنشود. وعلى مقربة منه حصون تسكنها أمة مسلمة تتكلم العربية والفارسية؛ ولكنها لم تسمع بخليفة المسلمين قط. وتقدم الركب إلى جبل لا نبات عليه يقطعه واد عرضه مائة وخمسون ذراعاً. وفي الوادي باب ضخم جداً من الحديد والنحاس، عليه قفل طوله سبعة أذرع وارتفاعه خمسة، وفوق الباب بناء متين يرتفع إلى رأس الجبل. وكان رئيس تلك الحصون الإسلامية يركب في كل جمعة ومعه عشرة فرسان، مع كل منهم مرزبة من حديد، فيجيئون إلى الباب ويضربون القفل ضربات كثيرة؛ ليسمع من يسكنون خلفه، فيعلموا أن للباب حفظة، وليتأكد الرئيس وأعوانه الفرسان من أن أولئك السكان لم يحدثوا في الباب حدثاً.

ولما فرغ سلام الترجمان ورفقاؤه من مشاهدة السور رجعوا إلى سر من رأى مارين بخراسان. وكان غيابهم في هذه الرحلة ثمانية عشر شهراً.

وقد ذكر (كرا دي فو)^(١). أن من المحتمل أن هذه الرحلة كانت

(١) البارون كرا دي فو (١٨٦٧ - ١٩٥٣ م) مستشرق فرنسي درس العربية ودرسها، وعنى بالرياضيات والفلسفة والتاريخ.

إلى الحصون الواقعة في جبال القوقاز، وعلى مقربة من دربند (أو باب الأبواب)، في إقليم داغستان غربي بحر قزوين. ومهما يكن من الأمر فإننا لا نعرف عنها إلا بعض المقتطفات في كتب التاريخ والجغرافية، ولا سيما «نزهة المشتاق» للإدريسي و«معجم البلدان» لياقوت.

إختلافات

يعتقد الكثير من العلماء أن سد «ذو القرنين» هو الجدار الحديدي الأثري، الذي يقع في هذا المضيق، والذي يُطلق عليه البعض اسم «بوابات الإسكندر»، والواقع بين أوسيتيا الجنوبية التابعة لجورجيا وأوسيتيا الشمالية التابعة لروسيا، وفقا لما ذكره الكاتب والمؤرخ السوري محمد خير رمضان في كتابه «ذي القرنين»، والباحث عبد الله شربجي، في كتابه «رحلة ذو القرنين إلى المشرق».

رغم اختلاف العلماء والفقهاء على مر التاريخ حول هوية ذي القرنين وأجوج ومأجوج وحتى مكان السد العظيم الذي بناه ليحامي العالم من هؤلاء المفسدين، فيُعرف بعض علماء المسلمين ذو القرنين بأنه الإسكندر الأكبر المقدوني، أحد أشهر القادة العسكريين والفاتحين عبر التاريخ، والذي حكم العالم في القرن الرابع قبل الميلاد، ويرجعون أن يأجوج ومأجوج وهما أمتان من بني آدم، ومن نسل يافث بن نوح -عليه السلام- محبوسون داخل سد ذي القرنين، ويحاولون يوميا الخروج من ذلك السد المنيع.

واستناداً إلى بعض الكتب التي تناولت خصيصاً موقع سد ذي القرنين، وشهادة العلماء والخبراء، فإن السد المنيع أو الردم، كما يعرفه البعض، يقع في أرض القوقاز، بين سدين مائيين وهما بحر الخزر - قزوين حالياً- والبحر الأسود، حيث توجد سلسلة جبلية كالجدار تفصل الشمال عن الجنوب، يقع بينها مضيق وحيد وهو مضيق «داريال» المعروف، الذي يحوى السد، الذي هو عبارة عن جدار (ردم) حديدي أثري، وموجود حتى الآن.

وفقاً لما ذكر بالآيات القرآنية، فقد أحسن ذو القرنين بناء السد؛ حيث بناه بطريقة هندسية مميزة، فشيّد كسد كبير يصعب تسلقه واختراقه، ولعل السبب في نجاح البناء يعود إلى فطنة ذي القرنين، إذ أدرك خطر فساد يأجوج ومأجوج، فأمر العمال ببناء السد من الحديد والنحاس المذاب، لسد التجايف التي تتخلل قطع الصلب، وبالتالي يُصبح السد محكم الإغلاق، وقويا، وصلباً.

تقول الأخبار بأن يأجوج ومأجوج قبيلتان من بني آدم، تنحدران من ذرية يافث بن نوح -عليه السلام- كانوا متوحشين واحترفوا الإغارة والسلب والنهب والقتل والظلم في قديم الزمان، وكانوا يقطنون الجزء الشمالي من قارة آسيا، وتشير غالب كتب التاريخ إلى موطنهم يمتد من التبت والصين جنوباً إلى المحيط المتجمد الشمالي. أما القبائل التي استنجدت بذئ القرنين لحمايتهم من يأجوج ومأجوج، فقد أشار القرآن الكريم إلى أنهم في جهة مشرق الشمس، وأنهم ضعفاء

السُّدود

متأخرون في الحضارة، إذ لم يكن لهم من البنيان ما يسترهم من وهج الشمس، وأنهم لا يكادون يفقهون ما يقال لهم؛ ولكن الله هياً لذي القرنين من الأسباب ما يجعلهم يفقهون عنه ويفقه عنهم، ويرى بعض المؤرخين أنهم كانوا يقطنون في شمال أذربيجان وجورجيا وأرمينيا^(١).



(١) الوراقي - مصدر سابق

(٢) سد مأرب



لأن سد مأرب من أقدم السدود المائية في العالم، نجد أن السرديات اختلفت حول تاريخ تشييده، ومن قام ببنائه، فبينما يقول البعض أن تاريخ إنشاء سد مأرب يعود إلى بدايات الألفية الأولى قبل الميلاد، يذهب آخرون بأن بناءه تم في زمن الملكة بلقيس ملكة سبأ. لكن أغلب الفرضيات تقول بأن من قام ببناء السد هو (سبأ بن يشجب)^(١)، وجعل منه مصباً لسبعين نهراً، لكن (سبأ) توفي قبل إكمال تشييد السد، فأتى ملوك حمير التشييد. وكانت منطقة اليمن والجزيرة العربية حسب الدراسات منطقة وفيرة المياه والأمطار،

(١) سبأ بن يشجب بن يعرب بن قحطان من كبار ملوك اليمن في الجاهلية الأولى.

ويظن أنه كان في القرن العشرين قبل الميلاد. ملك صنعاء وما جاورها.

السُّدُود

وهذا ما استدعى بناء السد في تلك الفترة بغرض إدارة مياه الأمطار، وحفظها ليتم استخدامها في أوقات الحاجة إليها؛ حيث كانت المياه المحفوظة في السد تفي حاجة الناس في السقاية والري طوال فترة الصيف.

بُني السد من حجارة تم اقتطاعها من صخور الجبال، واستخدم الجبس لربط تلك القطع الصخرية ببعضها البعض، وتم استخدام قضبان على شكل أسطواناني مصنوعة من الرصاص والنحاس، تم وضعها في ثقب الصخور حيث تصبح كالمسمار ويتم دمجها بصخرة تتطابق معها، وذلك لضمان مقاومة السد لخطر الزلازل والسيول العنيفة، ومقاومته لكل هذه العوامل.

يعتبر سد مأرب من أعرق السدود وأرقاها من الجانب الهندسي. حيث قام الباحثون بمعاينة أرض السد قبل الإنشاء، وبعد استخلاص النتائج عملوا على بناء المخطط الهندسي بإنشاء حائط صخري ضخمة، تمت إقامته عند مخرج السيل من الوادي في مربط الدم، حيث تم بناؤه على زاوية منفرجة تمتد من الجنوب إلى ناحية الشمال لمسافة تصل إلى ستمائة وخمسين متراً؛ حيث يحتوي على أبواب وفتحات يتم فتحها وإغلاقها حسب الحاجة^(١).

لكن المتفق عليه أن سد مأرب يعتبر بأنه معجزة تاريخ شبه الجزيرة العربية حسبما قال الباحثون، وهو «سد مائي يقع في محافظة

(١) غادة الحلايقة - مقال - موقع موضوع الإلكتروني - ١٢ أبريل ٢٠٢٢

مأرب اليمنية، ويرى العالم الأثاري النمساوي إدورد جلازر أن عهد البناء الأول للسد يعود إلى ما بين ٧٥٠ و ٧٠٠ ق م (القرن الثامن قبل الميلاد)، ويؤيد هذ القول عدد من العلماء أبرزهم روبرت جاكوبس فوربس. بينما ذهب بعض العلماء إلى أن البناء الأول للسد كان نحو سنة ٦٠٠ ق م. وبرغم الخلاف إلا أن الطرفين اجمعا أن السد بني ما بين القرن الثامن والسابع قبل الميلاد. ووفق بعض التقارير التي دونت عام ٢٠١٠م، نتيجة القيام بدراسة لبعض العينات المختلفة من الفحم التي عثر عليها بداخل سد مأرب بواسطة التحليل بالكربون ١٤ المشع، والتي أرجعت تاريخ تلك العينات بناء وتأسيس سد مأرب إلى حوالي ٦٠٠ ق م^(١).

الحاجة أم الاختراع

تفتقد الأراضي اليمنية إلى أنهار طبيعية تجري فيها طوال العام للاعتماد عليها في الزراعة كما هو الحال مثلاً في مصر والسودان مع وجود نهر النيل، أو بلاد الرافدين مع وجود نهري دجلة والفرات، والتي كونت تلك الدول حضارات زراعية واستقراراً سكانياً كبيراً، فاليمينيون يعتمدون في زراعتهم على مياه الأمطار الموسمية في الصيف وقليل من الربيع وقليل من الخريف أيضاً.

تلك الحاجة للمياه جعلت الإنسان اليمني يفكر في إنشاء

(١) إدورد جلازر (١٨٥٥ - ١٩٠٨) مستشرق وعالم آثار ومستكشف نمساوي. تركزت أعماله في الجزء الجنوبي من شبه الجزيرة العربية.

نمط ري زراعي يعوضه عن الأنهار الطبيعية التي تجري طوال العام، خاصة مع كثرة الجبال والأودية وأنقابها وثغورها ومسناتها ومأزماتها فاهتدى إلى فكرة بناء السدود والحواجز المائية والمآجل والبرك، وإنشاء القنوات والأفلاج التي تنقل المياه من أماكن بعيدة ليخزنها ويستفيد منها عند الحاجة إليها شتاءً. من هنا جاءت فكرة بناء سد مارب في مملكة سبأ القديمة. ليصبح من أهم مصادر الري في اليمن، حيث كان فيما مضى يروي ما يزيد على ثمانية وتسعين ألف كيلومتر مربع.

كان السبئيون قد شيدوا للسد مصدّات تحويلية مدعّمة بالمعدن، كي تتلقى صدمات السيول الواثبة والساقطة من الجبال وتخفف من الصدمة على حائط السد حتى لا يتحطم مع كمية الطمي الكبيرة التي تحملها السيول. كما استبقوا حاجزه الرئيس بسدود تحويلية صغيرة على حوافه، وبالقرب سدود أخرى ومنها سد (حبابض)^(١)، وذلك حماية للسد من الانجراف بفعل قوة السيول المتدفقة وحفظه من الانهيار. ولكن رغم ذلك انهار السد. بل تقول الأخبار أنه تعرض لأربعة انهيارات على الأقل، آخرها كان في العام ٥٧٥. ولم تبذل جهود لترميمه من ذلك الحين لغياب حكومة مركزية، واضطراب الأمن في البلاد، وتدخل القوى الأجنبية (الفرس) واستقلال زعماء القبائل بإقطاعاتهم.

(١) يقع سد حبابض بمديرية خولان محافظة صنعاء، وهو واحد من

تعرض السد للتصدع والانهييار بسبب الضعف السياسي والاقتصادي، وعدم الاهتمام به أو ترميمه. وقد أُشيع أن فأراً صغيراً أخذ ينخر في أساس السد شيئاً فشيئاً حتى أحدث فيه فجوة صغيرة أخلّت باتزان الجدران المتصدعة، فانفجر الماء من بطن السد، مصادفاً انهيار مطر غزير، ففاضت البلاد بالمياه التي أغرقت البشر والحجر ودكت المملكة وهدمت أركانها. فيما عرف عند العرب بـ(سيل العرم)، الذي خلف حركة شتات هائلة في تاريخ الجزيرة العربية. وقد مثل انهيار سد مأرب قديماً، في المصادر التاريخية وعند الإخباريين العرب، حدثاً مزلزلاً ومحطة تاريخية فاصلة ليس في تاريخ اليمن وحسب، بل في التاريخ العربي كله، ولم يدون الحدث في المصادر المادية كالنقوش المسندية والآثارية التي تعتبر أهم الدلائل المادية والشواهد التاريخية على ذلك^(١).

ظل حكام سبأ الذين حكموا من بعدها يجرون إصلاحات، ويحدثون إضافات على سد مأرب، ويرممون ما يتصدع منه، كما يظهر ذلك من الكتابات، وقد تطلبت صيانة نظام الري نفقات كبيرة ومنظمة ومنتظمة. وقد تعرض مع ذلك السد للتصدع مراراً، كان أولها بسبب الفتنة السياسية بين حكام اليمن في النصف الأول من القرن الثاني الميلادي، حيث سقط السد تدريجياً بسبب ذهاب الحفظة (القائمون

(١) توفيق السامعي - سيل العرم وسد مأرب القديم.. تساؤلات الانهيار الكبير - مقال منشور بالمشهد - ٢٤ فبراير ٢٠٢٥ .

بصيانة السد)، وأهمِل أمره فخرب، وترك الناس مزارعهم، واضطروا إلى الهجرة منها، إلا أن الملك (ذمار علي يهبر)^(١). بعد أن غزا مأرب نحو سنة ١٥٠م هو وابنه ثاران قاموا بترميم سد مأرب وبناء المواضع التي تخربت منه. وبعد ٢٠٠ عام، اخترقت المياه سد مأرب المتهالك من جديد، فأمر الملكان (ثاران يهنعم وابنه ملكي كرب) سنة ٣٧٠م جماعة من بني سخم بقيادة جيش من الإعراب لإصلاح السد الذي تهدم في عدة مواضع فتم إصلاحه. وقام الملك شرحبيل يعفر بترميم سد مأرب سنة ٤٥٥م، بعملية ترميم أخرى. وآخر ترميم للسد كان على يد الملك أبرهة سنة ٥٤٨م.

في ٢ أكتوبر ١٩٨٤م تم وضع حجر الأساس للسد، وفي أواخر ١٩٨٦م أعلن رئيس دولة الإمارات الراحل الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان تبرعه بإعادة بناء وتأهيل وتوسيع سد مأرب، وفي عام ٢٠٠٣م بدأ العمل في المرحلة الثانية من مشروع قنوات إعادة تأهيل سد مأرب بطول ٦٩ كيلو متراً بتكلفة بلغت ٢٣ مليون و ٩١٠ آلاف دولار أمريكي بتمويل من صندوق أبوظبي للتنمية.

(١) ذمار علي يهبر بن ياسر يهصدق (نحو ١٠٠ م - ١٧٥م) رابع ملوك عصر ملوك سبأ وذي ريدان وحضرموت.

«٣» السد العالي



بني السد العالي على نهر النيل في محافظة أسوان جنوبي مصر على الحدود الشمالية بين مصر والسودان. ويبلغ طوله عند قمته ٣٨٣٠ متراً، وعند القاعدة ٥٢٠ متراً بين ضفتي النيل، أما ارتفاعه فيبلغ ١١١ متراً فوق منسوب قاع النهر، وعرضه عند القمة ٤٠ متراً. ويتخذ السد شكل جناحين على جانبي النهر. واستغرق بناؤه ١٠ أعوام (١٩٦٠-١٩٧٠). وقد صنفته الهيئة الدولية للسدود والشركات الكبرى في صدارة المشروعات في القرن العشرين. إذ يقولون عنه أنه المشروع المائي الأضخم في القرن العشرين.

