الباب الثانى

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس

سعة الخزان وتشغيله

Reservoir capacity and Operation

١- المقدمة:

الخزانات هي إنشاءات تقام على الأنهار أو المجاري المائية الطبيعية لحجز المياه، والتحكم في الفيضانان وتنظيم تدفق المجري ذو كميات التدفق المتغيره خلال العام. لذلك فإن الخزان هو مكون أساسي في كل مشروعات الإمداد بالمياه والري والطاقة الكهربية المائية حيث يقوم بدور هام في جعل المشروع مناسب ويعتمد عليه.

٢- تقسيم الخزانات:

المهمة الرئيسية للخزانات هي توفير التخزين للاستخدام في واحد أو أكثر من الأغراض الآتية وهي، الري، توليد الطاقة الكهربية، الإمداد بالمياه للاستخدامات المنزلية والصناعية، تنظيم منسوب المياه للملاحة، الترويح، تربية الأسماك. طبقًا للغرض المطلوب فإنه يمكن أن تنقسم الخزانات إلى الخزانات ذات الغرض الواحد والخزانات متعددة الأغراض.

١- الخزانات ذات الغرض الواحد (Single Purpose Reservoirs)

الخزانات ذات الغرض الواحد مثل حفظ التدفق وإحكامه. إذا كانت للحفظ فإن الخزان يسمى خزان الحفظ للغرض الواحد وإن كان للتحكم فالخزان يسمى خزان الغرض الواحد للتحكم.

obeikandi.com

خزانات الحفظ يتم إنشاؤها لتخزين المياه خلال فترات التدفق العالي للاستخدام خلال فترات الجفاف عندما يزيد الطلب مع عدم التخزين الطبيعي للمياه. الوظيفة الرئيسية لتلك الخزانات هي لتثبيت التدفق من خلال تنظيم الإمداد بالمياه في المجرى الطبيعي. إذا كان الغرض هو تحقيق المتطلبات المتغيرة خلال اليوم بواسطة المستهلكين في المدينة فإن الخزان يسمى خزان التوزيع.

طبقًا لنظام إطلاق المياه المخزنة، فإنه خزان الغرض الواحد للتحكم في الفيضان يمكن تقسيمه كخزانات تأخير وخزانات مكوث (Retarding Reservoirs and Detention Reservoirs).

خزان التأخير يتم تجهيزه بمخارج بدون حاجز متحرك (Ungated) حيث يتم التنظيم الآلي للتدفق الخارج طبقاً لحجم المياه في الخزان. المخرج يكون عادة مكوناً من مفيض (spillway) أو واحد أو اثنين من بوابات التحكم بدون حاجز متحرك (Ungated Sluices). مميزات خزان التأخير هى: (١) عدم الحاجة إلى العامل البشرى فى تشغيل الخزان (٢) عدم استخدام البوابات المكلفة.

العيب الرئيسى هو أن التنظيم الآلى قد يسبب تطابق ذروات الفيضان فى اتجاه المصب، وبذا يعيق استخدامه فى المجارى الصغيرة نسبيا.

خزان الحجز (Detention) يكون مجهزاً بالمحابس والبوابات لتنظيم التصرف الخارج من الخزان خلال المخرج. الخزان يحتجز الماء مؤقتاً لإمتصاص الفيضان القادم ويتم تحرير الماء المخزن بطريقة محكمة بما لا يسبب فيضان فى القنوات فى إتجاه المصب. بسبب التحكم فى الخروج، فإنه توجد مرونة أكبر فى عمل الخزان. لذلك، فإن نوع الخزان هذا وجد أنه أفضل ومناسب فى حالة المجارى الضخمة. العيوب هى:

(١) إحتمال الخطأ البشرى فى تشغيل الخزان.

(٢) تكلفة عالية بسبب وجود البوابات وإنشاءات البوابات.

obeikandi.com

٢- الخزانات متعددة الأغراض: (Multi Purpose Reservoirs)

الخزانات متعددة الأغراض يتم إنشاؤها لخدمة أكثر من غرض واحد أساسى مثل الرى، الطاقة المائية، الإمداد بالمياه، الملاحة، التحكم فى الفيضان، الترويح والمحافظة على بقاء الأحياء البرية. لذلك، فإن الخزان متعدد الأغراض قد يجمع التحكم فى الفيضان مع تخزين المياه للرى وتوليد الطاقة.

يمكن ملاحظة أن مشروع الخزان المصمم لغرض واحد والذى يكون قادراً على توفير فوائد طارئة لأغراض أخرى لايتم إعتباره مشروع متعدد الأغراض. تحديداً تلك المشروعات حيث تكون الخزانات مصممة وتعمل لخدمة غرض أو أكثر يتم اعتبارها متعددة الغرض.

٣- إختيار الموقع للخزان:

اختيار الموقع المناسب للخزان يحكمه عدد من العوامل الطبوغرافية، الجيولوجية، والاقتصادية كالآتى:

(١) يجب وجود الموقع المناسب للسد. فتحة الوادى الضيقة تحقق الطول القصير للسد، بما يقلل من التكلفة الكلية للمشروع.

(٢) وادى النهر يجب أن يكون متسعاً فوق موقع السد وذلك لزيادة التخزين للمياه لوحدة الإرتفاع بما يحقق الطاقة المناسبة للخزان.

(٣) يفضل أن يكون الخزان عميقاً. الخزان الضحل يسبب زيادة فى الفقد بالبخر، زيادة فى استغلال الأراضى كما أنه يكون معرضاً لنمو الأعشاب.

(٤) يجب عدم وجود الكثير من نمو النباتات والمستنقعات خلال المنطقة والذى يفسد نوعية المياه.

(٥) كلما أمكن ذلك يجب أن يكون الموقع بعيدًا عن روافد النهر وذلك لمنع دخول الرواسب في الخزان.

(٦) يجب أن يكون الموقع من التكوينات الصخرية غير المسامية وذلك لخفض التسرب من قاع الخزان. رغم أن أجناب الخزان تكون ذات نفاذية في الغالب، إلا أن مستوى النفاذية يكون منخفضًا إلى حد ما. ولكن، إذا كانت الأجناب من الصخور المتشققة أو من الحجر الجيري المثقب، فإنه يتم الفقد لكميات كبيرة من المياه من خلال التسرب.

(٧) كلاً من جسور الخزان والأكتاف من التلال الملتصقة يجب أن تكون تامة الإستقرار لمنع حدوث انزلاق التل أو تحرك مادة التربة نحو الخزان.

(٨) الأراضي التي سوف يتم إغراقها في الخزان يجب أن تكون ليست ذات قيمة عالية حيث تكون تكلفة التعويض غير مرتفعة.

(٩) برغم أن موقع الخزان يجب أن يكون سهل الاقتراب منه بواسطة الطرق، والسكك الحديدية وله أحياء سكنية لإعاشة العاملين، فإن التكلفة يجب أن تكون غير عالية.

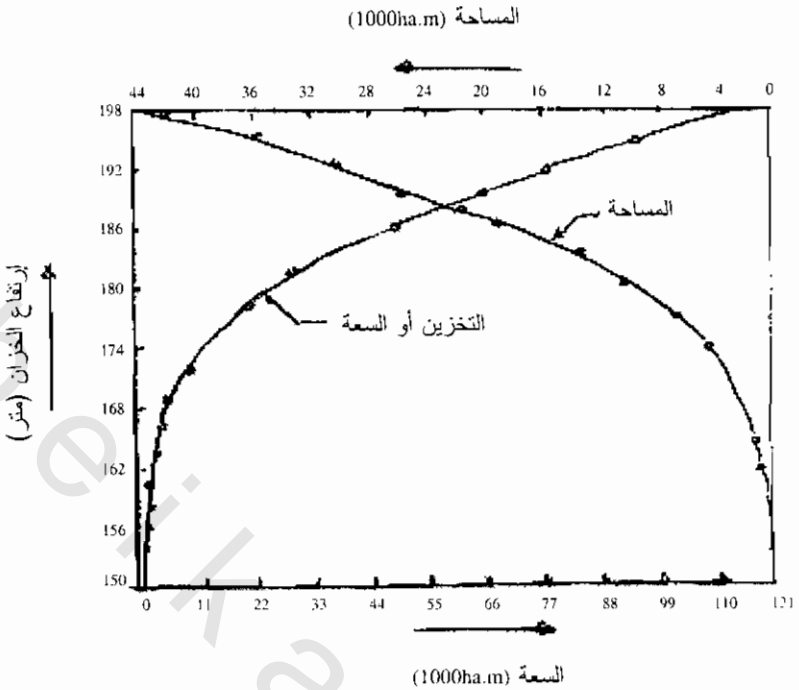
٤ – أبحاث الموقع (Site Investigations)

يتم عمل الأبحاث الحقلية لتعيين الخواص الطبيعية للخزانات حيث أهمها هو طاقة التخزين للخزانات. تتضمن الأبحاث الخطوات الآتية:

أ – الدراسة الطبوغرافية لمساحة الخزان وذلك لإعداد الخريطة الطبوغرافية لموقع الخزان. وهذه قد تتضمن أنواع مختلفة من الاستطلاعات الهندسية مثل المسح باللوحة المستوية (Plane Table survey) والمسح الجانبي (Traverse Survey)، والمساحة الجوية والتصوير الجوي.

ب – إعداد خريطة كنتورية للموقع وتعيين مساحات الانتشار للمياه التي تحتويها الكنتورات المتتالية.

جـ– توقع مساحة انتشار المياه مقابل ارتفاعات الخزان. وهذه تسمى منحنى المساحة – الارتفاع (Area – Elevation Curve) أو منحنى مساحة الخزان (Reservoir Area Curve) شكل (٦/١).



شكل (٦/١) منحنيات المساحة وارتفاع التخزين

د- يتم تكامل ودمج منحنى المساحة – الارتفاع للحصول على ارتفاع التخزين (Storage Elevation) أو منحنى سعة الخزان (Capacity curve).

لذلك فإن تزايد الطاقة بين إرتفاعين يتم حسابه عادة بضرب متوسط المساحتين عند الارتفاعين في فرق الارتفاع كالآتي:

$$(1) \qquad V = \frac{H}{2} (A_1 + A_2)$$

وهذه هي معادلة القطع المكافئ.

هـ- تجميع تلك الزيادات أسفل أي ارتفاع هو طاقة التخزين أسفل هذا المستوى.

حجم التخزين أو طاقة التخزين البديل لإمكان تعيينها بيانات المساحة الكنتورية المأخوذة على فترات متساوية بمساعدة أي من المعادلات التالية: هذا يعطي

الحجم بين الكنتورات المتجاورة والتي عندئذ يتم إضافتها لمساحات الكنتور المتتالية للحصول على طاقة التخزين للخزان.

معادلة كون (Cone Formula)

$$V = \frac{H}{3}\left(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 + A_2}\right)$$

معادلة سمبسون (Sumpson Fomula)

$$V = \frac{H}{6}(A_1 + A_2 + 4A)$$

حيث:

V = الحجم بين الكنتورات المتجاورة

H = الفاصل الكنتوري

A1، A2 = مساحة كنتورين

A = مساحة الكنتور المتوسط بين A_2 ' A_1

الطريقة سيتم توضيحها خلال المثال التالي:

مثال:

خزان يلزم إنشاؤه عند موقع السد تم استطلاعه ووجدت له البيانات الطبوغرافية الآتية:

الارتفاع بالمتر	١٥٠	١٥٣	١٥٦	١٥٩	١٦٢	١٦٥	١٦٨	١٧٠
المساحة بالألف هكتار	صفر	٠,٠١٥	٠,٠٩	٠,٢٦	٠,٦٥	١,٦	١,٩٢	٣,٤٢
الارتفاع بالمتر	١٧٤	١٧٧	١٨٠	١٨٣	١٨٦	١٨٩	١٩٢	١٩٥
المساحة بالألف هكتار	٤,٤	٦,٩	٩,٢٥	١٣,١	١٧,٢٥	٢٣,٣	٢٩	٣٤,٥
الارتفاع بالمتر	١٩٨							
المساحة بالألف هتكار	٤٢							

ارسم منحنى المساحة – الارتفاع وعين منها طاقة التخزين للخزان. كذلك إرسم منحنى طاقة الخزان.

obeikandl.com

الحل:

الخطوة رقم (١):

من البيانات المعطاه لارتفاع الخزان والمساحات المقابلة كما في الجدول السابق، يتم توقيع منحنى المساحة – الارتفاع الشكل (١)

الخطوة (٢)

يتم تعيين المساحة المتوسطة بين ارتفاعين متتاليين كما هو مبين فى العامود (٣) للجدول (٢).

