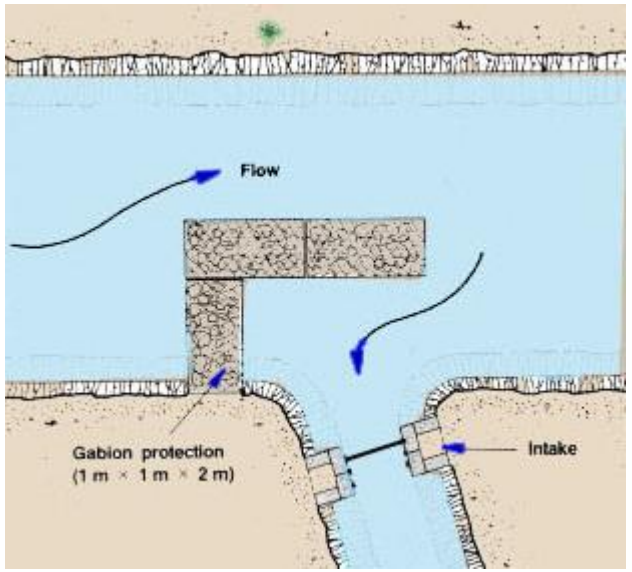
وقل رب زدني علما

جامعة دمشق
Damascus University

كلية الهندسة المدنية

المنشآت المائية

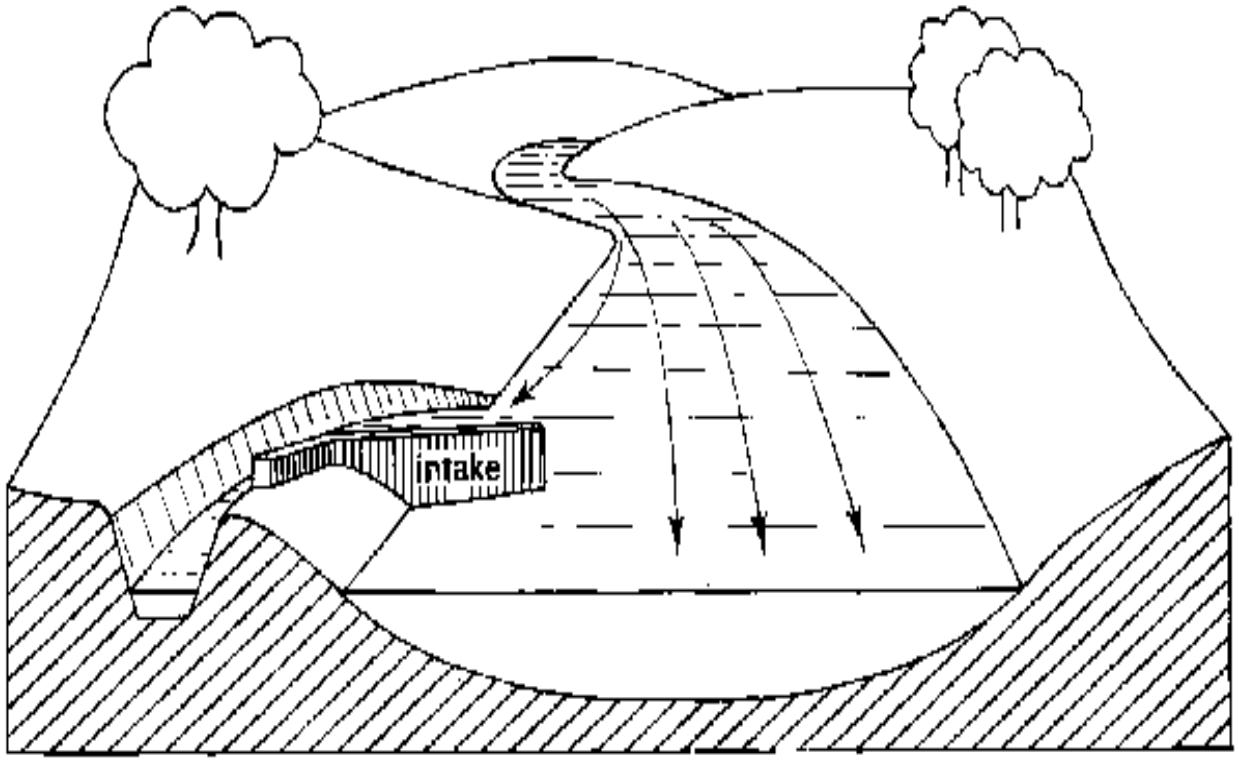
العام الدراسي 2026-2025



د. يوسف سعيد مرعي

المنشآت المائية على قنوات الري

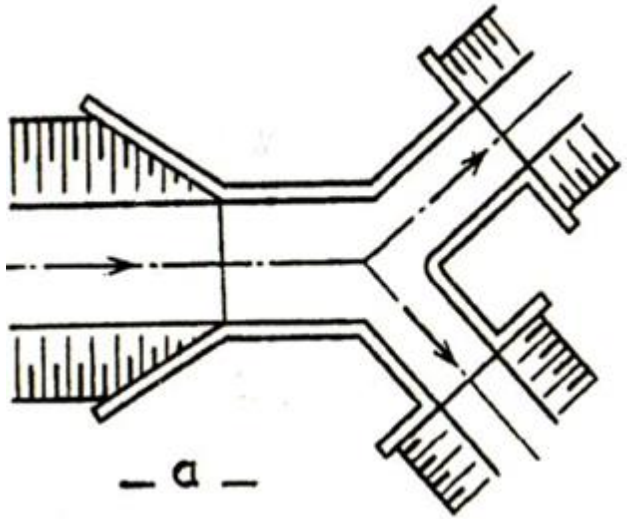
- المآخذ:

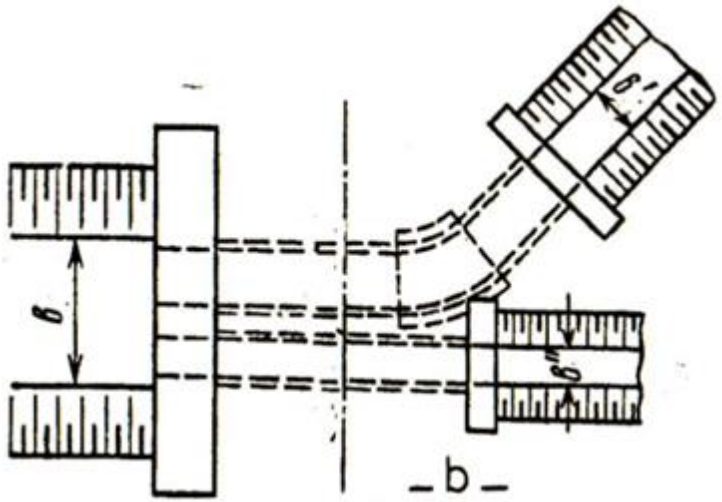


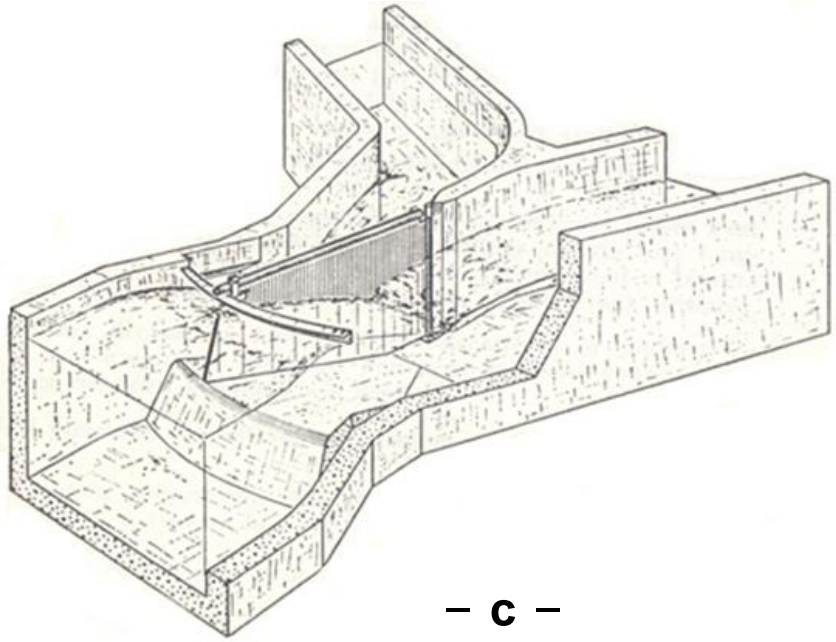
المنشآت المائية على قنوات الري

- منشآت التحكم والمراقبة:

المجزئات



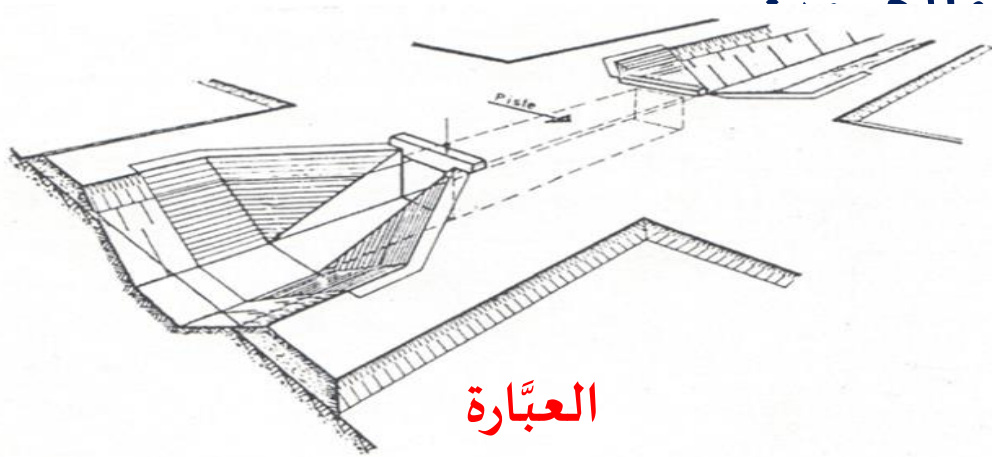




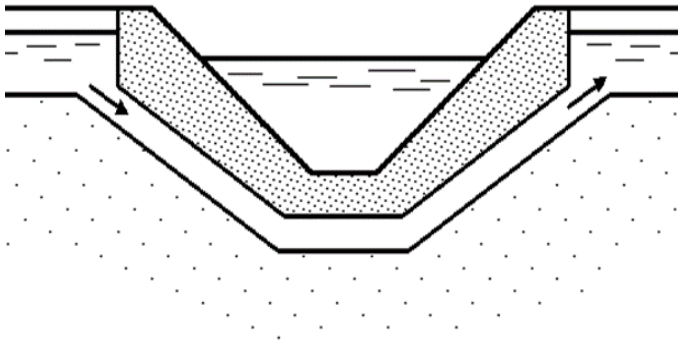
a- مجزئ مائي مكشوف، b- مجزئ مائي مطمور، c- مجزئ مائي بنسبة متغيرة.

