تقرير عن السدود و أنواعها

اعداد المهندس / ئارام قادر محمود

المقدمة

تعتبر السدود من أعظم و أظخم المنشأت المدنية التي يبنيها الانسان على الأطلاق , غيرت هذه السدود معالم الحظارة البشرية و تعتبر السدود من الأنشاءات الهندسية القديمة جدا حيث أنشأ أول سد في العالم في مصر القديمة من حوالي(٤٠٠٠) عام قبل الميلاد و يكثر حاليا انشاء السدود بأنواعها المخلفة بجميع الدول ألعالم , بل أبتكروا العديد من النماذج المختلفة من للسدود الكفيلة بمقاومة المياه العنيفة.

تعريف السدود

السدود هي العبارة عن انشاءات هيدروليكية تسد أو تحتجز مجري الماء في النهر, مكونة في النهر حوضا من الماء المحتجز و تتعد السدود من أكبر المنشأت المائية التي ينفذها الانسان على ألأنهار الدائمة ألجريان أو الوديان ألموسمية من أجل تخزين مياهها وتنظيم جريانها ودرء أخطار الفيضانات و مواسم الجفاف ,واستخدام الماء في توليد الطاقة الكهربائية النظيفة, وتعويض نقص من مياه الشرب للاستخدامات المنزلية والصناعية والسياحية و الزراعة المروية , وتنظيم الملاحة النهرية و المحافظة على البيئة .

تنفذ السدود بارتفاع قليل نسبيا على الشواطئ البحرية من أجل درء مخاطر الد و الجزر ,كما تنفذ على أنهار الكبيرة من أجل درء خطر الفيضانات وحماية الأراضي ألمأهولة المنخفضة المحيطة بها و يطلق عليها أسم سدود الحماية.

يتألف السد اساسا من جسم السد(Dam Wall) والمفرغ السفلى (Bottom Outlet)والمأخذ المائي (Water Intake) والمفيض (Spill Way) ,وينفذ جسم السد عادة في أضيق خانق توفره الطبيعة على مجري الوادي ,من أجل تقليص حجم أعمال السد وكلفتها الى أدنى حد ممكن,

شريطة أن يتسع مجري الوادي قبل الموقع السد لتشكيل الخذان الماء المناسب.من المفروض أن يوفر هذا المجري موردا مائيا كافيا يسوغ اقامةالسد ,كما يمكن في بعض حالات الخاصة جلب المياه الى الخزان من مصدر مائي قريب بلضخ اذا كان مجديا فنيا و اقتصاديا , يجب أن يتوافر في موقع السد الشروط الجيولوجية كفيلة بتحمل الاجهادات التي ستطبق علية اضافة الى توافر الشروط الهيدروليكية المناسبة لضمان كتامة أساسات السد و بحيرة التخزين لتقليص النوافذ المائية فيها الى الحد المقبول اقتصاديا,اما المأخذ المائي و المفرغ

السفلي فهما منشأت أنبوبية تنفذ تحت جسم السد أو على أحد كتفيه من اجل اسالة المياه من بحيرة السد الى المنطقة الواقعة خلف الجسم بأمان , يتم ذلك بتجهيزها بالبوابات المناسبة للتحكم بكميه المياه اللازمة للغرض المخصص لها و يمكن دمج هاتين المنشأتين في منشأة واحدة في بعض الحالات , و خاصة في السدود الصغيرة و المتوسطة , و أما المفيض فهو منشأة تعمل على صمام الأمان , فتخلص بحيرة السد من المياه التي تفيض عن حجم تخزينها الأعظمي المعتمد,ولا سيما مياه الفيضان و ذلك باسالتها بأمان الى المنطقة الواقعة خلف السد أو الى وادي مجاور ,

مواد البناءالمستخدمة في اقامة السدود تتألف عادة من الخرسانة , الخرسانة المسلحة , الأخشاب , الأحجار و متخلف أنواع التربة.

أنواع السدود

أ-تنقسم السدود وفق الغرض المرجو منها الى

١- سدود تخزينية التخزين السطحي

وهي تقام في المناطق الجبلية لتعترض مجاري الأودية و تحتجز المياه ثم تفريقها في خزانات مجهزة لتوزيعها على التجمعات السكانية التي يصعب الوصول اليها عن طريق وصول خطوط الأنابيب .

٢-سدود الحماية و منها سدود تقوم بدرء الفيضانات

تعمل على حماية الحياة المدنية من مخاطر الفيضانات والأنواع المناخية الأستثنائية بالاضافة الى تعزيز الموارد المائية للمدينة.

٣-سدود ترشيحية لتغذية المياه الجوفية

تقام على مجاري الأودية الرئيسية لحجز مياه الأمطار للاستفادة منها في تغذية الخزان الجوفي والحد من تداخل مياه البحر و خزانات التغذية الجوفية.