الخطوة رقم (٣)

يتم ضرب متوسط المساحة (العامود (٣) في فرق الارتفاع (العامود ٤) للحصول على طاقة وسعة الخزان حتى ذلك الارتفاع (العامود ٥). مع تكرار العملية من أسفل إلى أعلى ارتفاع للخزان، فإنه يمكن الحصول على طاقات السعة للخزان المقابل. من الواضح، إن أقصى طاقة سعة أو طاقة تخزين للخزان تكون عند أقصى ارتفاع للخزان.. لذلك فإن طاقة سعة التخزين للخزان هي ١١٤,٧٥ هتكار متري.

الخطوة رقم (٤)

مع قيم طاقة سعة الخزان التي تم الحصول عليها يتم توقيع طاقة الخزان مقابل الارتفاع للحصول على منحنى سعة الخزان شكل (١)

جدول (٢) سعة الخزان من البيانات الطبوغرافية

الارتفاع بالمتر	المساحة ألف هكتار	متوسط المساحة ألف هكتار	فرق الارتفاع بالمتر	سعة الخزان هكتار متر
١	٢	٣	٤	٥
150				
153	0.015	0.007	3.00	0.021
156	0.09	0.052	3.00	0.156
159	0.26	0.175	3.00	0.525
162	0.65	0.455	3.00	1.365
165	1.600	1.125	3.00	3.375
168	1.920	1.760	3.00	5.280
171	3.420	2.670	3.00	8.010
174	4.400	3.910	3.00	11.730

16.950	3.00	5.650	6.900	17700
24.225	3.00	8.075	9.250	180.00
33.525	3.00	11.175	13.100	183.00
45.525	3.00	15.175	17.250	186.00
60.825	3.00	20.275	23.300	189.00
78.450	3.00	26.150	29.000	192.00
95.250	3.00	31.750	34.500	195.00
114.750	3.00	38.250	42.000	198.00

٥- تعاريف عامة:

عند التعامل مع خزان حجز المياه، فإنه يتم استخدام عدد من المصطلحات والتعاريف الأساسية. وهي كالآتي:

أقصى أو إجمالي منسوب الخزان: (Maximum or full Reservoir Level)

أقصى منسوب الخزان هو أقصى ارتفاع حيث يتم التخزين للمياه خلال ظروف التشغيل العادية. وهذا من الطبيعي أن يقابل مستوى قمة المفيض (Spillway Crest).

أدنى منسوب للخزان: (Minimum Reservoir level)

أدنى منسوب للمياه هو أدنى منسوب الذي عنده سحب الخزان عند الحالات العادية. المستوى يكون ثابتًا طبقًا لمستوى أدنى محبس أو مخرج للسد. حيث أن ترسيب الطفل يبدأ في التراكم أسفل هذا المنسوب، فإن هذا يسمى مستوى التخزين الميت (Dead Storage level)

تخزين الحفظ: (Conservation storage)

تخزين الحفظ هو بناء التخزين لحفظ التدفقات الزائدة في النهر للاستخدام خلال فترات التدفقات المنخفضة.

التحكم في تخزين الفيضان (Flood control storage)

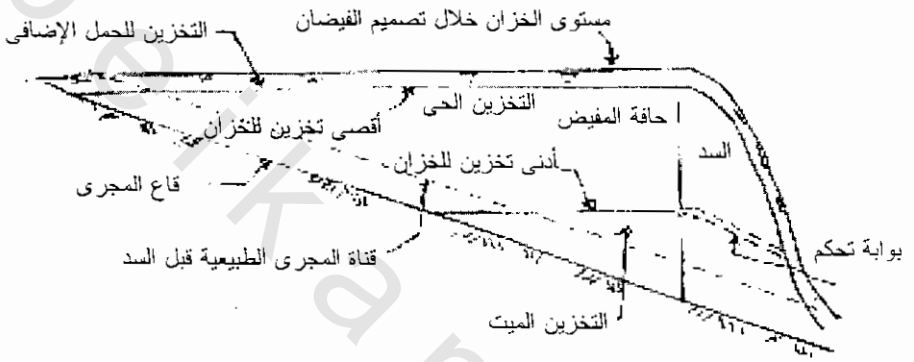
التحكم في تخزين الفيضان هو التخزين الذي يتم بحجز بعض من مياه الفيضان للنهر لإطلاقها بسرعة ما أمكن عند انحسار الفيضان، طبقًا لطاقات القناة في اتجاه المصب.

obeikandl.com

تخزين الوادي (Valley storage)

تخزين الوادي هو حجم الماء المحتوي بواسطة قناة المجرى الطبيعي شكل (٦/٢). حجم الماء يكون متغيرًا أثناء الفيضانات وعندما يفيض الماء فوق الجسور.

فإنه يمكن أن يكون زائد كثيرًا عن المتاح خلال موسم الجفاف عند تدفق المياه بين الجسور. تخزين الوادي عامل هام في تصميم الخزانات ذات السعة الكبيرة للتحكم في الفيضان.



شكل (٦/٢) مقطع فى الخزان يبين مختلف مناطق التخزين

التخزين المفيد أو التخزين الحي (Useful Storage or Life Storage)

التخزين المفيد أو التخزين الحي هو حجم التخزين ما بين أدنى وأعلا منسوب للخزان. في حالة الخزان متعدد الأغراض، يمكن تقسيم التخزين المفيد إلى تخزين الحفظ وتخزين التحكم في الفيضان.

تخزين الحمل الإضافي (Surcharge Storage)

تخزين الحمل الإضافي هو حجم التخزين من ماء الفيضان فوق أقصى مستوى للخزان، والذي يتم صرفه فوق جزء المفيض من السد شكل (٢) تخزين الحمل الإضافي من الطبيعي لا يتم التحكم فيه.

التخزين الميت Dead storage

التخزين الميت هو حجم التخزين أسفل أدنى منسوب للخزان. والذي يكون غير متاح للاستخدام. التخزين الميت يتم توفيره لاحتواء راسب الغرين حيث بخلاف ذلك يمكن أن يقلل من طاقة التخزين المفيد للخزان.

التخزين المؤثر (Effective storage)

التخزين المؤثر هو حجم التخزين المتاح لأغراض التصميم. في خزانات الحفظ، التخزين أسفل أدنى مخرج (Lowest Outlet) ليس مؤثرًا للاستخدام المستهلك. في خزانات التحكم في الفيضان، يكون التخزين المؤثر في الخزان هو التخزين المفيد زائد تخزين الحمل الإضافي ناقص تخزين الوادي. هذا هو التخزين الذي سوف تستخدمه مياه الفيضان في حالة عدم إنشاء الخزان.

حصيلة أو إنتاجية الخزان: (Reservoir yield)

إنتاجية الخزان هي كمية المياه التي يمكن إمدادها من الخزان في فترة معينة من الوقت. الفترة الزمنية قد تتغير من يوم أو شهر للخزان الصغير إلى عام لخزان الحفظ الكبير. الإنتاجية تتوقف على التدفق الداخل للمجرى (Stream In Flow) ولذلك تكون متغيرة. الإنتاجية الآمنة أو الثابتة هي أقصى كمية من الماء تعتبر متاحة من الخزان خلال الفترة الحرجة والتي هي فترة أدنى تدفق مسجل للمجرى.

٦- تعيين سعة التخزين الحي: Determination of Life Storage Capacity

الطريقة التي تم تناولها في البند (٤) تمكن من تعيين إجمالي طاقة التخزين للخزان. لتقدير طاقة التخزين الحي منها، فإنه يتم حساب التخزين الميت. التخزين الميت يتم عادة عمله لامتلاء الراسب في الخزان عند استمرار تراكم الغرين خلال السنين.

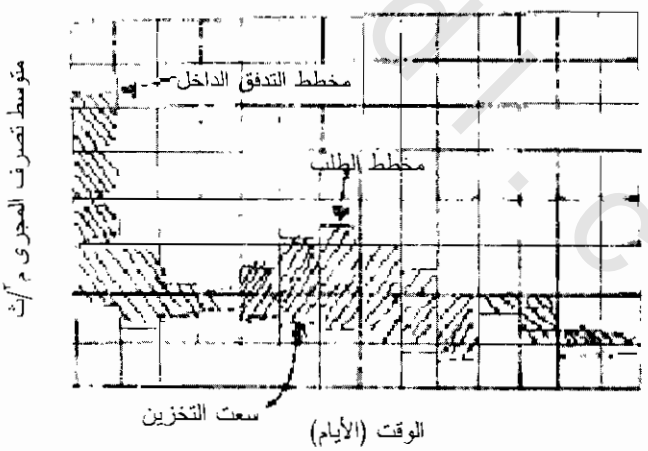
الطرق التالية تستخدم لتعيين طاقة التخزين الحي للخزان.

obeikandi.com

أ- تراكب الخرائط المائية للتدفق الداخل للمجرى والطلب:

Super imposition of Hydrographs of stream in Flow and Demand

سعة التخزين الحي يمكن تعيينها من تسجيلات تدفق المجرى عند الموقع المقترح للخزان. التسجيلات يجب أن تشمل معلومات عن معدلات التدفق الداخل للمجرى ومعدلات الطلب للإمداد بالمياه. قياسات التدفق الداخل للمجرى يجب أن يكون خلال فترة زمنية لا تقل عمومًا عن عام وقد تزيد إذا لم يتم تغطية الفترة الحرجة خلالها. الخريطة المائية للتدفق الداخل والتي هي تمثيل بياني لتصرف المجرى كإحداثي رأسي والوقت كإحداثي أفقي يتم تحضيرها. بالمثل الخريطة البيانية للطلب أو الاستخدام يتم تحضيرها منفصلة. هنا يمكن أن يكون خط مستقيم للحمل الأساسي لمشروع الطاقة الكهرومائية أو الملاحة أو منحنى في الري أو ذروة الحمل لمشروع الطاقة المائية حيث يتغير الطلب خلال العام. خريطة الطلب عندئذ تتراكب على مخطط التدفق الداخل شكل (٦/٣). المساحة حيث الطلب يزيد عن التصرف تمثل النقص في التدفق الذي يجب أن يعمل بواسطة التخزين ولذلك تكون طاقة التخزين للخزان.



شكل (٦/٣) تراكب التدفق الداخل والطلب فى شكل مخططات مائية

ب- طريقة منحنى الكتلة (Mass Curve Method)

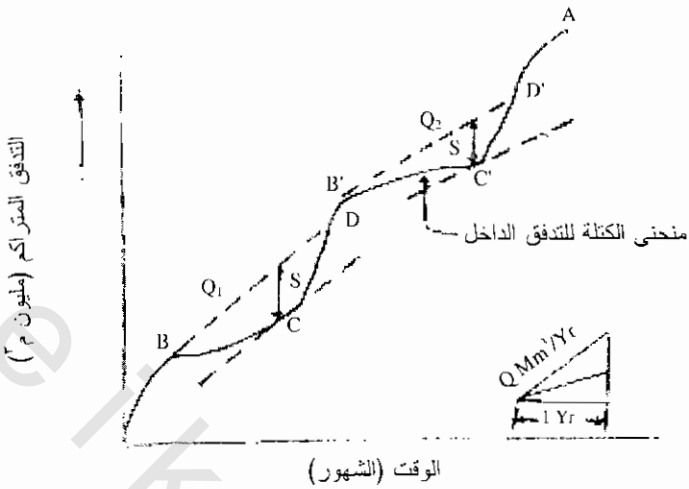
تستخدم طريقة منحنى الكتلة لتعيين طاقة التخزين الحي للخزان، لتحديد التدفق الداخل للمجرى، فإنه يجب عمل ضبط للبخر وأي فقد آخر من الخزان خلال فترة التدفق. يتم حساب الفقد الشهري للبخر بطريقة وعاء التبخير التي سبق مناقشتها في الفصل (٢). الفقد يتم طرحه من التدفق الطبيعي للمجرى للحصول على صافي التدفق أو حجم التخزين للخزان.