المنشآت المائية على قنوات الري

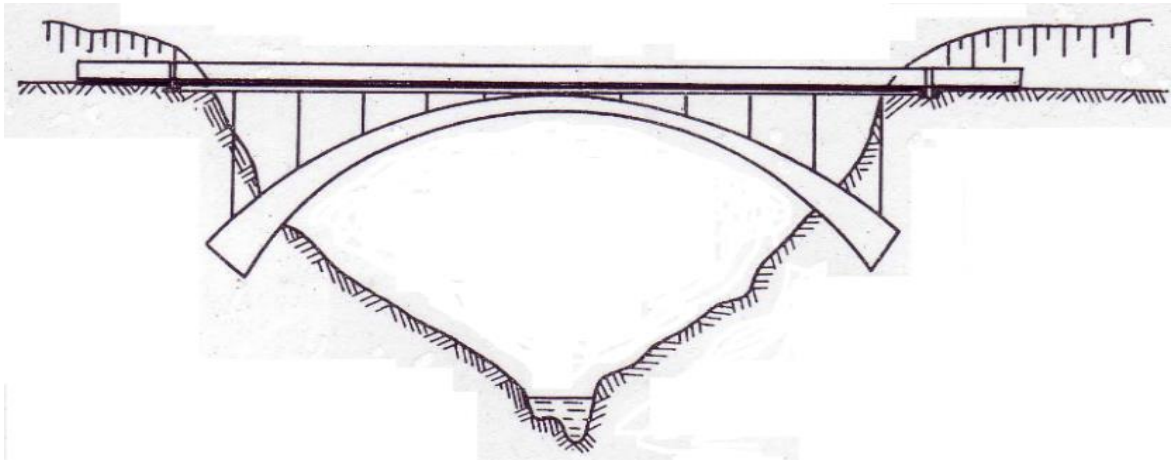
- منشآت التجاوز



العبَّارة



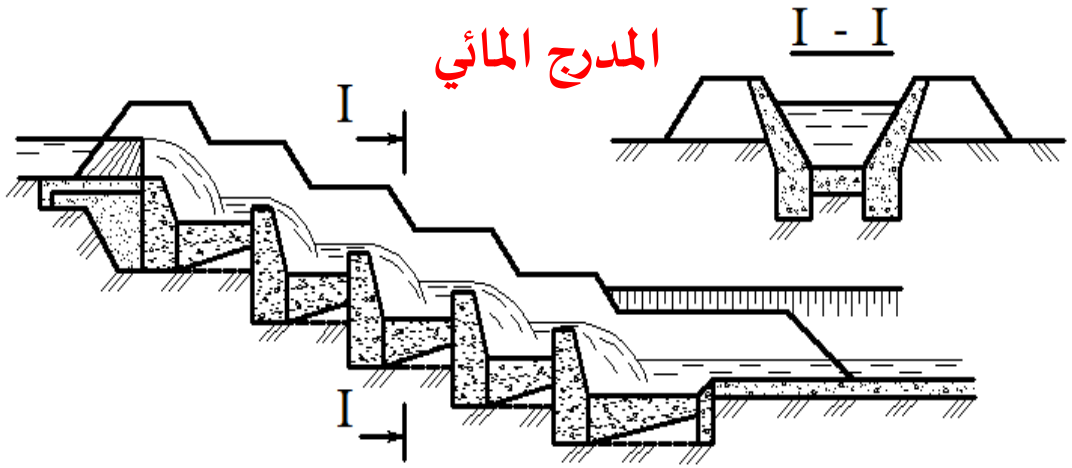
السيفون المقلوب

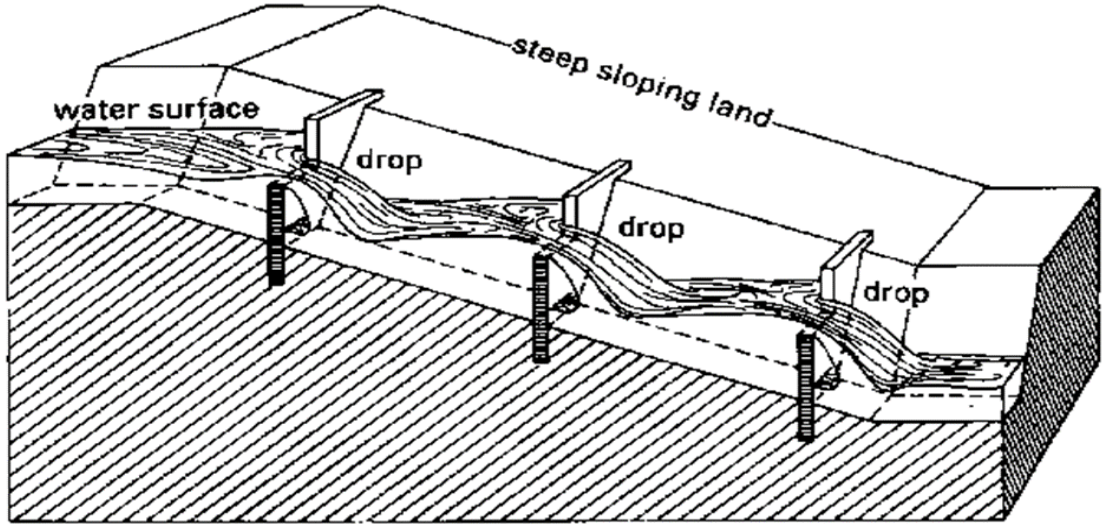


الجسر المائي

المنشآت المائية على قنوات الري

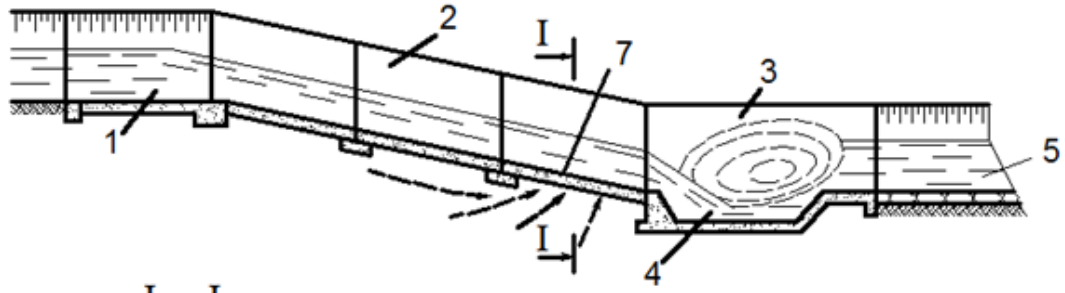
المدرج المائي

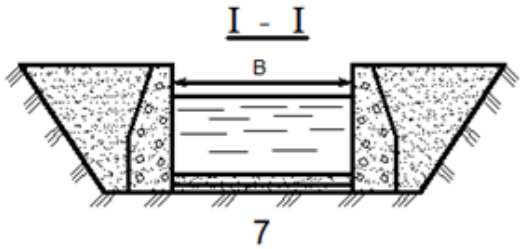


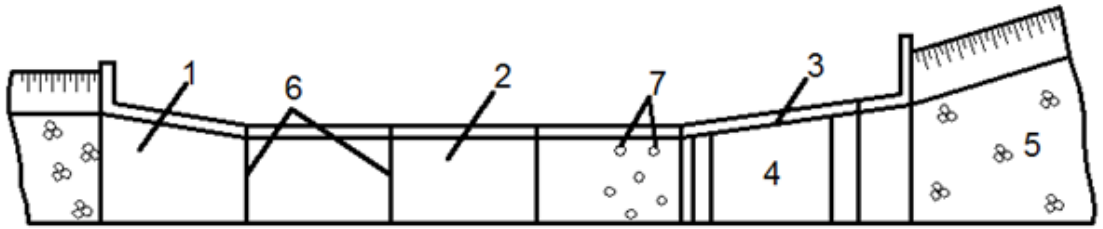


- منشآت الالتحام:

المسيل المائي(مجرى سريع)

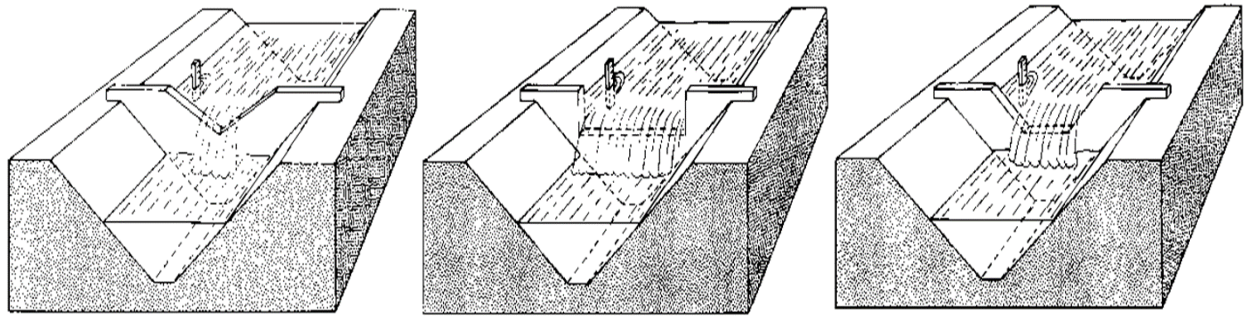




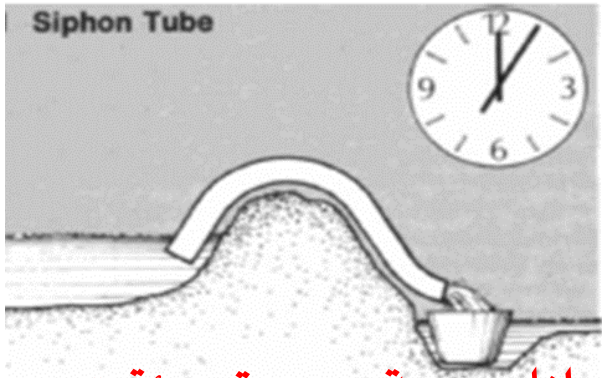


المنشآت المائية على قنوات الري

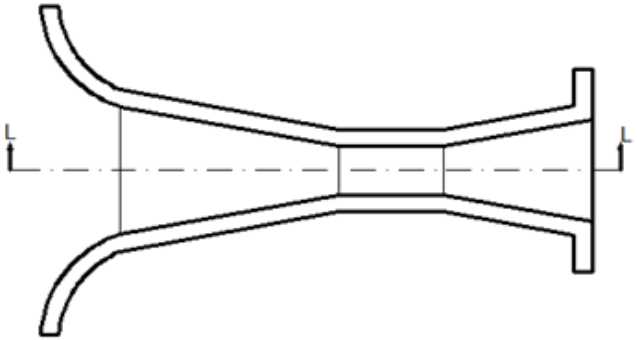
- منشآت القياس:

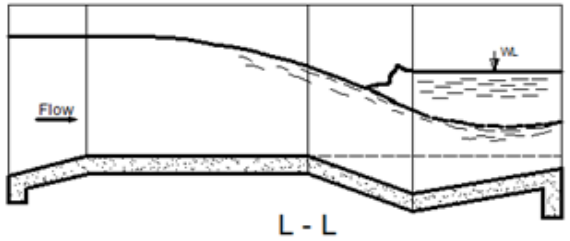


الهدَّارات رقيقة العتبة



إناء بسعة محددة ومؤقت

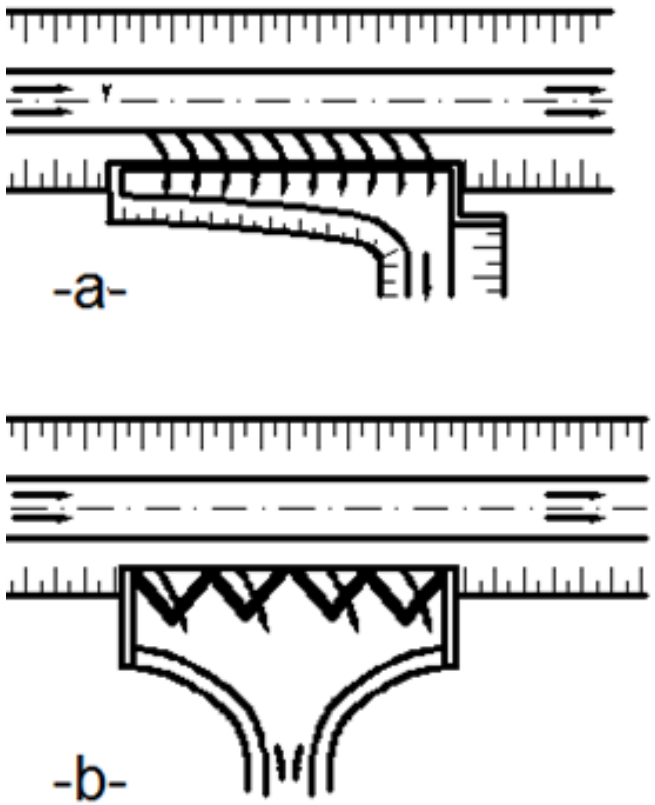


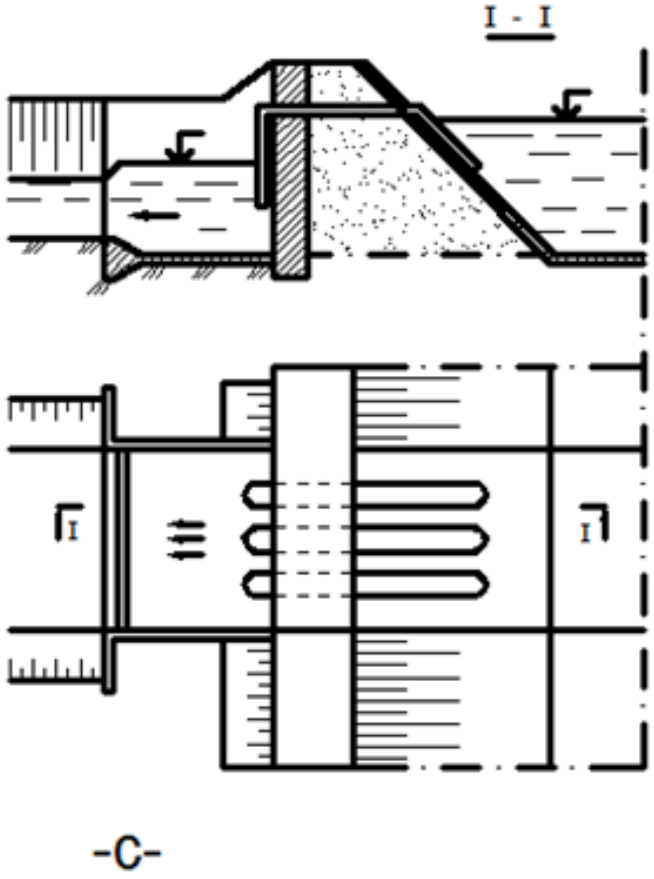


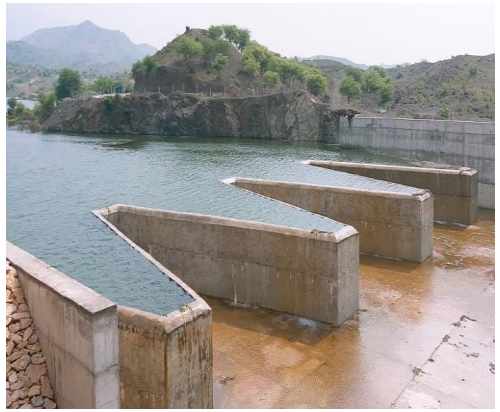
قناة بارشال

المنشآت المائية على قنوات الري

- منشآت الحماية:



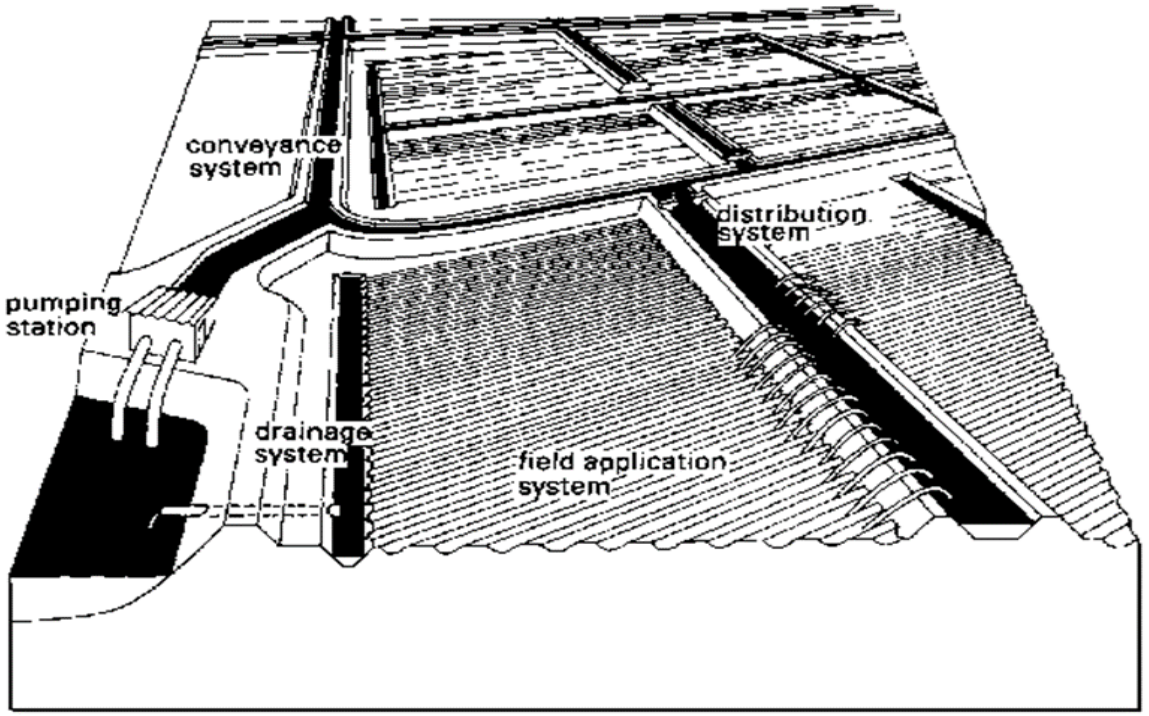




a- مفيض حرجاني، b- مفيض حرجاني على شكل متاهة، c- مفيض سيفوني.