ب-تنقسم السدود على حسب نظرية عملها و المواد المستخدمة في انشاؤها الى التالي :

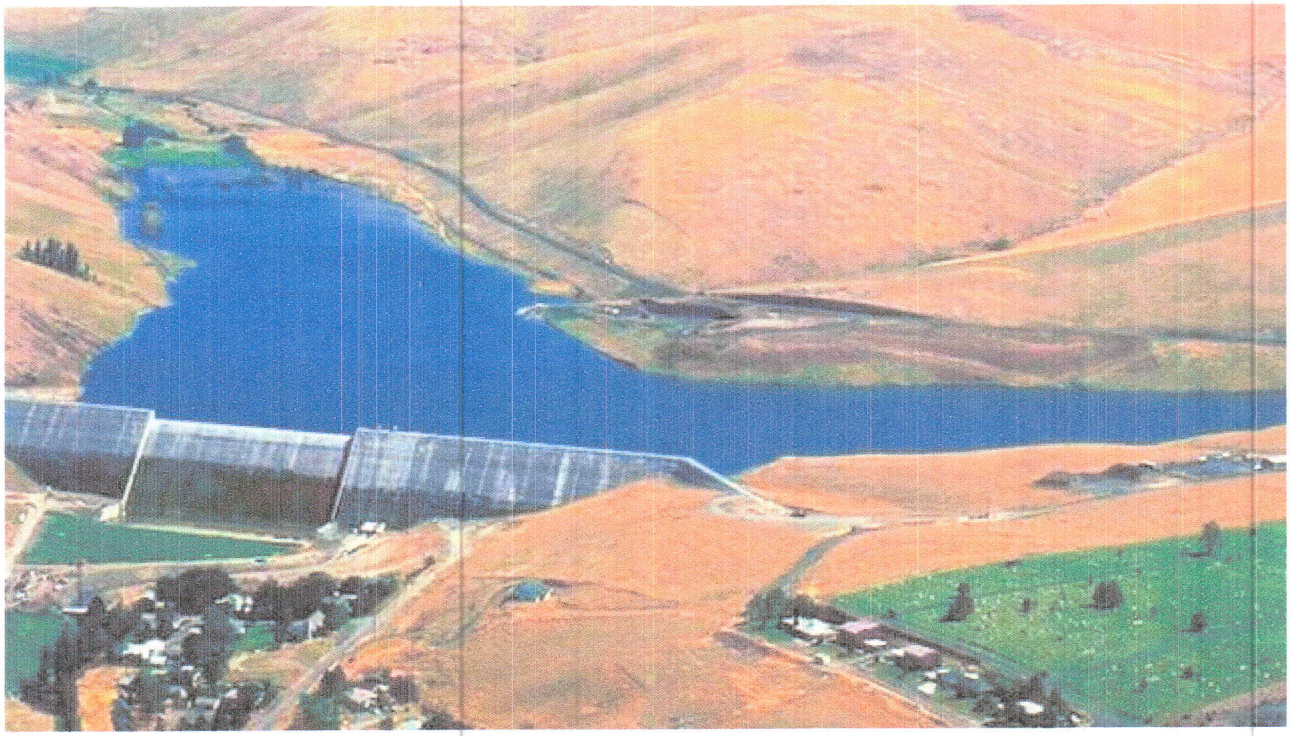
١-السد التثاقلي (Gravity Dam)

ويعتمد في ثباته على وزنه و يبنى من الخرسانة العادية و عادة ما يكون في المسقط الأفقي على شكل خط مستقيم وأحيانا يسمح فيه با نحناء بسيط من ناحية الأمام.

السد الثقلي هوعبارة عن حائط سميك من الخرسانة أومن الأحجار,

يبنى بعرض المجرى بهدف التحكم في الفيضان ورفع منسوب المياه أمام السد يستخدم هذا النوع من السدود في أغراض الري و توليد الطاق الكهربائية.

يعتمد هذا النوع من السدود في ثباته على وزنه وعلى تماسكه على طبقة الأساس , عند تخطيط السد الثقلي يراعى أن يكون شكله في المسقط الأفقي على صورة خط مستقيم و يسمح في حالات الضرورة بوجود ا نحناء خفيف عل أن يكون ألانبعاج من ناحية ألأمام. الوجه ألأمامي في السد(Up Stream Face) عادة ما يكون رأسي ولو أنه في بعض الأحيان يسمح باعطاء الوجه ألأمامي للسد ميل خفيف مع الرأسي .



ألوجه الخلفي للسد (Down Stream Face) عادة ما يعطى ميل ثابت من قمة السد حتى قاعدته و عرض مقطع السد عند القمة يتراوح بين (0-1) للسدود المنخفضة الى القيمة التي تحددها متطلبات الطريق الذي سينشأ فوقه أومتتطلبات تشغيل البوابات في حالة السدودالعالية عادة ما يؤخذ عرض الطريق عندة القمة حوالي (6m) الا اذا طلب غير ذلك .

عرض مقطع السد عند القاعدة يحدد تبعا لقيم الاجهادات المسموح لها ,كذلك تبعا لحسابات الاتزان لمقطع السد.

لتحديد شكل مقطع السد من الناحية الخلفية , يؤخذ عرض الطريق عند القمة ثم بعد ذلك يرسم الخط المحدد لوجه الخلفي رأسيا ليتصل مع ميل الوجه الخلفي أما على شكل قوس من دائرة أو ليتقاطع مباشرة مع هذا الميل مع تزويد هذا الجزء بمجموعة من العقود وذلك لزيادة الناحية الجمالية للسد ميل الوجه الخلفي للسد يتراوح (7-8) على ألأفق الى (15) الرأسي أي من (0.8_0.7).