حجم التخزين الذي تم تحديده يحتاج كذلك للضبط وذلك لحساب التخزين الميت أو السعة الميتة. السعة الخاملة (Idle capacity) يتم توفيرها وذلك لاحتواء ترسيبات الغرين في الخزان ولذلك فإنه يجب أن تضاف إلى التخزين الحي للحصول على السعة الكلية للتخزين للخزان. يمكن ملاحظة أن طريقة منحنى الكتلة تمكن من تعيين سعة التخزين للخزان لتحقيق الطلب في الفترة الحرجة. قد يكون من الضروري تغطية فترة لسنين جفاف عديدة متتالية عن تعيين متطلبات التخزين. في بعض الخزانات، يتم تحديد السعة بحيث أن جزء من السعة الحية للخزان يتم ترحيله إلى العام القادم كإجراء للتأمين. في هذه الحالة، فإن ترحيل التخزين هذا (This Carry Over Storage) يمكن تعيينه بحساب متطلبات التخزين لتعاقب سنتين أو ثلاث سنوات جافة متتالية.

٧- تعيين إنتاجية الخزان (Determination of Reservoir yield)

طريقة منحنى الكتلة قد تستخدم لتعيين الإنتاجية من خزان ذو سعة معينة. لذلك، فإن منحنى الكتلة للتدفق الداخل يتم توقيعه أولاً. يلاحظ كذلك مثل (OA) في الشكل (٤). يتم عندئذ رسم الممارسات من الأطراف (B, B') لمنحنى الكتلة وكذلك من الوديان التالية (C، Ć) بالطريقة حيث أقصى مسافة رأسية أو محور أفقي لأي مماس من منحنى الكتلة لا يزيد عن السعة المعطاة للخزان (S). حيث أن ميل المماس هو إنتاجية الخزان لتلك الفترة، فإن الخط الأصغر ميل يبين الإنتاجية الآمنة أو الثابتة للخزان. في الشكل (٦/٤) حيث (Q_2) أقل من (Q_1) (لأن ميل الخط

(B' D') يكون أكثر استواءً عن الخط (BD))، (Q_2) تمثل الإنتاجية الآمنة المطلوبة للخزان.



شكل (٦/٤) إنتاجية الخزان بمنحنى الكتلة

مثال:

متوسط التدفق الشهري الداخل إلى الخزان في سنة جفاف هو كالآتي:

الشهر	متوسط التدفق الشهري م٣/ث	الشهر	متوسط التدفق الشهري م٣/ث
مايو	٢٥	نوفمبر	٧٠
يونية	٦٠	ديسمبر	٤٠
يولية	١٩٠	يناير	١٤٥
أغسطس	٢٢٠	فبراير	٤٥
سبتمبر	٣١٠	مارس	٣٠
أكتوبر	١٨٠	أبريل	٢٠

الصرف المنتظم من الخزان هو ٩٠ متر مكعب / الثانية

عين أ – سعة التخزين الحي للخزان.

ب– سعة التخزين الكلية مع اعتبار حجم التخزين الميت ٢٥ مليون م٣.

obeikandl.com

الحل:

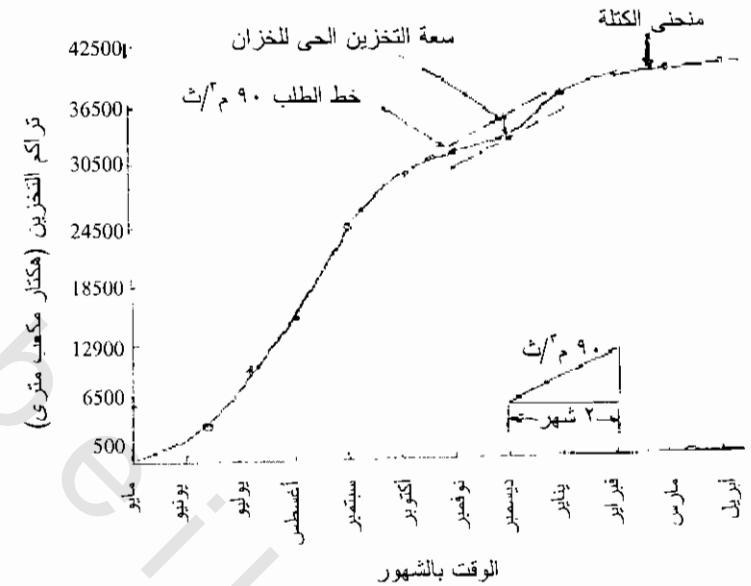
من البيانات المعطاة، حجم التدفق الشهري والحجم المتراكم يتم حسابه كما في الجدول (٢).

جدول (٢) الأحجام وتراكمات التدفق الشهرية

الشهر	متوسط التدفق الداخل م٣/ث	حجم التدفق الشهري م٣ / ث في اليوم	الحج لمتراكم متر مكعب/ ث في اليوم
١	٢	٣	٤
مايو	٢٥	٧٧٥	٧٧٥
يونو	٦٠	١٨٠٠	٢٥٧٥
يولية	١٩٠	٥٨٩٠	٨٤٦٥
أغسطس	٢٢٠	٦٨٢٠	١٥٢٨٥
سبتمبر	٣١٠	٩٣٠٠	٢٤٥٨٥
أكتوبر	١٨٠	٥٥٨٠	٣٠١٦٥
نوفمبر	٧٠	٢١٠٠	٣٢٢٦٥
يناير	٤٠	١٢٤٠	٣٣٥٠٥
فبراير	١٤٥	٤٤٩٥	٣٨٠٠٠
مارس	٤٥	١٢٦٠	٣٩٢٦٠
إبريل	٣٠	٩٣٠	٤٠١٩٠
	٢٠	٦٠٠	٤٠٧٩٠

عند حساب حجم التدفق الشهري، فإنه يتم استخدام الأيام الحقيقية في الشهر. الحجم يتم حسابه بوحدات من المتر المكعب في اليوم.

منحنى الكتلة للتدفق المتراكم مقابل الوقت يتم توقيعه (انظر الشكل (٦/٥).



شكل (٦/٥) سعة التخزين الحى للخزان

في هذا الشكل يفترض أن كل الشهور لمدة متوسطة ٣٠,٤ يوم. خط الطلب (Demand Line) بميل ٩٠ متر مكعب في الثانية يتم رسمه، مماسًا على طرف المنحنى. يتم رسم خط موازي لهذا الخط مماسًا لمنحنى الكتلة عند الجزء المقعر (النهري) من المنحنى. المسافة العمودية بين الخطين المتوازيين هي الخط المطلوب لسعة التخزين للخزان لاستمرار هذا الطلب. على المقياس هذا يقرأ ٢٢٠٠ متر مكعب في الثانية أيام. حيث أن واحد متر مكعب في الثانية يوم = ٨٦٤ متر مكعب، فإن سعة التخزين الحر تكون ١٩٠ مليون متر مكعب.

حيث التخزين الميت هو ٢٥ مليون متر مكعب، فإن سعة الخزان الكلية للتخزين هي ١٩٠ + ٢٥ = ٢١٥ مليون متر مكعب للمراجعة السريعة، يمكن حل المسألة رياضيًا (بدون استخدام الطريقة البيانية) باستخدام الجدول (٣) كل الأعمدة لهذا الجدول هي ذات الشرح الذاتي. اكبر طلب زائد تراكمي مقابل ٢١٩٠ متر مكعب ثانية/يوم كما هو موضح في العامود (٦) يمثل سعة التخزين الحي للخزان.

هذا يتطابق مع القيمة السابقة ٢٢٠٠ متر مكعب ثانية أيام.

جدول (٣) سعة الخزان بالطريقة الرياضية:

الشهر	معدل التدفق المتوسط م٣/ث	حجم التدفق م٣/ث أيام	حجم الطلب م٣/ث أيام	انحراف (٣) – (٤) م٣/ث أيام	التراكم الزائد لحجم الطلب م٣/ث أيام	حجم تدفق التراكم الزائد م٣/ث أيام
مايو	٢٥	٧٧٥	٢٧٩٠٠	-٢٠١٥	-٢٠١٥	
يونية	٦٠	١٨٠٠	٢٧٠٠	-٩٠٠	-٩٠٠	
يولية	١٩٠	٥٨٩٠	٢٧٩٠	٣١٠٠		٣١٠٠
أغسطس	٢٢٠	٦٨٢٠	٢٧٠٠	٤٠٣٠		٤٠٣٠
سبتمبر	٣١٠	٩٣٠٠	٢٧٠٠	٦٦٠٠		٦٦٠٠
أكتوبر	١٨٠	٥٥٨٠	٢٧٩٠	٢٧٩٠		٢٧٩٠
نوفمبر	٧٠	٢١٠٠	٢٧٠٠	-٦٠٠	-٦٠٠	
ديسمبر	٤٠	١٢٤٠	٢٧٠٠	-١٥٥٠	-١٥٥٠	
يناير	١٤٥	٤٤٩٥	٢٧٩٠	١٧٠٥		١٧٠٥
فبراير	٤٥	١٢٦٠	٢٥٢٠	-١٢٦٠	-١٢٦٠	
مارس	٣٠	٤٣٠	٢٧٩٠	-١٨٦٠	-١٨٦٠	
إبريل	٢٠	٦٠٠	٢٧٠٠	-٢١٩٠	-٢١٩٠	

٧- ترسيب الخزان (Reservoir Sodium Mentation)

ترسيب الخزانات يكون بسبب ترسيب المادة العالقة عند القاع المنقولة بواسطة سريان المياه في الأنهار. الترسيب هو أساسًا نتيجة البري لمسارات المجرى الطبيعي في المساحات الشاسعة والقنوات نتيجة السقوط الكثيف للأمطار. بسبب الكمية الضخمة جدًا لحمل الراسب المنقول بواسطة الأنهار، فإن معدل الترسيب يكون مرتفعًا إلى حد ما، ترسيب الغرين في الخزانات يقلل من سعتها المفيدة. فمثلاً، في حالة خزان بحيرة سد بكرا في الهند، كان الترسيب المقدر سنويًا طبقًا للتصميم هو ٢٤ مليون طن بينما الراسب الحقيقي السنوي هو ٣٤ مليون طن في العام. هنا يبين أن هناك زيادة بنسبة ٤٠% في الترسيب السنوي، والذي يقلل من

العمر المفيد للخزان. تأثير آخر لتجريد الراسب بالخزان. وهو تحلل قاع المجرى وتأكله بسبب سريان الماء الرائق بعد السد نحو المصب. فلقد وجد أنه في حالة سد (Boulder) في الولايات المتحدة حدث انخفاض لقاع النهر خلال عدة كيلومترات بفعل الماء الرائق ومادة القاع التي يتم التقاطها ترسب بعد ذلك، حيث تعمل على رفع قاع النهر عند مسافة ١٣٠ كيلومتر من سد (Boulder) حيث حدث ارتفاع لطبقة القاع للنهر والذي تطلب إنشاء سدود خاصة لحماية المدينة المجاورة.

في هذا المجال سيتم مناقشة ترسيب الخزان وكل العوامل الأخرى ذات العلاقة.

أ – نقل الراسب بواسطة المجرى: Sediment Transport by Stream

أي مجرى يحمل نوعين من أحمال الراسب. هما حمل الراسب العالق وحمل قاع مجرى النهر (Bed Load). حيث أن كلاً من الحمل العالق وحمل قاع المجرى يتم التقاطهم من قاع المجرى، فإنهما يعرفا معًا بحمل مادة قاع المجرى (Bed Material Load).