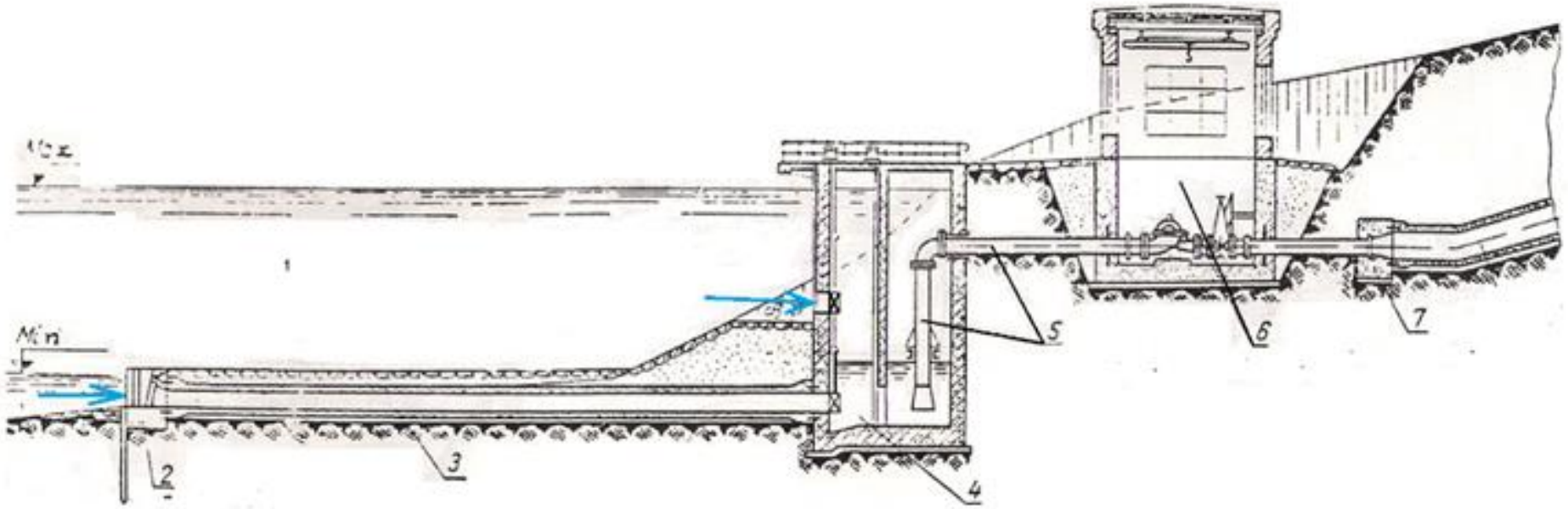
المنشآت المائية على قنوات الري

- محطات الضخ:



المآخذ المائية الرئيسية

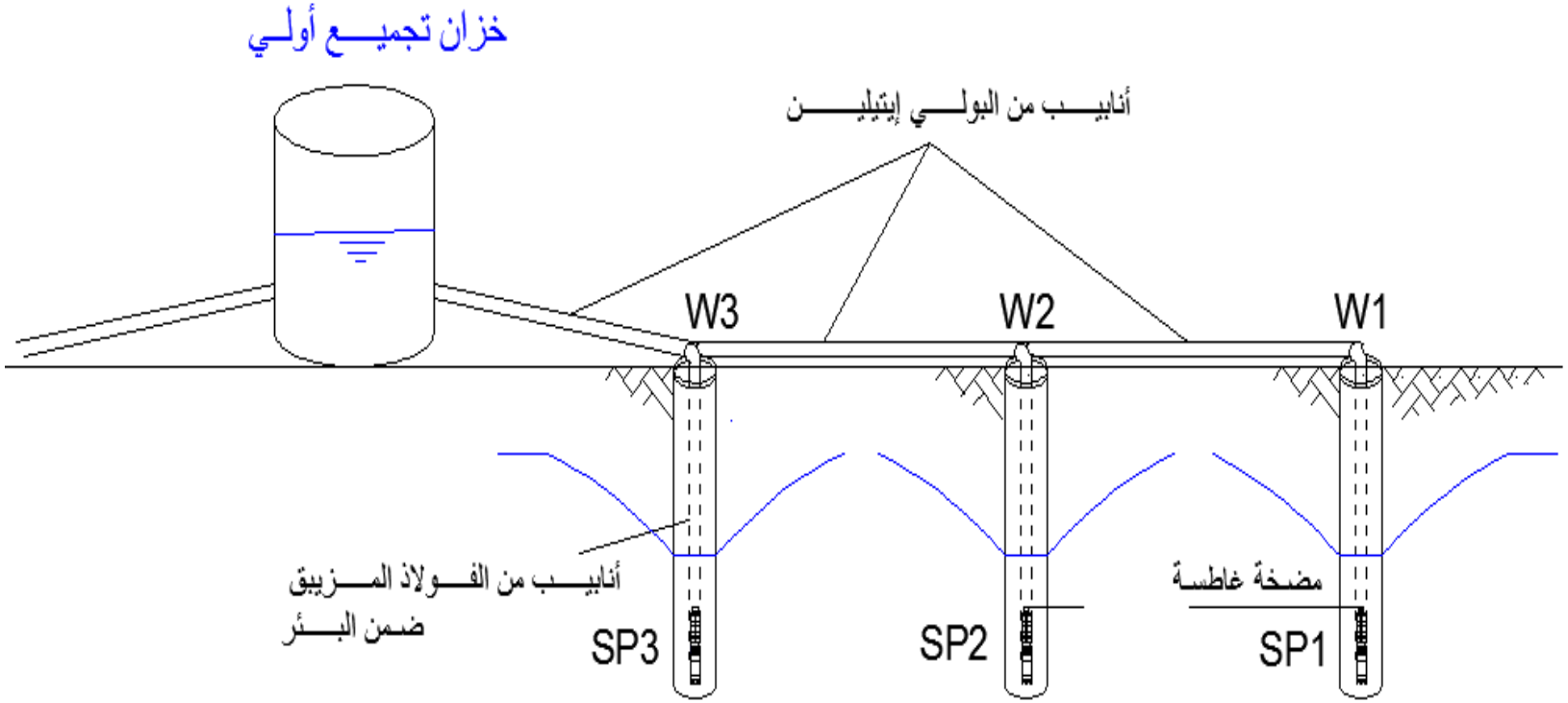
- حسب طريقة نقل المياه من المأخذ:
  - نقل بالجريان تحت تأثير الجاذبية (نقل بالراحة أو الإسالة).
  - نقل بالضخ (عندما يكون منسوب المياه في المصدر أخفض من منسوب مكان الإمداد بالمياه).



المآخذ المائية الرئيسية

- حسب المصدر المائي:

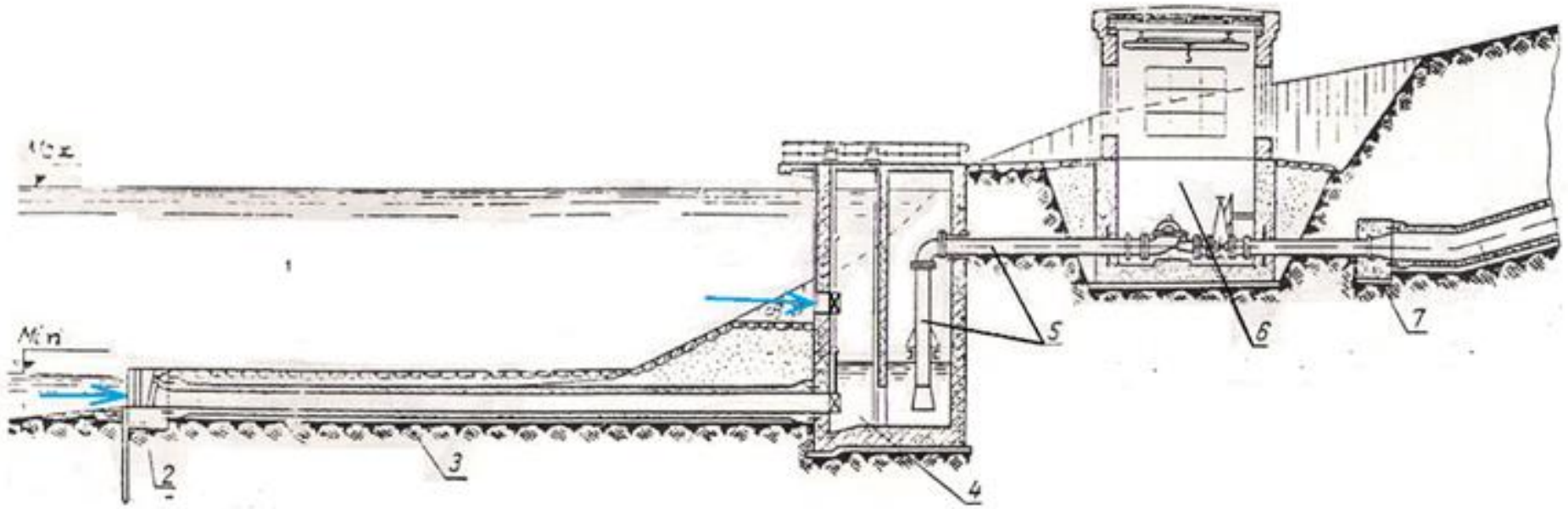
أولاً- مآخذ مائية جوفية:



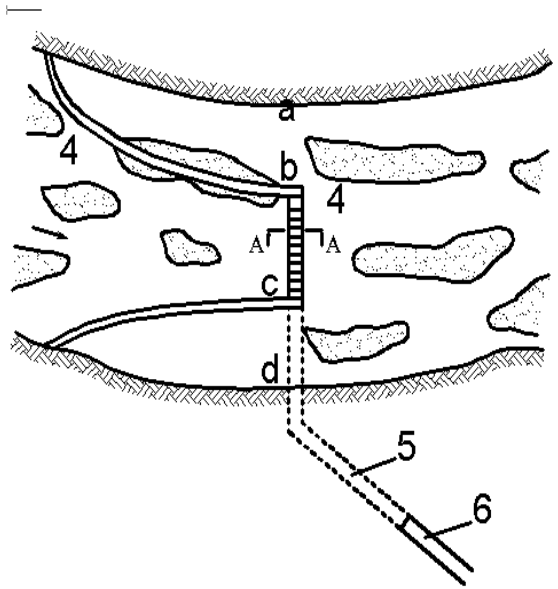
المآخذ المائية الرئيسية

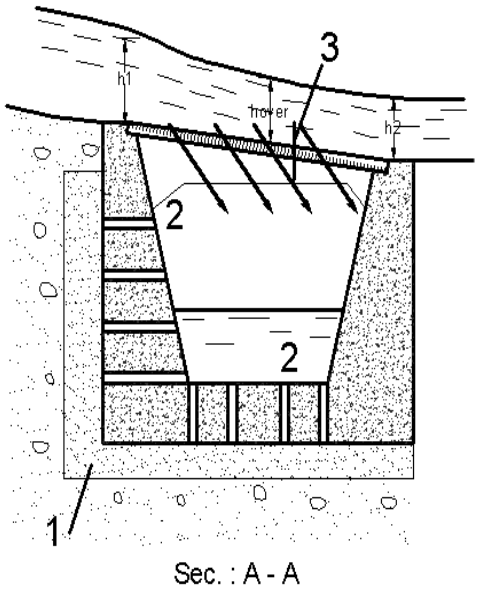
- حسب المصدر المائي:

ثانياً- مآخذ مائية على البحيرات:



المآخذ المائية الرئيسية





- حسب المصدر المائي:

ثالثاً- مآخذ مائية على الأنهار:

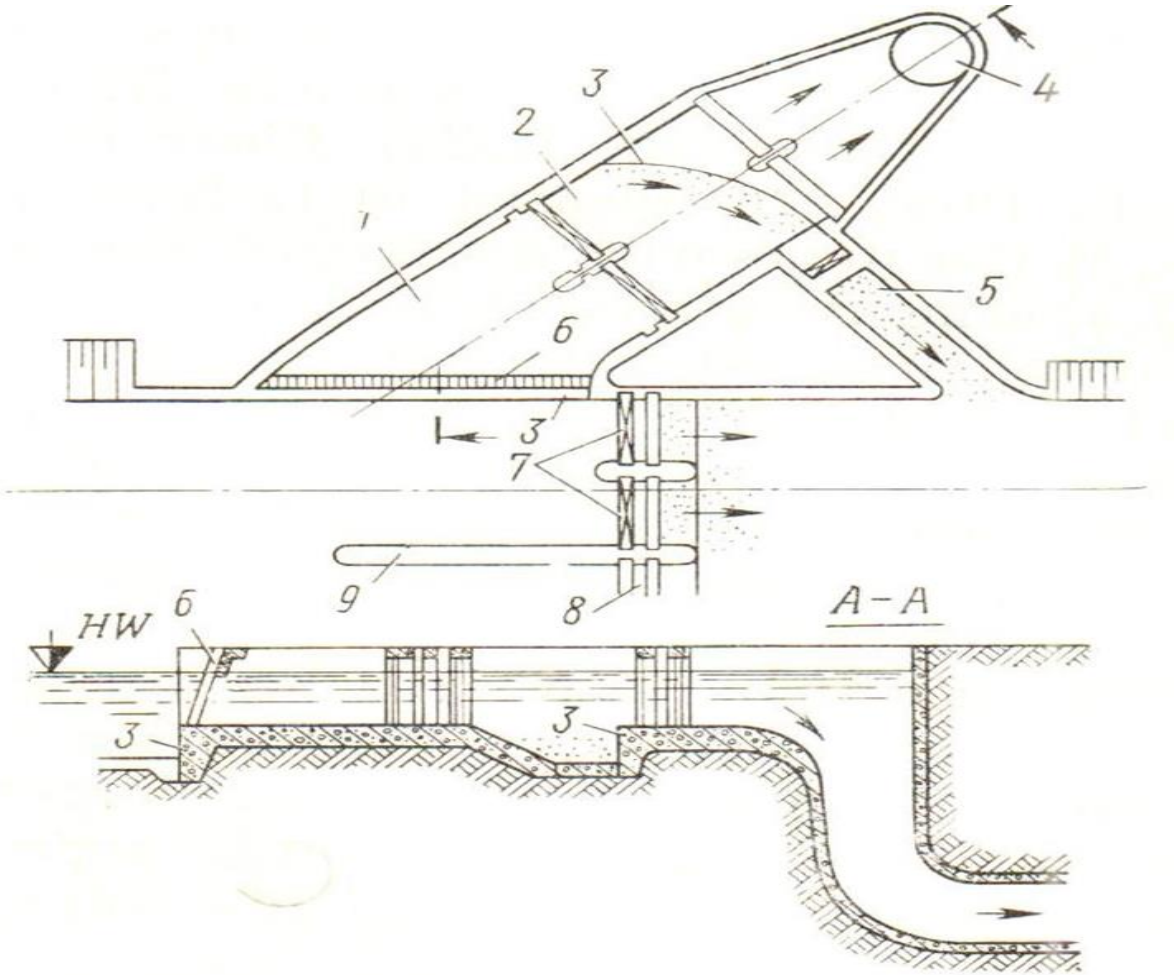
تُصنف حسب موقعها في مجرى النهر:

- مآخذ في المناطق الجبلية من مجرى النهر:

يجب هنا تحقيق مجموعة من الشروط الخاصة.

1-مرشح، 2- فتحات، 3- شبكة سفلية، 4- سد ترابي صغير، 5- أنبوب، 6- قناة جر.

المآخذ المائية الرئيسية



- حسب المصدر المائي:

ثالثاً- مآخذ مائية على الأنهار:

تُصنف حسب موقعها في مجرى النهر:

- مآخذ في المناطق الوسطى من مجرى النهر.

1- المأخذ، 2- مصيدة حصى، 3- عتبة، 4- ممر توصيل الماء، 5-7 - فتحة طرد الرواسب، 6- شبكة احتجاز الحصى، 8– بوابات صرف الماء الفائض، 9- جيب.