يجب أن يكون منسوب الطريق من أعلى يرتفع عن أعلى منسوب متوقع لسطح المياه أمام السد بقيمة تعتمد على الارتفاع المتوقع للأمواج المتكونة في الخزان أمام السد و في حالة انشاء مفيض في جسم السد فيجب أن يكون المقطع على طول الجزء من السد الذي به المفيض مشابه من ناحية التخطيط للجزء المصمط . كما يجب بقدر الامكان أن تكون الميول الأمامية والخلفية للجزئين المتساوية .

يجب اختيار موقع انشاء السد الثقلي في مكان يتميز قطاعه الجيولوجي بوجود طبقات تأسيس صخرية قوية يجب حقن طبقة ألأساس الصخري بالأسمنت من خلال أبار حقن و ذلك لملأ الشقوق الموجودة فيها وباتالي تقليل التسرب الذي يحدث خلالها لتقليل قوى الدفع المائي المؤثرة على قاعدة السد, عادة ما تزود القاعدة بستارة من الأسمنت محقون من الناحية الأمامية ,كما تزود أيظا بصف من أبار الصرف الرأسية لتخرج من خلالها المياه المتسربة الى نفق عرظي موجود في جسم السد و منه الى خلف السد بواسطة مواسير تصريف , لتقليل قوى الرفع المائية على المقاطع الأفقيه خلال جسم السد و الناتجة عن تسرب المياه المتسربة ال الانفاق العرظية الموجودة في جسم السد.

طريق انشاء السدود الثقلية

هناك طريقتين لانشاء سد ثقلي وهي تحويل مجري النهر باكامل اما بواسطة مجري مفتوح او بانشاء نفق محفور و ذلك بعيدا عن موقع انشاء السد تحاط منطقة الانشاء من الأمام ومن الخلف بسدين مؤقتين (Two Factor Dam), هذه الطريقة تستخدم عادة اذا كانت الظروف الجيولوجية و الطوبوغرافية في المنطقة تسمح باتمام ذلك ,يفظل استخدام نفق في حالة ما اذا كان هذا النفق سوف يستخدم بطريقة نافعة بعد اتمام انشاء السد .

ينشأ السد الى مرحلتين , لاتمام المرحلة الأولى يحاط جزء من النهر بسد مؤقت حيث يتم داخله انشاء الجزء الأول من السد بعد ذلك يحاط الجزء الثاني بدوره بسد مؤقت لاتمام

انشاء السد بداخله , حيث يسمح للجريان الماء في مجرى بالمرور أما خلال المخارج الموجودة في جزء الذي يتم انشاؤه أولا ,أو من على هذا الجزء من السد باكامل أي أن هذا الجزء يعمل كهدار .

تعتبر معظم السدود الجاذبية التثاقلية كسد غراند غولي في العاصمة واشنطن في الولاية المتحدةالأمريكية من أنماط المكلفة جدا في الانشاء بسب حاجتها لكميات هائلة من المواد للبناء كالأسمنت .

و تعتمد هذه السدود في قوتها على وزن الأسمنت المقاوم للضغط الجانبي للماء (Side pressure) و الهزات الأرضية (Earth Quake) و قوة الجاذبية الأرضية(Gravity).

٢-السد ذو الدعامات (Buttress Dam)