وكان أول سد تم بناؤه في المنطقة هو «سد أسوان السفلي

(المنخفض)» في العام ١٨٨٩. وفي عام ١٩٤٦ كان هذا السد المنخفض على وشك أن يفيض، لذلك تقرر بناء سد آخر على بعد ٨ كيلومترات من المنبع. واقترح المهندس المصري اليوناني أدريان دانيوس عام ١٩٥٢ مشروع بناء السد العالي في أسوان لحجز فيضان النيل، وتخزين مياهه وتوليد طاقة كهربائية منه، وفي أوائل عام ١٩٥٤ قدمت شركتان هندسيتان ألمانيتان تصميمًا للمشروع، وفي ديسمبر من العام نفسه أقرت لجنة دولية جدوى بناء السد العالي.

يختلف السد العالي اختلافاً كبيراً عن سد أسوان، من حيث أنه سد ركامي كبير يسد المجرى جنوب سد أسوان بنحو ٧ كم مع تحويل المياه إلى مجرى جديد هو عبارة عن قناة مكشوفة تعرف بقناة التحويل التي تتوسطها ستة أنفاق. وزوّدت مداخل الأنفاق بأبواب حديدية للتحكم في كميات المياه التي تمر بها. ويتفرع كل نفق قبل نهايته إلى فرعين. وتصب الفروع الـ ١٢ في محطة الكهرباء لتغذي كل منها وحدة توليد مائية، قبل أن تخرج المياه إلى القناة المكشوفة. تقع قناة التحويل على الضفة الشرقية للنيل، كما توجد على الضفة الغربية مفيض لصرف المياه الزائدة عن السعة القصوى لحدوث التخزين.

تشكل المياه المحجوزة أمام السد بحيرة صناعية يبلغ طولها ٥٠٠ كيلومتراً، ومتوسط عرضها ١٢ كيلومتراً، حيث تغطي النوبة المصرية بأكملها، وجزءاً من النوبة السودانية. وكانت الدولتان قد توصلتا إلى اتفاق في عام ١٩٥٩ لتخصيص ١٨,٥ كيلومتراً مكعباً من المياه

للسودان. وكان الخزان الضخم الذي أنشئ ضمن السد قد أدى مع توسيع النيل خلف السد إلى نزوح أكثر من ٥٠ ألف شخص في مصر والسودان. كما أغرق السد مواقع أثرية، وكانت الحكومة المصرية قد نقلت مواقع أثرية أخرى قبل أن تغمرها المياه^(١).

بدأ إنتاج الطاقة من محطة كهرباء السد العالي في أكتوبر ١٩٦٧، كما بدأ تخزين المياه أمام السد العالي عام ١٩٦٨. وتمثلت مجالات تأثير السد العالي في:

- استصلاح الأراضي وزيادة المساحة الزراعية فيها من ٥,٥ إلى ٩,٧ ملايين فدان، وتحويل نظام الري من موسمي إلى مستدام، مما أدى إلى زيادة الإنتاج الزراعي.
- توسيع الزراعات التي تعتمد على وفرة الماء كالأرز وقصب السكر.
- توليد طاقة كهربائية تستخدم في إدارة المصانع وإنارة المدن والقرى تصل إلى ١٠ مليارات كيلووات/ساعة.
- زيادة الثروة السمكية عن طريق بحيرة السد العالي (بحيرة ناصر)، وتحسين الملاحة النهرية طوال العام.
- ضمان التشغيل الكامل المنتظم لمحطة خزان أسوان بتوفير منسوب ثابت على مدى العام.

(١) موقع (الجزيرة) الإلكتروني - ٧ فبراير ٢٠٢٤.

السّدود

كما جَنَّب السد العالي مصر كوارث الجفاف والمجاعات نتيجة للفيضانات المتعاقبة في الفترة بين عامي ١٩٧٩ و١٩٨٧، حيث تم سحب ما يقرب من ٧٠ مليار لتر مكعب من المخزون ببحيرة السد العالي لتعويض العجز السنوي في الإيراد الطبيعي لنهر النيل. كما درأ أخطار الفيضانات العالية التي حدثت في الفترة بين عامي ١٩٩٨ و٢٠٠٢، وقد وفرّ على الدولة نفقات طائلة في مقاومة هذه الفيضانات وإزالة آثارها.

لقد أدّى السد خدمات مطلوبة لمصر أهمها ضمان تدفق إمدادات المياه بصورة مستقرة ويمكن التنبؤ بها. لكن مصر كانت وما زالت بحاجة لمياه بأكثر مما يمكن أن يوفره النيل بإدارته الحالية. ولابد من العودة إلى مشروع البحيرات الاستوائية القديم والتجفيف الجزئي لمستنقعات السدود الاستوائية^(١).

(١) المغربي - مصدر سابق.

«ع» سد النهضة



يقع سد النهضة على مجرى النيل الأزرق على بعد ١٥ كيلومتراً من الحدود السودانية، على المجرى الرئيسي للنيل الأزرق. ليقوم بتخزين ٧٤١٠٩ متراً مكعباً من المياه، وينتج ٧٠ ميغاوات ساعة من الكهرباء. وكانت الحكومة الأثيوبية قد أعلنت عزمها على بناء سد قرني (over year storage) في مارس ٢٠١١.

يقول البروفيسور أحمد محمد الشريف إن «سد النهضة هو عبارة عن سدين منفصلين، أي أن سد النهضة مجمع سدين، حيث إن نهر النيل الأزرق يتسع في تلك المنطقة ليبلغ عرضه ١٢ كلم بين الجبال العالية، يتخلل السهل جبل كبير عال يقف منفرداً، عرضه حوالي ٦ كلم ويجري النيل الأزرق شماله (جغرافياً) أي بينه وبين سلسلة الجبال

التي تقع على الضفة اليمنى للنيل الأزرق، في هذا القطاع على مجرى النيل الأزرق تم تشييد السد الأول (السد الرئيسي)، بينما متبقي السهل بين الجبل المنفرد وسلسلة الجبال جنوب السهل أرض مفتوحة يبلغ عرضها حوالي ٥ كلم، في حالة التخزين أعلى من منسوب ٦٠١ متر تنفذ المياه عبر المنطقة المفتوحة رجوعاً لمجرى النيل الأزرق أسفل موقع السد الرئيسي، لهذا تم قفل المنطقة المفتوحة بما يعرف بالسد الثاني (السد السروجي) لمنع خروج المياه وضمان زيادة سعة سد النهضة، بما يعادل ٥٩ مليار متر مكعب. والسد الأول (السد الرئيسي) هو سد عالٍ كبير الارتفاع، ويطلق عليه اسم السد الرئيسي، ويقع على مجرى النيل الأزرق، وهو عبارة عن سد خرساني من الخرسانة المدموكة ويبلغ ارتفاعه ١٥٦ متراً مقاسة من قاع النهر وطوله ١٨٠٠ متر، كما ان السد الرئيسي مشيد على صخور أساسية صلبة، وتوجد بجسم السد الرئيسي التوربينات وبوابات التصريف واثنان من المفيض (ترع الفائض). اما السد الثاني (السد السروجي) أو ما يعرف بالسد الركامي ذي واجهة خرسانية، ويطلق عليه اسم السد السروجي حيث يأخذ شكل قوس محدب، وهو يقفل مسافة ٥ كلم، وهي عبارة عن الفتحة بين الجبل المنفرد وسلسلة الجبال الجنوبية ويقع على بعد ٢ كلم جنوب السد الرئيسي»^(١).

«أشارت المفوضية الدولية للسدود في تقريرها الذائع الصيت الذي صدر عام ٢٠٠٠ بعنوان -السدود والتنمية - إطار عمل جديد (١) أستاذ الجيوتقنية وميكانيكا التربة عضو اللجنة السودانية لمتابعة سد النهضة.

لاتخاذ القرارات - إلى منافع السدود من ناحية، والتكلفة البيئية والاجتماعية من الناحية الأخرى. غير أن التقرير أشار إلى أن السدود الكبيرة التي تمّ بناؤها حتى الآن حول العالم، والتي تجاوز عدددها ٤٥,٠٠٠ سداً، لم تفِ بوعودها ومنافعها، وكانت تكلفتها البيئية والاجتماعية والاقتصادية أعلى بكثيرٍ من نتائجها الإيجابية.

وأوضح التقرير أنه في حالات كثيرة كان هناك ثمنٌ غير مقبول وغير ضروري تمّ دفعه، وأن العبء الأكبر وقع بصورة غير مناسبة على الفقراء والمجموعات الضعيفة وأجيال المستقبل. وقد تضمّن التقرير سبعَ اسبقياتٍ استراتيجية تشمل ٢٦ مؤشراً رأت المفوضية ضرورة الالتزام بها لمعالجة الآثار السالبة المتوقعة من السدود، ولضمان أن تُجَزَّ السدودُ ما وعدت به الحكوماتُ شعوبها. وتضمّنت هذه المؤشرات أساساً لإنهاء أو الحدّ من التأثيرات السلبية على البيئة، ووقف الظلم والإجحاف على المجموعات القبلية والقوميات التي ستقام السدود على أراضيها، بما في ذلك ضرورة الحصول على موافقتها المسبقة والحرّة والمبنية على المعلومات المتكاملة على قيام المشروع^(١).

(١) د. سلمان محمد أحمد - سدود السودان والمعايير الدولية لإعادة التوطين القسريّة - ٢ فبراير ٢٠٢٣.

«٥» سد مروي



هو سد كهرومائي يقع على مجرى نهر النيل في الولاية الشمالية بالسودان، قرب الشلال الرابع عند جزيرة مروي على بعد ٣٥٠ كيلومتر من العاصمة الخرطوم، و٦٠٠ كيلو من ميناء بورتسودان على البحر الأحمر.

من بين الأهداف لبناء السد إنشاء مشاريع صناعية ومشاريع تعدين وصناعة سمكية تعتمد على بحيرة تخزين المياه البالغ طولها ١٧٦ كيلومتر. وتحسين مستوى المعيشة للسكان المحليين بمنطقة السد. وتحسين الملاحة النهرية بالمنطقة.

يعود تاريخ التخطيط لبناء سد مروي إلى أربعينيات القرن الماضي، وقد وضعت أول دراسة متكاملة له عام ١٩٩٣ من قبل شركة مونيكو الكندية وفي عام ١٩٩٩ صدر القرار بتأسيس وحدة لتنفيذ السد بهدف سد العجز الحالي في الكهرباء بالبلاد ومقابلة الطلب المستقبلي عليها واستغلال مياه النيل لتوليد الطاقة الكهربائية.

تضاعف إنتاج الكهرباء في السودان منذ إنشاء سد مروي ومحطة توليد الطاقة الكهرومائية. وفي حين وصل إجمالي الطاقة الإنتاجية المركبة في عام ٢٠٠٦ إلى ١٠٠٠ ميغاواط، فقد ساهم هذا المشروع - بطاقته الإنتاجية البالغة ١،٢٥٠ ميغاواط - في توسيع موارد البلاد من الطاقة، وحدّ من اعتمادها التاريخي على الطاقة الحرارية، وخفّف كذلك من انقطاعات الطاقة المتكررة. وبصفته واحداً من أضخم مشاريع الطاقة الكهرومائية في أفريقيا، يشكّل سد مروي المبادرة الحكومية الأكثر طموحاً لحفز النشاط الاقتصادي في المنطقة عبر تحسين مواردها من الطاقة المتجددة، وتوسيع رقعة الأرض المروية في شمال السودان.

وتم تمويل سد مروي بتكلفة ٢،٤ مليار درهم إماراتي من قبل صندوق أبوظبي للتنمية (٢٠٠ مليون دولار أمريكي) ومجموعة من الممولين الدوليين.

وعلى الرغم من المساهمة الكبيرة لسد مروي في مزيج الطاقة السوداني، إلا أن قطاع توليد الكهرباء في السودان ما زال عاجزاً عن

تغطية إحتياجات البلاد من الكهرباء. وسيواجه تحديات حقيقية مستقبلاً ما لم يتم تطوير مشاريع بديلة نظراً لانخفاض منسوب الأمطار وزيادة الاستهلاك.

هل هو كارثة؟

عارض العديد من القانونيين والبيئيين المشروع إلى حد رفع دعوى قضائية ضد موظفين رفيعي المستوى في الشركة التي قامت بالتخطيط^(١). وقدمت الدعوى إلى المدعي العام في مدينة فرانكفورت الألمانية لعدة أسباب، من بينها «لقد ضاعت المزارع والمحاصيل الزراعية، كما فقد السكان حيواناتهم ومنازلهم». و«تسبب في إغراق قرى بأسرها، وفي فصل وتشتيت عائلات، لأن بعضها يريد الرحيل والبعض الآخر يفضل البقاء». وشمل الاتهام تواني الشركة عن إعلام السكان المتضررتين بعملية الإغراق، وأن الناس فوجئوا بالأمر وأنهم اضطروا إلى الفرار وأن الكثير فقدوا كل ما يملكونه. وتوالت الإحتجاجات ليضاف إليها «ضرورة إشراك السكان في مثل هذه المشاريع الكبيرة والتي لها تأثير مباشر على حياتهم»^(٢).

ورغم هذا التعقيد الكبير في قضية المياه، إلا أن غياب الوعي حولها من قبل المواطن العادي، وتغيبها عن الأجندة السياسية بما

(١) الشركة التي قامت بالتخطيط هي (لاماير) الألمانية، وساهمت في التنفيذ شركة صينية وأخرى فرنسية

(٢) أولريش ديليوس من المؤسسة الألمانية للشعوب المهددة

يتناسب وحجمها، جعل منها قضية الساعة. لكن المشكلة الأكبر تتمثل في كونها محل خلاف بين المهنيين والمتخصصين من قانونيين واقتصاديين، ومهندسين وإداريين وغيرهم. إذ يجزم القانونيون أنها تقع ضمن اختصاصهم. ويراهم الاقتصاديون قضية اقتصادية كما يفرض الواقع و«الحسبة النقدية» للحصول على النصيب الأعلى من المياه وقت اقتسامها. أما المهندسون، فيعتبرونها قضيتهم باعتبار أن السدود والخزانات هي مفصل حاسم في مسألة المياه. وبين هؤلاء وأولئك، يضيع الصوت المنادي بضرورة التفاف جميع المهنيين والاختصاصيين حول قضايا أمن السودان الملحة، والتي تمثل قضية المياه لبّها، كما يذكر الخبير سلمان محمد أحمد، مؤكداً أن هذا الوضع يعد مشكلة حقيقية قد تضعف معالجة قضية المياه، خصوصاً في بلد مثل السودان، الذي شهد أحداثاً مفاجئة بفضل القرارات، التي تمت في عهود غياب الديمقراطية (تهجير أهالي حلفا، قناة جونقلي، وقضايا السدود أخيراً)^(١).

(١) حاسبة مياه السودان - مقال للمؤلف - منشور بـ(العربي الجديد) ٢٩ أكتوبر

«٦» سد الممرات الثلاثة



يُعتبر سدّ الممرات الثلاثة أكبر سدّ في العالم من حيث كميّة الكهرباء التي يتمّ توليدها عن طريقه، فهو يُعدّ من كُبرى محطّات توليد الطاقة الكهربائيّة في العالم، وتُقدّر كميّة الطاقة التي يُنتجها بما يُعادل كميّة الطاقة الناتجة عن ٣٤ محطة توليد كهرباء ضخمة، وهو ما يُعادل كميّة الطاقة التي تنتج من حرق ٥٠ مليون طنّ من الفحم، أو حرق ٢٥ مليون طنّ من النفط الخام، ويقع سدّ الممرات الثلاثة على ثالث أطول نهرٍ في العالم وهو نهر اليانغتسي في مقاطعة هوبي الصينيّة.

بُنِيَ سدّ الممرات الثلاثة على حساب الكثير من المناطق فائقة

الجمال في الصين؛ فقد غمر أكثر من ألف موقع أثري لبنائه، كما هُدمت حوالي مئة بلدة ومُستوطنة، الأمر الذي أسفر عن إجبار ما يقارب ٢٤, ١ مليون شخص على الانتقال من أماكن سكنهم لبناء هذا السدّ العظيم، وعلى الرغم من متانة السدّ وقدرته على الصمود أمام أقوى الزلازل، إلا أنه في حالة انهياره فمن المُتوقع أن يؤدي بحياة ملايين السكان الذين يعيشون قُربه، ويُقدّر عددهم بـ ٣٦٠ مليون شخص.