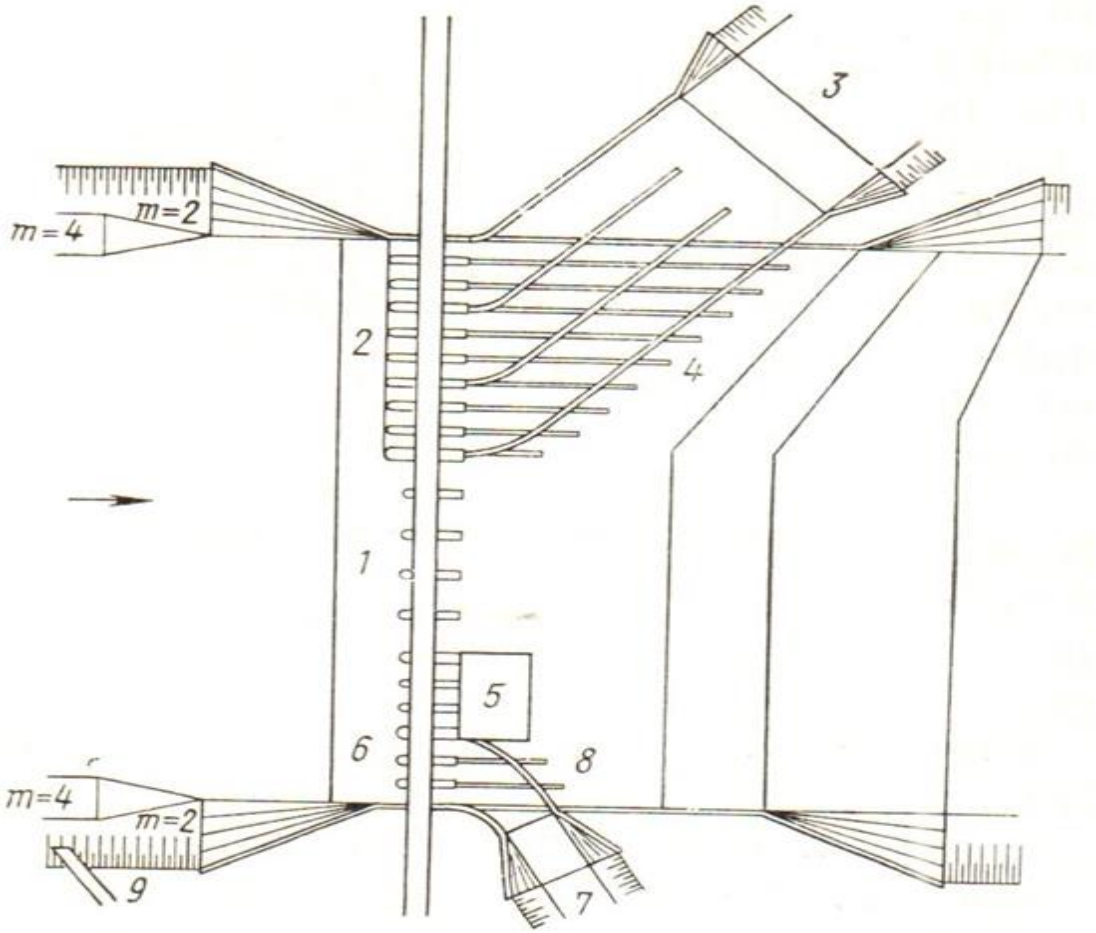
المآخذ المائية الرئيسية

- حسب المصدر المائي:

ثالثاً- مآخذ مائية على الأنهار:

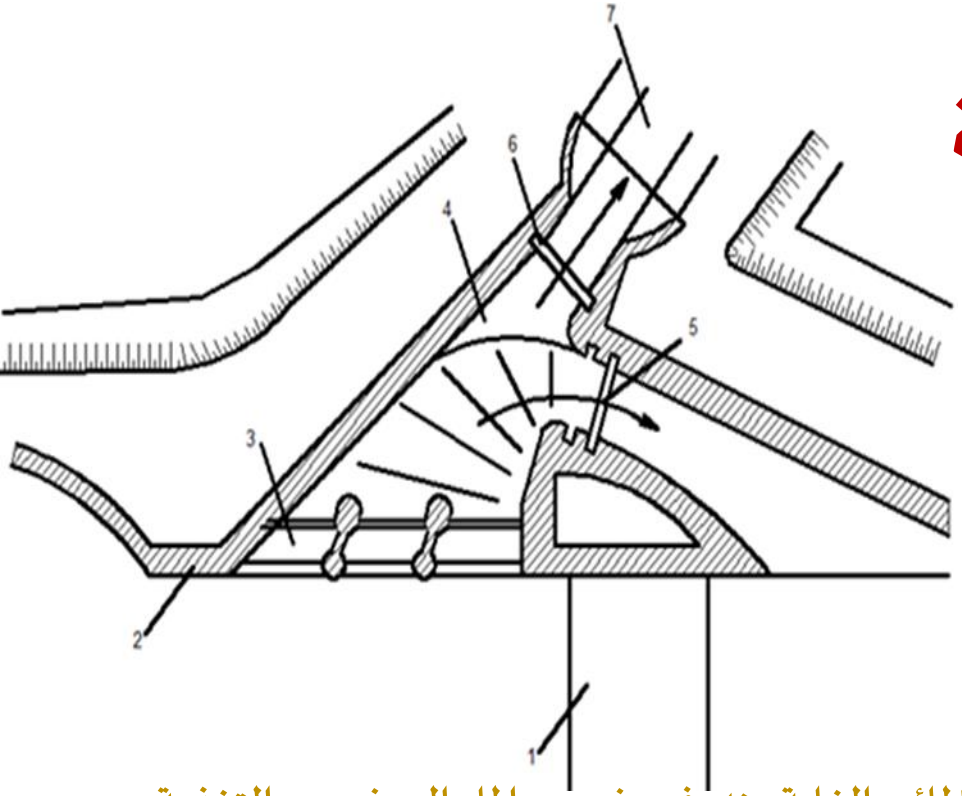
تُصنف حسب موقعها في مجرى النهر:

- مآخذ في المناطق السهلية من مجرى النهر.



1- سد هدار للماء الفائض، 2 و6 - منظمان تحكميان يحتويان على بفتحات قاعية لطرد الرواسب، 3،7 قنوات رئيسية، 4، 8 - فتحات قاعية لطرد الرواسب 5 - محطة كهرومائية، 9 – ممر أسماك.

المآخذ المائية الرئيسية



- حسب المصدر المائي:

ثالثاً- مآخذ مائية على الأنهار:

تُصنف حسب موقعها في مجرى النهر:

- مآخذ في المجاري المائية ذات الجريان السيلي.

1. سد على المجرى المائي: الغاية منه رفع منسوب الماء إلى منسوب التغذية المطلوب، ويمكن أن يكون في الحالات البسيطة سد-عتبة، أو سد-هدار.
2. مأخذ جانبي لسحب الماء وتوجيهه نحو قناة جر الماء، ويمكن أن يكون هداراً جانبياً أو عتبة من دون هدار.
3. حوض لاستقبال الماء ملحق بالهدّار: يسمح هذا الحوض بعملية ترسيب أولية للمواد العالقة في الماء قبل دخول الماء إلى قناة جر الماء.
4. مجموعة من البوابات تُجهزبها منشأة المأخذ الجانبي ومدخل قناة الجر.
5. منشأة لطرد المواد الصلبة المترسبة أمام السد.
6. منشآت حماية جوانب المجرى بجوار المأخذ.

المآخذ المائية الرئيسية

- حسب وجود سد ضمن منشأة المأخذ:

مآخذ مباشرة (لا يوجد سد).

1. المآخذ المائية الشاطئية (المآخذ الجانبية).
2. المآخذ المباشرة الجبهية.
3. المآخذ المباشرة القادوسية.
4. المآخذ المباشرة الغاطسة.

مآخذ غير مباشرة (يوجد سد).

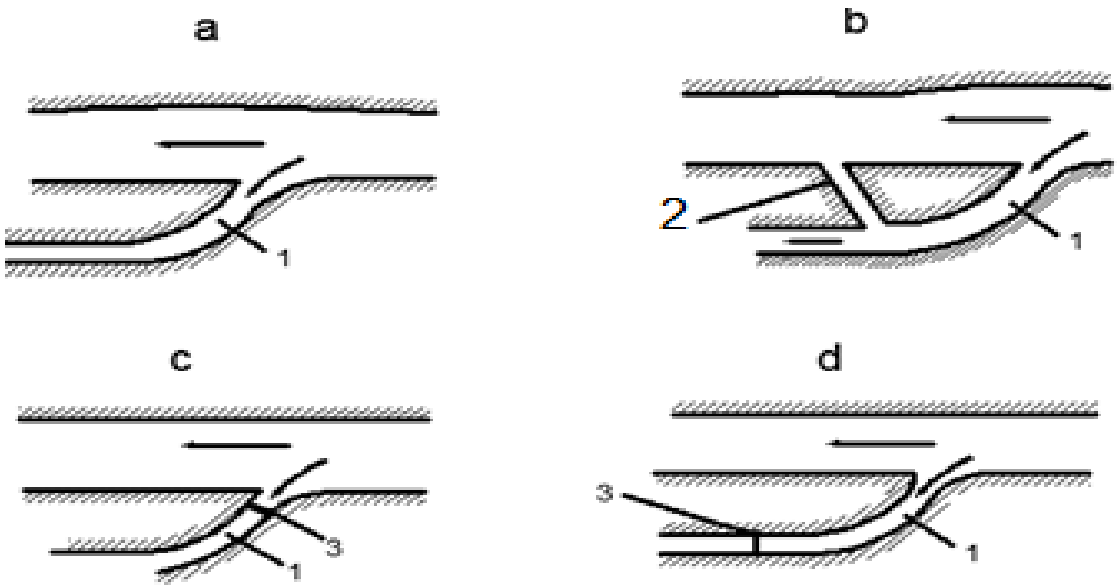
1. مآخذ غير مباشرة غاطسة.
2. مآخذ غير مباشرة سطحية.

المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ المباشرة (لا يوجد سد)

يُفضل بشكلٍ عام اختيار موقع المآخذ في مناطق انعطاف مجرى النهر، بحيث يوضع المأخذ على الضفة المحدبة (الضفة الخارجية) من النهر، وذلك للأسباب الآتية:

- الاستفادة من القوى الطاردة لدخول الماء.
- تجنب الرواسب التي تتجمع على الضفة الداخلية، تحت تأثير التيارات الحلزونية للجريان التي تنشأ عند الانعطاف.
- في حال توضع المأخذ على جزءٍ مستقيم من النهر، يتم خلق انعطاف اصطناعي بالجريان، وذلك بوضع جدران حائلة ضمن المجرى.



مأخذ مائي سطحي لاسدي

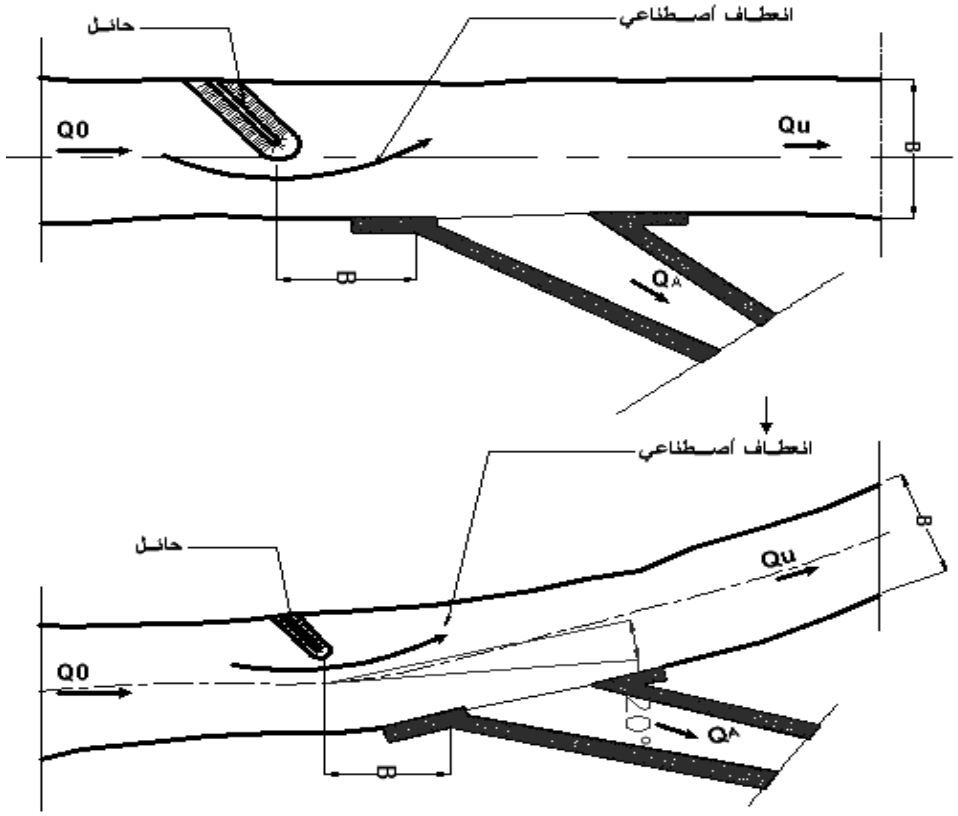
a، b- بدون بوابة تحكم رئيسية، c، d- مع بوابة تحكم رئيسية

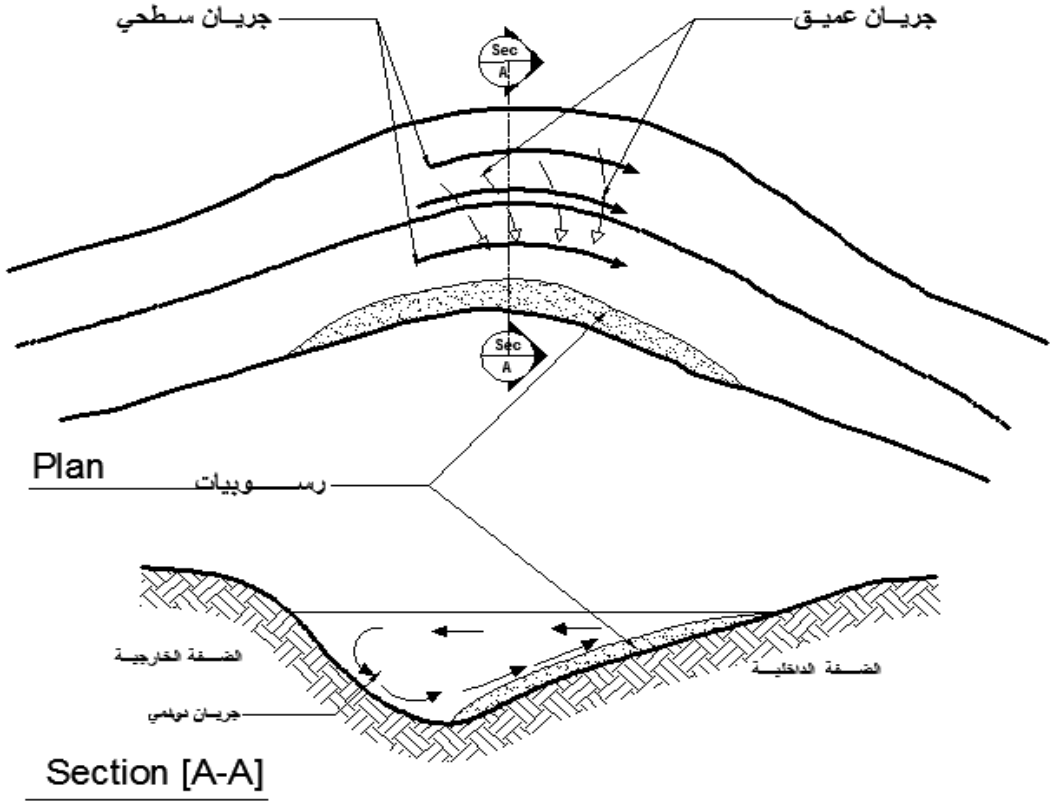
1- قناة فرعية، 2- قناة راجعة، 3- بوابة تحكم.