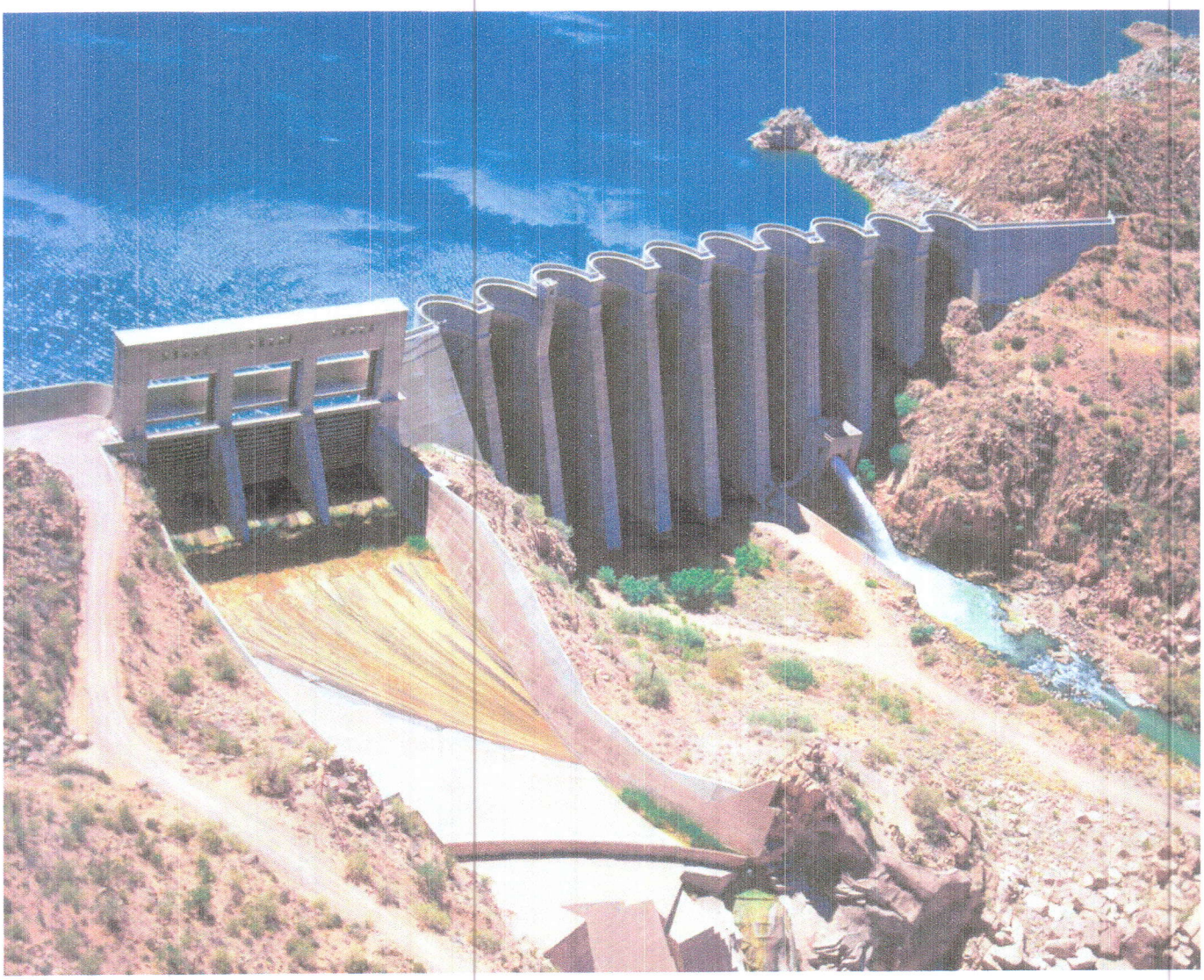
وهو عبارة عن بلاطة من الخرسانة المسلحة معرضة لضغط المياه أمامها ,حيث تقوم بنقله الى دعامات موزعة على طول السد و يعتمد على دعائم ,ويتكون من غطاء (Sloping cover), يكون أما بلاطه مسطحة (Flat Slab) أوعلى شكل مجموعة عقود (Multiple Arch) يتلقى هذا الغطاء القوى المختلفة المؤثرة عليه ليقوم بنقلها الى مجموعة الدعامات (Buttress) عمودية عليه لتقوم بدورها بنقل هذه الأحمال الى الأساس.اسخدام مجموعة من العقود يسمح بزيادة المسافة بين الدعامات مما يقل عددها.

يحتاج السد ذو الدعامات عادة من ثلث الى نصف كميات الخرسانة التي يحتاجها سد ثقلي لنفس ارتفاعه , لكن هذا لا يوجب دائما أن تكون تكاليف انشاء سد ذو الدعامات أقل من تكاليف انشاء سد ثقلي حيث أنه يحتاج في تنفيذه الى مجهود أكبر وأيضا نتيجة التكاليف التسليح المستخدم هنا النقطة اخرى يجب أخذها في الاعتبار و هي أنه نتيجة لنقصان وزن السد في هذه الحالة فانما الجهود العمودية الناشئة على القاعدة تكون

قيمتها صغيرة , لذلك يفضل استخدام هذا النوع من السدود عندما تكون طبقة الأساس ضعيفة ولا تتحمل الجهود الناشئة عن سد ثقلي.

اذا كانت التربة التي سيقام عليها السد مسامية ,يفضل استخدامه طبقة قدمة أمامية(Cut off wall) تحتها ستارة محقونة (Grout cur tams) و ذلك لتقليل من قوى الرفع المائي المؤثرة على السد .بعد تشغيل السد من الممكن في وقت لاحق زيادة ارتفاع الدعامات و كذلك مد البلاطة الى أعلى عل ذلك يمكن استخدام هذا النوع من السدود اذا كان من المتوقع مستقبلا زيادة حجم التخزين أمام السد و من ثم زيادة ارتفاعه , وقد تكون هذه السدود منبسطة قليلا أو مقوسة , لكن هنالك دائما أساسيات تصميمه تميزها عن غيرها و هي سلسلة الركائز الدعامات تستخدم لنقل القوى المؤثرة على الجدار الى منطقة أخرى أكثر قوة و تحمل كالأرض أو الأساسات حيث تقوم هذه الركائز الانشائية بتقوية و دعم لبناء السد من الجهة الخارجية في اتجاه مجري النهر ,ومن أهم أمثلة على السدود المدعمة بركائز أسمنتية هو سد بارت ليت (Bart let dam) في الولاية أريزونا الأمريية .

بحسب التصميم الهندسي لهذه الأنماط من السدود , تقوم المياه بتوليد قوى ضغط كبيرة نا تجة عن وزنها با تجاه جدار السد مسببة دفعه و انقلابه بينما تقوم الركائز في الجهة المقابلة برد فعل معاكس تماما في محاولة لتثبيت البناء في مكانه, بينما يكون وزن الركائز مطبقا بالكامل الى الأرض.