يصل طول السدّ إلى ٧,٦٦١ قدماً، بينما يصل ارتفاعه إلى ٦٠٠ قدم، وهو مبني من الخرسانة والفولاذ، وقد استُخدم فيه ما يُقارب ٥١٠,٠٠٠ طن من الفولاذ، ويُعتقد أن هذه الكمية تكفي لبناء برج إيفل ٦٠ مرّة، وتبلغ مساحة خزان السدّ ٤٠٥ ميلاً مربّعاً؛ وهذا يُساهم في وصول كمّيات كبيرة من مياه المحيطات إليه، ويمنع حدوث الفيضانات في تلك المنطقة، وقد بلغت تكلفة بناء السدّ حوالي ٣٠ مليار دولار مُنذ بداية العمل حتّى الانتهاء منه.

الهدف من بناء سدّ الممرّات الثلاث وافقت الحكومة الصينية على قرار بناء السدّ في عام ١٩٩٢م، وبدأ العمل به عام ١٩٩٤م وانتهى عام ٢٠٠٦م، أمّا أهداف بناء السدّ فهي كالآتي:

- **توليد الطّاقة:** يتمّ توليد طاقة مقدارها ٨٤,٦ مليار كيلوواط/ساعة من هذا السدّ، وهي طاقة كهربائية أو هيدروليكيّة نظيفة غير مُسببة لتلوث البيئة، ممّا يجعل الصين تعتمد بقلّة على استخدام الفحم الملوّث للبيئة في توليد الطاقة.

السُّدُود

الحدّ من الفيضانات: حدثت في الصين الكثير من الفيضانات عبر التاريخ وخاصّةً في نهر اليانغتسي، الأمر الذي أودى بحياة الآلاف من الأشخاص، إضافةً إلى حدوث الكثير من الخسائر والأضرار البليغة، ويُسيطر السدّ على ما يقارب حجمه ١٥, ٢٢ مليار متر مكعب من المياه، وهذا يحدّ من حصول الفيضانات.

السّياحة: يُعدّ سدّ الممرّات الثلاث أكبر سدّ كهرومائيّ أو هيدروليكيّ على مستوى العالم، الأمر الذي جعله محطّ جذب السّياح من شتّى أنحاء العالم.

الملاحة البحريّة: يسمح السدّ للسفن الكبيرة بالحركة، ونقل البضائع بحريّة كبيرة إلى البحر في شنغهاي.

«٧» سد كاريا



يقع على نهر الزامبيزي في وادي كاريا على الحدود ما بين زامبيا وزيمبابوي. وهو سد خرساني مقوس لتوليد الطاقة الكهرومائية، ويعتبر واحداً من أكبر السدود في العالم، يقف شامخاً على ارتفاع ١٢٨ متر، ويبلغ طوله ٥٧٩ متراً.

يُعتبر سد كاريا الأكبر في العالم، وبناءً على سعة خزانته، إذ تبلغ ١٨٠،٦٠٠ هكتار. وقد تم إنشاؤه ما بين عام ١٩٥٥ و١٩٥٩، انطلاقاً من الحاجة إلى توليد الطاقة الكهرومائية لزambia وزيمبابوي، واكتمل في عام ١٩٧٧، بعد تأخير كبير نتيجة عوائق ومشكلات سياسية. وفي

السُّدود

أثناء مراحل إنشاء السد حدثت خسائر بشرية للعاملين في السد، حيث فقد ٨٦ شخصا حياتهم. وصمم السد المهندس الفرنسي أندريه كوين، المتخصص الشهير في بناء السدود القوسية.

يولد سد كاريبا طاقة كهربائية تبلغ ١٢٦٦ ميغاوات لتزويد مناطق واسعة من جمهورية زامبيا وزيمبابوي. ويبلغ ما يولده السد من الطاقة الكهربائية سنويا ٦٤٠٠ جيغاوات/ساعة. وتتم إدارته بواسطة سلطة نهر الزامبيزي وهي المالكة لهذا السد. وسلطة نهر الزامبيزي هي سلطة مشتركة بالتساوي بين زامبيا وزيمبابوي

«٨» سد هوفر



يقع سد هوفر على نهر كولورادو بين مقاطعتي نيفادا وأريزونا الأمريكيتين، ويحتل المرتبة الثالثة من حيث الضخامة بعد سدي الممرات الثلاثة وإيتايبو. كما يحتل المرتبة السابعة في قائمة روائع البناء في العالم، حيث كان الكثير من العلماء والخبراء يجمعون على استحالة إقامة سد في هذا الموقع، لأنه لن يصمد أمام قوة الطبيعة.

وبدأت أعمال البناء في السد في عام ١٩٣١ واستمرت حتى عام ١٩٥٣، بمشاركة ١٦ ألف عامل، وكان الأمريكيون يعانون في هذا الوقت من ركود وأزمة اقتصادية ضخمة، وعاش العمال ظروفًا وأوضاعاً معيشية صعبة، وقد توفى عدد منهم أثناء ساعات العمل.

السّود

ويصل طول السد إلى ٣٧٩ متراً، وارتفاعه ٢٢١ متراً، وسمكه ٢٠٠ متر، ويمكنه تخزين ٣٦ مليار متر مكعب من المياه، ويعمل السد على ضبط فيضانات نهر كولورادو، ويزود مساحة كبيرة من جنوب غربي الأطلسي بالمياه المحلية ومياه الري والطاقة الكهربائية.

«٩» سدّ أكوسومبو



يقع سدّ أكوسومبو في غانا الإفريقيّة، بدأ بناؤه في عام ١٩٦١م على نهر فولتا بارتفاع ١٣٤م، وطول وصل إلى ٧٠٠م، وكان الهدف الأساسيّ منه كما الحال في بقيّة السدود التي سبقته هو إنتاج الطاقة الكهربائيّة. ويعدّ أكوسومبو ثالث أكبر سدود العالم في سعة التخزين. حيث تبلغ مساحة سطح بحيرته حوالي ٨٥٠٠ كيلومتر مربع، وهي أكبر بحيرات العالم من حيث الحجم. وقد وفرت ثلاثمائة ألف فرصة عمل، بحسب عدد الصيادين الذين يعتمدون عليها كدخل أساسي في صيد الأسماك، يعمل السد على توليد طاقة كهربائية عالية لأهالي المنطقة.

حيث يكون إنتاج الوحدة الواحدة من ست وحدات مكونة المحطة الكهربائيّة، مقدار من الطاقة يعادل مائة وثمانية وعشرين ألف كيلوواط.

« ١٠ » سد دانيال جونسون



من أكبر السدود في العالم تم بناؤه على نهر مانيكواغان في كندا، وسمي أيضاً باسم مانيك الخامس، تم بناؤه لتوليد الكهرباء، عن طريق محطتين تم بناؤهما على السد لتعطيان ألفان وستمئة وستون ميجاوات، عن طريق اثني عشرة وحدة تشتمل عليهما المحطتان، تبلغ قدرة السد التخزينية ١٣٩,٨٠ مليار متر مكعب. بمساحة سطح ألف وتسعمائة وثلاثة وسبعون كيلو متر مربع، بينما طوله يساوي ٦,١٣١٠ متراً، ويبلغ ارتفاع السد ٢١٣,٩٧ متراً. ولكي يتألف السد من هذا الطول والارتفاع ولكي يكون بتلك الضخامة والسمك تكلف اثنين مليون متر مكعب من الخرسانة.

« | | » سدّ إيتاييو



يقع في المرتبة الثانية بعد سدّ الممرات الثلاث، وقد بُني في البرازيل؛ بهدف توليد ما يكفي حاجة سُكَّانها من الطاقة الكهربائية. بدأ المهندسون عملهم في السدّ بعد أن وجدوا أنّ أفضل مكانٍ لبنائه هو نهر بارانا الذي يُصنّف على أنّه سابع أكبر نهر بين أنهار العالم، وهو واقع على حدود الباراغواي، بدأ العمل فيه عام ١٩٧٥م وانتهى عام ١٩٨٤م، ويبلغ طول السدّ ٧٩٧٩م، أمّا ارتفاعه فيصل إلى ١٩٦م، ويتّسع خزان المياه فيه إلى ٢٩ مليار متر مكعب من المياه.

« ١٢ » سدّ أتاتورك



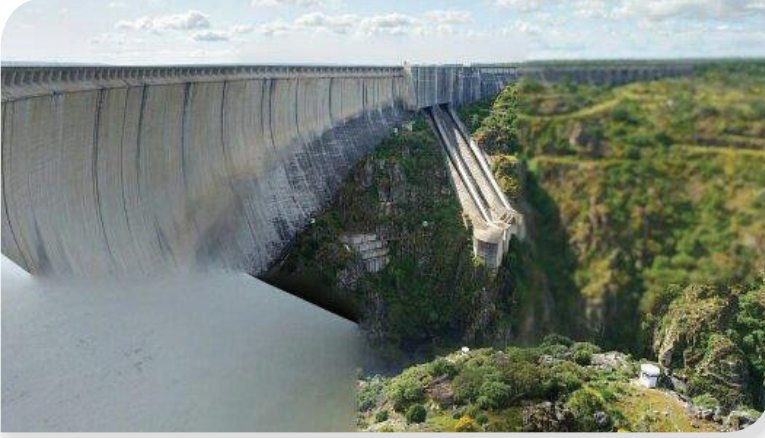
يقع سدّ أتاتورك في تركيا على نهر الفرات الواقع في محافظة أورفة جنوب شرق الأناضول، وقد بُني عام ١٩٩٢م بارتفاع ١٨٤م وطول ١٨٢٠م، تبلغ سعته التخزينيّة حوالي ٤٨ مليار متر مكعب من المياه، حيث يُصنّف بأنّه من أكبر السُّدود الركاميّة في العالم، وينتج عنه ٢٤٠٠ ميغاواط من الطاقة الكهربائيّة لكلّ ساعة؛ حيث يشتمل على ثماني توربينات تولّد الطاقة الكهربائيّة.

صنع السد بحيرة صناعية تبلغ مساحتها السطحية ٨١٧ كم^٢ ويبلغ حجم المياه المجمعة في السد قرابة ٤٨ مليار متر مكعب ويتواجد على السد ثماني توربينات لتوليد الكهرباء بقدرة ٢،٤٠٠ ميغاواط.

وكان اسمه أصلاً سد (قرة بابا) ، وهو المكون الرئيس في مشروع جنوب شرق الأناضول، والذي يهدف إلى استخدام الموارد المائية لنهري دجلة والفراتز المشروع الذي يتكون من ١٣ سداً، تحتجز ٧ منها مياه نهر الفرات، و٦ منها مياه دجلة. ويعد سد أتاتورك جزءاً من بيئة الفرات، ويشكل بحيرة تحمل الاسم نفسه، وهي ثالث أكبر بحيرة في تركيا.

في أعقاب زلزال فبراير ٢٠٢٣، أفادت تقارير من تركيا بأن هناك الكثير من التشققات في السد بعد الزلازل القوية التي ضربت تركيا، ليتم إخلاء المناطق المحيطة بالسد.

« ١٣ » سدّ ألمندرا



يعتبر سد المندرا، المعروف كذلك باسم شلال فيلارينو أحد أعمال الهندسة الكهرومائية التي تم بناؤها في المجرى السفلي لنهر تورميس. ويقع على بعد ٥ كم من مدينة سالامانكا في المندرا وعلى بعد ٧ كم من مدينة سيبيانال في زامورا، ويعتبر أعلى سد في إسبانيا. وقد أنشئ عام ١٩٧٠ م، ويصل ارتفاعه إلى ٢٠٢ م، بينما يصل طوله إلى ٦٦٧ م، أمّا سعة تخزينه من المياه فتبلغ ٢٥٨٦ مليون متر مكعب. سدّ جوري: بُني سدّ جوري في فنزويلا عام ١٩٧٨ م، وبلغ طوله ١٣٠٠ م، أمّا ارتفاعه فهو ١٦ م، وتبلغ سعته التخزينية من المياه حوالي ١٣٥ مليار متر مكعب، وقد قُدِّر إنتاجه من الكهرباء بحوالي ٧٠٪ من احتياجات فنزويلا للطاقة.

« ١٤ » سدّ بينيت



أحد السدود الكنديّة، وقد بُني في عام ١٩٦٨م بارتفاع ١٨٦م وبطول ٢٠٨٦م، تم بناء السد على ضفاف نهر السلام لحجز المياه، والتي بدورها كونت بحيرة يلوستون، وهو في الترتيب السابع بالنسبة لباقي سدود العالم، لامتلاكه سعة تخزين حوالي أربع وسبعين مليار متر مكعب. وتم تشييد محطة توليد باسم جي ام شاروم، لإنتاج طاقة تقدر بألفين وسبعمائة وتسعون ميغا واط.

وتمدّ السدود الكنديّة كندا بما يُقارب ٦٢٪ من احتياجاتها من الطاقة الكهربائيّة^(١).

وتصدر كندا نحو ٩٨٪ من إجمالي صادراتها من الطاقة إلى الولايات المتحدة، ما يعني أن كندا أكبر موردي صادرات الطاقة لأكثر اقتصاد في العالم.

(١) هبة الطباع - موقع موضوع الإلكتروني العربي - ٢٦ ديسمبر ٢٠٢١.

« ه | » سد براتسك



يعد ثاني أكبر السدود في العالم، لامكانية استيعاب، وسعة تخزينية تصل إلى ١٦٩ مليار متر مكعب. يحتوي على محطة إنتاج للطاقة، مسماه بمحطة براتسك بانتاجية قدرها ٤,٥٠٠ ميغاواط.

وقد استغرق بناء هذا الصرح عشرة سنوات بداية من عام ١٩٥٤ إلى ١٩٦٤، ويعد من أهم إنجازات العصر الحديث في روسيا.

« ١٦ » سدّ بحر الشمال



يقع سدّ بحر الشمال في هولندا؛ وكان الهدف الأساسي من بنائه هو مواجهة فيضانات بحر الشمال وحماية الأراضي منها، حيث تقع غالبية الأراضي الهولندية في مستوى منخفض عن سطح البحر، ويشتمل هذا السدّ على بوابات مصنوعة من الفولاذ تُفتح في الظروف الطبيعية؛ لتترك الحرية للأمواج بالحركة، أمّا عند التعرض للفيضان فتتمّ حماية الأراضي الهولندية بإغلاقها.

« ١٧ » سدّ جراند ديكسنز



يقع سدّ جراند ديكسنز في سويسرا في جبال الألب، تُجمّع فيه مياه الثلوج ومياه نهر ديكسنز، ويعدّ أحد أطول السدود في العالم، إذ يبلغ طوله ١٠٠ كيلو متر من الأنفاق، ويصل ارتفاعه إلى ٢٨٥ متراً، وعرضه ٢٠٠ متر، وتُجمّع فيه مياه الثلوج ومياه نهر ديكسنز، وتصل سعة تخزينه إلى ٤ ملايين متر مكعب من المياه، ويبلغ وزنه ١٥ مليون طن مما يجعله أثقل من الهرم الأكبر، وقد أُستخدم في بنائه ٦ ملايين متر مكعب من الأسمنت، وقد ملئ بالماء لأول مرة في عام ١٩٥٧.

« ١٨ » سد غوري



يعد من اكبر السدود في العالم والذي يحتل المرتبة الخامسة من حيث الحجم سد غوري في مدينة فنزويلا، والغريب أنه لم يتم بناؤه في مرحلة واحدة بل تم بناؤه على فترتين منذ عام ١٩٦٣م، وحتى عام ١٩٨٦م.

ينتج قدر عالي من الطاقة بحيث تقدر بسبعين بالمائة من طاقة فنزويلا، وهي حوالي عشرة آلاف ميجاوات، بينما يبلغ مقدار المياه المحتجزة داخله مائة وخمسة وثلاثين مليار متر مكعب، ونتيجة لذلك كون بحيرة غوري والتي تبلغ أربعة آلاف كيلومتر مربع.

« ٩ | » سد كرا سنو يارسك



تم بناؤه للحد من الفيضانات والأضرار التي كانت تلحقها، كما انتفع به لري الأراضي من المياه المحصورة داخل الخزان والمعروف بـ كراسنويا ريسكي، وتبلغ سعة الخزان ثلاثة وسبعين مليار متر مكعب.