نظرًا لأن التدفق في المجرى الرملي يمر فوق جسيم مستقل، فإن خطوط المجرى تنعكس إلى أعلا وحول الجسيم، ونتيجة لذلك فإن قوى مختلفة تعمل مثل الرفع، الضغط، والسحب والجسيم يتدحرج أو ينزلق على طول قاع القناة. عندما تزيد قوة الدفع المسلطة على الجسيم عن وزن الغمر للجسم، فإن الجسيم يؤخذ إلى أعلى نحو التدفق مع قوى السحب الناتجة في الانتقال إلى الأمام كما لو كانت ترتد وتنتفض على طول المجرى. هذه الظاهرة تسمى تغير قفزي أو وثوب (Saltation). تحت تأثير سرعة الاضطراب والتقلب، فإن الجسيم الذي يقفز ويثب قد يحمل إلى أعلا نحو التدفق ويظل عالقًا. في أي لحظة، فإنه توجد طريقتين يحدث بهما انتقال الراسب في المجرى وهما انتقال قاع المجرى وانتقال العالق (Sediment Transport And Bed Transport).

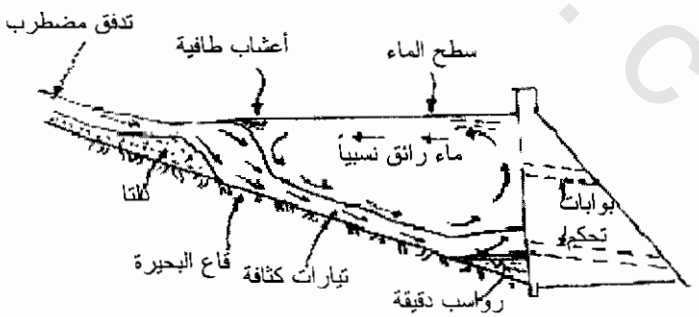
لقد وجد أن إجمالي محتوى الراسب للمجرى (مقدر بالمتر المكعب لكل كيلو متر مكعب مع مستجمع الأمطار Catchment في العام) كبير جدًا ويتضح من الارقام الموضحة في الجدول (٤) لبعض معظم الأنهار.

جدول (٤) محتوى الراسب متر مكعب / كيلو متر في العام

النهر	محتوى الراسب م^{٣}/كم^{٣} العام	النهر	محتوى الراسب م^{٣}/كم^{٣} العام
رقم (١)	٥٠٨	رقم (٦)	٥٠٢
رقم (٢)	٣٦٥	رقم (٧)	٦٠٠
رقم (٣)	١٠٧٥	رقم (٨)	٥١٤٨
رقم (٤)	٥٦٠	رقم (٩)	١٠٩٤
رقم (٥)	٢٠٠٠	رقم (١٠)	٧٦٢

ب- ترسيب الرواسب العالقة في الخزان: Sediment Deposit In The Reservoir

عند وصول مياه النهر الحاملة لكميات كبيرة من الأجسام العالقة إلى الخزان، فإن سرعة واضطراب التدفق تقل جدًا. الجسيمات الكبيرة العالقة ومعظم حمولة القاع والتي هي ترسبات قاع النهر غير المعلقة أو المذابة Bed Load يتم ترسيبها في الشكل المثلثي الدلتاوي (As Delta) عند بداية الخزان شكل (٦/٦).



شكل (٦/٦) توزيع الرواسب فى الخزان

الجسيمات الأصغر تظل عالقة لفترة أطول وبسبب كثافتها العالية نسبياً مقارنة بالماء، تظل متحركة على طول قاع المجرى في شكل تيار الكثافة (Density current). مع الاقتراب من سطح السد المواجه للمنبع، فإن الجسيمات الصغيرة يتم إعاقتها وترسيبها كرواسب دقيقة أو في شكل غرين (Silt). ولكن، بعض الجسيمات العالقة قد تمر خلال البوابات أو المخارج الموجودة في جسم السد.

مع استمرار الترسيب للأجسام الدقيقة، فإن مقدمة الدلتا الناتجة تتحرك باستمرار إلى أسفل في الخزان. مع استمرار الزيادة في تراكم الغرين، فإن سعة التخزين الميت قد تمتلئ بالتدريج ومع مرور الوقت قد يطغى على التخزين الحي وبما يقلل من العمر المفيد للخزان.

العوامل ذات التأثير على الترسيب للأجسام أو تراكم الغرين في الخزان هي:

١) معدل التدفق الداخل للرواسب في الخزان.

٢) كفاءة الحجز أو الصد.

٣) التحكم في الترسيب.

وهذه سيتم مناقشتها كالآتي:

جـ- معدل التدفق الداخل للرواسب في الخزان:

Sedimentation in Flow Rate

معدل تدفق الرواسب الداخل إلى الخزان هو بدلالة خصائص مستجمع المياه مثل مساحة الصرف، متوسط ميل الأرض والقناة، نوع التربة، إدارة واستخدام الأرض والعوامل الأخرى المتعلقة بعلوم المياه. لهذا فإن عملية الترسيب تكون ظاهرة معقدة وتحكمها متغيرات هيدروليكية وهيدرولوجية عديدة ولا توجد علاقة تحليلية معروفة للتقدير المباشر لمعدل الترسيب أو سعة الفقد في الخزان. لذلك، فإن معدلات ترسيب الخزان تكون مبنية أساسًا على علاقات تجريبية والتي يتم

معايرتها باستخدام القياسات الحقلية. عمومًا، يمكن أن تكون العلاقة ما بين معدل انتقال الراسب العالق (Q_s) والتدفق الداخل للمجرى (Q) كما في المعادلة الآتية:-

$$Qs = k\,Q^{n}$$

حيث:

المؤشر n يتغير عادة ما بين ٢ إلى ٣،

K ثابت ذو قيمة صغيرة كاعتراض مع (Q) كوحدة واحدة.

بسبب الترسيب، فإنه يوجد نقص في التخزين. معدل النقص في التخزين يتوقف عادة على معدل التدفق الداخل للرواسب، معدلات الدمج والتماسك للرواسب الموجودة، نوع مخارج السد وتشغيل الخزان. معدل الفقد في سعة الخزان الناتجة يمكن حسابها باستخدام معدل استمرار التخزين كالآتي:

$$S = \frac{C_O - C_T}{\Delta T}$$

أو إجمالي سعة الفقد في التخزين بسبب الترسيبات وهو $S\Delta T = C_O - C_T$

حيث:

S = معدل الفقد السنوي في السعة بسبب الترسيبات.

C_O = التخزين الأولي عند الوقت C_O

C_T = سعة التخزين المتاحة عند الوقت T

$T_O - T = \Delta T$ = الفترة الزمنية بالسنين.

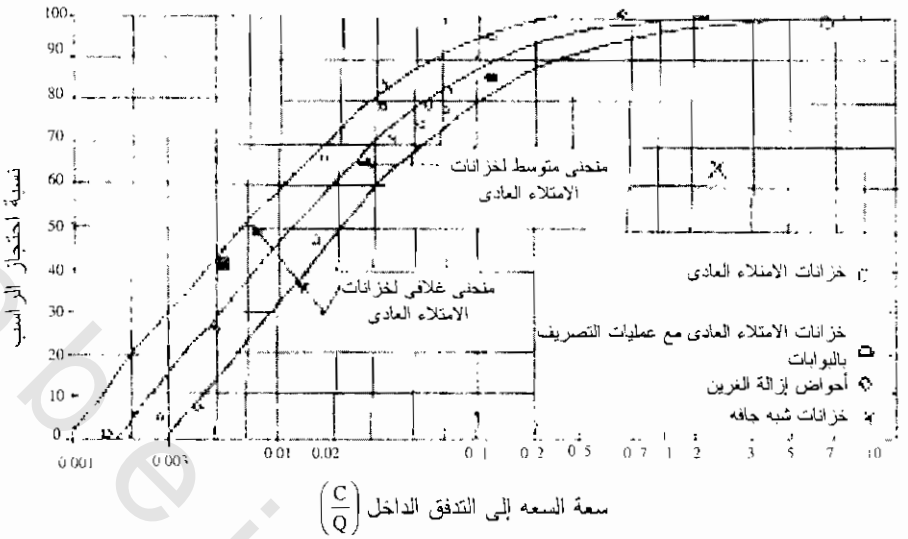
د – كفاءة الحجز أو الصد: (Trap Efficiency)

كفاءة الحجز أو الصد للخزان هي نسبة الراسب المحتجز إلى حجم الراسب القادم. العديد من العوامل يمكن أن تؤثر على كفاءة الحجز كما سيتم شرحه في الآتي:

(١) نسبة سعة التخزين للخزان إلى التدفق الداخل للمجرى والتي يرمز لها بالعلامة لها بالعلاقة (Q/C). زيادة هذه النسبة تعني صغر كمية المياه المنطلقة في اتجاه المصب وزيادة نسبة الرواسب القادمة المحتجزة. ونظرًا لأن النسبة (Q/C) هي مقياس لزمن المكوث (Retention Time)، أي الزمن اللازم لمرور المياه خلال الخزان، وكذلك تزداد كفاءة الحجز مع زيادة زمن الحجز. لذلك، فإن الخزانات الضخمة التي تحتجز الماء لشهور أو سنين يكون لها كفاءة حجز عالية بينما الخزان الصغير على المجرى الضخم له كفاءة حجز منخفضة، حيث أن الحالة الأخيرة تسمح بمرور التدفق في اتجاه المنبع بدون السماح للمواد العالقة الدقيقة بالرسوب.

(٢) دمك الرواسب المترسبة نتيجة لمختلف عمليات الخزان. من الطبيعي أن الخزانات المملوءة (Ponded) ذات الرواسب المغمورة دائمًا سيكون لها معدل دمك أصغر بأحواض نزع الغرين (Desilting Basins) والخزانات ذات السحب من آن إلى آخر. حيث يتم خفض الخزان من آن إلى آخر للصيانة أو لأي غرض آخر، عندئذ فإن الرواسب تكون أسرع في الدمك بما ينتج عنه خفض في كفاءة الحجز.

(٣) عمر الخزان: تقل كفاءة الحجز مع الوقت مع انخفاض سعة الخزان. بفعل الرواسب المرسبة. رغم أن الامتلاك الكامل للخزان قد يستغرق وقتًا طويلاً، فإن العمر المفيد للخزان يعتبر أنه ينتهي في حالة امتلاء السعة بالرواسب وبما يمنع الخزان من تحقيق أغراضه. بالنسبة لمعظم الخزانات الصغيرة والمتوسطة، تكون كفاءة الحجز والصد ما بين ٧٠ إلى ٩٠% ولكن في حالة الخزانات الكبيرة فإن نسبة (C: Q) تكون أكبر من واحد، وقد تصل إلى نسبة مرتفعة حتى ١٠٠% شكل (٦/٧). في مثل هذه الحالة، يمكن تصنيف الخزان بأنه خزان الحفظ الزائد (Hold Over storage Reservoirs).



شكل (٦/٧) العلاقة بين نسبة التدفق الداخل مع كفاءة الحجز

(٤) كثافة الراسب المترسب: (Density of Sediment Deposit)

كثافة الرواسب المترسبة تقدر عمومًا بوحدة الوزن للمادة الجافة على المتر المكعب من راسب الخزان (كيلوجرام/متر مكعب). هذا يختلف مع الوقت بسبب الدمج. معدل الدمج للراسب يتوقف على المحتوى من مادة الراسب (رمل، غرين، طفلة) وما إذا كانت معرضة للجفاف بسبب السحب مع تضييق قطر السحب. لذلك، فإنه في حالة عمل الخزان مع خفض منسوبه من آن إلى آخر، فإن الرواسب المرسبة تصبح أكثر كثافة بسبب التعرض للشمس وللهواء. على الجانب الآخر إذا كان الخزان مملوءًا باستمرار أى (Ponded)، فإن كثافة الراسب ستكون قليلة.