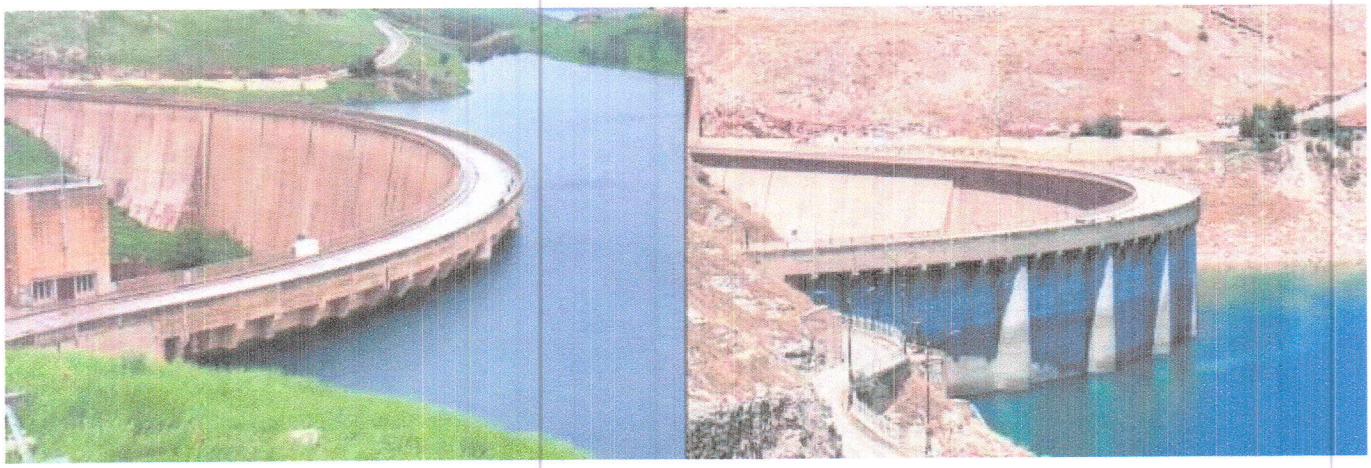


سد بارت ليت في ولاية أريزونا الأمريكية

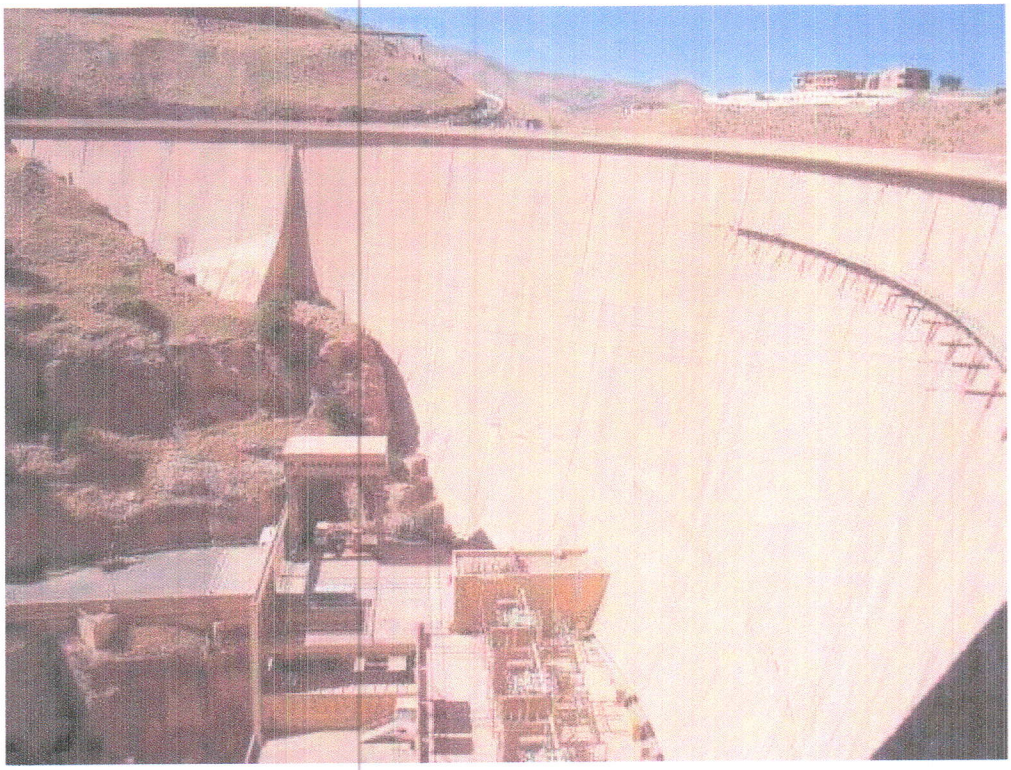
٣-السد الخرسانة المقوسة (Arch Concert Dam)

السد المقوس هو عبارة عن سد له شكل منحني في المسقط الأفقي , يبني من الخرسانة المسلحة ينقل ضغط المياه المؤثر عليه الى الأكتاف الصخرية الجانبية بواسطة خاصية العقد و عادة ما يكون سمك السد أو قطاعة صغير نسبيا بلمقارنة بلسد الثقلي يستخدم هذا النوع من السدود في الوديان الضيقة التي بها أكتاف جانبية تقوي على احتمال ضغط المياه المنقولة اليها , لذلك يراعي أن تكون الأكتاف و القاعدة من الصخر القوي التحمل كما في حالة السدود الثقلية على أساس صخري فأنة أيضا ينشأ تحت السد المقوس المقام على أساس صخري فا تحة أمامية أسفلها ستارة محقونة من الأسمنت. عادة ما يكون السد المقوس ليس على شكل سطح اسطواني ولكن على شكل سطح فراغي مكونة من المجموعة من العقود.