1. المآخذ المائية الشاطئية- السطحية (المآخذ الجانبية):

المآخذ المائية الرئيسية

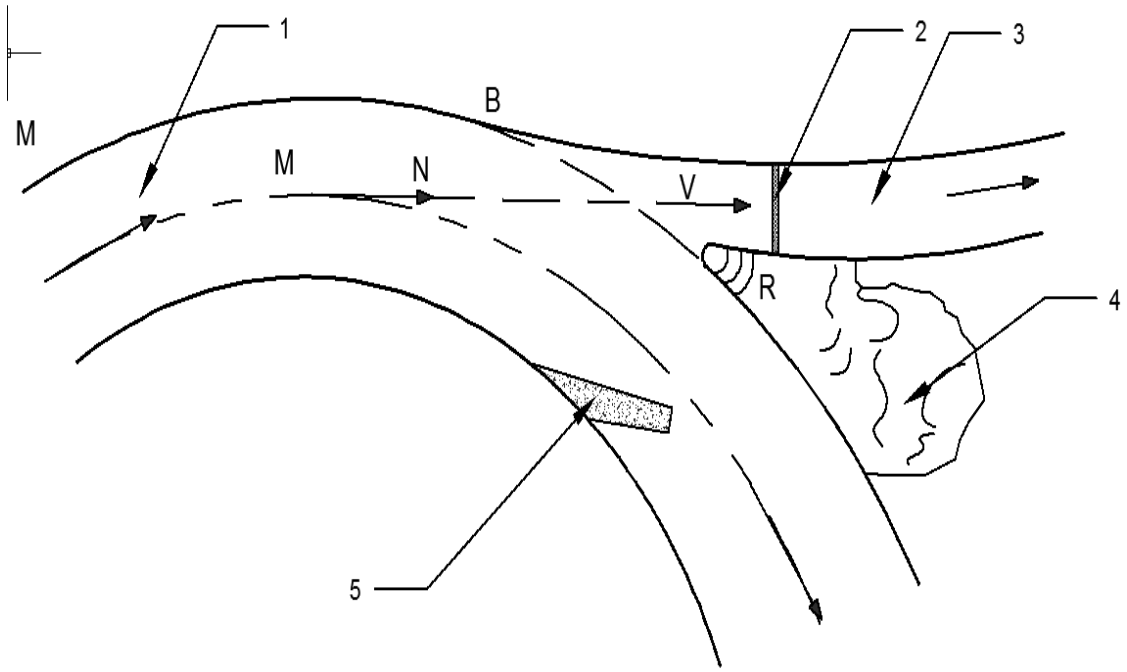
المآخذ المباشرة (لا يوجد سد)





المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ المباشرة (لا يوجد سد)



مأخذ مباشر شاطئي على نهر.

1- المجرى الرئيسي، 2- بوابة، 3- قناة جر، 4- كتلة صخرية، 5 – لسان بيتوني أو حجري.

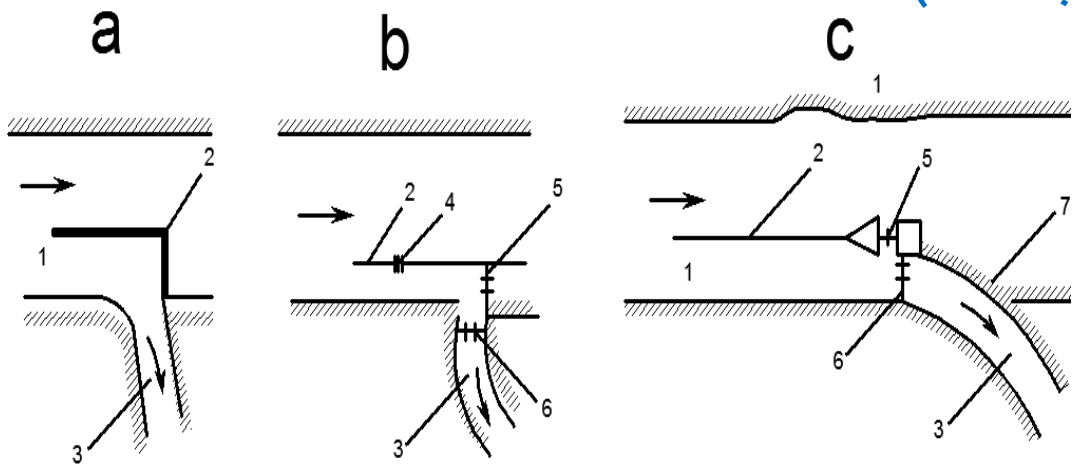
يُبين الشكل مخططاً نموذجياً لمأخذ مباشر، حيث يُلاحظ إنشاء تفريعة المأخذ على الضفة المحدبة AB من النهر(1)، عندها يكون الجريان مدفوعاً نحو الضفة بفعل القوى الطاردة المركزية، وبالقرب من نقطة التقاء هذه الضفة مع امتداد الخط MN في وسط الجريان، وقبل أن تزداد حدة الانحناء الأمر الذي يؤمن دخول الماء إلى قناة فرعية (3) بسهولة، ويُلاحظ أن وجود الكتلة الصخرية (4) على الضفة المحدبة ضمن سرير النهر يضمن ثباته، كما يعمل اللسان (5) حجرياً كان أم بيتونياً على توجيه الجريان نحو القناة، ويساعد في تخفيف اضطراب الجريان ضمن النهر.

المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ المباشرة (لا يوجد سد)

2. المآخذ المائية المباشرة الجبهية:

تتميز هذه المآخذ بوجود حاجز مرتفع يمتد داخل المجرى، وهي تُستخدم في حالة الأنهار ذات المجرى غير المستقر، حيث يعمل الحاجز على خلق نظام جريان معين ضمن المجرى المائي، مما يساعد على زيادة كمية الماء المتجهة نحو قناة الجر، والتقليل من كمية أحمال القعر الرسوبية الواصلة إلى القناة، ويكون اتجاه دخول الماء موازياً لاتجاه الجريان في المجرى المائي، أي أن محور المأخذ يكون متعامداً مع اتجاه الجريان في المجرى المائي.



مأخذ مائي جبهي

a- بدون بوابة تحكم رئيسية، b- مع بوابة رئيسية، وفتحات لطرد الرواسب بالدفق، c- مع بوابة رئيسية جبهيه، وطارد للرواسب.

1- قناة، 2- حائل، 3- قناة الدخول، 4- هدار جانبي، 5- فتحة لطرد الرواسب، 6- بوابة تحكم رئيسية، 7- سد ترابي صغير.

المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ المباشرة (لا يوجد سد)

3. المآخذ المائية المباشرة القادوسية:

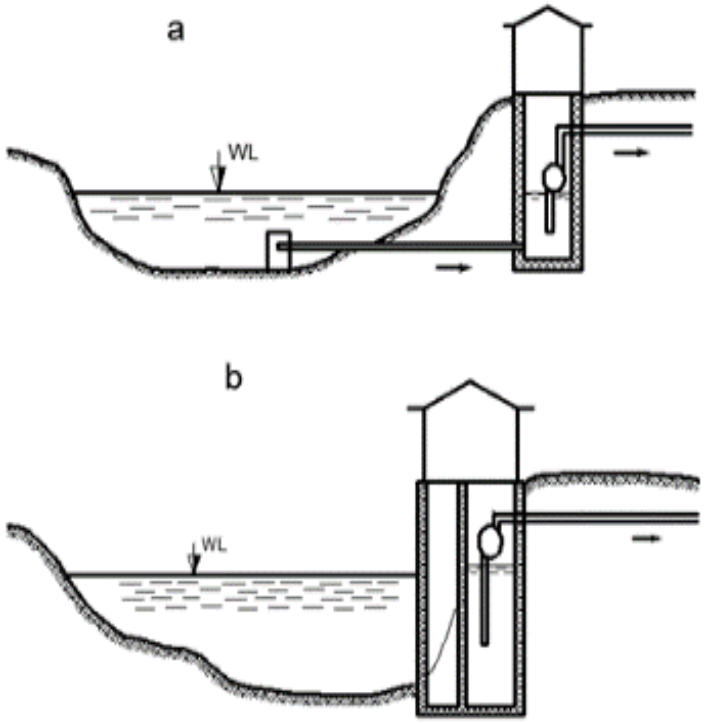
يتميز هذا النوع من المآخذ بأنها تحتوي على حوض عريض، وظيفته ترسيب الذرات العالقة من المواد المحمولة بعد تخفيض سرعة التيار المائي، ومن ثم إيصال الماء إلى الأماكن المطلوبة باستخدام مجموعات ضخ، كما تتميز بعملها المتواصل على مدار السنة، وتُستخدم بشكل أساسي لأغراض الإمداد بمياه الشرب.

المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ المباشرة (لا يوجد سد)

4. المآخذ المائية المباشرة الغاطسة:

- خلافاً للمآخذ المائية السطحية، تعمل المآخذ الغاطسة بالنظام الهيدروليكي المضغوط، وتُستخدم هذه المآخذ بشكلٍ رئيس لغرض الإمدادات المائية في حالة التدفقات المستجرة المنخفضة، والمأخوذة من الأنهار ذات الشواطئ المرتفعة، حيث يصعب أو يستحيل إنشاء قناة مكشوفة.
- في حال وجود تذبذبات كبيرة في منسوب الماء من النهر، وشواطئ ضعيفة الاستقرار، يُلجأ إلى تصميم مآخذ عائمة على هيئة محطة ضخ، تُقام على زورقٍ عائم مسطح القعر، يراوح في عومه تبعاً لتغير مستوى سطح الماء في النهر.



المآخذ المائية المباشرة الغاطسة.

a- مأخذ مائي شاطئي.

b- مأخذ مائي شاطئي بحالة ضفة شديدة الانحدار.

المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ غير المباشرة (يوجد سد)

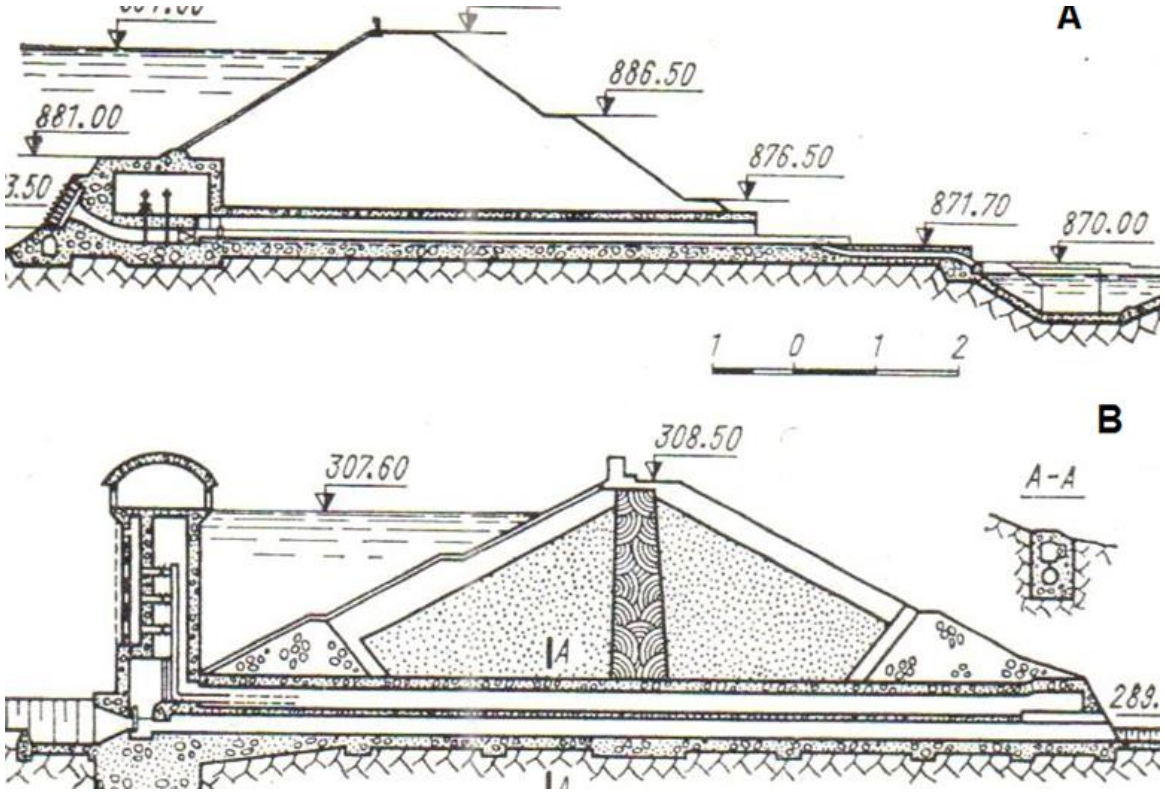
- يتضمن المأخذ المائي غير المباشر سداً أو سداً-هداراً، وهو الأكثر استخداماً كونه يتمتع بالكثير من المزايا، منها:
  - رفع منسوب الماء في المجرى، مما يسمح بري مساحات أكبر من الأراضي الزراعية.
  - منسوب سطح الماء في المأخذ قليل التغير.
  - تغذية القناة الفرعية بالماء مؤمنة حتى عندما يكون التدفق في المجرى أقل من التدفق المطلوب للقناة، حيث يتجمع الماء خلف السد.
  - تقليل كمية الرواسب المنقولة إلى المأخذ، حيث يترسب قسم كبير منها في البحيرة المتشكلة بسبب انخفاض سرعة الجريان.
- يُميز ثلاثة أنواع من السدود:
  - السدود الثابتة، التي توقف جريان الماء بصورة دائمة.
  - السدود المتحركة، التي تُزال في فترات الفيضانات لترك الماء يمر بحرية.
  - السدود نصف المتحركة أو المختلطة، وهي تتألف من عتبةٍ مرتفعة بالنسبة لسرير النهر، وجزءٍ متحرك يمكن رفعه عند مرور الفيضانات.
- يمكن أن يكون المأخذ غير المباشر (السدي) غاطساً أو سطحياً.

المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ غير المباشرة (يوجد سد)

1. المآخذ المائية غير المباشرة الغاطسة:

- تُنشأ المآخذ الغاطسة عادةً في المجمعات الهيدروليكية المتوسطة أو المرتفعة، وكذلك عند وجود تذبذبات كبيرة في منسوب سطح الماء في الحوز العلوي، وفي هذه الحالة لا أهمية لمشكلة الرواسب، وذلك لأن خزان الماء العميق يعمل كحوض ترسيب ممتاز.
- يُحدد موقع المأخذ المائي إما ضمن جسم السد، أو على الشاطئ.
- إذا كان المأخذ المائي مقاماً في جسم السد، فإنه يُنفذ على شكل أنابيب تخترق جسم السد الترابي أو الركامي.



المآخذ المائية غير المباشرة الغاطسة الملحقة بالسدود الترابية أو الركامية

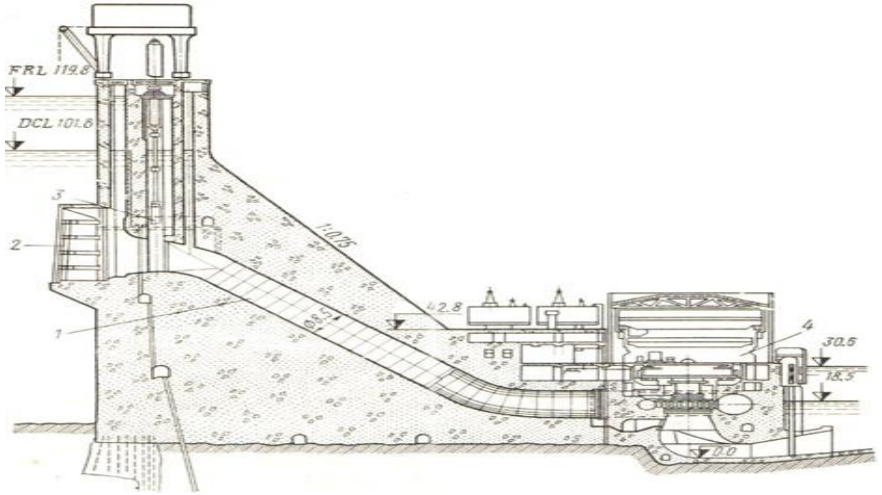
A-مأخذ أنبوبي لا برجي، B- مأخذ مائي خاص بمياه الشرب (برج مدمج مع مصرف).

المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ غير المباشرة (يوجد سد)

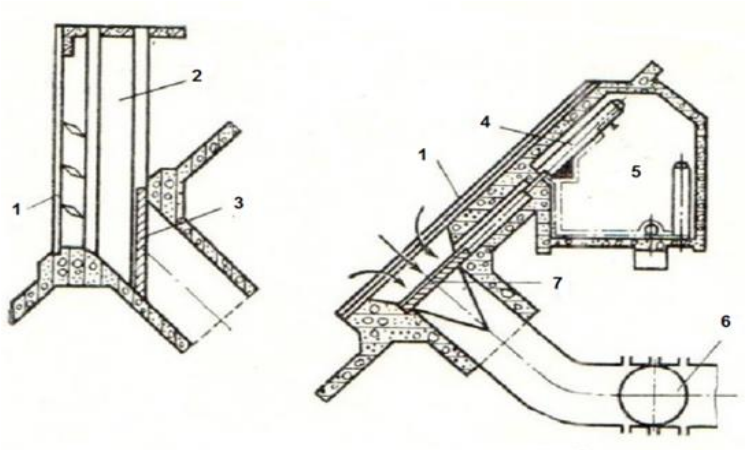
1. المآخذ المائية غير المباشرة الغاطسة:

- إذا كان المأخذ المائي مقاماً في جسم سد بيتوني فيكون على شكل فتحات أنبوبية في جسم السد، وتحتوي من الناحية الأمامية على فوهة تتوسع تدريجياً على شكل قمعٍ لتحسين الظروف الهيدروليكية لدخول الماء، ويُزود هذا القمع بشبكةٍ واقية من الأجسام الطافية.
- إن تصميم المآخذ المائية في جسم السد يشبه تصميم المآخذ المائية الغاطسة، والفرق الوحيد بينها هو أن فتحة المأخذ من النوع الأول لا تقع بالقرب من القعر، بل عند منسوب أخفض بقليل من المنسوب الأدنى للماء في بحيرة السد.



مأخذ مائي غاطس في سد بيتوني ثقلي.

1- أنبوب فولاذي، 2- شبكة، 3- بوابات، 4- مبنى المحطة الكهرومائية.

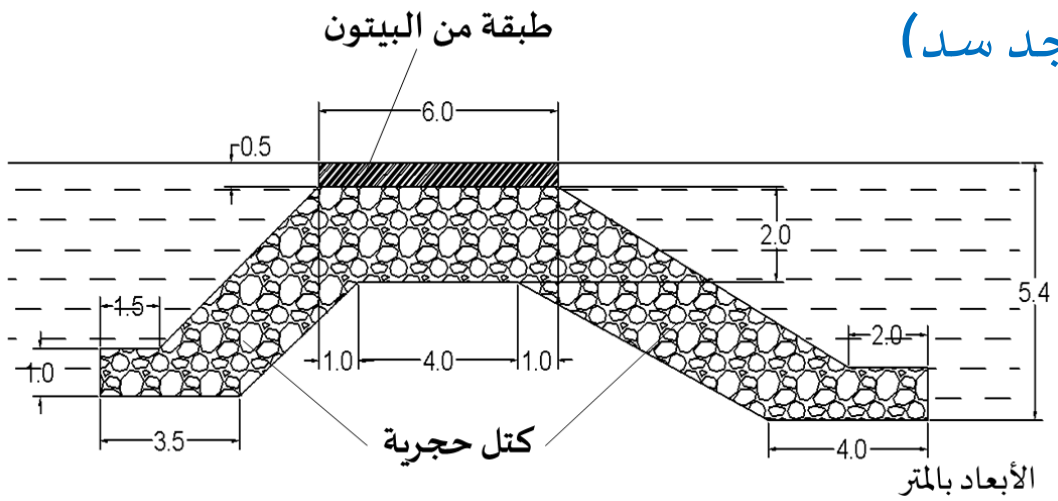


تفاصيل مدخل مأخذ مائي غاطس في سد بيتوني

1- شبكة، 2- أخدود، 3- بوابة، 4- مكبس هيدروليكي، 5- مضخات زيت، 6- تضيق، 7- قمع دخول.

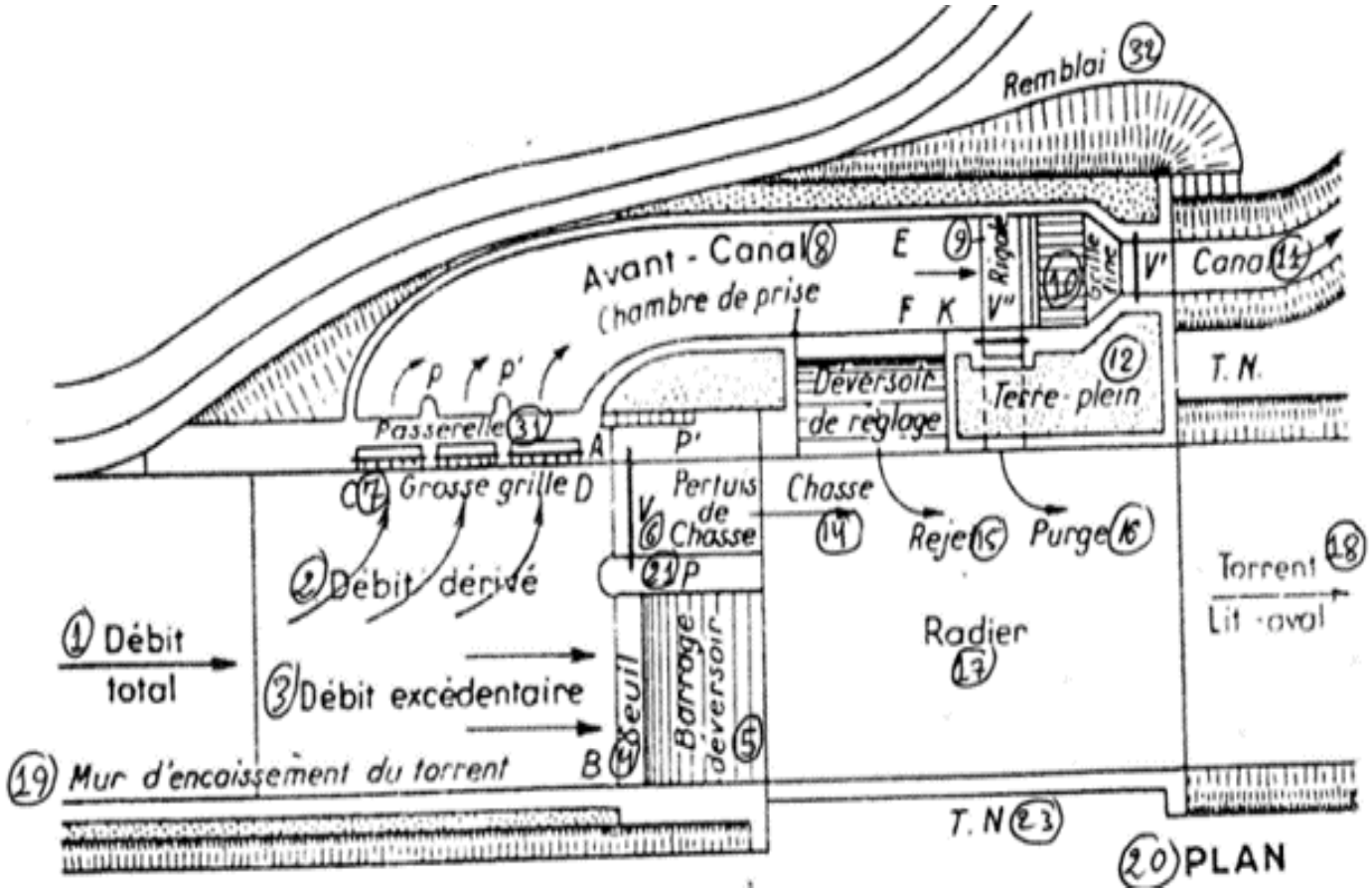
المآخذ المائية الرئيسية

المآخذ غير المباشرة (يوجد سد)



نموذج لسد مع عتبة مطمورة

2. المآخذ المائية غير المباشرة السطحية:



تفاصيل مدخل مأخذ مائي غاطس في سد بيتوني

1- التصريف الكلي، 2- التصريف المحول، 3- التصريف الفائض، 4- عتبة، 5- سد هدَّار، 6- بوابة لطرد الرواسب، 7- شبك خشن،

8- حوض استقبال وترسيب، 9- خندق تنفيس، 10- سكر تحكم، 11- قناة، 12- تربة إملاء، 13- هدَّار حماية، 14- رواسب، 15- المستبعد من الرسوبيات، 16- تنفيسة، 17- بلاطة، 18- المجرى المائي، 19- جدار حماية، 20- مسقط أفقي ، 21- ركيزة، 23- أرض طبيعية، 32- ردمية.

المنظمات المائية

- تُعد المنظمات المائية من المنشآت الأساسية، التي تُقام على قنوات الري، بهدف التحكم بتوزيع المياه فيها، من حيث غزارة الجريان، ومناسيب سطح المياه فيها.

التصنيف

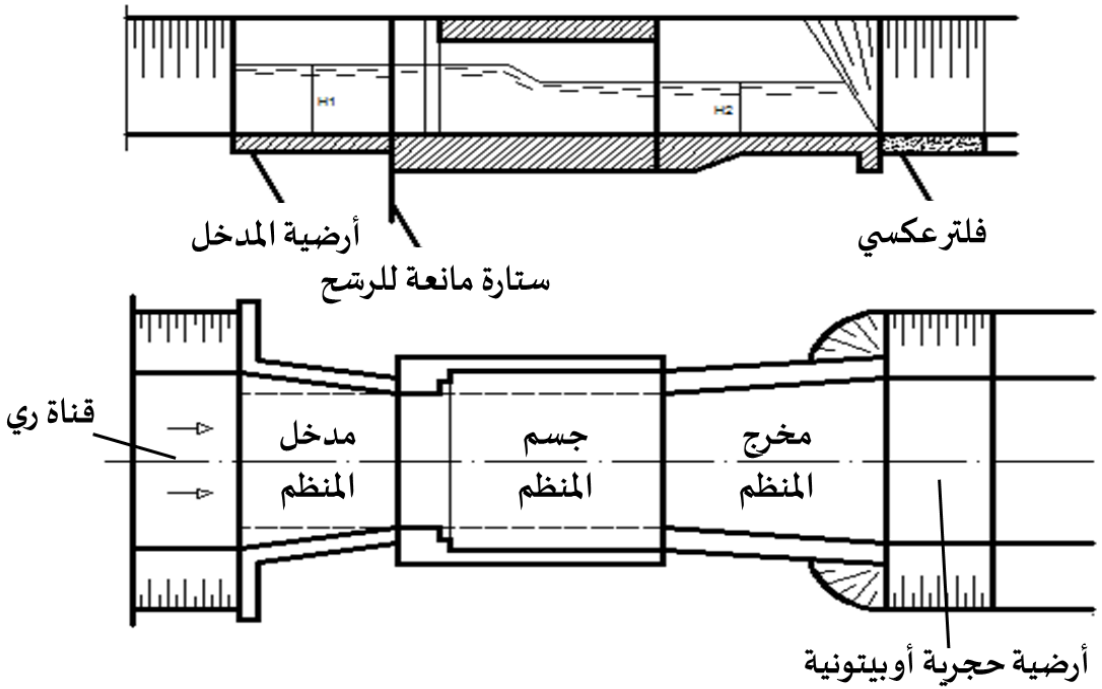
- تصنيف تبعاً للوظيفة، ومكان التوضع:
  - منظمات رأسية (مآخذ مائية).
  - منظمات حجز.
  - منظمات تفريغ (المفرغات).
  - منظمات غسيل.
  - منظمات توزيع (الموزعات-المجزئات).

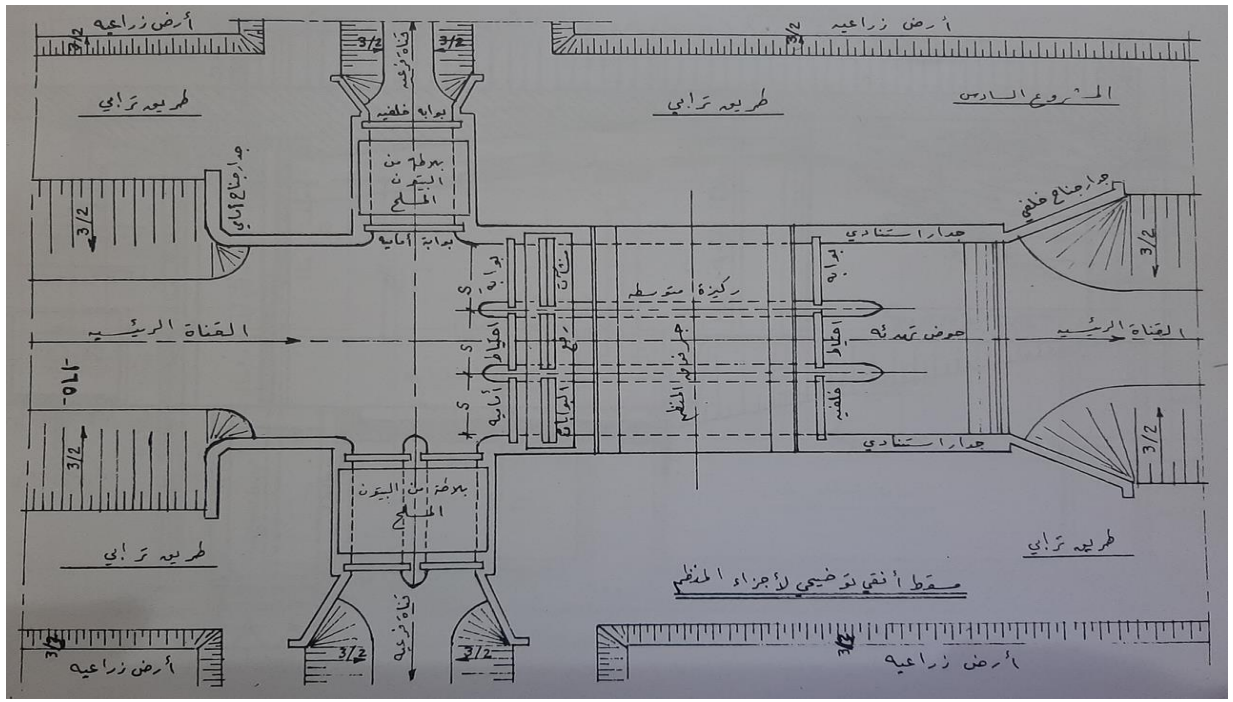
- تصنيف وفقاً للشكل الهندسي:
  - منظمات مكشوفة.
  - منظمات مغلقة (أنبوبية):
    - منظمات بجريان حر.
    - منظمات بجريان مضغوط.
  - منظمات حجابية (مزودة بحجاب).