العلاقة التجريبية الآتية (Bylane, Koelzer) مبنية على اعتبارات العمر وتوزيع حجم الحبيبات للراسب وتستخدم في تقدير الكثافة.

$$\delta T = \delta_1 + M \text{Log}_{10} T$$

حيث:

δT = كثافة الراسب بعد (T) من سنين الدمج مقدرة KN/m^3

$\delta 1$ = الكثافة عند نهاية السنة الأولى

M = ضبط معامل الدمج

قيم M, $\delta 1$ لمختلف مواد الراسب وتشغيل الخزان كما في الجدول (٥).

جدول (٥) معاملات الكثافة والضبط لمختلف عمليات التشغيل للخزان

عمليات تشغيل الخزان	الرمل		الغرين		الطفل	
	$\delta 1$	M	$\delta 1$	M	$\delta 1$	M
أ- الرواسب دائمًا غاطسة أو شبه غاطسة.	14.61	0	10.21	8.9	4.71	2.51
ب - خزان طبيعي متوسط السحب مع تضييق القطر.	14.61	0	11.62	0.42	7.22	1.68
جـ- خزان ذو السحب الشديد مع تضييق القطر.	14.61	0	12.41	0.61	9.42	0.94
د - الخزان الفارغ عادة.	14.61	0	12.38	0	12.25	0

(٥) استطلاعات ترسيب الخزان: Reservoir Sedimentation Surveys

لدراسة الترسيبات الحقيقية في الخزان وتعيين إنتاجية الراسب، فإنه يتم عمل استطلاعات السعة (Capacity sureveys) كل عام. وهذه تتكون من ملاحظة السمع على طول مقاطع سابق تحديدها، تم تنفيذها بواسطة المسيار الصدوي (Echo-sounder)، وإضافة تراكب النتائج السنوية على البيان السابق لتعيين كمية الراسب أي الغرين المرسب عند كل مقطع وبذا لكل الخزان. الراسب المتراكم في الخزان لفترة معلومة يمكن عندئذ أن يعطي إنتاجية الراسب لمستجمع المياه.

قياسات الحمل العالق (Suspended Load Measurements)

بينما استطلاعات السعة بين السعة الكلية للتخزين الحي والتخزين الميت المفقود في الخزان، فإنها لا تعطى مساحات محددة تسهم في نحت وتآكل التربة. لذلك فإنه

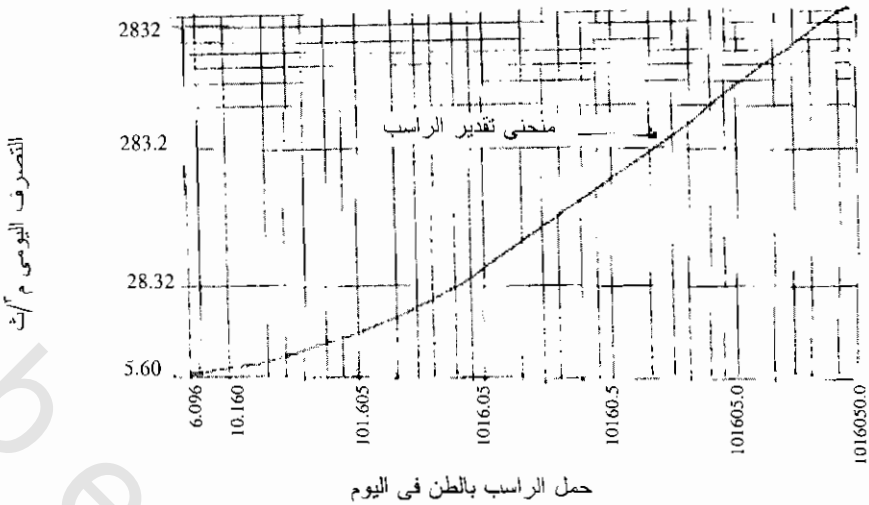
يكون من الأساسي قياس حمل الغرين العالق عند مواقع مختلفة على طوال التدفق لمعرفة كمية الغرين المساهم بواسطة مستجمع المياه بين موقعين.

الحمل العالق للمجرى يتم قياسه بأخذ عينات. النوع المعروف جيدًا من جهاز أخذ عينات الحمل العالق (Sampler) هو جهاز أخذ العينات للعمق التكاملي (Depth-Integrating sampler). جهاز أخذ العينات (Sampler) مع عبوره العمق المستعرض (Traversing The Depth) للمجرى عبر المقطع الرأسي في شريط بين المواقع يقوم بالجمع عند كل نقطة في المقطع حجم من خليط الراسب – الماء المتناسب مع سرعة المجرى. تركيز العينة يعطي متوسط التركيز في المقطع الرأسي. حصيلة هذا التركيز والتصرف المقابل للشريط في الحمل العالق للشريط. التعيين المعملي للتركيز يتم بترشيح العمل المقاس لعينة المجرى لإزالة الراسب، وتجفيف ووزن المادة المرشحة. حمل الراسب يقدر عمومًا بالجزء في المليون ويتم الحصول عليه كالآتي:

$$\text{حمل الراسب (جزء في المليون)} = \frac{\text{وزن الراسب}}{\text{وزن الراسب والماء في العينة}} \times ١٠^{٦}$$

البيانات عن قياس حمل الراسب وتصرف المجرى المقابل يستفاد بها في إعداد وتطوير منحنى معدل الترسيب (Sediment – Rating curver) والذي هو علاقة متبادلة (Correlation) بين حمل الراسب والتصرف.

يتم توقيع البيانات على ورق لوغاريتمي حيث حمل الراسب على المحور الأفقي وتصرف المجرى على المحور الرأسي. نموذج لمنحنى معدل الترسيب موضح في الشكل (٦/٨).



شكل (٦/٨) منحنى تقدير الراسب

مثال:

عين متوسط كثافة الراسب في خزان والذي سوف يمتلئ في مائة عام بالرواسب ذات المكونات الآتية:

الرمل	٣٠%
الغرين	٤٠%
الطفل	٣٠%

يمكن افتراض أن الخزان يعمل من آن إلى آخر لحالة السحب مع تضييق القطر (Draw-Down).

الحل:

بالدخول في الجدول (٥) لعمل الخزان في حالة السحب مع تضييق القطر فإننا نحصل على قيم M و δ_1.

M (للرمل) = 0، (للغرين) = 0.16، M (للطفل) = 0.94

δ_1 = 14.61 = 12.41 = 9.42

obeikandi.com

باستخدام المعادلة رقم (٧)

$$\delta T = \delta_1 + M \text{Log}_{10} T$$

فإن كثافة الراسب تكون عند نهاية ١٠٠ عام.

$$\delta_{100} = 14.61 + 0;\ 12.41 + 0.16 \text{ Log}_{10} 100,\ 0.94 \text{ Log}_{10} 100$$

$$= 14.61;\ 12.73;\ 11.30$$

كثافة المادة المركبة=

$$14.61 \text{ X } 0.3 + 12.73 \text{ X } 0.4 + 11.3 \text{ X } 0.3 = 12.9 \text{ KN/m}^3.$$

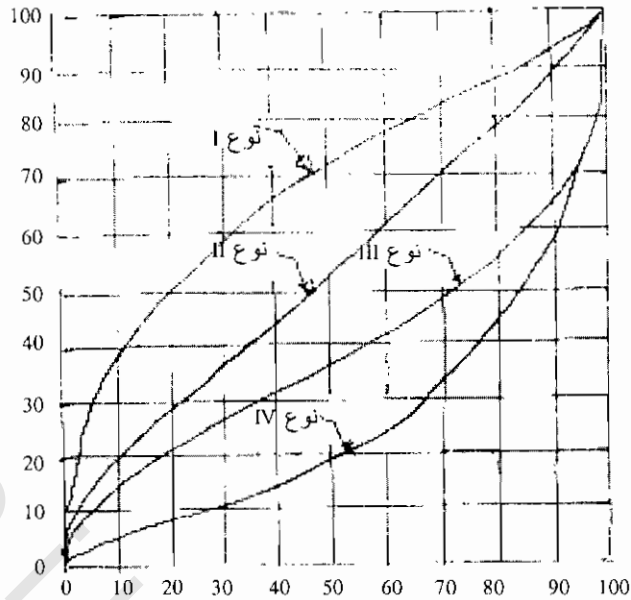
٨- توزيع الراسب في الخزان: Sediment Distribution in The Reservoir

توزيع الراسب في الخزان يتوقف على عوامل كثيرة مثل ميل الوادي، طول الخزان، حجم الحبيبات للجسيمات العالقة، نسبة السعة إلى التدفق الداخل .. إلخ. توزيع الراسب ليس بالضرورة أن يكون محصورًا في المناطق السفلى في الخزان ويمكن أن يكون موزعًا أسفل سطح الماء العادي وذلك طبقًا للعوامل السابق ذكرها. لدراسة إطار توزيع الراسب، فلقد تم تحليل بيانات من ٣٠ خزان في الولايات المتحدة واستخدمت ستة طرق مختلفة للتنبؤ بالإطار العام لتوزيع الراسب في الخزان. من بين هذه الطرق كانت الطريقة المنطقية والمعقولة هي الطريقة التجريبية لخفض المساحة.(Emperical Area Reduction) والتي سيتم مناقشتها..

في هذه الطريقة يتم تقسيم الخزانات إلى أربع أنواع بشرط وجود علاقة محددة بين شكل الخزان ونسبة الرواسب الراسبة خلال الخزان.

الأنواع الأربعة هي الموضحة في الشكل (٦/٩) بأربع منحنيات قياسية وهي النوع (I) ، النوع (II)، النوع (III)، النوع (IV) على التوالي. شكل الخزان.

يتم تعريفه بالعلاقة ما بين السعة (Capacity) والعمل والمجالات المختلفة لميول تلك المنحنيات موضح في الجدول (٨). بتوقيع سعة الخزان مقابل العمق على ورق لوغاريتم – لوغاريتم والحصول على ميل المنحنى للخزان، فإنه يمكن تعيين النوع الذي ينتسب إليه الخزان بمساعدة الجدول (٦).



شكل (٦/٩) أنواع المنحنيات لتقسيم الخزانات

جدول (٦) نوع وخواص الخزانات

النوع	الوصف	ميل خط السعة مقابل العمل	وضع الراسب	C	m	n
I	بحيرة	4.5-3.5	القمة	5.074	1.85	0.36
II	سهل فيضي (يتكون بترسيب الطمي جانب النهر) تل سفحي. Flood – plain Foot-Hill	3.5-2.5	فوق المتوسط	2.489	0.57	0.41
III	تل	2.5-1.5	تحت الوسط	16.967	1.15	2.32
IV	وادي عميق – خانق Corge	1.5-1	القاع	1.486	0.25	1.43

يتم عندئذ تحويل المنحنيات من النوع القياسي إلى منحنيات تصميم المساحة شكل (١٠) باستخدام العلاقة الآتية:

$$A = CP^{m} (1-P)^{n}$$

حيث:

P = العمق النسبي فوق قاع المجرى.

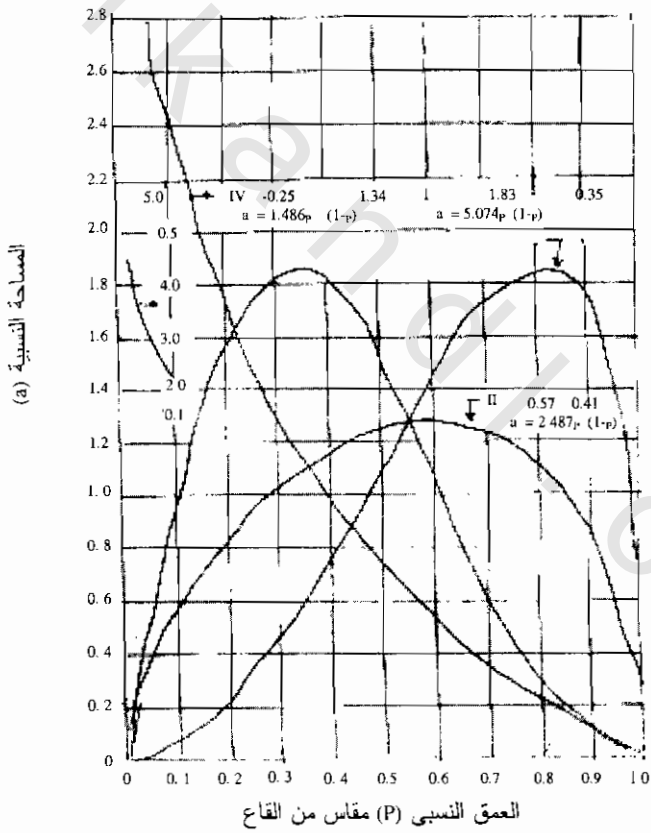
a = نسبة مساحة الراسب تعرف بـــ (a_s/k_1).

a_s = مساحة الترسيب للراسب عند P.

$$\int_0^1 a_s d_p = K_1$$

C = ثابت

قيم C و m، n للأنواع الأربع موضحة في الجدول (٦) وتلك لمساحة الراسب (a) يمكن الحصول عليها من الشكل (٦/١٠) المقابل للعمق p النسبي.