يرتبط تصميم السدود دائما وكأي انشاء هندسي بجيولوجبة المنطقة و بطبيعة التربةِ والتضاريس ,و تعتبر السدود القوسية من أبسط أشكال السدود وأقلها تكليفة من حيث المواد و التصميم من أي نمط من انماط السدود الأخرى و من أمثلة هذه السدود سد دوكان في المحافظة السليمانية في اقليم الكردستان العراق(Dukan Arch Dam).



سد دوكان في السليمانية



سد دوكان في السليمانية

يستخدم هذا النوع في تصميم السدود في أماكن الضيقة والصخرية و حيث يكون على شكل قوس منحني يحجز خلفه الكميات الهائلة من مياه الأنهار. يقام الشكل الهندسي المقوس خلال عملية المياه المحجوزة خلف السد, حيث تقام المياه بتطبيق ضغط كبير على السطح الخلفي المحدب للجدار, مما يسبب انضغاط القوس الجداري با تجاه التماسك والتقارب للمادة الحرارية مع بعضها البعض بسبب شكلها الهندسي.

تنقسم السدود المقوسة تبعا لوزنها الى نوعين رئيسين هما :

١-السدود المقوسة الرقيقة (Thin Arch dam)

ينشأ هذا النوع في حالة

$$H < L \quad (1.5\text{-}2)$$

و عادة ماتكون لهذا النوع

$$B=(0.1-0.3)\ H$$

B = عرض السد عند القاعدة

H = ارتفاع السد

لهذا النوع ينتقل الحمل المؤثر الى الأكتاف بخاصية العقد.

٢-السدود المقوسة الثقلية(Arch Gravity Dam)

ينشأ هذا النوع في حالة

$$(1.5-2)\ H< L<(3-3.5)H$$

و عادة ماتكون لهذا النوع

$$B=(0.3-0.5)\ H$$

ان السدود المقوسة تتميز عن السدود الثقلية بأنها تحتاج الى كميات أقل من الخرسانة حوالي (1/2-1/3) الكمية, تكاليف المتر المكعب من الخرسانة في حالة السدود المقوسة يزيد عنه في حالة السدود الثقلية بحوالي (١٠-١٥٪)نتيجة للعمالة الفنية الازمة.

٤-السد الترابي (Earth Dam)

تستخدم فيها الأتربة أو كسر الصخور كما موجودة في الطبيعة لذلك تعتبر منذ أقدم أنواع السدود الي بناها الأنسان ,السدود الي يتسخدم فيها الأتربة تسمى السدود الترابية (Earth Dam), أما التي يستخدم فيها كسر الصخور سمى السدود الركامية

(Rock Fill Dam) و يمكن استخدام كل من الأتربة و كسر الصخور, السدود الترابية أقل تكلفة مقارنة من أي نوع من أنواع السدود الخرسانية والسد الترابي يمكن انشاءه على أساس ترابي خلافا للسدود الخرسانية التي تتطلب أساسا صخريا قويا للتحمل.

أنواعات السدود الترابية تبعا لطريقة الأنشاء

سدترابي منفذ بطريقة الردم أو التسوية

عادة ما تستخدم هذه الطريقة في انشاء السدود الترابية , توضع في هذه الطريقة الأتربة مادة الانشاء في طبقات سمك أي طبقة منها متراوح (١٠ الى ٤٥) سم ثم تستخدم المعدات الدمك الثقيلة (Heavy Roller) لدكها حتى تصل كثافتها الجافة في الموقع (Site Dry Density) الى (٩٥٪) من كثافتها الجافة القصوى و التي تم تحديدها مسبقا بعمل اختبار بروكتر القياسي (Standard Protector Test) على عينة من الأتربة المستخدمة في انشاء السد في حالة عدم وجود زلط كبير , اما في وجوده يفضل استخدام الهزازات لاتمام عملية الدمك , لهذا النوع ليس هنالك تصميم ثابت لمقطعه و لكن تختلف المواد المستخدمة في انشاء السد من موقع الى أخر على حسب توفر هذه المواد بكميات المناسبة و يمكن تقسيم التصاميم لسدود ترابية المنفذة بطريقة الردم و التسوية في أنواع الأتية :

أ-سد ترابي متجانس

يتم انشاء هذا النوع من تربة واحدة متجانسة و هذا النوع يصلح في جسور الترع و المصارف ولا يصلح في حالة السدود الكبيرة , تبني السدود الترابية المتجانسة كليا من المادة بناء واحدة و غالبا ما تكون هذه المادة الغضار والخلائطة وهي تضمنت استقرار جسم السد وكتامه ضد رشح المياه .

ب-سد ترابي مقسم الى المناطق

ينشاء هذا النوع من عدة انواع من التربة تختلف عن بعضها من ناحية النفاذية ويصمم بطريقتين .

تكون أنواع التربة المختلفة مرتبة بحيث أن التربة الأقل نفاذية تكون ناحية أمام وتليها في الخلف التربة أكثر نفاذية و هكذا تكون التربة في المنطقة الوسطى من السد أقل نفاذية و يفضل أن تكون تربة غير مسامية . و على جانبي المنطقة الوسطى تنشأ مناطق انتقالية من تربة متوسطة النفاذية ثم تأتي بعد ذلك المناطق الخارجة من مناطق نفاذيتها أكبر.