صمم هذا السد بشكل خاص بحيث يمكن تصريف أكبر قدر من المياه والتي تبلغ عشرين ألف وأربعمائة متر مكعب لكل ثانيه، مقدار الطاقة الناتجة عن السد عبارة عن ستة آلاف ميغا وات، استغرق ست سنوات للبناء من عام ١٩٥٦ ميلادي.

« ٢٠ » سد زيا



أحد السدود الروسية المبنية في مدينة أمور بلاست، على نهر زيا ويقع شمال حدود الصين بالنسبة لروسيا، وسعة خزان زيا ثمانية وستون مليار متر مكعب، مساحة ألفين وأربعمائة وتسعة عشر متر مربع.

احتاج لبناء ما يزيد عن اثنين مليون متر مكعب من الخرسانة، من عام ١٩٦٥ حتى ١٩٧٥ م لانتهاء العمل على بنائه، كان إنتاجه من الطاقة يعتمد على محطة مؤلفة من ست وحدات، الإنتاج الكلي لها ألف وميتين وتسعين ميغا وات.

السُّدُود

أكبر السدود في العالم تختلف حسب الحجم والسعة، كما أنها
سدت حاجة الكثيرين وكانت سبب رئيسي في التطور إلى يومنا هذا،
حتى أصبحت اليوم معالم ومحل لزيارة السياح من خارج البلاد،
ليشاهدوا عبقرية البناء وروعة البحيرات والمساحات الخضراء حولها،
حتى أنها أصبحت أماكن لتصوير الأفلام السينمائية من جمالها.

وسدود أخرى

يصنف سد جينبينغ الواقع على نهر يولونغ في الصيف بأنه أعلى السدود في العالم، حيث يبلغ ارتفاعه ٣٠٥,١ متر. ويأتي بعده سد نوريك في طاجيكستان، ويبلغ طوله ٢٩٨,٧ متر. أما سدّي زياوان، وزيلودو الواقعان في الصين فيُعرفان بكونهما أطول ثالث ورابع سدين في العالم.

وفي رصد للسدود الكبيرة والصغيرة في بعض دول العالم تتربع الولايات المتحدة الأمريكية على رأس القائمة من حيث عدد السدود (٤٧٥) سداً. تليها اليابان بـ (٢٢٢) سداً، ثم تركيا (١٨٦) سداً متفوقة على أستراليا (١٢٦) سداً. ثم تأتي الهند بـ (٧٤ سداً)، فالبرازيل (٣١) سداً، فألمانيا (٢٣) سداً. ويتلاحظ أن هذه الدول السبع تتمتع بمساحات شاسعة، وأقاليم مختلفة، ومجاري مائية عديدة. إذ تخدم هذه السدود أغراض توليد الكهرباء والزراعة في إشارة للإهتمام المتعاظم بالريف والتنمية الريفية.

ونجد دولاً أخرى تسير على ذات النهج، بيد أن أعداد سدودها أقل، مثل تايلاند (١٧) سداً، والأرجنتين (١٥) سداً، وجنوب أفريقيا (١٥) سداً، وروسيا (١٣) سداً، ثم باكستان (١١) سداً، وإيران (١٠) سدود. وفرنسا بـ (٨) سدود. وتدخل القائمة سوريا بـ (٦) سدود.

سدود عربية



يبلغ عدد السدود القائمة والمخططة حالياً في العالم العربي ٦٨٨ سداً بسعة تخزينية إجمالية تبلغ ٣٩٥ مليار متر مكعب من المياه، ويتركز في مصر والعراق نحو ٨٠٪ من هذه السعة، يليهما السودان وسوريا والمغرب بما نسبته ٥٪ لكل منها، ويبلغ عدد السدود المخططة أو التي شيدت منذ بداية هذا القرن ٢٤٢ سداً، جميعها سدود صغيرة، لا يزيد مجموع سعتها على ٢٤ مليار متر مكعب، باستثناء سد مروي في السودان. تمتاز المنطقة العربية بوفرة الأنهار فيها، ما جعلها منطقة تعج بعشرات السدود، منها الكبيرة والصغيرة، وتتنوّع على طول خارطة الوطن العربي^(١).

تشكل الأنهار جزءاً أساسياً من الهوية والجغرافيا العربية.

(١) أحمد مراد - السدود.. عجائب هندسية - الاتحاد الاماراتية - ٧ أغسطس

ومنها الأنهار الطويلة والقصيرة، والأنهار الداخلية (التي تتبع وتصب داخل حدود الدولة المحددة). ويعد النيل هو الأطول (٦,٦٥٠ كيلو متراً)، ويعبر ١٠ دول عربية وأفريقية. ثم نهر الفرات، وهو الأطول في غرب آسيا (٢,٨٠٠ كيلو متراً)، ويلتقي مع دجلة في جنوب العراق ليشكلا شط العرب. ويأتي من بعدهما نهر دجلة (١,٩٠٠ كيلو متراً). ثم نهر الأردن (٢٥١ كيلو) وهو من الأنهار الداخلية.

لعبت هذه الأنهار دوراً محورياً في نشوء الحضارات العربية القديمة، ساهمت في تطورها وازدهارها على مر العصور^(١). ولنلقي أولاً نظرة عاجلة على الأنهار العربية

ومن أنهار بلاد الشام كذلك، نهر الليطاني الذي ينبع من من هضبة بعلبك وجبال لبنان الشرقية وبعد أن تجتمع عدة روافد يتجه النهر نحو سهل البقاع الذي يمتد بين جبال لبنان الشرقية والغربية ويصب في البحر المتوسط. ونهر العاصي المتحدر من هضبة بعلبك ليجري بين الجبال والسهول، متلقياً روافد عديدة ليصب قرب أنطاكية.

ونجد في المغرب العربي أنهاراً عديدة تنبع من جبال الأطلس وتجري بأطوال مختلفة إلى حيث تصب في البحر المتوسط والمحيط الأطلسي. أما التي تصب في البحر المتوسط فهي نهر المجردة في تونس، والذي يتميز عن بقية أنهار المغرب عامة بدلتاه التي كوّنهما، والتي تبلغ مساحتها نحو ٧٥٠٠٠ هكتار، وقد أقيمت عدة سدود ري على هذا النهر من أجل استغلال مياهه.

(١) أنهار الوطن العربي - المدونة العربية - ٩ يونيو ٢٠٢٤.

السُّدُود

ونهر الشليف الذي يعد أطول أنهار الجزائر، وينبع من الأطلس الصحراوي، ويجتاز منطقة الهضاب (الشطوط)، عندها يكون مجراه عبارة عن سلسلة متقطعة من المستنقعات، ثم يجري بواد يخترق جبال أطلس التل ثم بموازة البحر المتوسط لمسافة ٢٣٠ كم قبل أن يصب فيه.

ونهر الملوية الذي من الأطلس الأوسط بالمغرب، ويسير في حوض منخفض مكوناً سهلاً من أخصب سهول المغرب، ويكون سيره بطيئاً في هذا السهل لذلك تنتشر حوله المستنقعات العديدة التي يغذيها النهر وروافده. ثم يصب بعد ذلك في البحر المتوسط.

أما الأنهار التي تصب في المحيط الأطلسي، وجميعها في المغرب، هي نهر سبو، وهو أهمها لأن مياهه دائمة الجريان وتقع عليه مدينة فاس ومكناس. وهناك نهر بورقراق والربيع، اللذان ينبعان من الهضبة المراكشية والأطلس الأوسط ويصبان في المحيط الأطلسي. ونهر تنفست الذي تقع عليه مدينة مراكش. ونهر السوس الذي تقع عليه مدينة أغادير عند مصبه.

وتتشابه أنهار المغرب العربي مع أنهار بلاد الشام بأن فيضاناتها في فصل الربيع وتقل مياهها صيفاً بحسب سقوط الأمطار وذوبان الثلوج.

ومن الأنهار الداخلية بجانب نهر الأردن، نجد نهر بردى الذي ينبع من المرتفعات الشرقية ويتجه نحو الداخل والذي تقع عليه مدينة دمشق، والذي تنتهي مياهه إلى بحيرة داخلية صغيرة تسمى بحيرة

العُتيبة، ولا يزيد طوله على ٧١ كم. ونهر اليرموك الذي يجمع مياهه من هضبتي حوران والجولان .

ولأن هذا الكتيب يهدف إلى إستثارة الأسئلة ويدعو للمزيد من البحث والتقصّي، مثلما يورد بعض المعلومات، لن يكون المذكور آنفاً، هو كل ما يتعلق بالأنهار في الوطن العربي. إذ يرى البعض في الروافد الموسمية (أنهاراً)، بل الأودية الكبيرة عند البعض هي أنهار، وإن جرت لأسابيع قليلة إبان الهطول. فالأنهار في اللغة تعني الإسالة، والصب بكثرة، أو هو مَجْرى الماء، وَقِيلَ هُوَ الماءُ نَفْسُهُ.

وبذا يكون من حق اللبناني أن يرفع يده ليؤكد أن هناك ١٣ نهراً في لبنان تصب في البحر الأبيض المتوسط. ومن حق السوداني أن يتفاخر بأنهار كبيرة مثل نهر عطبرة والقاش والسوياط وبحر الجبل وبحر الغزال، وستيت، بل قد يقول عن وادي المقدم ووادي الملك، وأبو حبل وغيرها. وقد يرى الليبي أنه ليس من حقنا أن نهمل ذكر النهر العظيم.

وقد أقيمت السدود (صغيرة وكبيرة) على معظم هذه الأنهار. عليه سنتف قليلاً عند بعض السدود، وقد جئنا على ذكر أربعة منها في الفصل السابق (مأرب.. السد العالي.. سد النهضة.. سد مروي). وسندع متعة البحث والرصد والكشف والتقرير عن السدود الأخرى من نتائج الاطلاع على هذا الكتيب التثقيفي.

سد بني هارون - الجزائر

يعد من أكبر سدود الجزائر ويقع في ولاية ملية في شرق البلاد على الوادي الكبير، حيث يمد ست ولايات بماء الشرب، بطاقة تخزين تصل إلى مليار متر مكعب ودخل العمل عام ٢٠٠٣، بعد أن استغرق إنجازه حوالي ثلاثين سنة، وتم إنجازها من قبل شركة دراغادوس الإسبانية.

سد الموصل - العراق

يبعد سد الموصل «صدام سابقاً» ٥٠ كم شمالاً من مدينة الموصل مركز محافظة نينوى على نهر دجلة، شمال العراق، وتم افتتاحه عام ١٩٨٦، ويبلغ ارتفاع السد ١٣١ متراً وطوله ٣,٢ كيلومتر، ويعد السد الأكبر في العراق.

سد الملك طلال - الأردن

يقع في محافظة جرش، وافتتح عام ١٩٨٧، ويستعمل في توليد الكهرباء والري، حيث تصل سعته التخزينية إلى ٧٥ مليون متر مكعب، بارتفاع يصل إلى ١٠٨ أمتار، وطول ٣٥٠ متراً.

سد الملك فهد - السعودية

يقع جنوب المملكة في منطقة عسير على وادي بيشة، ويعد السد الذي افتتح عام ٢٠٠٩، أكبر سدود السعودية من حيث الطاقة التخزينية التي تصل لـ ١٩٣,٦٤ مليون متر مكعب من المياه.

سد الوحدة - المغرب

يعتبر أكبر سدود البلاد والثاني في أفريقيا بعد السد العالي،
ويقع في إقليم تاونات، وتصل الطاقة الاستيعابية للسد الذي افتتح عام
١٩٩٧، إلى ثلاثة مليارات و٨٠٠ مليون متر مكعب.

السُّدُود

مخاطر السدود



مخاطر السدود

مع تعقّد علاقات البشر بموارد الأرض، باتت مشكلة إدارة الموارد الطبيعية والمائية خصوصاً على رأس أولويات المفكرين والباحثين والقائمين على إدارة ذلك المورد الذي يمثل حياة البشر. لذلك، اهتمت الدول المشاركة في أحواض الأنهار بالدراسات والبحوث، وإعداد الاتفاقيات التي تنظم عمليات الاستغلال الأمثل للموارد خصوصاً المياه. ومن ذلك ما جاء في المادة «٨ / أ» من اتفاقية استخدام المجاري المائية: «تتعاون دول المجرى المائي على أساس المساواة في السيادة والسلامة الإقليمية والفائدة المتبادلة وحسن النية، من أجل الانتفاع الأمثل من المجرى المائي الدولي، وتوفير الحماية الكافية له».^(١) ذلك لأن السدود وإن عظمت فوائدها، فإن لها من المخاطر الكثير، الأمر الذي يحتمّ إعمال الدراسات السابقة (دراسات الجدوى)، ووضع الخطط لدرء المخاطر. فالسدود تحدث الكثير من التغييرات على مجرى الأنهار، ويحدث الطمي المحمول أسفل النهر أثراً بيئية مستدامة.

ومع أن الحياة في النهر وحوله تتطوّر بشكل مستمر، ما يعد أثراً إيجابية للسدود. لكن دائماً نجد أن المعارضين لإنشاء السدود يركزون على الآثار البيئية السالبة المتمثلة في إغراق الكثير من الأراضي

(١) نهر النيل الذي لم يعد مقدّساً - مقال للمؤلف منشور في ٢٠ مارس ٢٠١٠.

الخصبة، والغابات الغنية. وتختفي تحت بحيرات السدود المدن والقرى والآثار والمعالم التاريخية، وإلى الأبد. ذلك بجانب التأثيرات السالبة على تحركات وتوالد الأسماك والحيوانات المائية. كما يشير البعض إلى أن الأعشاب المائية التي تتكاثر وتنتشر على بحيرات السدود قد أصبحت مصدراً رئيسياً للغازات التي تساعد على الإحتباس الحراري والتغيرات المناخية. ويؤكد البعض أن الطفيليات التي تتوالد بكثرة في بحيرات السدود تتسبب بالعديد من الأمراض المعدية والقاتلة مثل الملاريا والبلهارسيا.

ويشير الخبراء إلى أن «إعادة تغذية المياه الجوفية ستخفض كثيراً وذلك لفقدان ارتفاع مياه الفيضان التي تغذيها. وأن المياه مورد ومصدر هام يحتوي على موارد هامة أخرى. فهي ليست كمية فقط، إنما نوعية كذلك. وتحدد جودة المياه الإنتاجية ونوعيتها ودورها الطبيعية. بدءاً من العوالق النباتية (الإنتاجية الأولية) والإنتاجية المتوسطة والثالثة، إلى أحياء القاع من الاسماك. هذا بجانب التنوع الأحيائي بما في ذلك البرمائيات والزواحف والطيور والثدييات. إذ ترتبط جودة ونوعية المياه كثيراً بالإنتاجية الأولية (التمثيل الضوئي) والصحة»^(١).

(١) عاصم المغربي - مصدر سابق.

مخاطر إجتماعية

ويركّز المعارضون بصورةٍ أكبر على الآثار الاجتماعية السالبة، ويوردون الأرقامَ الهائلة للقوميات والمجموعات القبلية والأسر والأفراد، و(معظمهم من الشرائح الفقيرة والضعيفة والمجموعات القبلية والشعوب الأصلية) الذين تمّ ترحيلهم قسرياً بعد أن نُزعت أراضيهم. وقد تمّ ذلك الترحيل القسري بدون أدنى درجة من العدالة والإنصاف لأولئك المهجرين قسرياً، لكي يتسنى بناء السدود التي تمتد بحيراتها لمئات الأميال وتُغرق آثارهم التاريخية، ومساكنهم ومزارعهم ومدارسهم ودور عبادتهم، وحتى قبور أحبائهم، دون تعويضات عادلة، ودون أدنى استفادة من أي من منافع هذه السدود المتعددة.

وقد أوضحت عدّة دراسات أعدّها البنك الدولي والمفوضية الدولية للسدود وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة أن إعادة التوطين القسريّة في إطار مشروعات التنمية، خصوصاً مشاريع السدود، تؤدّي في أحيان كثيرة، إذا لم تُخفّف آثارها، إلى حدوث مخاطر اقتصادية واجتماعية وبيئية حادة. إذ تُزال أنظمة الإنتاج؛ ويواجه الناس العوز والفقر لفقدانهم أصولهم الإنتاجية، أو مصادر دخلهم إذا لم يتم تعويضهم بأصول ومصادر دخل لها نفس الإمكانيات الإنتاجية.