شكل (٦/١٠) منحنيات تصميم المساحة

المعادلة الأساسية لتعيين توزيع الراسب هي في الشكل الآتي:

$$(10)\ S = \int_{O}^{Y_o} Ady + \int_{Y_o}^{H} Kady$$

حيث:

S = إجمالي الرواسب إلى ما تم ترسيبه في الخزان.

O = الارتفاع الأصلي صفر عند السد.

Y_o = الارتفاع صفر بعد فترة التدفق الداخل للرواسب.

A = المساحة السطحية للخزان.

d_y = العمق التزايدي Incremental Depth

H = العمق الكلي للخزان عند مستوى الخزان العادي.

K = ثابت النسبية لتحويل المساحة النسبية للراسب إلى مساحة حقيقية لخزان معين.

عند حل المعادلة (١٠) فإننا نحصل على العلاقة الآتية:

$$(١١)\ \frac{1+Vo}{ao} = \frac{S-Vo}{HAo}$$

حيث:

Vo الحجم النسبي للخزان عند العمق الجديد صفر.

a_o = المساحة النسبية للراسب عند العمق الجديد صفر.

Vo = الحجم الإجمالي للخزان عند العمق الجديد صفر.

Ao = المساحة الكلية للخزان عند العمق الجديد صفر.

بتعريف (hp)، (h'p) كما في المعادلات (١٢)، (١٣)، يمكن من المعادلة (١١) استنتاج أن $h'p = h_p$ عند الارتفاع الجديد صفر أي ارتفاع الرواسب المرسبة بواسطة التدفق الداخل للرواسب خلال الفترة الزمنية:

obeikandl.com

$$(١٢) \quad hp = \frac{1 - Vp}{ap}$$

$$(١٣) \quad h'p = \frac{S - VpH}{HX\ ApH}$$

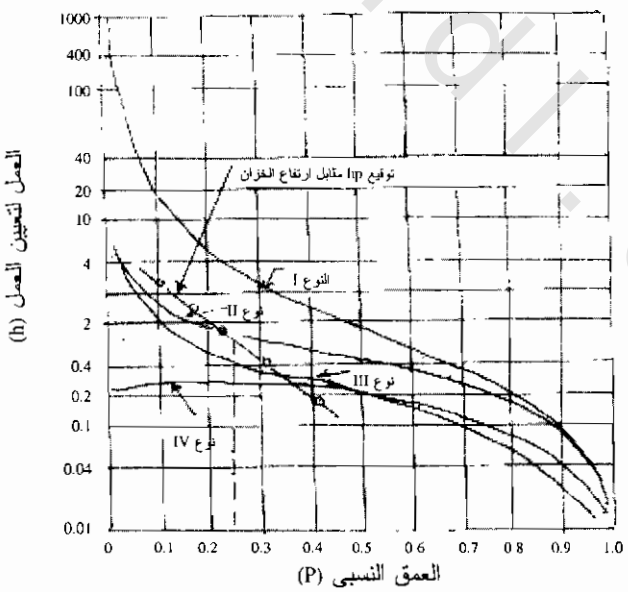
hp = دلالة نسبة العمق للأنواع الأربع لمنحنيات التصميم النظري.

h'p = دلالة نسبة العمق لخزان معين وتخزينه المتوقع للراسب.

ApH = مساحة الخزان المقابلة للارتفاع فوق قاع المجرى.

VpH = سعة حجم الخزان المقابلة للارتفاع فوق قاع المجرى.

من منحنيات تصميم النوع شكل (٩) ومنحنيات تصميم المساحة شكل (١٠)، فإنه يمكن عمل المجال الكلي لمقادير (hp) لكل أنواع الخزانات من خلال توقيع العمق النسبي (P) مقابل العمق لتعيين دلالة (h) أي (hp) (انظر الشكل ١١) خلال استخدام المعادلة (١٢) وباستخدام المعادلة (١٣)، مقادير (h'p) يمكن الآن أن يتم تطابقها على الشكل (٦/١١) وقيمة (p) التي تتقاطع مع المنحنى المناسب سوف يعطي العمق النسبي (Po) للارتفاع صفر الجديد والارتفاع صفر الجديد (Yo) يمكن عندئذ حسابه بإضافة ناتج (Po H) إلى الارتفاع الأصلي لقاع المجرى.



شكل (٦/١١) منحنيات لتعيين عمق الراسب

لحساب الرواسب المرسبة وحجم الراسب المتراكم عند مختلف الارتفاعات للخزان، فإن الطريقة سيتم شرحها في المثال التالي:

مثال:

خزان له البيانات الآتية:

السعة الأصلية = ٨٢٥٠ هكتار متر (ha.m).

المستوى العادي للخزان = ١٧٥,٥

زمن الترسيب = ١٥ عام.

تراكم الترسيب خلال الفترة الزمنية = ١٧٥٠ هكتار. متر

خصائص الراسب: رملي مع حبيبات من الطفل.

ارتفاع قاع المجرى عند السد = ١٦٠,٠٠

مساحة الخزان وبيانات السعة

الارتفاع (بالمتر)	المساحة (هتكار)	السعة (هتكار. متر)
160.00	0	0
161.75	45	60
162.70	70	125
163.75	140	240
165.00	185	445
166.5	350	710
168.0	540	1320
169.50	675	2225
171.00	850	3375
172.50	1000	4825
174. 0	1200	6500
175.5	1400	8250

الحل:

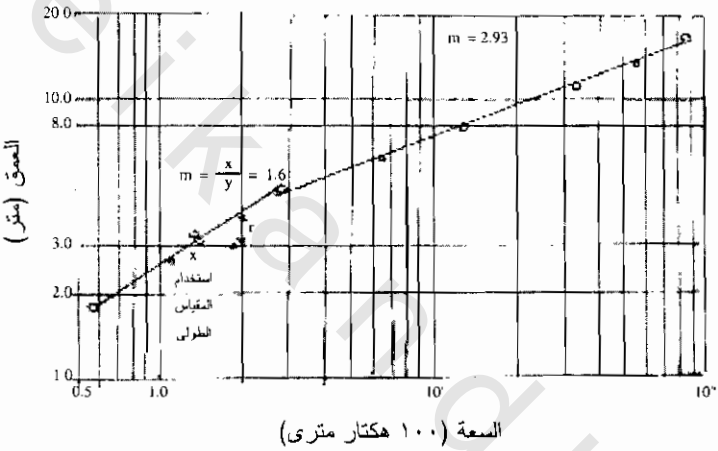
عند حل هذا المثال فإن الطريقة المستخدمة يتم شرحها خلال الخطوات الآتية:

obeikandl.com

الخطوة رقم (١):

عين النوع الذي ينتمي إليه الخزان من توقيع سعة الخزان مقابل العمق كما هو موضح في الشكل (٦/١٢).

الميول موضحة في العلاقة. الجزء العلوي الكبير يبين الميل ٢,٩٣ بما يوضح أنه يقع بين حدود الميل للنوع II الجزء السفلي الصغير يبين الميل ١,٦ والذي هو خلال حدود الميل للنوع III. ولكن، حيث أن الراسب يكون في الغالب من الرمل الثقيل، فإن معظم المادة سيتم احتجازها في اللسان المنبسط العلوي (Upper Reaches) في شكل ذات متقدمة. لذلك فإنه يبرر لتصنيفه كالنوع (II) لتوزيع الراسب.



شكل (٦/١٢) سعة الخزان مقابل التصميم

الخطوة II:

عين الارتفاع صفر الجديد بحساب قيم (h'p) للقليل من قيم خمسة أيام (كمثال) لارتفاع الخزان. كما هو موضح في الجدول (٧)،. يتم توقيع تلك القيم في الشكل (١١) ورسم منحنى لطيف خلال تلك النقطة لاعتراض نوع المنحنى الذي نوعه (II) عند Po = 0.25.

ثم $H \times Y_o = H \times P_o = 15.5 \times 0.25 = 3.875$ متر.

ارتفاع الرواسب المرسبة عند الارتفاع صفر الجديد = 160 + 3.875

= 163.875 متر

الخطوة III:

يتم الحصول على قيم المساحة النسبية (a) عند القيم المختلفة للعمق النسبي خلال استخدام الشكل (١٠) (يتم ملاحظة الأعمدة ٥، ٤ من الجدول ٨).

جدول (٧) تعيين قيمة (h'p)

			H = 15.50m		S = 1750 ha.m		
h'p	HXApH (ha.m)	S.VpH Ha.m	VpH (ha.m)	ApH (ha)	P $\left(\frac{Col}{H}^2\right)$	(m)	ارتفاع العمق فوق قاع المجرى
٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
٢,٤٢٥	٦٩٧	١٦٩٠	٦٠	٤٥	٠,١١٣	١,٧٥	١٦١,٧٥
١,٤٩٨	١٠٨٥	١٦٢٥	١٢٥	٧٠	٠,١٧٤	٢,٧٠	١٦٢,٧٠
٠,٦٩٦	٢١٧٠	١٥١٠	٢٤٠	١٤٠	٠,٢٤٢	٣,٧٥	١٦٣,٧٥
٠,٤٥٥	٢٨٦٧	١٣٠٥	٤٤٥	١٨٥	٠,٣٢٢	٥,٠٠	١٦٥,٠٠
٠,١٩٢	٥٤٢٥	١٠٤٠	٧١٠	٣٥٠	٠,٤١٩	٠,٥٠	١٦٦,٥٠

الخطوة IV

يتم حساب (k_1) بقسمة مساحة الراسب بالمساحة النسبية عند الارتفاع صفر الجديد. حجم (k_1) يكون مقداره ١٤٤.

الخطوة V

الحصول على مساحة الرواسب المرسبة (a_s) بضرب (K_1) بالمساحة النسبية عند الارتفاع صفر الجديد (العمود ٦ من الجدول ٨).

الخطوة VI

احسب حجم الراسب بضرب متوسط المساحتين المتتاليتين مع العمق المقابل عند الارتفاع (العمود ٧ للجدول ٨).

الخطوة VII

تضاف مقادير حجم الراسب لمعرفة إجمالى حجم الراسب المتراكم.

الخطوة VIII:

راجع ما إذا كان إجمالي حجم الراسب المتراكم يتوافق مع إجمالي الراسب المتدفق إلى داخل الخزان. في حالة عدم التوافق K_1 إلى K_2 بالعلاقة.

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

حيث:

S_1 = إجمالي حجم الراسب المتراكم.