سدود ترابية مزودة على الوجه الأساسي بستارة غير منفذة

تكون أما من تربة غير منفذة أوتكون من المواد الخرسانية.

سد ترابي ذو حاجز

في هذه الحالة يذود السد في مركزة بقلب من تربة غير مصمته أو يزود بستارة رقيقة (Diagraph) من الخرسانة أو الصلب.

سدود ترابية منفذة بطريقة الردم الهيدروليكي

و في هذه الطريقة تستخدم المياه لنقل التربة من أماكن تواجدها الى مكانها في جسم السد و بعد استقرار الأتربة يسمح بلمياه للتسرب مره ثانية .

و في هذه الطريقة لا يمكن التحكم في وضع الأتربة في أماكنها المحددة مسبقا ما يجعل السد عرضة للأنهيار لذلك لا ينصح باستخدام هذا النوع حاليا و هذه أحد عيوب طريقة الردم الهيدروليكي في تنفيذ السدود .

ملاحظات عامة عن انشاء و عمل السدود الترابية

ينشا السد الترابي عموما بقطع شبه منحرف منسوب قمة السد يأخذ أعلى من أقصى منسوب متوقع للمياه في الخزان أمام السد بارتفاع ظاهر (Free Board) تزيد قيمته بارتفاع المتوقع للرياح أحيانا تحدث شقوق في المنطقة العليا للسد في المناطق المعرضة لدرجة الحرارة منخفظة لذلك يجب زيادة ارتفاع السد حوالي (١,٥) م لمنع حدوث شقوق تزيد من نسبة التسرب خلال السد , بعد الانتهاء من السد يحدث له انظغاط بنسبة معينة و يزيد على حسب نعومة التربة المستخدمة لذلك يجب زيادة ارتفاع السد بقيمة هذا الأنضغاط والذي يصل الى (٢٪-٥٪) من القيمة الكلية لارتفاع السد . السدود الترابية ذات الارتفاع الذي يزيد عن (١٠م) تزود من الناحية الأمامية بذورة (Parapet) يتراوح ارتفاعها بين (١-٥) م لتكون كمعامل أمان اظافي للارتفاع المتوقع للأمواج أن يكون السطح الحر للمياه المتسربة أوخط الرشح (Phreatic Surface) بالكامل داخل جسم السد ,أن تكون قمة السد قادرة على تحمل تأثيرات الهزات الأرظية و تأثير قوى الأمواج أمام السد اما بلنسبة للسدود الصغيرة يوحد السطح بحيث يسمح بانشاء طريق فوقه .

عادة مايطغي الوجه الأمامي للسد بطبقة من الخرسانة أومن طبقة الدبش لحمايته من التأكل الناتج من الأمواج أو من التساقط الأمطار الغزيرة عليه.

دائما ما تكون التربة المستخدمة لانشاء سد ترابي تكون دائما منفذة بدرجة معينة و تحت تأثير فرق الظخط ما بين أمام و خلف السد يحدث للتسرب للمياه خلال جسم السد ومن تحته السطح الحر للمياه المتسربة خلال جسم السد و يسمى الخط الرشح و هذا الخط يتناقص باتجاه السريان من أمام الى الخلف المنطقة الموجودة تحت الخط الرشح تكون مشبعة بالماء الكامل وأعلى خط الرشح و بارتفاع معين توجد مياه شعرية ويتوقف هذا الأرتفاع على حسب نوع التربة .

التسرب للمياه خلال جسم السد وأسفله يسبب عدة ظواهر يجب أخذها في الاعتبار عند التصميم و هي يمكن أن يحدث انهيار داخلي للتربة المتشبعة تحت خط الرشح نتيجة لقوى التسرب (Seepage Forces) الناتجة من حركة الماء يمكن أن يحدث انهيار للسد نتيجة لانزلاق التربة المشبعة التي لا تقدر على مقاومة الانزلاق التصرف المتسرب من الأمام الى الخلف بسب نقص في كمية الماء المخزونة من أهم الاحتياطات المتخذة للتقليل من تأثير التسرب خلال السدود الترابية انشاء مصارف في الجزء الخلفي من حسم السد للتجميع المياه المتسربة ومن ثم تخفيض خط الرشح و تأخذ هذه المصارف أشكال كلأتي

-مصرف أفقي .

- مصرف ذو مقطع على شكل شبه منحرف.

- مصرف مائل.

الأنواع المختلفة للأساسات السدود الترابية وطرق معالجتها

يعتمد اختبار تصميم لسد ترابي على نوع الطبقة التي ستقام فوقها السد من المهم معرفة قوة تحملها و التسرب من خلالها و من هذه الأساسات.

الأساس الصخري

ألأساس الصخري مقاوم للقص (Shear Strength) مما يجعله من أجود أنواع الأساسات لاقامة السد الترابي عليه و كذلك تسمح بعمل ميول جانبه التي تسمح به مقاومة مادة لانشاء للقص حتى تكون مادة الانشاء هي الحرجة من ناحية حسابات الاتزان و يكون الأساس الصخري كطبقة صماء في حالة التسرب و لن الخطورة الوحيدة هي في حالة حدوث فوالق أو شقوق التي يمكن معالجتها بملئها بماء أسمنتية كما تنشأ ستارة

من الأسمنت البورتلاندي (Portland Cement grout curtain) ويفضل أن تتصل مع القلب لمنع التسرب.