المنظمات المائية

المنظمات المائية المكشوفة

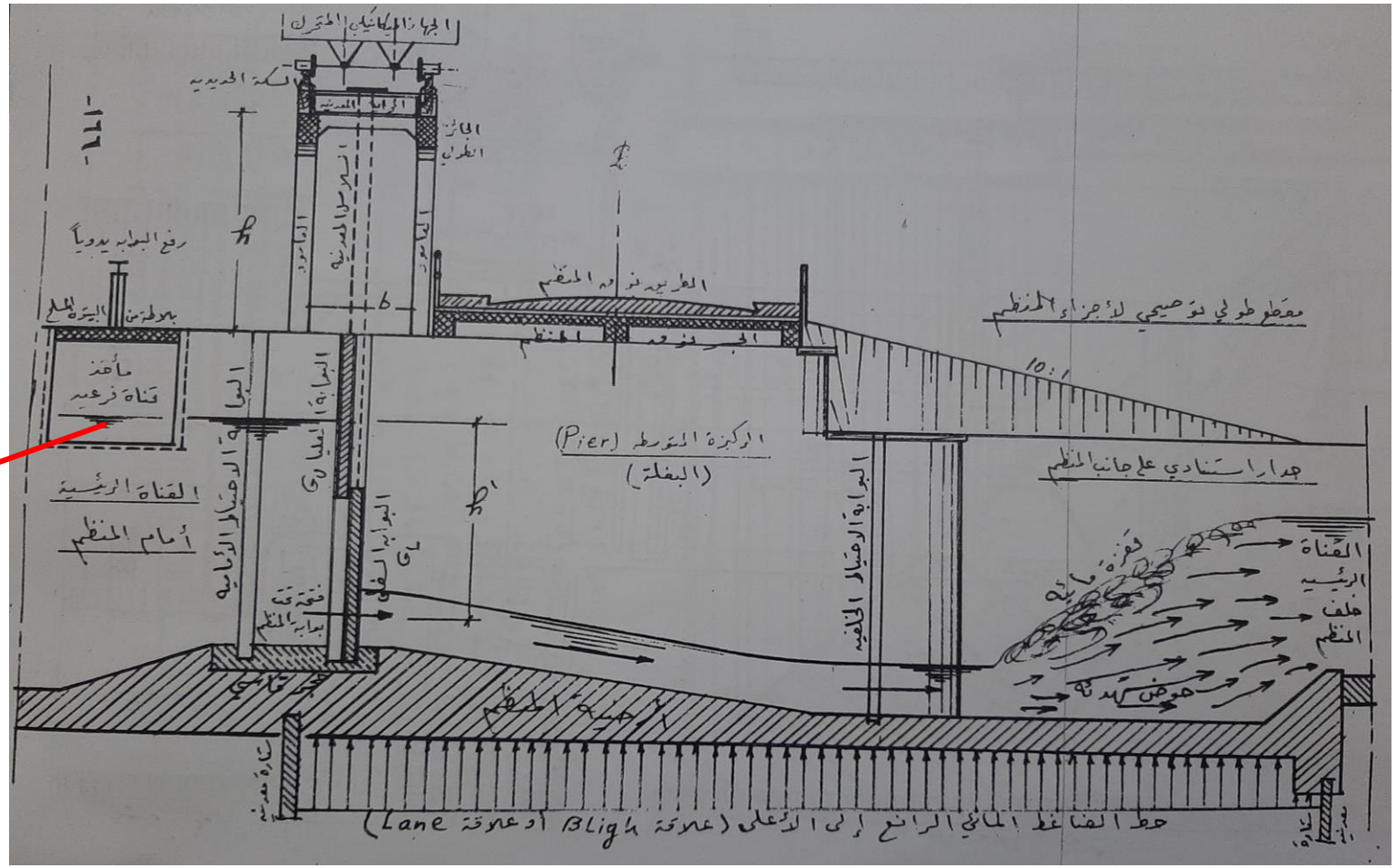
- تُستخدم المنظمات المكشوفة على نطاقٍ واسع في شبكات الري، ويفضل إقامتها على القنوات الرئيسية ذات التدفقات الكبيرة. كما يمكن أن تكون على شكل مأخذ يُوضع في بداية القنوات الفرعية، أو على شكل منظمات حجز لتنظيم منسوب الماء في القنوات عموماً، كما يمكن مصادفتها كمجزئات، أو كمآخذ رأسية تتوضع في بداية قنوات التوزيع.





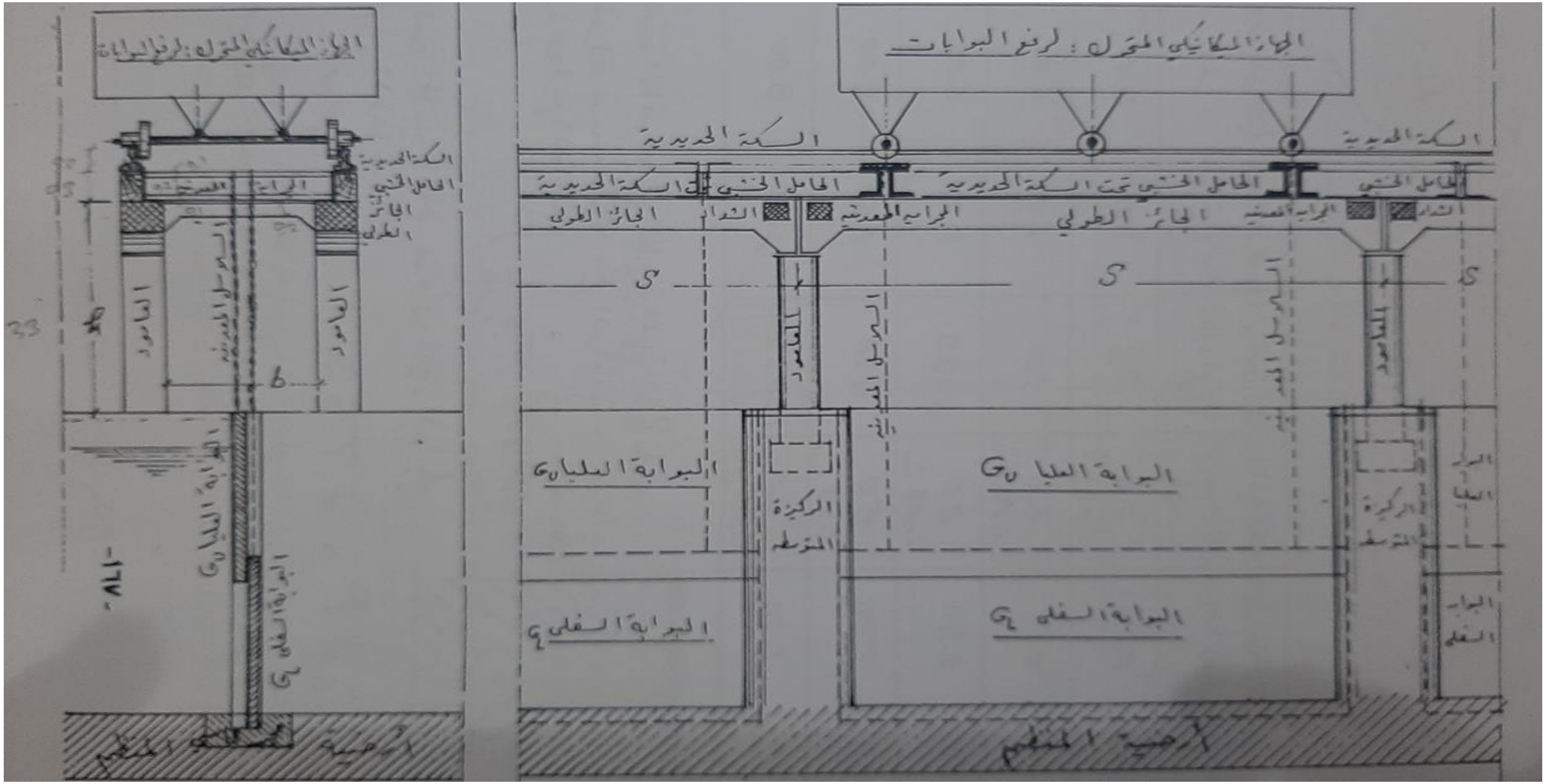
المنظمات المائية

المنظمات المائية المكشوفة



المنظمات المائية

المنظمات المائية المكشوفة



المنظمات المائية

المنظمات المائية المكشوفة/ المدخل

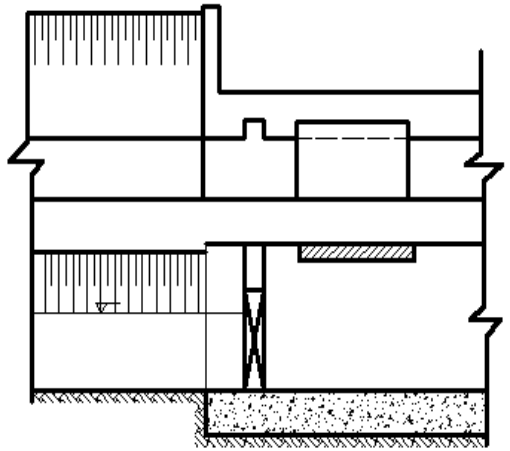
- يُصمم المدخل كجزء انتقالي بين جسم المنظم والمجرى المائي، ويتألف من أرضية من البيتون العادي، أو البيتون المسلح، كما يمكن أن تكون من مواد ترابية مانعة للرشح كالغضار المرصوص، وتُحدد الأرضية بجدران جانبية طولانية تُسمى أجنحة المدخل.
- يأخذ المدخل أشكالاً مختلفة، ويتعرض التيار المائي عند المدخل لانضغاط جانبي، تختلف قيمته حسب شكل المدخل، الذي يعبرعن معدل الفو اقد الهيدروليكية. حيث كلما انخفض معامل الشكل، كان المدخل أفضل من الناحية الهيدروليكية.

المنظمات المائية

المنظمات المائية المكشوفة/ المدخل

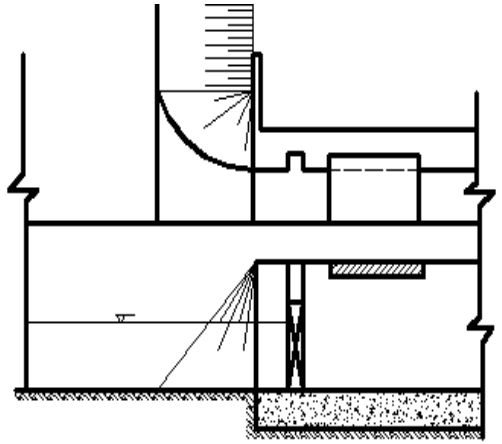
- يُصمم المدخل كجزء انتقالي بين جسم المنظم والمجرى المائي، ويتألف من أرضية من البيتون العادي، أو البيتون المسلح، كما يمكن أن تكون من مواد ترابية مانعة للرشح كالغضار المرصوص، وتُحدد الأرضية بجدران جانبية طولانية تُسمى أجنحة المدخل.
- يأخذ المدخل أشكالاً مختلفة، ويتعرض التيار المائي عند المدخل لانضغاط جانبي، تختلف قيمته حسب شكل المدخل، الذي يعبر عن معدل الفواقد الهيدروليكية. حيث كلما انخفض معامل الشكل، كان المدخل أفضل من الناحية الهيدروليكية.
- في معظم الحالات يكون قعر قناة السحب (القناة ذات الدرجة الأدنى) أعلى من قعر القناة المتفرع عنها (ذات الدرجة الأعلى)، أما عندما تكون القناة الفرعية كبيرة، فتُقام على منسوب القناة الرئيسية نفسه، ويتم تأمين اتصال المنظم مع القناة الرئيسية ببلاطة بيتونية، أو بعتبة مستوية من البيتون المغموس، أو من الحجارة، ويمكن أن يُجهز المدخل ببوابات تحكم، ومعدات لرفعها، وجسر للخدمة.

مدخل
بأجنحة جبهية معكوسة



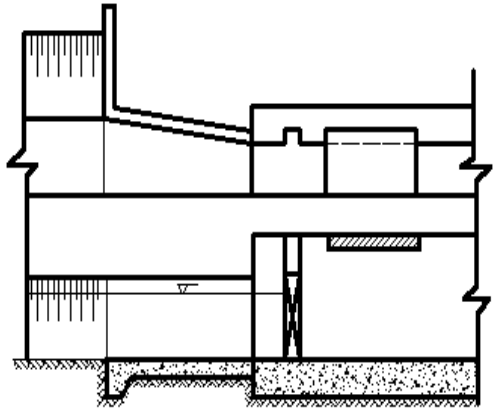
معامل الشكل	الإيجابيات	السلبيات
0.20	تصميمه بسيط، وسهل التنفيذ، ويؤمن مقاومة ضد التيار الرشحي حول المنشأة.	يتعرض التيار لانضغاط جانبي عند المدخل، وإلى حركة دوامية، ونحر عند مخرج المنظم.

مدخل
بأجنحة جبهية مع مخروط



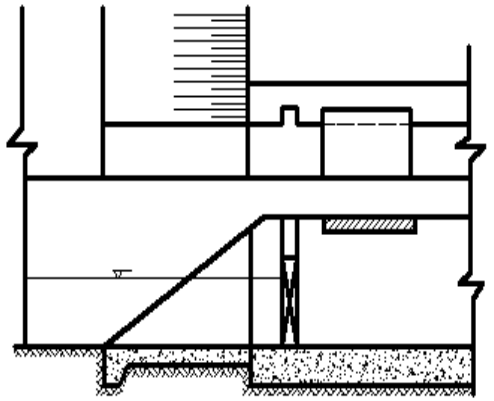
معامل الشكل	الإيجابيات	السلبيات
0.07	ظروف الجريان جيدة عند المدخل.	حجم الأعمال الترابية عند الإنشاء كبير.

مدخل
جرسي بأجنحة جبهية



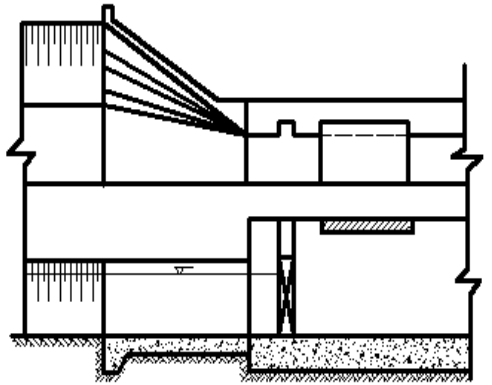
معامل الشكل	الإيجابيات	السلبيات
0.13 - 0.07	ظروف الجريان جيدة عند المدخل والمخرج.	تكاليف الإنشاء مرتفعة..

مدخل
بأجنحة غاطسة



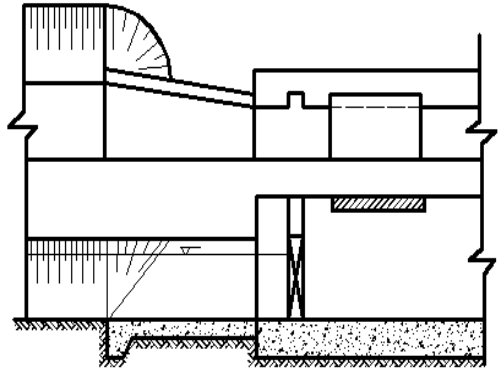
معامل الشكل	الإيجابيات	السلبيات
0.075	اقتصادية، وتؤمن ظروف هيدروليكية جيدة للجريان عند المخرج.	امكانية حدوث رشح للمياه من تحت الأجنحة، أو من جوانب المنظم.

مدخل
بأجنحة ذات سطح متدرج



معامل الشكل	الإيجابيات	السلبيات
0.06 - 0.05	ظروف الجريان جيدة عند المدخل والمخرج.	صعوبة في التنفيذ، وضعف في مقاومة التيار الرشحي.