وَيُنْقَلُ النَّاسُ إِلَى بِيئَاتٍ قَدْ تَكُونُ مَهَارَاتِهِمُ الْإِنْتاجِيَّةُ أَقْلُ مَلَاءَمَةٍ لَهَا، وَتَكُونُ الْمُنَافَسَةُ أَكْبَرَ عَلَى الْمَوَارِدِ، وَتُصَابُ الْمَوْسِمَاتُ الْمُجْتَمَعِيَّةُ وَالشَّبَكَاتُ الْاجْتِمَاعِيَّةُ بِالضَّعْفِ، وَتَتَشَتَّتُ الْمَجْمُوعَاتُ الَّتِي تَرْتَبِطُ بِأَوَاصِرِ الْقُرْبَى؛ وَتَتَضَاعَلُ أَوْ تَضَيِّعُ الْهَوِيَّةُ الثَّقَافِيَّةُ، وَالتَّرَاثُ، وَالسُّلْطَةُ التَّقْلِيدِيَّةُ، وَإِمْكَانِيَّةُ تَقْدِيمِ الْمُسَاعَدَةِ الْمُتَبَادِلَةِ بَيْنَ أَفْرَادِ الْمُجْتَمَعِ الَّتِي تَمَّ تَهْجِيرُهُ قَسْرِيًّا. كَمَا أَنَّ التَّهْجِيرَ قَدْ يَتَمُّ إِلَى مَنَاطِقٍ تَخْتَلِفُ مِنْ حَيْثُ الْبِيئَةُ وَالطَّبِيعَةُ وَالْمَنَاحُ مِنْ مَنَاطِقِ عَيْشِهِمُ الْأَصْلِيَّةِ، وَقَدْ لَا تُرَحَّبُ بِهِمُ الْمَجْمُوعَاتُ الَّتِي سَيُشَارِكُونَهَا أَرْضِيهَا وَمَوَارِدَهَا. وَيُصَابُ الْكَثِيرُ مِنَ الْمُهْجَرِينَ بِالْاِكْتِتَابِ لِسُنُودٍ طَوِيلَةٍ بِسَبَبِ فِرَاقِهِمْ لِمَرَاتِهِمْ طُفُولَتِهِمْ وَشَبَابِهِمْ، وَرُؤْيَتِهِمْ ذِكْرِيَاتِهِمْ وَمَنَازِلَهُمْ وَمَزَارِعَهُمْ وَقُبُورَ أَحْبَبَتِهِمْ وَهِيَ تَفْرُقُ إِلَى الْأَبَدِ تَحْتَ بَحِيرَةِ السَّدِّ.

مِنَ الْآثَارِ السَّالِبَةِ لِلْسُدُودِ فَقْدَانُ الطَّمِي فِي الْمَصْبَاتِ، وَعَبْرَ رَحْلَةٍ النَهْرِ بَعْدَ السَّدِّ، رَغْمَ أَنَّ الْبَعْضَ يَرْجُو إِلَى هَذِهِ مِنْ إِجَابِيَّاتِ السَّدُودِ. وَعَلَى سَبِيلِ الْمَثَالِ فَإِنَّ «الْفِيضَانَ السَّنَوِيَّ الْمُنْتَظَمَ وَالطَّمِي الَّذِي يَحْمِلُهُ النَّيْلُ الْأَزْرَقُ سَيَخْتَفِي، وَنَتِيجَةُ ذَلِكَ فَإِنَّ أَكْثَرَ مِنْ ١,٢٠٠,٠٠٠ فِدَانٍ مِنْ سَهُولِ الْفَيْضِ لَنْ تَتَمَتَّعَ بِالْفِيضَانِ السَّنَوِيِّ الرَّاتِبِ. فِي مَوْسَمِ الْفِيضَانِ السَّنَوِيِّ كَانَ مَسْتَوَى النَهْرِ يَرْتَفِعُ مِنْ ٤ إِلَى ٧ مِتْرًا مِمَّا يَجْعَلُ الْمِيَاهُ تَغْمُرُ مَسَاحَاتَ كَبِيرَةٍ مِنَ السَّهُولِ الْفَيْضِيَّةِ. بِفَقْدَانِ الطَّمِي لَا بَدَّ أَنْ تَسْتَعْمَلَ الْأَسْمَدَةُ الْكِيمَاوِيَّةُ لِتَعْوِيضِ الْخُصُوبَةِ الْمَفْقُودَةِ وَلَا بَدَّ أَنْ تَرْفَعَ مِيَاهُ الرِّى لِهَذِهِ السَّهُولِ الْفَيْضِيَّةِ بِوَسْطَةِ الطَّلْمِبَاتِ. مِنْهَا الْجُرُوفُ عَلَى ضَفْتَيْ النَهْرِ وَحُوضَى السَّلِيمِ وَالْخُوي. كَمَا أَنَّ الْمِيَاهُ

الخالية من الطمي يمكن أن تسبب مشكلة خطيرة، وهي هدم ضفاف النهر خصوصاً في المناطق التي تعاني أصلاً من مشكلة الهدام وفقدان الأراضي الزراعية الخصبة كالولاية الشمالية في السودان».

في كثير من الأحيان تسعى بعض الحكومات لتنفيذ مشاريع ضخمة، دون أن تجري الدراسات اللازمة، ودونما تركيز على الآثار الاجتماعية والبيئية، والمتربّات الثقافية على إختفاء مناطق قائمة على الأنهار بما فيها من غنى حضاري، ذلك إن علمنا أن معظم الحضارات الراسخة قامت على مجرى الأنهار، حيث تركزت التجمعات السكانية منذ القدم.

ضحايا السدود



على الرغم من زيادة سلامة السدود نتيجة لتطور التقنيات الهندسية وجودة البناء، إلا أنه ليس ثمة ضمانات أنها ستقاوم أي فيضان، إذ قد تقع حوادث بسبب التقلبات الطبيعية أو تدخل البشر. وقد حدث أن انهيارات العديد من السدود على مر التاريخ خلفت الملايين من الضحايا من البشر، بجانب الخسائر المادية الأخرى.

وقد حدث في العقود القليلة الماضية انهيار سدود في أربعين دولة على الأقل حول العالم. وتأتي الولايات المتحدة على رأس القائمة لتسجيلها ٢٦ حالة انهيار. وثبتت حقيقة أن انهيار أي سد يمكن أن يكون كارثة بأبعاد خرافية. ويؤكد البعض حدوث أكثر من ٢٠٠ انهيار للسدود حول العالم بين أعوام ٢٠٠٠ و٢٠٠٩.

ويعد انهيار سد بانكياو في الصين في أغسطس ١٩٧٥، أكبر كارثة من نوعها، إذ قضى على حياة ١٥٠ ألف شخص.

في ١٢ مارس ١٩٢٨، وقعت واحدة من أسوأ كوارث الهندسة المدنية في القرن العشرين دون سابق إنذار، ذلك حين انهار سد سانت فرانسيس، الواقع على بعد ٦٤ كم شمال غرب مدينة لوس أنجلوس بولاية كاليفورنيا، بشكل غير متوقع. وبسبب فشل السد، تم إطلاق ٤٧ مليون متر مكعب من المياه في سان فرانسيس كيتو كانيون. وكانت النتيجة مدمرة، حيث مات أكثر من ٤٠٠ شخص.

يوثق إنهار سد مالباسيت.. فرنسا- في ديسمبر ١٩٥٩، لأول حالة فشل لسد مقوس. ويومها تعرضت مدينة فريوس الواقعة على بعد ٧ كيلومترات أسفل السد لخسائر فادحة نتيجة تسرب المياه والركام. ولقي أكثر من ٣٠٠ شخص حتفهم في تلك الكارثة.

تعرض سد فايونت الذي بني في جبال الألب الإيطالية في عام ١٩٥٩، إلى انهيار منحدره الصخري الجنوبي. وقد كان ويعد واحداً من أكبر سدود العالم، إذ شيد وفقاً لمعايير هندسية فائقة، لتحمل الضغط الهائل من المياه. لكن العاصفة العنيفة، التي ضربت المنطقة في ٩ أكتوبر ١٩٦٣، تسببت في كارثة، حيث تجاوزت المياه للقدرات التخزينية، بعد حدوث انهيار أرضي، وتدحرج الصخور داخل بركة السد، ما دفعها لتجاوز جدرانها باتجاه المناطق المجاورة. وتسببت التسرب الهائل للمياه، من فوق السد، وكانت النتيجة مدمرة، حيث فقدت خمس قرى كاملة ومات نحو ٢٠٤٠ شخصاً.

أما انهيار سد سان فرناندو.. الولايات المتحدة - والذي بدأ بناؤه في عام ١٩١٢ كجزء من نظام خزائن التبعة الهيدروليكية في سان فرناندو، بكاليفورنيا، فقد حدث بسبب وقوع زلزال بقوة تقدر ب ٦,٦ درجة على مقياس ريختر. ذلك في فبراير ١٩٧١، ليقع انزلاق كبير في السد، وعلى أثر الهزات الارتدادية القوية التي أعقبت الزلزال، حدث فيضان في السد وتدفق ما يقرب من ٢٧٥ مليون متر مكعب من المياه إلى جهة مجرى النهر. وأدى انهيار السد إلى مقتل أكثر من ٣٤٠ شخصاً.

سد تيتون.. هو سد ترابي تم بناؤه في الولايات المتحدة الأمريكية بين عامي ١٩٧٢ و ١٩٧٥. انهار سد تيتون في يونيو ١٩٧٦، عندما تم ملؤه بالمياه لأول مرة. وأدت فيضانات مناطق المصب بعد انهياره إلى مقتل ١٤ شخصاً وتسبب ذلك في خسارة تقدر ب ٤٠٠ مليون دولار.

في الهند فشل سد ماتشو في مقاومة فيضان حدث في ١١ أغسطس ١٩٧٩. ما أدى إلى انطلاق سيل عارم من المياه عبر بلدة موربي في ولاية غوجارات، الهند. وتختلف تقديرات عدد القتلى بشكل كبير وتتراوح من ١٨٠٠ إلى ٢٥٠٠٠ شخص.

في الرابع من يونيو ٢٠٠٢ انهار سد زيزون الواقع في منطقة سهل الغاب، على بعد ٩٠ كم شمال غرب مدينة حماة السورية. وتسببت المياه التي كانت تتدفق منه في غمر عدة قرى محيطة. وحسب الأرقام التي أعلنتها السلطات السورية فإن انهيار السد أسفر عن مقتل ٢٠ شخصاً.

وشهد مايو من العام ٢٠١٣ إنهيار سد عربي آخر، هو سد تبالة بمحافظة بيشة في السعودية، بسبب شدة السيول التي جرت مع وادي بالمنطقة. عمدت السلطات إلى إخلاء المنازل المحيطة والمدارس، لتفادي وقوع ضحايا بين المواطنين.

سد ساوث فورك، واحد من السدود التي أنشئت من الصخور، ويقع على بعد ١٣ كيلومترا، من بنسلفانيا، في الولايات المتحدة. ويبلغ طول هيكل السد قرابة ٢٨٠ مترا، والارتفاع ٢٢ متراً عن الأرض، وبني عام ١٨٥٢، وفقا لتصاميم القرن التاسع عشر، وقام رجل يدعى بنيامين راف، بشراء بقايا السد، والأراضي المجاورة له، عام ١٨٧٢ وخطط لإصلاح جدرانته، وبناء منتجع فاخر على أطرافه.

لكن هذه الإصلاحات كان سلبية على السد، وفي أول عاصفة عنيفة للأمطار على المنطقة، عام ١٨٨٩، فشل السد في مواجهة التدفق المائي، وتحطمت كافة الجدران التي تعرضت للإصلاحات بسبب سوء التنفيذ، ما أدى إلى انفجار مائي، قدر بنحو ٢٠ مليون طن من الماء، أدى إلى جرف المناطق المحيطة به، وقتل ٢٢٠٩ أشخاص.

أما أحدث السدود التي انهارت، ولم تستطع أن تقاوم غزارة الأمطار، سد وادي درنة، الذي تعرض لاختبار شديد عندما مر إعصار دانيال على شرق ليبيا (سبتمبر ٢٠٢٣). فبعد أن صمد السد لأكثر من

خمسین عاماً، عجز أخيراً، وبسبب إهمال الصيانة عن مقاومة كمية المياه المتجمعة خلفه بسبب الأمطار، وانهار لتسبب المياه المتدفقة منه بمقتل أكثر من ١١ ألف شخص وفقدان أكثر من ١٠ آلاف^(١).

وفي ٣٠ أبريل ٢٠٢٣، انهار سد العقبي بمنطقة حفاش في اليمن نتيجة الأمطار الغزيرة وتدفق السيول، ما أسفر عن خسائر بشرية.

في السودان حدث أن هطلت الأمطار في المناطق الشرقية في غير أوانها، إذ من العادة أن لا يكون الهطول في فصول الصيف. كما حدث في أغسطس ٢٠٢٤، ليؤدي الأمر إلى انهيار سد أربعاء شمال مدينة بورتسودان وجرف ٢٠ قرية بشكل كلي ودمّر ٥٠ قرية جزئياً. ومقتل ٣٠ شخصاً ضمن الـ (١٣٢) من ضحايا ذلك الخريف المعلن عنهم. فقد غمرت سيول وأمطار منطقة «أربعاء» ما تسبب في انهيار السد. فيما تقول الأمم المتحدة أن العدد الإجمالي يمكن أن يكون أعلى من ذلك بكثير. وترجع أهمية سد أربعاء إلى تخزين مياه الأمطار الموسمية وهو الخزان الذي تعتمد عليه بورتسودان في إمدادها بالمياه^(٢).

(١) أعنف كوارث السدود في العالم - الحرة - ١٥ سبتمبر ٢٠٢٣.

(٢) سكاي نيوز - ١٧ أغسطس ٢٠٢٤

للحروب أياديها



إنهيار سدود الرور في ألمانيا لم يكن بفعل الظروف الطبيعية، بل كانت الكارثة متعمدة ومن فعل البشر، حيث جرى قصفه بواسطة قاذفات قتال بريطانية.

ففي عام ١٩٤٣، حلق سرب من ١٩ قاذفة قتال بريطانية، من إنجلترا، خلال الحرب العالمية الثانية، باتجاه منطقة سدود الرور الثلاثة في ألمانيا. وكانت المهمة تدمير السدود الثلاثة، بواسطة قنابل شديدة التدمير، صممها الجيش البريطاني، لهذه الغاية، لإيقاع خسائر فادحة بالألمان خلال الحرب.

وبعد القصف، نجحت الطائرات في تدمير سدين فقط، هما إيدر وموني، فيما صمد سد سورب أمام الهجوم، لكن الانهيار كان عنيفاً، وأحدث خسائر فادحة.

ورغم أن ٥٣ من طواقم القاذفات البريطانية قتل خلال التصدي لتحليقتهم، فإن دمار السدين تسبب في طوفان هائل، جرف معه ٥٤٥ ألمانيا من سكان المناطق المجاورة للسدود، بالإضافة إلى ٧٤٩ عاملاً وسجيناً من الهولنديين والأوكرانيين والفرنسيين والبلجيكيين، الذين فقدوا حياتهم غرقاً، نتيجة ما جرى، وأحصيت الخسائر البشرية في حينه بنحو ١٣٠٠ ضحية.

التدخلات الدولية

بسبب خيبة الامل في السدود الكبيرة كون البنك الدولي « المفوضية الدولية للسدود» ، وذلك لأن فوائد السدود يتم تضخيمها وتكاليها مستخف بها. في السنوات الخمسين الأخيرة ارتفع عدد السدود الكبيرة في العالم من ٥,٧٠٠ إلى حوالي ٥٠,٠٠٠. السد الكبير هو ما يزيد ارتفاع جسمه على ١٥ متراً حسب تعريف البنك الدولي.