S_2 = إجمالي الراسب الداخل إلى الخزان.

obeikandl.com

جدول (٨) حساب الراسب المرسب بطريقة الخفض التجريبية

الارتفاع	المساحة الأصلية (ha)	السعة الأصلية (ha.m)	العمق النسبي (P') (a)	المساحة النسبية (ha)	المحاولة الأولى		المحاولة الثانية		المحاولة الثالثة		التراكم حجم الراسب المعدل (ha.m)	حجم الراسب (ha.m)	المساحة المعدلة (ha)	السعة المعدلة (ha.m)
					مساحة الراسب (ha)	حجم الراسب (ha.m)	مساحة الراسب (ha)	حجم الراسب (ha.m)	مساحة الراسب (ha)	حجم الراسب (ha.m)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
175.50	1400	8250	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	1750.00	1400.00	6500.00
174.00	1200	6500	0.903	0.90	129.60	97.20	111.60	83.70	109	82.28	18.80	1668.20	1090.30	4831.80
172.50	1000	4825	0.806	1.16	167.04	222.48	143.84	191.58	141	188.32	187.84	1480.36	858.60	3344.64
171.00	850	3375	0.709	1.21	174.24	255.96	150.04	220.41	147	216.66	216.17	1264.19	702.51	2110.81
169.50	675	2225	0.613	1.28	184.32	268.92	158.72	231.57	156	227.64	227.15	1037.04	518.97	1187.96
168.00	540	1320	0.516	1.25	180.00	273.24	155.00	235.29	152	231.40	230.81	806.23	387.63	513.77
166.50	350	710	0.419	1.20	172.80	264.60	148.80	227.85	146	223.98	223.50	582.73	203.72	127.27
165.00	185	445	0.322	1.16	167.04	254.88	143.84	219.48	141	215.76	215.27	367.46	43.60	77.54
163.87	144	240	0.250	1.00	144.00	175.74	124.00	151.33	121	148.76	148.28	219.18	22.10	20.82
162.70	70	125	0.174	-	70	125.19	70	125.19	70	125.19	125.19	93.99	0	0
161.75	45	60	0.113	-	45	54.62	45	54.62	45	54.62	54.62	39.37	0	0
160.00	0	0	0	0	0	0	0	37.37	0	39.37	39.37	0	0	0
-	-	-	-	-	-	2032.20	-	1780.39	-	1753.88	1750.00	-	-	-

$K_1 = \frac{144}{1.00} = 144$ $\quad K_2 = \frac{1750}{2032.20} \times 144 = 124$ $\quad K_3 = 121.9$

– الإرتفاع الجديد صفر

obeikandl.com

في هذا المثال يكون الحجم الإجمالي للراسب المتراكم هو (203.20ha.m) بينما إجمالي التدفق الداخل إلى الخزان من الراسب خلال الفترة هو (1750 ha.m) لذلك يتم حساب K_2 كالآتي:

$$K_2 = \frac{1750}{2032.20} \times 144 = 124$$

الخطوة IX:

تم الآن عمل محاولات زيادة بتكرار الخطوات (٣) إلى (٧) وتعيين قيم (K) التي ترضي حالة أن إجمالي الراسب المتراكم هو غالبًا نفسه مثل إجمالي التدفق الداخل من الراسب. وهذا واضح خلال الأعمدة ٨ إلى ١٢ من الجدول (٨).

الخطوة X

يتم الحصول على مساحة الراسب المعدلة بطرح مساحة الراسب المعدله كمحاولة قبل الأخيرة من المساحة المقابلة الأصلية (العامود ١٤).

الخطوة XI

يتم الحصول على حجم الراسب والمتراكم المعدل بطرح حجم الراسب المتراكم من السعة الأصلية المقابلة (انظر العامود ١٥).

٩- العمر المفيد للخزان: (Useful Life Of The Reservoir)

إنه من الأهمية معرفة متى يتم استنفاذ سعة التخزين للخزان بسبب الترسيبات. في الواقع، قبل تمام الملئ بالغرين للخزان، فإن ترسيب الرواسب سوف يطغى أولاً على التخزين المفيد للخزان – وبذا يسبب الإعاقة فى أداء المهمة المصمم من أجلها. قد تأتي مرحلة أخيرة حيث مع استنفاذ سعة الخزان، فإن الخزان لا يمكنه خدمة الغرض المصمم من أجله لذلك فإنه يمكن القول أن عمر الخزان قد انتهى. هذا يعني أن هناك حاجة لمعرفة كلاً من العمر المفيد وكذلك العمر الكامل أو الأقصى للخزان. (Both The Useful Life and The Full or ultimate Life of The Reservoir) وكذلك العوامل ذات التأثير عليهم.

العمر المفيد (Usefull life)

العمر المفيد للخزان يعرف بأنه الفترة بالسنين التى خلالها رسوب الترسيبات لايمنع الخزان من أن يخدم طبقاً للغرض الأولى المستهدف. من الطبيعى أن يعتبر العمر المفيد للخزان أنها قد ينتهى عند هبوط أدنى سعة أساسية أسفل التخزين الميت حيث الخزان عندئذ سوف لايمكنه تحقيق أدنى طلب أساسى.

العمر الكلى (Full life)

العمر الكلي للخزان هو عدد السنين اللازمة لسعة الخزان ليكون تام الاستنفاذ بالترسيبات. تحديدا، عندما يصبح كل عمر الخزان قد تم الاستنفاذ لكل العمر المفيد للخزان حتى النهاية.

معدل الترسيب أو تراكم الغرين هي العامل الرئيسي الذي يؤثر على عمر الخزان وهو يعتمد أساسًا على نسبة السعة إلى التدفق الداخل وإلى حد ما على كفاءة الحجز وطريقة عمل الخزان لذلك، فإن الخزانات ذات نسبة (C إلى Q) صغيرة ومحتوى عالى من الراسب فى التدفق حتى النقطة حيث كثير من التدفق يمكن أن يمر خلال مفيض السد، سوف يكون له معدل ترسيب عالى. عموما، مع محتوى معين من الراسب فى التدفق الداخل، فإن الخزانات ذات التخزين الموسمى سوف يكون لها سعة فقد سنوية أعلى مقارنة بالخزانات المصححة لتوفير التخزين لسنتين أو لثلاثة سنوات. على العكس السعة السنوية مع نسبة معطاه (C إلى Q) سوف تتغير بنسبة مباشرة مع محتوى التدفق الداخل من الرواسب طبقًا لكفاءة الحجز وطبيعة الرواسب.

مثال:

البيانات الآتية متاحة للخزان:

منطقة التجميع (Catchments Area) = ١٠٠٠ كيلو متر مربع

التخزين الحي = ٧٦٠٠ هكتار. م (ha.m)

التخزين الميت = ٣٢٠٠ هكتار. م (ha.m)

الحمل السنوي للغرين = ٣٦٥,٠٠٠ طن

متوسط كثافة الغرين الراسب = ١٠٤٠ كجرام/م^{٣}.

حمل الغرين يتكون من الدرجات الآتية:

الغرين الخشن = ٤٠%

الغرين المتوسط = ٥٠%

الغرين الدقيق = ١٠%

بفرض أن كل الغرين الخشن، ٥٠% من الغرين المتوسط سوف يرسب في فراغ التخزين الميت للخزان. كذلك، ١٠% من التخزين الدقيق سوف يمر خلال مخرج السد كتيار كثافة، ٩٠% من الغرين الباقي مع ٥٠% من الغرين المتوسط سوف يرسب قبل الوصول إلى الطرف الأمامي للخزان (Above Head Reach). قدر:

أ- العمر المفيد للخزان.

ب – العمر الكلي للخزان.

الحـــل:

الغرين السنوي: ٣٦٥٠٠٠ طن

$$\text{حجم الحمل السنوي للغرين} = \frac{365000 \times 10^{3}}{1040}$$

= ٣٥٠,٩٦٠ متر مكعب = ٣٥ هكتار. متر

= 35 (ha.m)

$$\text{الغرين الخشن} = ٤٠\% = \frac{40}{100} \times 25 = 14 \text{ ha.m}$$

$$\text{الغرين المتوسط} = ٥٠\% = \frac{50}{100} \times 35 = 17.5 \text{ ha.m}$$

الغرين الدقيق = ١٠% = $\frac{10}{100}$ x 35 = 3.5 ha.m

مع ١٠% من الغرين يذهب كتيار كثافة (Density Current)

فإن الكمية المتبقية السنوية من الغرين الدقيق المترسب = 3.5 × 0.9

= 3:15 (ha.m).

مع كل الغرين الخشن و٥٠% من الغرين المتوسط رسب فى التخزين الميت، فإن

حجم الغرين المتراكم = 14 + 3.15 = 11.90 ha.m

الزمن اللازم لامتلاء التخزين الميت بالغرين = $\frac{3200}{22.75}$ = 140.65 = ١٤١ سنة

∴ العمر المفيد للخزان = ١٤١ سنة

الزمن اللازم لامتلاء التخزين الحي بالغرين = $\frac{7600}{11.9}$ = 638.65 ≅ ٦٣٩ سنة

أو العمر الكلي للخزان = ٦٣٩ سنة

٩- التحكم في ترسيبات الخزان: Reservoir Sedimentation Control

بسبب الفقد في سعة الخزان والتي تقصر من عمر الخزانات، فإنه يكون من الضروري إحداث بعض التحكم على الترسيب في الخزان حيث تستخدم الطرق الآتية:

أ - اختيار الموقع:

يجب أن يتم اختيار الموقع بحيث أن يكون التدفق الداخل من الترسيبات منخفضًا بما يؤخر الترسيب في الخزان ولا يمنعه. اختيار الموقع يعتمد على خصائص الحوض مثل نوع التربة، ميل الأرض، الغطاء النباتي وخصائص سقوط الأمطار.

ب- تخزين الراسب:

كما تم مناقشته في البند (٨)، فراغ تخزين الراسب الذي يساوي الحجم المقدر لترسيب الغرين خلال الفترة العمرية للخزان يتم وضعه في فراغ التخزين الميت للخزان. ولكن، بعض الترسيبات قد ترسب كذلك خلال كل الخزان.

obeikandl.com

جـ- طرق الحفاظ على التربة في مستجمع الأمطار:

Soil conservation Method In The Water Shed:

وهذه تشمل:

(١) زراعة الأحراج (A forestation) للميول العليا والحادة.

(٢) عدم السماح برعي الحيوانات.

(٣) مراجعة السدود في التحكم في الوديان الضيقة شديدة الانحدار (Ravines).

(٤) تسوير وتدريج الكنتورات.

زراعة الأحراج تستغرق وقتًا طويلاً ولكنها توفر حماية إيجابية نحو الانزلاق والبرى أو التآكل للتلال.

تقييد الرعي وبالتالي التغطية بالحشائش والنباتات يقلل من التدفق خلال شهور الأمطار. وبالتالي إنشاء سدود التحكم (Check Dams) في أخاديد سيولة الماء في الوقت المناسب قبل بدء التآكل والتفتت، يساعد على حجز الراسب ومنعه من دخول المجرى. يجب الإشارة إلى أن طرق الحفاظ هذه لا تبعد أو تمنع تمامًا التآكل والتفتت وفي بعض المساحات قد يكون من الصعب التبرير الاقتصادي. كذلك، كما سبق ذكره، حيث أنه فى حالة عدم توفير الحمل الطبيعي للرواسب لمياه المجرى، فإن المياه عندئذ تميل إلى إحداث تآكل وبري (Scouring) للقاع والأجناب للمجرى، والذي يتطلب إجراءات الحماية للقاع والأجناب مثل، التكسية الأسمنتية أو الحجرية والتي تزيد من التكلفة.

د- خفض الرواسب بالطرق الطبيعية:

Reduction of Sediment By physical means:

الإزالة الطبيعية للرواسب المترسبة في الخزان ليست ممكنة وكذلك لا يمكن تبريرها اقتصاديًا. ولكن، في السدود حيث تنشأ البوابات الضخمة وتشغيل الخزان يسمح بمرور فيض من المياه، فإنه يمكن مرور جزء كبير من الراسب خلال الخزان. كذلك فإن محابس التحكم أو المخارج عند المستويات المختلفة قد تسمح بصرف الرواسب الدقيقة، ولكن الإزالة قد لا تمتد بعيدًا عن اتجاه المنبع للسد.