الأساس المسامي

المشكلة الرئيسية عند عمل سد في طبقة مسامية هي طريقة التحكم في المياه المتسربة هذه خلال هذه الطبقة للتحكم في التسرب السفلى يتم عمل ستارة راسية متفقه مع القلب المصمت وتصل الى منسوب الطبقة الصماء ويفضل أن تخترقها بعض الشيء .

طبقة تربة غير مسامية فوق أساس صخري

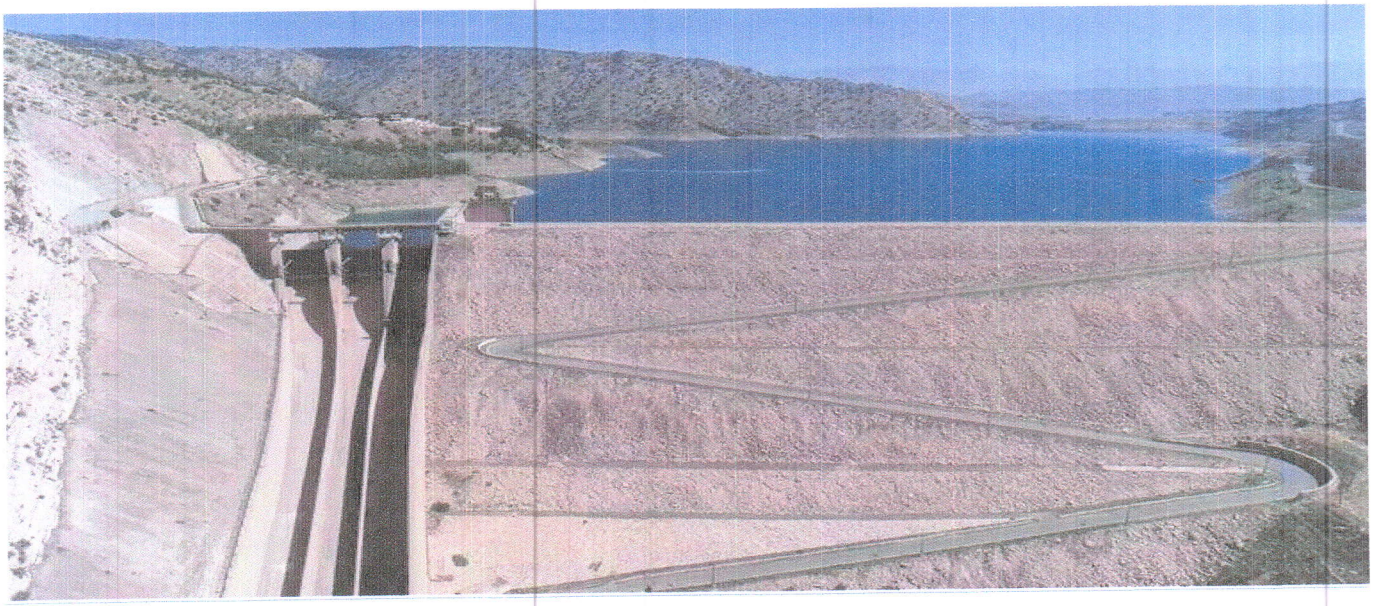
تكون الطبقة غير المسامية في الغالب من الطين أو الطمى القابل للهبوط الذي يسبب المشكلة الأساسية في سلامة المنشأ ككل لذلك يجب حساب قيمة الهبوط الاجمالي و كذلك الهبوط النسبي (Deferential Settlement) لتعزيز تأثيرها على سلامة المنشأة.

طبقة غير مسامية فوق طبقة مسامية

في هذه الحالة أيظا يجب أن يوجه الأهتمام لي الهبوط الكلي والنسبي و كذلك يجب التأكد من عدم حدوث فوارق في الطبقة الصماء العليا أوحدوث انتفاخ بها نتيجة لعدم تحملها الظغوط البيزومترية ويمكن التغلب على ذلك و معالجتها باستخدام أبار لتخفيض الضغط البيزومتري أو في حالة الأعماق الصغيرة (أقل من ٣٠) يمكن حفر مجاري مفتوحة (Trenches) تسحب منها المياه لتخفيف الضغط.

٥-السدود الركامية (Rock Fill Dam)

من أكثر أنواع السدود انتشارا في دول العالم المختلفة ما هو حال السدود الترابية , حيث أن المادة الأساسية المكونة لها وهي كسر الحجر من الممكن توفرها في أماكن الأنشاء بكميات كبيرة ويمكن من تكوين سد خليط أي من التربة و كسر الحجر, و من أمثلة هذه السدود سد دربندیخان في أقليم الكردستان العراق .



سد دربندیخان في السليمانية

المصادر

1-Irrigation Engineering and Hydraulic structure book By Santosh kumar Garg.

2-Irrigation Engineering and Hydraulic structure book By Dr. S. K. Sharma .

3-Google

4-حکومەتی هەرێمی کوردستان وەزارەتی کشتوکاڵ و سەرچاوەکانی ئاو بەڕێوەبەرایەتی گشتی بەندواو و کۆگانی ئاو