أصدرت المفوضية الدولية للسدود التي تمّ تكوينها عام ١٩٩٧ تقريراً مفصلاً عام ٢٠٠٠ بعنوان «السدود والتنمية» إطار عمل جديد لاتخاذ القرارات. وقد تعرّض هذا التقرير إلى كافة المسائل المتعلقة بالسدود شاملةً الاقتصادية والتمويلية والهندسية والبيئية والاجتماعية والقانونية ومسائل الأنهار المشتركة، وتضمّن التقرير نقداً قاسياً للطريقة التي تمّ بها بناء السدود. وشمل التقرير توصيات عديدة في كل من هذه المجالات، أهمها حق المجموعات المتأثرة بالسدود في رفض المشروع. وقد حظي التقرير بقبول ومكانة وشرعية كبيرة لأن اللجنة التي قامت بإعداده مُثِّلَتْ فيها قطاعات واسعة من المجتمع شملت حكومات الدول المتقدمة والنامية، والمؤسسات الدولية والأكاديمية، ومؤسسات المجتمع المدني والقطاعين الخاص والعام. كما أن اللجنة قد ترأسها أكاديمي وقانوني وسياسي من الدول النامية، يحظى باحترام دولي كبير^(١).

(١) هو الدكتور كادر أسمل وزير الموارد المائية في جمهورية جنوب أفريقيا، وقتها.

ملخص لبعض مخاطر السدود



- عند الإنشاء يحدث إغراق القرى والمدن، والمواقع الأثرية، والمزارع والغابات والمراعي، وموائل الحيوانات البرية والطيور، وكذا المؤسسات الحيوية تحت بحيرات السدود.
- يتم تهجير السكان، وفي كثير من الأحيان دون إرادتهم، وبالقوة الجبرية، ليجدوا أنفسهم ضحايا للإحتجاجات، وفي بيئة لا تناسب مقدراتهم، حيث لا يستطيعون المنافسة.
- إغراق الدول الفقيرة بالديون، وتراكم فوائد الديون.
- في حال إنهيار السد ستحدث كوارث لا تُحمد عقباها، أكبر وأكثر عمقاً من الآثار عند الإنشاء.

- يمكن أن يتسبب فقدان الطمي في تعطيل العديد من الأعمال، مثل صناعة الطوب الأحمر والفخار. كما سيضطر المزارعين لاستخدام كميات هائلة من الأسمدة والمخصبات الزراعية لتعويض فقدان الخصوبة المتجددة سنوياً. وقد حدث الأمر في مصر (تجربة السد العالي). كما ستفق الجروف الزراعية خصوبتها التي كانت مهدت لقيام الحضارات القديمة والحكومات المركزية الأولى في التاريخ.
 - في الدول النامية يطغى القرار السياسي على العلمي والأكاديمي، لتصبح صرخات أهل الشأن البيئي والاقتصادي والاجتماعي بلا صدى.
 - يمكن أن تتغير درجة حرارة المياه نتيجة الركود أو الحركة الغير طبيعية للأنهار التي تقام عليها السدود، مما يهدد في انخفاض الأوكسجين في المياه أو زيادة في تكاثر الطحالب.
 - تعمل السدود على إعاقة الرواسب من المرور، والتي تعتبر من أهم المكونات لتغذية الأسماك والأرض على حد سواء. كما تمنع الهجرة التي تقوم فيها الأسماك أثناء عمليات التزاوج والتفريخ والتي قد تسبب بإنقراض الكثير من أنواع الأسماك التي تعيش فيه.
- (بتصرف - عن المغربي وآخرين)

السدود والاستدامة



السدود والاستدامة

معادلة صعبة أن تُلبى إحتياجات الإنسان من المياه والطاقة، وأن يتم في ذات الوقت الحفاظ على النظم البيئية، والاحتياط لكوارث السدود والخزانات، إذ يمكن للسدود أن تغير الأنظمة البيئية بأكملها وتؤثر على التنوع البيولوجي المحلي. ومن التجارب العملية تُب أن تهجير المجتمعات البشرية بات ضريبة إجتماعية واجبة الاستحقاق. بجانب التأثير على الحيوانات والنباتات جراء تغيير مسارات الأنهار.

ومع زيادة الطلب العالمي على المياه والطاقة يتزايد نشاط بناء السدود والخزانات، مع محاولات لا تفتقر لضمان إستدامتها، والتقليل من آثارها الكارثية بتطوير إستراتيجيات مختلفة، لضمان التوازن بين استخدام الموارد المائية والحفاظ على البيئة.

أتاح التقدم التكنولوجي تحسين استدامة السدود، من خلال طرح بعض المعالجات التي سجلت نجاحات كبيرة في مجالات حفظ التوازن، وتخفيف الآثار. أما الدراسات السابقة الشاملة، فتأتي على رأس الاستراتيجيات. إذ أدى إهمال بعض جوانبها إلى ما حدث في بعض السدود التي انهارت محدثة كوارث بشرية وبيئية كبيرة. لتصبح هذه الدراسات الخطوة التي لا بد من قياس ثباتها قبل الشروع في بناء السدود والخزانات. وفي معظم الأحوال كانت الدراسات ضامنة

لاستدامة النظم البيئية، غير أنه في كثير من الأحيان يتم تجاوز، أو غرض الطرف عن توصيات الدراسات، بعد إصدار القرار السياسي الملزم بالشروع في المشاريع.

دراسة الأثر البيئي (EIA)

يعد تقييم الأثر البيئي خطوة حاسمة لضمان أن المشروع لن يتسبب في أضرار بيئية جسيمة. ويتطلب هذا التقييم دراسة شاملة للبيئة المحيطة بالموقع المقترح للسد، بما في ذلك النظم البيئية المائية والبرية، والتنوع البيولوجي، والمجتمعات المحلية.

ومن الضروري أن يتم هذا التقييم بطريقة شاملة ومنهجية لضمان تحديد جميع الآثار المحتملة وفهمها بشكل كامل.

جمع البيانات البيئية الأساسية. هو أحد الشروط الأساسية في تقييم الأثر البيئي، على أن يتضمن:

- دراسة الأنواع النباتية والحيوانية الموجودة في المنطقة.
- تقييم جودة المياه.
- تحليل التربة.

توفر هذه البيانات الأساس لفهم كيفية تأثير بناء السد على البيئة المحيطة. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي بناء السدود إلى تغيير تدفق المياه، مما يؤثر على النظم البيئية المائية، ويؤدي إلى فقدان

الموائل الطبيعية للعديد من الأنواع. لذلك، من الضروري أن يتم جمع البيانات بدقة لضمان اتخاذ قرارات مستنيرة.

بالإضافة إلى جمع البيانات، يجب أن يتضمن تقييم الأثر البيئي تحليلاً للآثار الاجتماعية والاقتصادية. وكيف يمكن أن يؤثر بناء السدود على المجتمعات المحلية؟ على صعيد تغيير سبل العيش، أو التسبب في نزوح السكان.

لذلك، من المهم أن يتم تقييم هذه الآثار بعناية لضمان أن المشروع لن يتسبب في أضرار اجتماعية أو اقتصادية جسيمة.

- **مشاورة المجتمعات:** يمكن أن يشمل ذلك إجراء مشاورات مع المجتمعات المحلية لفهم مخاوفهم واحتياجاتهم، وضمان أن يتم أخذها في الاعتبار في عملية اتخاذ القرار.

- **خطة الإدارة:** كما يجب أن يتضمن تقييم الأثر البيئي خطة لإدارة الآثار البيئية المحتملة. ويتطلب ذلك تحديد الإجراءات التي يمكن اتخاذها لتقليل الآثار السلبية على البيئة والمجتمعات المحلية. كأن يتم تصميم السد بطريقة تقلل من تأثيره على تدفق المياه، أو تنفيذ برامج لإعادة توطين الأنواع المتضررة. ومن المهم أن تكون هذه الخطة شاملة وقابلة للتنفيذ لضمان أن يتم إدارة الآثار البيئية بشكل فعال.

- الامتثال للقوانين واللوائح البيئية المحلية والدولية،

هو أحد الشروط التي يجب مراعاتها . إذ يجب أن يتوافق بناء السدود مع المعايير البيئية المعمول بها لضمان حماية البيئة والمجتمعات المحلية. يمكن أن يشمل ذلك الحصول على التصاريح اللازمة من السلطات البيئية، وضمان أن يتم تنفيذ المشروع وفقاً لأفضل الممارسات البيئية.

وبذا يكون تقييم الأثر البيئي جزءاً لا يتجزأ من عملية بناء السدود. إذ يتطلب هذا التقييم دراسة شاملة للبيئة المحيطة، وتحليل الآثار الاجتماعية والاقتصادية، ووضع خطة لإدارة الآثار البيئية المحتملة. من خلال اتباع هذه الشروط، يمكن ضمان أن يتم بناء السدود بطريقة مستدامة ومسؤولة، تحمي البيئة والمجتمعات المحلية وتساهم في التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

دراسات الجدوى الاقتصادية

دراسات الجدوى الاقتصادية من الخطوات الأساسية التي يجب اتباعها لضمان نجاح أي مشروع وتحقيق الأهداف المرجوة منه. وتتطلب تحليلاً دقيقاً لمجموعة من الشروط والمعايير التي تساهم في تحديد مدى جدوى المشروع من الناحية الاقتصادية والبيئية والاجتماعية.

عند التفكير في مثل هذه المشروعات يجب أولاً تقييم الموقع

السُّدُود

الجغرافيا في المقترح لبناء السد، حيث يلعب الموقع دوراً حاسماً في تحديد كفاءة السد، وقدرته على تحقيق الأهداف المرجوة، مثل توليد الطاقة الكهرومائية أو توفير المياه للري. ويتطلب ذلك دراسة جيولوجية شاملة للموقع لضمان استقراره وقدرته على تحمل الضغوط المائية.

من الناحية الاقتصادية، يجب أن تتضمن دراسات الجدوى تحليلاً دقيقاً للتكاليف والفوائد المرتبطة بالمشروع. ويتطلب ذلك تقدير التكاليف الأولية للبناء، بالإضافة إلى التكاليف التشغيلية والصيانة المستقبلية. كما يجب تقدير الفوائد الاقتصادية المحتملة، مثل الإيرادات من توليد الطاقة أو تحسين إمدادات المياه. ومن المهم أن تكون هذه التقديرات واقعية وقائمة على بيانات دقيقة لضمان اتخاذ قرارات مستنيرة.

يدخل النظر في الجوانب الاجتماعية لبناء السدود في الدراسات الاقتصادية بقوة، حيث يمكن أن تؤثر هذه المشاريع بشكل كبير على المجتمعات المحلية. إذ قد يتطلب بناء السدود إعادة توطين السكان المحليين، مما يستدعي وضع خطط شاملة لضمان تعويضهم بشكل عادل، وتوفير الدعم اللازم لهم لإعادة بناء حياتهم الجديدة. كما يجب أن تتضمن هذه الخطط استراتيجيات لتعزيز الفوائد الاجتماعية للمشروع، مثل تحسين البنية التحتية المحلية أو توفير فرص عمل جديدة.

عليه، تعتبر دراسات الجدوى الاقتصادية أداة حيوية لضمان

نجاح مشاريع بناء السدود، من خلال مراعاة جميع الشروط والمعايير المذكورة. ويمكن للمشاريع أن تحقق أهدافها بكفاءة وفعالية، مع تقليل التأثيرات السلبية المحتملة على البيئة والمجتمعات المحلية. إذ يساهم اتباع نهج شامل ومتكامل في هذه الدراسات في تحقيق التنمية المستدامة، ويضمن استفادة الأجيال الحالية والمستقبلية من الموارد الطبيعية بشكل مسؤول.

تصميم الهيكل الهندسي

عند الشروع في تصميم الهيكل الهندسي للسدود، يجب مراعاة مجموعة من الشروط والمعايير التي تضمن سلامة وكفاءة السد على المدى الطويل.

أولاً، من الضروري إجراء دراسة شاملة للموقع الجغرافي الذي سيبنى عليه السد. يتضمن ذلك تحليل التربة والصخور المحيطة، وفهم طبيعة التضاريس والجيولوجيا المحلية. هذه الخطوة حاسمة لتحديد مدى ملائمة الموقع وقدرته على تحمل الضغوط الناتجة عن تخزين كميات كبيرة من المياه. بالإضافة إلى ذلك، يجب أخذ العوامل المناخية في الاعتبار، مثل معدلات هطول الأمطار والتغيرات الموسمية في درجات الحرارة، حيث تؤثر هذه العوامل بشكل مباشر على تصميم السد ومواد البناء المستخدمة.

ثانياً، بعد اختيار الموقع المناسب، تأتي مرحلة التصميم

السّدود

الهندسي التي تتطلب دقة عالية واهتماماً بالتفاصيل. يجب أن يكون التصميم قادراً على تحمل الضغوط الهيدروليكية والجيولوجية، بالإضافة إلى مقاومة الكوارث الطبيعية مثل الزلازل والفيضانات. لتحقيق ذلك، يتم استخدام تقنيات متقدمة في النمذجة والمحاكاة لتحليل سلوك السد تحت ظروف مختلفة. كما يجب أن يتضمن التصميم نظاماً فعالاً لتصريف المياه الزائدة، مما يساعد في تقليل الضغط على الهيكل ومنع حدوث أي تلف أو انهيار.

ثالثاً: يجب أن يراعي التصميم الهندسي للسدود الجوانب البيئية والاجتماعية. ويتطلب ذلك تقييم الأثر البيئي للمشروع، بما في ذلك تأثيره على الحياة البرية والنباتات المحلية، وكذلك على المجتمعات البشرية القريبة. من المهم تطوير خطط للتخفيف من هذه الآثار، مثل إنشاء ممرات للحياة البرية أو تعويض المجتمعات المتضررة. كما يجب أن يتضمن التصميم وسائل لضمان استدامة الموارد المائية، مثل تقنيات إعادة تدوير المياه أو استخدام مصادر طاقة متجددة لتشغيل السد.

رابعاً: يلعب اختيار المواد دوراً حاسماً في تصميم الهيكل الهندسي للسدود. إذ يجب أن تكون المواد المستخدمة قادرة على مقاومة التآكل والتلف الناتج عن العوامل

البيئية المختلفة. في هذا السياق، يُفضل استخدام الخرسانة المسلحة والفولاذ المقاوم للصدأ، حيث توفر هذه المواد قوة ومتانة عالية. كما يمكن استخدام تقنيات حديثة مثل الخرسانة الذاتية الدمك أو المواد المركبة لتعزيز أداء السد وتقليل تكاليف الصيانة.

خامساً: يجب أن يتضمن التصميم الهندسي خططاً واضحة للصيانة الدورية والتفتيش. هذه الخطط ضرورية لضمان استمرارية عمل السد بكفاءة ولتحديد أي مشكلات محتملة قبل أن تتفاقم. يتطلب ذلك تدريب فرق متخصصة في صيانة السدود وتجهيزها بالمعدات اللازمة لإجراء الفحوصات الدورية والإصلاحات.

سادساً: يتطلب تصميم الهيكل الهندسي للسدود توازناً دقيقاً بين المتطلبات الفنية والبيئية والاجتماعية. من خلال اتباع الشروط والمعايير المذكورة، لضمان بناء سدود آمنة وفعالة، تسهم في تحقيق التنمية المستدامة وتلبية احتياجات المجتمعات المحيطة بها.

الالتزام بهذه الشروط لا يضمن فقط سلامة السدود، بل يعزز كذلك من قدرتها على تقديم الفوائد المرجوة منها على المدى الطويل، أي إستدامة السدود

إجراءات السلامة والصيانة



تعتبر إجراءات السلامة والصيانة من الجوانب الأساسية التي يجب مراعاتها لضمان استدامة الهيكل وسلامة البيئة المحيطة. وتبدأ هذه الإجراءات بـ:

- تقييم شامل للموقع المقترح لبناء السد، حيث يجب إجراء دراسات جيولوجية وهيدرولوجية دقيقة لتحديد مدى ملائمة الموقع. هذه الدراسات تساعد في فهم طبيعة التربة، ومستوى المياه الجوفية، واحتمالية حدوث الزلازل أو الانهيارات الأرضية، مما يساهم في اتخاذ قرارات مستنيرة حول التصميم والمواد المستخدمة.
- مراعاة معايير السلامة الدولية والمحلية في مرحلة التصميم تستلزم أن يكون التصميم قادراً على تحمل أقصى مستويات الفيضانات المتوقعة، بالإضافة إلى توفير وسائل لتصرف

المياه الزائدة بشكل آمن. وتعلب التكنولوجيا هنا دوراً حيوياً في محاكاة السيناريوهات المختلفة لضمان صمود السد أمام الظروف القاسية.