١٠- عمل الخزان Reservoir Operation

عمل الخزانات هو عملية مخططة لاستخدام الموارد المائية المتاحة لتحقيق أقصى استفادة باستخدام سعة الخزان. لذلك فإنه يكون من الضروري، أن يتم التخطيط قبل الإنشاء الحقيقي للمشروع لضمان تحقيق الغرض الرئيسي من الخزان بما يحقق الاستفادة من الموارد المائية. التخطيط يجب أن يبنى على الآتي:

أ – سلوك وفعالية خواص التدفق السابق للمجرى.

ب – التحكم في البيانات المائية المنخفضة للحصول على أقصى كفاءة للخزان.

جـ– تأثير الانطلاق المفاجئ لمياه الفيضان من الخزان على المجرى والأراضي الزراعية في اتجاه المصب من السد.

الطرق الرئيسية لعمل الخزان تعتمد على درجة الخزانات وسيتم مناقشتها:

أ- **خزانات الحفظ لغرض واحد: Single Purpose Conservation Reservoir**

وهذه تشمل استخدام الطرق الآتية لعملها.

(١) طريقة الاستخدام السنوي:

وهذه الطريقة مبنية على مفهوم التخزين الموسمى للماء في الخزان واستخدامه التالي في فترة الجفاف من العام. يتم تصميم هذه الخزانات بحيث أنه يتم الامتلاء خلال موسم الفيضان. وحتى الزائد يتم صرفه خلال المفيض، ولكنه يكون مستنفذ تماماً خلال موسم الفيضان المنخفض لتحقيق متطلبات الحاجة إلى المياه. لا يوجد تخزين لغرض مخصوص لترحيله إلى العام القادم. الفترتين الواضحتين هما فترة الملء وفترة التفريغ. هذه الطريقة لها سلبيات أنه يسبب عدم ترحيل التخزين فإنه لا يمكن تلبية متطلبات المياه خلال سنين الجفاف.

(٢) طريقة التأمين(Insurance Method)

طريقة التأمين مبنية على مفهوم ترحيل التخزين الضروري لتوفير أدنى متطلبات خلال سنين الجفاف. أولاً، نحن نحتاج لتعيين استمرار التدفق من

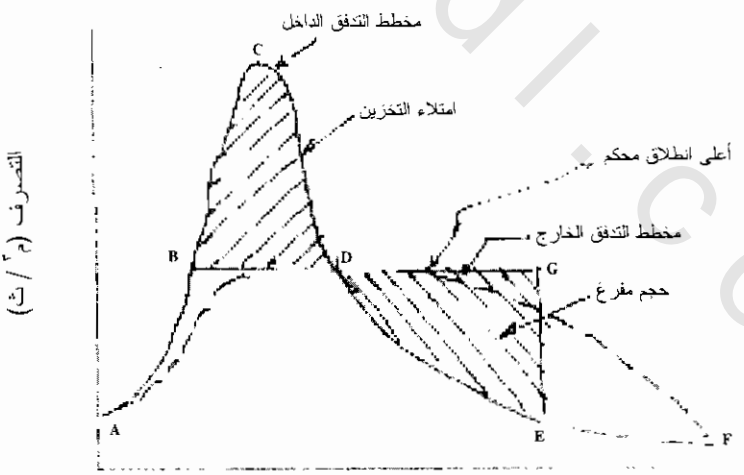
الخزان خلال سنين الجفاف. ثم، إطلاق فقط كمية من الماء كل عام خلال فترة الجفاف. الميزان المائي يتم المحافظة عليه كاحتياطي كتخزين مرحل لينطلق فيما بعد خلال سنين الجفاف. الميزة الرئيسية لهذه الطريقة هي أنها توفر اعتمادية بنسبة ١٠٠%. السلبية هو أنه باستثناء سنين الجفاف، لا يتم تحقيق فوائد كاملة من الخزان.

الطريقة الحديثة، جمع أفضل ما في الطريقتين السابقتين أي أقصى استفادة من أقصى تخزين سنوي متاح وكذلك توفير أدنى تدفق يمكن الاعتماد عليه. ثم وضع منحنيات قانونية للعمل طبقًا للجزء السابق كدليل لأفضل عمل وضمان أقصى كفاءة للخزان.

ب- خزانات الغرض الواحد بالتحكم في الفيضان:

Single purpose Flood Control Reservoirs:

خزانات التحكم فى الفيضان تعمل طبقاً لمبدأ الامتصاص المؤقت لمياه الفيضان وإطلاقها بعد الفيضان بالسرعة التى تسمح بها ظروف المجرى فى اتجاه المصب. بعمل هذا، فإنه يتم تخزين جزء من تدفق الفيضان فى الخزان ويمكن خفض ذروة الفيضان عند النقطة حيث تتم حمايته. مبدأ العمل يتم شرحه فى الشكل (٦/١٣).



شكل (٦/١٣) مبدأ العمل لخزان الغرض الواحد

من الشكل (١٣) ABCDEF يمثل الرسم البياني للتدفق الداخل أو خريطة الفيضان الذي يدخل الخزان. بتنظيم بوابات التحكم أو بوابات المخارج يتم السماح للتدفق بالمرور مباشرة خلال الخزان إلى قناة المصب للسد. BDG تمثل أقصى إطلاق ممكن خلال الخزان. هذا يعني أن سعة الخزان BCD يمكن أن يتم بناءها لخفض ذروة الفيضان من C إلى D خلال التحكم في التدفق الخارج.

الخزان يكون تام الامتلاء عند D، ثم عندئذ يبدأ في التفريغ بأسرع ما يمكن لتوفير التخزين للفيضان التالي المحتمل وتفريغه عند G عند مرور الفيضان ثانيًا خلال الخزان. بدون تغيير في هذه اللحظة، فإن التخزين الممتلئ BCD يساوي الحجم الفارغ DGE. بسبب الصعوبات العملية نحو التوقيت الدقيق للانطلاق المحكم خلال الخزان، فإن خريطة التدفق الخارج المقابل للسعة الآمنة لقناة الصب سوف تكون مثل ADF مع DFE = ACD. لذلك فإن سعة الخزان في خفض ذروة الفيضان من C إلى D هو ABCD ونسبة BCD/ABCD التي تسمى كفاءة الخزان قد لا تزيد عن ٥٠% من متوسط أدنى كفاءة لعمل الخزان.

بالنسبة لخزانات الحفظ (Detention Reservoirs)، فإنه يتم تنظيم التدفق باستخدام البوابات والمحابس بحيث أن ذروة الفيضان عند السد أو قريبًا منه يتم حفظها وبذا تقل خطورة التدمير بفعل الفيضان في مجرى المصب. بالنسبة لأحواض الإعاقة (Retarding Basins) ذات المخارج الثانية غير المجهزة ببوابات، فإن سعة الصرف للمخارج مع الامتلاء الكامل للخزان يجب أن تساوي أقصى تدفق الذي يمكن أن يمر في القناة في اتجاه المصب بدون إحداث أي تلف شديد بالفيضان بمجرد حدوث الفيضان يبدأ الخزان في الامتلاء ويزداد كذلك التصرف حتى تمام مرور الفيضان وتساوي كلاً من التدفق الداخل مع التدفق الخارج. بعد ذلك، يتم السحب الآلي للمياه من الخزان حتى استنفاذ الماء المحجوز مؤقتًا في الخزان. لذلك فإن العملية كلها تكون آلية.

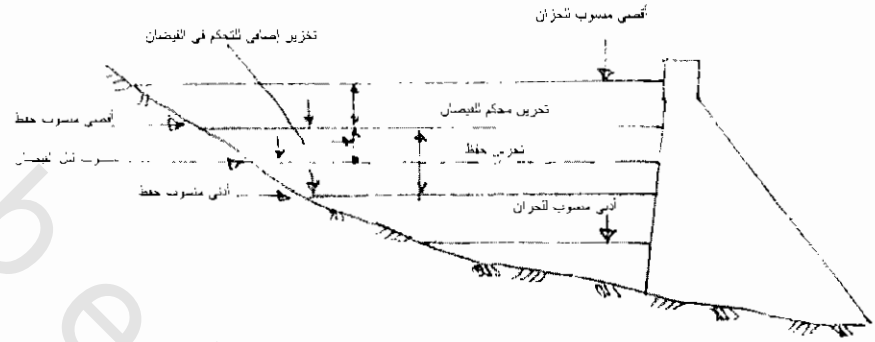
يجب ملاحظة أن عمل خزان التحكم في الفيضان كما هو موضح في الشكل (١٣) يكون محدودًا بحقيقة أن سعة الخزان تكون كافية لامتصاص الفيضان القادم. في حالة زيادة حجم الفيضان عن سعة التخزين للخزان، عندئذ فإن خطة العمل ستكون مختلفة تمامًا. كذلك، فإن خزانات التحكم في الفيضان تمتلك أقصى قدرة لخفض الفيضان فقط عندما تكون فارغة. بعد حدوث الفيضان، فإن جزء من تخزين التحكم في الفيضان يظل غير مشغول بسبب تراكم مياه الفيضان وقد تستغرق وقتًا لإزالته من الخزان. في حالة وصول فيضان آخر للخزان عند هذه المرحلة؛ فأنه قد يسبب مشكلة زيادة التدفق عدا في حالة وجود استعداد للخزان لحفظ جزء من سعة تخزينية كحماية ضد التدفق المفاجئ الداخل. ما سبق ذكره يوضح أنه في حالة الخزانات الضخمة، يكون الأساس وجود الرصد للتنبؤ الدقيق للفيضان ولكن الاستعداد لحفظ التخزين مقابل فيضان ثاني بحيث أن عمل الخزان يصبح مؤثر حقيقي.

جـ- الخزانات متعددة الأغراض: Muti-purpose Reservoirs

الخزانات متعددة الغرض لها خواص خدمة غرضين أو أكثر كما في حالة امتصاص الفيضان وكذلك حفظ المخزون. لذلك فإنه يكون من الضروري أن الخزانات متعددة الغرض يتم تخطيطها لاحتواء الظواهر المستقلة لوظائفها. أي؛ بينما يتم وضع مكان منفصل للفراغ لكل من الاستخدامات، فإن عمل الخزان يجب أن يدمج الوظائف لتلك الاستخدامات.

عمليًا، دمج مختلف الوظائف المختلفة ليس من السهل تحقيقه، فمثلاً، في حالة الخزانات ذات التحكم في الفيضان وحفظ المخزون، قد يكون من الضروري تحديد الفراغ المخصص في الخزان لكل استخدام. بينما التحكم في الفيضان سيتطلب المحافظة على المستويات المنخفضة للخزان، فحفظ التخزين قد يتطلب استمرار المستوى مرتفعًا ما أمكن ذلك. حيث أن كلاً المطلبين ليسا متوافقين، فإنه قد يكون هناك توافق حيث جزء من حفظ التخزين يجب أن يؤخذ بغرض امتصاص

الفيضان في بداية الموسم واستنزاف التخزين المحتجز إلى الوضع الطبيعي عند نهاية موسم الفيضان شكل (٦/١٤).



شكل (٦/١٤) عمل الخزان متعدد الأغراض

بجانب التوافق بين مختلف الاستخدامات، قد يكون من الضروري كذلك تثبيت أولوية مختلف الاستخدامات في العمل الحقيقي للخزان متعدد الأغراض نظرًا لأن الاقتراب الأساسي هو واحد من الاختيار التبادلي، فإنه يجب أن يتم عمل خطة العمل التي تسمح بأقصى عمل لمختلف الاستخدامات وكذلك الاختيار الحكيم للعناصر الطبيعية، مثل الخزان، الفيض، بوابات التحكم، محطة الطاقة.. إلخ.. للمشروع. ولكن، بسبب الطبيعية المتعارضة لمتطلبات مختلف الاستخدامات، قد يكون من الصعب تداول مستويات الخزان بما يحقق تلك المطالب نظرًا لأن الكثير من هذه الخزانات تقلل ذروة الفيضان وتلفيات الفيضان. قد لا تحقق الحصول على أقصى فائدة من ناحية التحكم في الفيضان. في مثل هذه الحالات، فإنه بدلاً من الخزان الواحد متعدد الأغراض، فإن نظام الخزانات عند المواقع الإستراتيجية في مستجمع المياه قد يحقق فائدة أكثر.