- يجب أن يتضمن التصميم أنظمة مراقبة متقدمة للكشف عن أي تغييرات في الهيكل أو البيئة المحيطة، مما يسمح باتخاذ إجراءات تصحيحية فورية.
- يجب الالتزام الصارم خلال مرحلة البناء، بمعايير الجودة لضمان أن جميع المواد المستخدمة تلبى المواصفات المطلوبة. يتطلب ذلك إجراء اختبارات دورية للمواد مثل الخرسانة والصلب، بالإضافة إلى مراقبة دقيقة لعمليات البناء لضمان عدم حدوث أي تجاوزات أو أخطاء. كما يجب توفير تدريب شامل للعمال لضمان أنهم على دراية تامة بإجراءات السلامة وكيفية التعامل مع المعدات الثقيلة بشكل آمن.
- بعد الانتهاء من البناء، تأتي مرحلة الصيانة الدورية التي تعتبر جزءاً لا يتجزأ من إدارة السدود. وتتضمن الصيانة الفحص الدوري للهيكل، للكشف عن أي تشققات أو تآكل قد يؤثر على سلامة السد. كما يجب فحص أنظمة التصريف والمراقبة بانتظام لضمان أنها تعمل بكفاءة. بالإضافة إلى ذلك، يجب تحديث خطط الطوارئ بشكل دوري لضمان جاهزية الفرق المعنية للتعامل مع أي حالات طارئة قد تنشأ.

السّدود

- تعتبر المشاركة المجتمعية من العناصر المهمة في ضمان سلامة السدود. إذ يجب على الجهات المسؤولة التواصل مع المجتمعات المحلية لتوعيتهم بأهمية السدود والإجراءات المتبعة لضمان سلامتها. يمكن أن يشمل ذلك تنظيم ورش عمل أو حملات توعية لشرح كيفية التصرف في حالات الطوارئ، مما يعزز من ثقة المجتمع في البنية التحتية ويضمن تعاونهم في الحفاظ عليها.
- إجراءات السلامة والصيانة عند بناء السدود عملية متكاملة تتطلب تعاوناً بين المهندسين، والجيولوجيين، والسلطات المحلية، والمجتمع. ما يضمن الالتزام بالمعايير الصارمة والتكنولوجيا المتقدمة. فالسدود ليست هياكل قوية وفعالة فحسب، بل هي كذلك آمنة ومستدامة على المدى الطويل. والاستثمار في هذه الإجراءات لا يحمي فقط البنية التحتية، بل يساهم كذلك في حماية الأرواح والممتلكات والبيئة المحيطة، مما يعزز من التنمية المستدامة للمجتمعات.

والخلاصة أنه عند بناء السدود، يجب اتباع عدة شروط لضمان السلامة والكفاءة، منها:

١. **الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية:** يجب إجراء دراسات شاملة للتربة والجيولوجيا لفهم طبيعة الأرض وضمان استقرار السد. كما يجب تحليل البيانات الهيدرولوجية لتقدير تدفق المياه المتوقع.

٢. **التصميم الهندسي:** يجب أن يكون التصميم متوافقاً مع المعايير الهندسية العالمية، مع مراعاة القدرة على تحمل الضغوط المائية والزلازل.
٣. **التقييم البيئي:** يجب تقييم الأثر البيئي للسد على النظام البيئي المحلي، بما في ذلك الحياة البرية والنباتات والمجتمعات المحلية.
٤. **إدارة الموارد المائية:** يجب وضع خطة لإدارة الموارد المائية تضمن توزيع المياه بشكل عادل ومستدام.
٥. **البنية التحتية:** يجب توفير بنية تحتية ملائمة لدعم بناء السد، مثل الطرق والمرافق اللازمة لنقل المواد والعمال.
٦. **المراقبة والصيانة:** يجب وضع نظام لمراقبة السد بشكل دوري لضمان سلامته، مع خطة صيانة دورية لإصلاح أي أضرار محتملة.
٧. **التخطيط للطوارئ:** يجب وضع خطط طوارئ للتعامل مع أي حوادث غير متوقعة، مثل الفيضانات أو الانهيارات.

الدراسات القبلية

وتشمل الدراسات الهندسية التي يجب إجراؤها قبل الشروع في البناء:

- **الدراسات الجيولوجية** التي تشمل دراسات لطبقات المنطقة، دراسات لطبيعة المنطقة التكتونية ونشاطها الزلزلي.

- **دراسات هيدرولوجية المنطقة:** من حيث كمية الأمطار الساقطة والمياه السطحية. أي القيام بجمع كافة الهطولات المطرية في عدة مواقع تابعة للمنطقة المدروسة، وللعديد من السنوات السابقة، بغية تحليلها إحصائياً لمعرفة أمور عديدة مثلاً حجم الجريان السطحي فوق الحوض الصباب تدفق وادي معين.... الخ

- **دراسات طبوغرافية:** وذلك لتمثيل كل التفاصيل والظواهر الطبيعية أو الاصطناعية لمنطقة السد الموجودة على سطح الأرض وهذا بأشكال ورسومات مميزة.. تهدف الدراسة الطبوغرافية إلى استغلال إمكانات مظهر السطح في كل التحليلات والاستنتاجات المتعلقة بالسد.

- **دراسات جيوتكتونية:** ويتم من خلالها قياس نفاذية التربة، قياس خواص الصخور. وحساب سعة السد التخزينية، وحساب قوة تحمل السد للمياه. ومراعاة تصميمها الهندسي ومواصفات مواد البناء.

وتشمل القوى المختلفة المؤثرة على منشآت السدود الوزن الذاتي للمنشآت. وضغط الماء الهيدروستاتيكي، ضغط الأمواج الريحي، ضغط الرواسب النهرية المتوضعة أمام السد... الخ

إن تقليل الأثر البيئي للسدود لا يفيد الطبيعة فحسب. بل قد تشهد المجتمعات المجاورة تحسناً في نوعية حياتها. ذلك بجانب:

- **حماية التنوع البيولوجي:** إذ يمكن للتدابير المناسبة أن تضمن بقاء الأنواع المهددة بالانقراض.
- **جودة المياه:** حيث تؤدي الإدارة الفعالة إلى تقليل التلوث والحفاظ على العناصر الغذائية الأساسية.
- **القدرة على التكيف مع تغير المناخ:** ذلك أن الاستراتيجيات المستدامة تمكن النظم البيئية من الصمود بشكل أفضل في وجه الظروف القاسية.

أفضل السدود في العالم



أفضل السدود في العالم

(١) سد سينكروود Syncrude Tailings Dam:

يعتبر هذا السد أكبر بناء في العالم لعام ٢٠٠١، ويقع على بعد ٤٠ كم شمال فورت ماكموري، ألبرتا، كندا، وشيد السد على بقايا بحيرة اصطناعية المملكة لسينكروود كندا المحدودة لاستخراج النفط من الرمال، يبلغ ارتفاعه حوالي ٨٨م بمساحة ١٨٠٢ كم ويعتبر السد في المرتبة الثالثة في العالم من حيث مواد البناء بعد سد تاربيلا.

(٢) سد تاربيلا (باكستان- Tarbela Dam Pakistan)

يتربع سد تاربيلا على المرتبة الثانية كأكبر سد من حيث الحجم، ويقع على نهر اندوس في باكستان، يبلغ ارتفاع السد حوالي ١٤٨م فوق مجرى النهر، بمساحة ٢٥٠ كم مربع. تم الانتهاء من بنائه في ١٩٧٤، وأقيم السد لتخزين مياه نهر اندوس لاستخدامها في الري ومنع الفيضانات وتزويد الطاقة الكهربائية.

(٣) بقايا سد سينكروود ميلدريد - كندا Syncrude Tailings Dam Mildred – Canada

ويقع السد في الجنوب الشرقي من منطقة بحيرة ميلدريد

الذي تم بنائه عام ١٩٩٣، بغرض تخزين المياه وصد الرمال الخشنة ومخلفات المياه، يبلغ حجم السد ١٤٥ م^٣ وبطول ١٦,٥ كم

(٤) سد بيك الحصين - الولايات المتحدة Fort Peck Dam – United States

تم بناء السد عام ١٩٣٣ واستمر حتى ١٩٤٠، هو أعلى ٦ سدود على نهر ميسوري، الولايات المتحدة، بالقرب من فروت بيك، وقد اوجد السد أكبر خامس بحيرة اصطناعية في الولايات المتحدة لتوليد الطاقة المائية والسيطرة على الفيضانات وإدارة نوعية المياه.

(٥) سد نورك - طاجكستان Nurek Dam

يقع اليد على نهر فخش في طاجكستان، ويبلغ ارتفاعه ٣٠٠ م لذا فهو يعتبر أطول سد في العالم، بدأ بنائه في ١٩٦١ حتى ١٩٨٠ قبل الانفصال عن الاتحاد السوفيتي، يوجد بالقرب من السد ٩ محطات لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة ٣٠٠٠ ميغا وات.

(٦) سد اوهاي - الولايات المتحدة Oahe Dam – United States

هو سد كبير على طول نهر ميسوري، شمال داكوتا الجنوبية، أوجد السد رابع أكبر بحيرة اصطناعية في الولايات المتحدة، بدأ البناء عام ١٩٤٨ حتى ١٩٥٩، وكانت تكلفة المشروع ٣٤٠٠٠٠٠٠٠ دولار.

(٧) سد جاردنر - كندا - Gardiner Dam :

يقع على نهر ساسكاتشوان، وهو ثالث أكبر سد في كندا، بدأ البناء عام ١٩٥٩ حتى اكتمل عام ١٩٧٦ ، على جانبي السد اقيمت حديقة ومطعم اذ تعتبر مكان سياحي يأتي السياح لزيارته بصحبة المرشدين السياحيين، وهناك عدة محطات لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة ١٨٦ ميجا وات

(٨) سد مانجلا Mangla Dam :

يعتبر سد مانجلا سد متعدد الاغراض ويقع على نهر جيلوم في آزاد كشمير وباكستان، تولى تشييده ٨ شركات أمريكية، اقيم السد لتخزين المياه ومعالجة مشكلة نقص المياه والتغيرات الموسمية التي تأثر على الزراعة والري في باكستان، وقد شيد السد ١٩٦١ وتم الانتهاء منه ١٩٦٧، و اقيمت بجوار السد محطة لتوليد الكهرباء.

(٩) سد اوروفيل - الولايات المتحدة: Oroville Dam - United States

يقع السد على نهر فيزر شرق اوروفيل في الولايات المتحدة، وهو أطول سد في الولايات المتحدة، وبحيرة اوروفيل هي ثاني أكبر بحيرة اصطناعية في كاليفورنيا فهي قادرة على تخزين أكثر من ٣,٥ مليون قدم من المياه، تم بناء السد عام ١٩٦١ واكتمل عام ١٩٦٨، وبدأ السد حينها توليد الكهرباء بأكبر محطة طاقة تحت الأرض في البلاد^(١).

(١) نادية راضي - المرسال - ٢٠ أبريل ٢٠١٤

ما بين الفائدة والاعتبارات البيئية

إن كانت المسؤولية تعني تحمل النتائج والعواقب عن شيء ما أو شخص ما، فإن مسؤولية الحفاظ على الكون تعني كيفية التنظيم والاستقرار البيئي، وذلك لكي تستطيع الأنواع الموجودة في داخله بالتعايش مع الأنواع الأخرى، وبالتعايش مع بيئتها. فالنظام البيئي المتوازن يساعد على وجود المواد والطاقة بكميات مناسبة، قادرة على تغطية جميع احتياجات الكائنات داخل هذا النظام. إذ إنّ التوازن البيئي في أي نظام بيئي يكون نتيجة اعتماد كل عنصر داخل هذا النظام على بعضه البعض.

فالسدود هي من حاجات البشر لتحقيق الرفاه الاقتصادي، لكن وبالرغم من الفوائد الاقتصادية والاجتماعية التي تقدمها السدود، إلا أن لها آثاراً بيئية كبيرة، قد تُحصى في بعض الأماكن، ويصعب حصرها في مواطن أخرى. وهذا من المتفق عليه، حيث تُحدث السدود آثاراً تشمل تغيير النظم البيئية المحلية، وتهجير المجتمعات المحلية، وفقدان التنوع البيولوجي. وكذا تأثيراتها على الحياة في المياه، إذ يمكن أن تؤدي إلى تراكم الرواسب، وتقليل جودة المياه، مما يؤثر على الحياة المائية. لذا، فإن بناء السدود يتطلب توازناً دقيقاً بين الفوائد الاقتصادية والاعتبارات البيئية لضمان التنمية المستدامة.

دائماً نردّد أن العلاقة بين الإنسان والطبيعة من أكثر العلاقات تعقيداً وأهمية في حياتنا اليومية. فبينما يعتمد الإنسان على الموارد الطبيعية لتلبية احتياجاته، فإنه يتحمل مسؤولية الحفاظ على هذه الموارد للأجيال القادمة من خلال السعي لتحقيق التوازن بين التطور الاقتصادي والحفاظ على البيئة. فالتقدم التكنولوجي لا يجب أن يأتي على حساب الطبيعة.

فكيف ذلك؟

السدود من البنى التحتية الحيوية التي تلعب دوراً محورياً في توفير المياه والطاقة. ومع تزايد الحاجة إلى الموارد المائية والطاقة المتجددة، شهد العالم بناء سدود ضخمة ذات فوائد إقتصادية واجتماعية جمّة، أثارت الكثير من الجدل والنقاش، على أثر فرضها تحديات بيئية كبيرة تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على التنوع البيولوجي في المناطق المحيطة بها. بل على البشر المقيمين قرب السدود.

تغيير النظام البيئي المائي هو أحد التأثيرات الرئيسية للسدود الكبرى. إذ عندما يتم بناء سد، يتغير تدفق المياه الطبيعي، مما يؤدي إلى غمر مساحات واسعة من الأراضي وتحويلها إلى بحيرات صناعية. هذا التغيير في البيئة المائية يؤثر على الأنواع النباتية والحيوانية التي تعتمد على النظام البيئي الأصلي. على سبيل المثال، قد تواجه الأسماك التي تعتمد على تيارات المياه السريعة صعوبة في التكيف مع المياه الراكدة في البحيرات الجديدة، مما يؤدي إلى انخفاض أعدادها.

أو حتى انقراضها في بعض الحالات. ذلك بجانب تأثير التدفق المائي في تدمير مواطن الأنواع المائية الأخرى مثل البرمائيات واللافقاريات.

بعض الأراضي التي تُغمر بالمياه نتيجة لبناء السدود كانت في السابق موطناً للعديد من الأنواع النباتية والحيوانية، ما يعد تأثيراً سالباً على التنوع البيولوجي البري. ويؤدي فقدان هذه المواطن إلى تراجع أعداد الأنواع التي تعتمد عليها، وقد يضطر البعض منها إلى الهجرة إلى مناطق جديدة، مما يخلق ضغطاً على النظم البيئية المجاورة. هذا الضغط يمكن أن يؤدي إلى تنافس غير متكافئ بين الأنواع المحلية والأنواع المهاجرة، مما يهدد التوازن البيئي في تلك المناطق.

كما تؤدي السدود إلى تغيرات في المناخ المحلي، مما يؤثر على التنوع البيولوجي. إذ يمكن أن تؤدي البحيرات الكبيرة التي تتكون خلف السدود إلى زيادة الرطوبة في المنطقة المحيطة، مما يغير مناخ المنطقة ويؤثر على الأنواع التي تعيش هناك. بعض الأنواع قد تجد صعوبة في التكيف مع هذه التغيرات المناخية، مما يؤدي إلى تراجع أعدادها أو حتى انقراضها. وكذا تأثيرات الرطوبة على المحاصيل. مثال لذلك ما ترتب على إنشاء سد مروي « إذ يعتمد مزارعو الولاية الشمالية » شمال السودان على البلح كأهم محصول لديهم، يبدأ موسم حصاده مع نهاية شهر أغسطس وأول سبتمبر من كل عام. إلا أن حالة من القلق باتت تسيطر على هؤلاء كل عام خشية فساد المحصول، وذلك بسبب استمرار هطول الأمطار، بغير ما كانت عليه في السابق، وذلك بفعل التغير المناخي الذي حدث بالمنطقة سيما بعد إنشاء سد مروي. كما

ظل البعض يشكو من زيادة الرطوبة بسبب التبخر الأمر الذي يؤدي إلى إضعاف جودة المحصول. بجانب التأثير الكبير في زيادة معدل إطلاق الغازات الدفيئة، الأمر الذي يفاقم من مشكلة التغير المناخي.

من الآثار الأخرى أن يؤدي بناء السدود إلى زيادة النشاط البشري في المناطق المحيطة بها، الأمر الذي يمكن أن يؤدي إلى تدهور المواطن الطبيعية من خلال التلوث واستنزاف الموارد الطبيعية. حيث يؤدي التلوث الناتج عن الأنشطة البشرية (زراعة.. صناعة.. تعدين) إلى تأثيرات كبيرة على جودة المياه، مما يهدد الحياة المائية، بينما يؤدي استنزاف الموارد إلى تقليل المساحات المتاحة للأنواع البرية.

عليه من الضروري أن يتم اتخاذ تدابير للحفاظ على التنوع البيولوجي عند التخطيط لبناء السدود، مثل إنشاء محميات طبيعية وتعزيز برامج إعادة التوطين للأنواع المتضررة. إذ أنه يمكننا من خلال تحقيق توازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على البيئة، ضمان مستقبل مستدام للأجيال القادمة.

ومن الحلول التي يمكن تبنيها للتخفيف من الآثار البيئية السلبية للسدود. تحسين تصميم السدود لتقليل التأثير على النظم البيئية، مثل بناء ممرات للأسماك لتسهيل حركتها عبر السدود. كما يمكن تبني تقنيات لإدارة المياه بشكل أكثر كفاءة، مما يقلل من الحاجة إلى بناء سدود جديدة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تعزيز التعاون بين الدول التي تشترك في الأنهار العابرة للحدود لضمان إدارة مستدامة للموارد المائية.

من عيوب بناء السدود

- يتسبب بناء السد في بعض المشاكل في الحياة البرية المحيطة بالسد، لأن الحيوانات تضطر إلى الهجرة من بعض المناطق التي بها السد ولا تعود مرة أخرى.
- تتسبب السدود في نمو بعض الأنواع من النباتات بكميات كبيرة دون البعض الآخر، كما قد تحتاج هذه النباتات إلى مقدار كبير من الماء، مما يساعد على فقد جزء كبير من الماء في بعض النباتات التي قد تكون بلا فائدة.
- هجرة الأسماك تتعثر بسبب وجود سد في البحر أو النهر، لهذا فهي تعيق هجرة الكائنات البحرية.
- يتم ترسيب كميات كبيرة من الطمي، هذا الأمر يؤدي إلى فقدان الكثير من العناصر النباتية، بالتالي يتم

- الضغط على استخدام الاسمدة حتى يتم تعويض هذا
الفقد الغذائي.
- تؤدي السدود إلى انتشار الأمراض والأوبئة بسبب بطء
حركة الماء في الخزانات، خاصة أنها تكون بيئة خصبة
لتكاثر البكتيريا والذباب والحشرات.
- يعمل السد في بعض الأحيان على تدمير الغابات وإفساد
بعض الأراضي الزراعية.
- عندما يحدث تفكك في المواد العضوية الموجودة في التربة،
يساعد ذلك في الاحتباس الحراري الذي يؤدي إلى تغير
المناخ.
- البحيرات التي تنتج من السدود قد تؤدي إلى مشكلة
انبعاث غاز الميثان.
- تقوم السدود بتدمير أساليب المعيشة خاصة فيما يخص
الزراعة وصيد الأسماك^(١).

(١) راندا عبد الحميد - أثر السدود في النظام البيئي - موقع مقال الإلكتروني -
١٤ يناير ٢٠٢٠.

تأثير السدود على الإنسان

أثبتت الدراسات العلمية الحديثة أن أكثر من ربع سكان العالم يعانون من بعض المشاكل الكبيرة في نقص موارد الماء بسبب كثرة بناء السدود التي انتشرت في السنوات الأخيرة.

بناء السدود يحتاج إلى الكثير من الإنفاق، لهذا فهو يمثل عبء على الناتج المحلي للدولة وبالتالي يؤثر ذلك على اقتصاد الفرد.

السدود تزيد من بعض الكوارث الطبيعية التي تؤثر على الإنسان مثل الجفاف، مثل ما حدث في شمال الصين.

السد عندما يتم بناءه فإنه يأخذ رقعة زراعية كبيرة من الأرض وبالتالي يؤثر ذلك على نقص الماء في أماكن كثيرة من الأرض.

تساعد السدود على نزوح الكثير من البشر، مثل ما حدث في الصين حيث نزع منهم حوالي ٢٣ مليون شخص في الأماكن التي تكثر بها السدود بجانب ترك ممتلكاتهم وتشريدتهم.

الخاتمة



الخاتمة

أدرك الإنسان بفطرته وغريزته أن أهمية الماء تبلغ حدّ مساواته بالحياة، وأن غيابه يعني الموت المحتم لكل أشكال الحياة، فاهتم بمصادر المياه من الينابيع والأنهار والبحار، ثم سعى لحبسها ليحظى بحاجته منها. فاقام السدود الصغيرة والكبيرة، وطوّر من استخداماته للمياه، رغم أنه يقع كثيراً تحت التأثير السالب لهذه التدخلات. أينما وجد التغيير وجد جدل الوظيفة والأثر.

ولعل من أكثر الموضوعات المثيرة للجدل على كافة الأصعدة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، وربما السياسية، هو بناء السدود. فالتنمية الزراعية تتطلب إعادة تخطيط وبناء المشروعات الإروائية، وبخاصة السدود والخزانات. بيد أن ما يترتب عليها من آثار بيئية سلبية في كثير من الأحيان، ومن آثار اجتماعية يتطلب إتخاذ الإجراءات الضامنة لاستدامة المشروعات، وفي ذات الوقت التقليل، أو التخفيف من الآثار السالبة.

الحياة مليئة بالتغيرات التي قد تكون كبيرة أو صغيرة، متوقعة أو مفاجئة، مرغوب فيها أو مرفوضة. وقد يأتي الرفض من دوافع التمسك بالمألوف، أو الخوف من المجهول. فعلى سبيل المثال يتسبب

بناء السدود في تهجير السكان إلى مناطق أخرى. وكذا يفعل إنهيار السدود. فالتغيير الأول غير مفاجئ، لكنه يتطلب دراسة إجتماعية متأنية، تشمل حتى التأثير بالتغيرات البيئية. ويفضل البعض مشاركة المتأثرين فيها. ويحدث التغيير الثاني بشكل مفاجئ، مما يتطلب إجراءات مغايرة. وقد يحدث البعض عن إجراءات احترازية ودراسات عميقة، والتزام صارم في كل مراحل المشروع.

وقد أحدث بناء السدود بأنواعها، وعلى مر العصور شيئاً من موجات الإضطراب نتيجة لاضطرار الانسان للتفاعل المعقد مع مستحدثات الأمور.

وفي حال لم يكن تشييد السد بناء على قرار سياسي ملزم، يكون من شأن ضمان استدامة العطاء الوصول إلى خطط سليمة مبنية على الدراسات المعمقة، والتوسل الى المتأثرين للمشاركة فيها، والإلتزام بالخطط والإجراءات الضامنة لسلامة المنشأة والبيئة حولها.

وبعد..

هذا الكتيب - بالطبع، لم يقل عن السدود إلا القليل القليل، فهي شأن أكثر تعقيداً وأعمق من أن يسبر غوره كتيب بهذا الحجم. بيد أننا نأمل أن يكون قد أشار إلى مواطن تحتاج المزيد من التقصي والدراسة. وهذا هو شأن هذه السلسلة «سلسلة المعرفة البيئية»، التي أطلقت العام

الماضي (٢٠٢٤) لرفد المكتبة بكتيبات خفيفة جاذبة يمكن قراءتها في فترة وجيزة، كما عبّر الربّان البروفيسور محمد أحمد الفهد. ولتساهم مع سلسلة (عالم البيئة) التي أطلقت في العام (٢٠٠٣) تحت شعار كتابة المتخصصين لغير المتخصصين. وربما سلاسل جديدة تغطي حاجة الأجيال العربية للمعرفة البيئية.

وما التوفيق إلا من عند الله

السيرة الذاتية للمؤلف

محمد أحمد حسن الفيلابي



- كاتب بيئي مولود في السودان عام ١٩٦٠
- الأمين العام لمنظمة بيئي - مكتب كمبالا - أوغندا
- مارس الكتابة الصحفية وأشرف على تحرير الصفحات البيئية المتخصصة بالعديد من الصحف السودانية.
- ويكتب منذ أكتوبر ٢٠١٤ زاوية راتبة (إيكولوجيا) بصحيفة العربي الجديد اللندنية.
- كتب الدراما الاذاعية، ومسرح وأغنيات الأطفال التعليمية، مبتدعاً منهجاً للتواصل البيئي بمدارس الأساس.
- نُشرت له العديد من الكتب والكتيبات في مجالات مختلفة. ومن الكتيبات:
 - ديل نحن ... إبداعات الأطفال في خدمة قضايا البيئة والمجتمع (٢٠٠٧) حول تجربة العمل مع الأطفال.

- منح النيل - منشورات برنامج المنح الصغيرة.. مبادرة حوض النيل. (٢٠٠٨).
- باكر يبقى...من حق الطفل يغني من حقو يلاقي العرفة (٢٠٠٨) كراسة شعرية للأطفال.
- هي دي الحياة (٢٠١٥) كراسة شعرية - رسائل للشباب.
- حديقة الأفكار (٢٠٢٤) - سلسلة تعالوا نعرف ونعرف ببيئتنا.
- غابت غابة جدي (٢٠٢٥) - سلسلة تعالوا نعرف ونعرف ببيئتنا.
- العدالة البيئية - عندما يكون الأقل تأثيراً أكثر تأثراً - سلسلة المعرفة البيئية - مؤسسة زايد الدولية للبيئة (٢٠٢٥).
- النحل... الجندي البيئي المجهول - سلسلة المعرفة البيئية - مؤسسة زايد الدولية للبيئة (٢٠٢٥).

سلسلة المعرفة البيئية

هي سلسلة كتيبات علمية ثقافية شهرية تصدر عن مؤسسة زايد الدولية للبيئة - دبي - دولة الإمارات العربية المتحدة.

- **طبيعة السلسلة:** رسالة ومعلومات بيئية مُختصرة لغير المتخصصين
- **الأهداف :** تهدف هذه السلسلة إلى توفير المعلومات العلمية حول قضايا البيئة التي تهم المجتمع بأسلوب بسيط ومختصر يساهم في نشر الثقافة البيئية ويساعد في إتخاذ القرارات التي تتسق مع أسس التنمية المستدامة.
- **الفئات المستهدفة:** تستهدف السلسلة الطالب وربة المنزل والإعلامي والمعلم والموظف والتاجر والحرفي لمساعدتهم على تبني ممارسات يومية تنعكس إيجاباً على البيئة.

إدارة السلسلة:

رئيس التحرير / المدير العام

الأستاذ الدكتور / محمد أحمد بن فهد

رئيس اللجنة العليا لمؤسسة زايد الدولية للبيئة

مدير التحرير

الدكتور / حمدان خليفة الشاعر

نائب رئيس اللجنة العليا لمؤسسة زايد الدولية للبيئة

المحرر

د. عيسى محمد عبد اللطيف

كبير المستشارين بمؤسسة زايد الدولية للبيئة

مدقق: سلمى مستعد، مساعد تنفيذي بمؤسسة زايد الدولية للبيئة

قواعد النشر:

ترحب سلسلة المعرفة البيئية بمُقترحات التأليف باللغة العربية أو الإنجليزية وفقا للشروط التالية:

١. تكون الأولوية للقضايا اللصيقة بحياتنا اليومية والأفكار الجديدة القابلة للتطبيق.
٢. أن يكون الحجم فى حدود ٧٠ - ١٠٠ صفحة من القطع المتوسط
٣. ألا يكون قد تم نشر الكتيب كاملا أو فى أجزاء من قبل.
٤. ألا يكون هناك نَسْخ لنصوص من كتاب أو بحث آخر بإستثناء ما يشار إليه كإقتباس مع تسجيل كل المراجع التى استخدمت فى التأليف.
٥. الهيئة الإستشارية غير ملزمة بقبول كل الإقتراحات التى تقدم لها.
٦. يكون نشر الكتيب المعين حسب الأولويات التى تحددها هيئة التحرير.
٧. لا تُرد المسودات فى حالة الإعتذار عن نشرها.
٨. أن ترسل أولا مذكرة بالفكرة العامة للكتيب وموضوعاته وأهميته على الإستمارة المرفقة لإقتراح كتيب للنشر مصحوبة بالسيرة الذاتية للمؤلف.
٩. تقوم هيئة التحرير بمراجعة المادة للتأكد من إستيفائها لشروط

النشر. ثم يرسل الكتيب لمتخصص في المجال للمراجعة والتحكيم والتدقيق اللغوي وتحديد مدى صلاحيتها للنشر.

١٠. يستحق المؤلف مبلغ ٨,٠٠٠ درهم إماراتي بعد استلام التقارير

وانجاز أي تعديلات مطلوبة وإصدار الكتيب ويستحق المحكم مبلغ ٢٠٠٠ درهم بعد استلام التقرير وكل الملاحظات.

١١. مؤسسة زايد الدولية للبيئة غير مسؤولة عن محتويات الكتيب والفكرة المنشورة تعبر عن رأي الكاتب.

١٢. لا يحق للمؤلف إعادة الطبع إلا بموافقة مكتوبة من مؤسسة زايد الدولية للبيئة التي تحتفظ بحقوق النشر.

١٣. يحق للمؤسسة توزيع الكتيبات مجاناً أو مقابل سعر رمزي، كما يحق لها ترجمة الكتيب إلى لغات أخرى لمخاطبة الناطقين بغير العربية.

١٤. أن يقوم المؤلف أو المترجم بتعبئة وتوقيع إستمارة المشاركة المرفقة أدناه.

مجالات الكتابة في السلسلة:

كل المجالات التي تتعلق بالبيئة والتنمية المستدامة.

إستمارة إقتراح كتاب للنشر

تهدى مؤسسة زايد الدولية للبيئة تحياتها لكل العلماء والخبراء والباحثين العرب في مجالات البيئة والتنمية المختلفة وتدعوهم للمشاركة في هذه السلسلة بالتأليف والترجمة باللغة العربية أو الإنجليزية مساهمة منهم في توجيه التنمية نحو الإستدامة وحفظ حقوق الأجيال القادمة في بيئة سليمة معافاة.

ولمن يرغب في المشاركة الرجاء الاطلاع على قواعد النشر أعلاه
وتعبئة القسيمة أدناه وإرسالها بالبريد الإلكتروني إلى:

هيئة تحرير سلسلة المعرفة البيئية

مؤسسة زايد الدولية للبيئة

ص.ب. ٢٨٣٩٩ - دبي - الإمارات العربية المتحدة

هاتف: ٣٣٢٦٦٦٦ ٠٤ (+٩٧١)

البريد الإلكتروني: ea@zayedprize.org.ae

الإسم:

الدرجة العلمية:

الوظيفة:

العنوان:

الهاتف:

الفاكس:

البريد الإلكتروني:

عنوان الكتاب:

نبذة مختصرة عن أهمية الكتاب ومحتواه:

.....

.....

.....

.....

إقرار:

أقر أنا الموقع أدناه بأنني قد اطلعت على قواعد النشر في سلسلة المعرفة البيئية وأوافق على حفظ حقوق النشر وإعادة الطبع لمؤسسة زايد الدولية للبيئة حسب الشروط الموضحة في آخر كل كتاب من السلسلة.

التوقيع:

التاريخ:

- الرجاء التكرم بإرفاق السيرة الذاتية للمؤلف وقائمة المحتويات
(أبواب وفصول)