مدخل
بأجنحة غاطسة مع
التحام مخروطي بجدران



معامل الشكل	الإيجابيات	السلبيات
0.13 - 0.07	اقتصادية، وتؤمن ظروف هيدروليكية جيدة للجريان عند المخرج.	امكانية حدوث رشح للمياه من تحت الأجنحة، أو من جوانب المنظم.

المنظمات المائية

المنظمات المائية المكشوفة

جسم المنظم

- عبارة عن قناة تكون عادةً بمقطعٍ عرضي مستطيل، جوانبه جدران بيتونية تُنفذ بسماكة(0.50-0.70 متر)، أو بيتونية مسلحة بسماكة 0.20 متر، ويراوح ارتفاع الجدران في المجال (2-4 متر)، أما طولها فيجب أن يكون كافياً لتوضع أخاديد البوابات الرئيسية، وبوابات الإصلاح، وجسر الخدمة، أو جسر العبور، إذا كان ضرورياً.
- تُصمم أرضية المنظم بشكل بلاطة بيتونية تقاوم التأثيرات الناجمة عن التيار المائي.

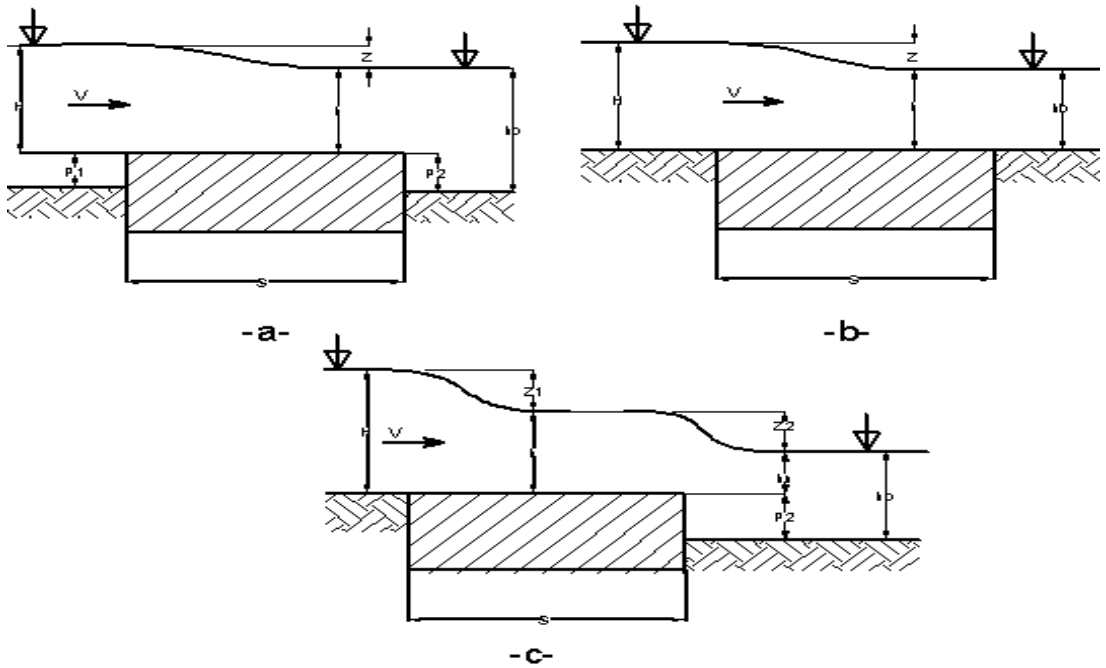
مخرج المنظم

- هو الجزء الانتقالي بين المنظم والقناة الواقعة خلفه، وتكون مهمته تأمين جريان هادئ ومنتظم في القناة، لذلك يجب أن يكون المخرج انسيابياً. من جهةٍ أخرى يجب أن يكون عرض نهاية المخرج مساوياً عرض قعر القناة الفرعية.
- تُنفذ أرضية جزء القناة الواقع خلف منشأة المخرج على شكل فلتر عكسي، لحماية القعر من التشوهات الارتشاحية الناجمة عن الماء المتسربة، ويُنفذ الفلتر من مواد (طبقة واحدة أو عدة طبقات، بتدرجٍ حبي مختلف لكل طبقة).

المنظمات المائية

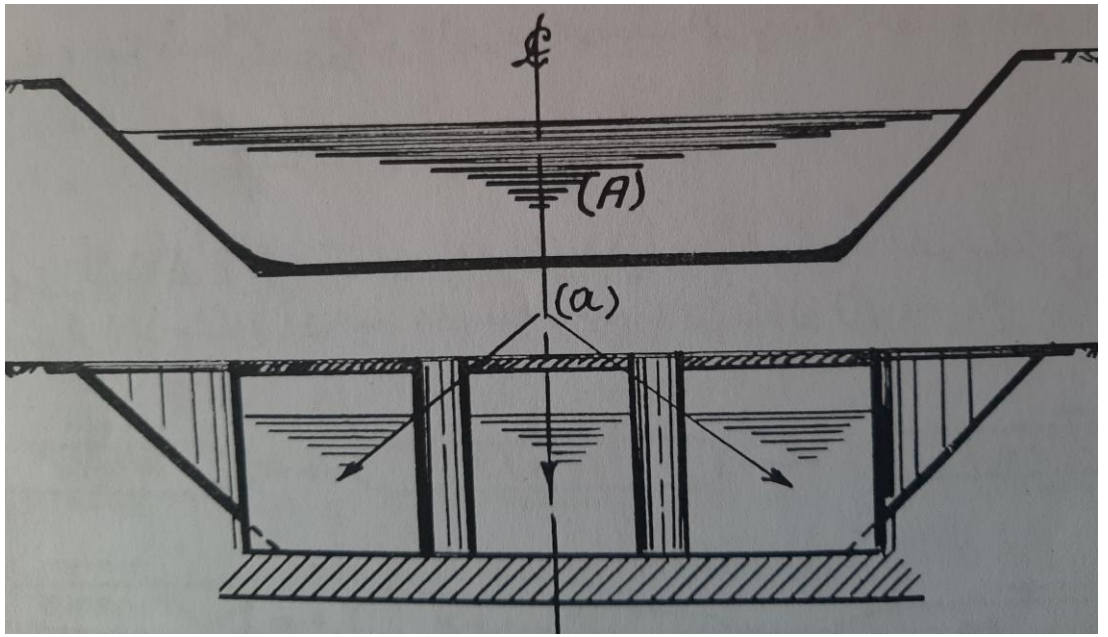
الحساب الهيدروليكي/ البوابات مرفوعة

- عندما تكون بوابات المنظم المكشوف كلها مفتوحة، فإن حسابه الهيدروليكي يجري باعتباره **هدَّاراً عريض الحافة**، بجريان مغمور أو غير مغمور، وتُحدد أبعاده من شرط تمرير التصريف الحسابي الأعظمي للقناة.



حالات الجريان الممكنة عبر المنظم

-a- عتبة أعلى من قعر جسم المنظم، - b- عتبة على مستوى قعر جسم المنظم،
-c- عتبة حافتها الخلفية أعلى من قعر جسم المنظم.



المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي

- تُحدد حالة الجريان (مغمور أو غير مغمور) من علاقة كيسيلوف، كما يلي:

$h_n > 1.25 h_{cr}$ ⟹ **جريان مغمور**

$h_n \leq 1.25 . h_{cr}$ ⟹ **جريان غير مغمور**

حيث:

hn - ارتفاع الماء عند مخرج الهدّار.

Q - غزارة الجريان.

b -عرض عتبة الهدّار.

h_{cr} - العمق الحرج، ويُحدد بالعلاقة.

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot b^2}}$$

g- تسارع الجاذبية الأرضية.

α - عامل الطاقة الحركية، ويؤخذ α=1.1

المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي

$h_n > 1.25 h_{cr}$ ⟹ **الجريان مغمور**

في هذه الحالة، تُستخدم العلاقة:

$$Q = \delta \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot z_0}$$

$$Q = \delta \cdot \varepsilon \cdot \varphi \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot (H_0 - h)}$$

حيث:

Q - غزارة الجريان.

b -عرض عتبة الهدّار.

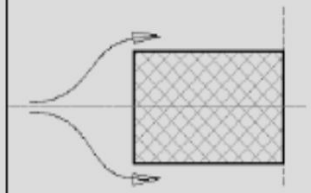
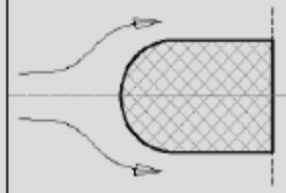
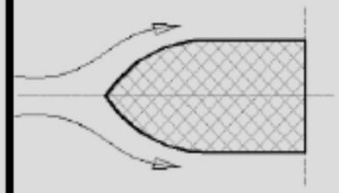
h - ارتفاع الماء فوق عتبة الهدَّار.

δ – عامل التصريف الجانبي، ويتعلق بالزاوية التي يشكلها اتجاه الجريان في القناة الرئيسية مع اتجاه الجريان الجانبي.

α (درجة)	0	30	45	60	75	90
δ	1	0.97	0.95	0.93	0.90	0.86

ε – معامل الانضغاط الجانبي. ويُعطى بالعلاقة:

$$\varepsilon = 1 - c\,a\frac{H_0}{b + H_0}$$

نوع الركيزة	مستطيلة	دائرية	مدببة (سهمية)
شكل الركيزة في المسقط			
a	0.2	0.11	0.07

حيث:

c - ثابت يؤخذ 0.5 في حالة الجريان المغمور، و1.0 في حالة الجريان غير المغمور.

a- ثابت يتعلق بشكل ركائز وأكتاف المنظم.

b -عرض عتبة الهدّار.

H_0-الضاغط المائي أمام المنظم، وتُعطى قيمته بالصيغة:

$$H_0 = H + \frac{\alpha \cdot V^2}{2g}$$

H- ارتفاع الماء أمام عتبة الهدَّار.

g - تسارع الجاذبية الأرضية.

α - عامل الطاقة الحركية، ويؤخذ α=1.1.

φ- معامل السرعة.

شكل مدخل المنظم	معامل السرعة φ
مدخل بأجنحة مع سطح متدرج (عتبة المنظم على مستوى قعر القناة)	0.95
مدخل بأجنحة مع سطح متدرج (منسوب العتبة أعلى من مستوى قعر القناة)	0.92
مدخل بشكل مخروطي (عتبة المنظم عند مستوى قعر القناة)	0.93
مدخل بشكل مخروطي (العتبة أعلى من مستوى قعر القناة)	0.90
مدخل بأجنحة غاطسة (عتبة المنظم عند مستوى قعر القناة)	0.91
مدخل بأجنحة غاطسة (العتبة أعلى من مستوى قعر القناة)	0.88

المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي

$$h_n \le 1.25.h_{cr}$$

الجريان غير مغمور

في هذه الحالة، تُستخدم العلاقة:

$$Q = \delta \cdot \varepsilon \cdot m.\varphi \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{3/2}$$

حيث:

δ، و ε، و φ، و b، و g، و H_0 – كما سبق.

m – معامل التصريف، وتتعلق قيمته بمواصفات الجريان السائدة عند مدخل المنظم.

وبافتراض: $M = m \cdot \sqrt{2g}$ ، فإن:

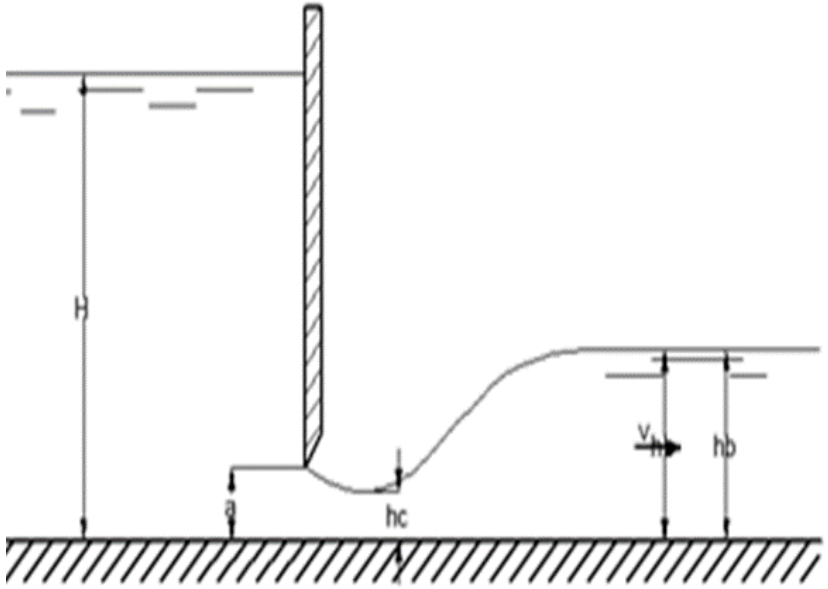
$$Q = \delta \cdot \varepsilon \cdot M \cdot b \cdot H_0^{3/2}$$

مواصفات الجريان عند مدخل المنظم	φ	m	M
المقاومة الهيدروليكية معدومة	1	0.385	1.7
المدخل ذو شكل جيد (الضياعات قليلة)	0.95	0.365	1.62
الحافة العلوية لعتبة المدخل بشكل دائري	0.92	0.350	1.55
عتبة المدخل ذات حافة غير مصقولة	0.88	0.320	1.42
عتبة المدخل ذات حافة حادة	0.85	0.300	1.42
ظروف هيدروليكية سيئة عند المدخل (العتبة ذات حافة غير مصقولة وحادة).	0.80	0.300	1.33

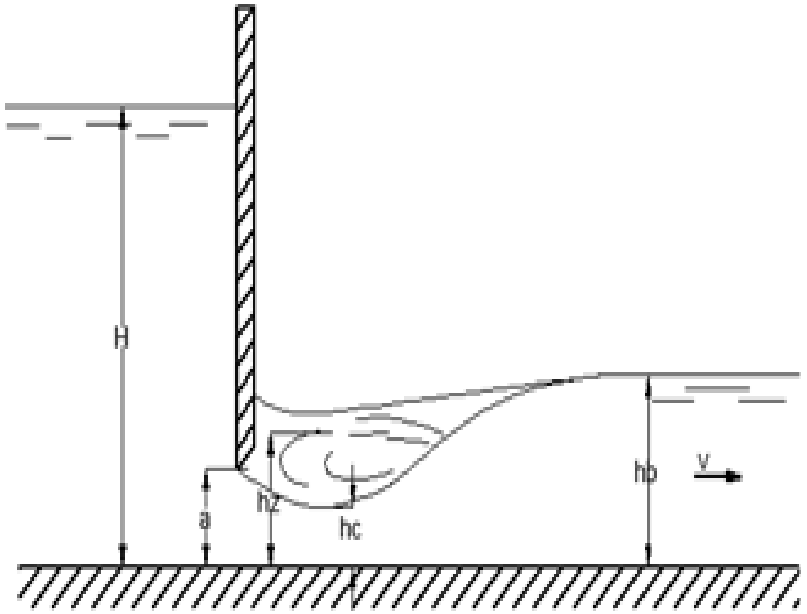
المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي/ استخدام البوابات

الجريان أسفل البوابة:



جريان غير مغمور (قفزة مائية مدفوعة)



جريان مغمور

المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي/ استخدام البوابات

الجريان أسفل البوابة:

يُعطى التصريف لحالة الجريان غير المغمور بالصيغة:

$$Q = \phi \cdot \varepsilon' \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{2g.\left(H_0 - \varepsilon' \cdot a\right)}$$

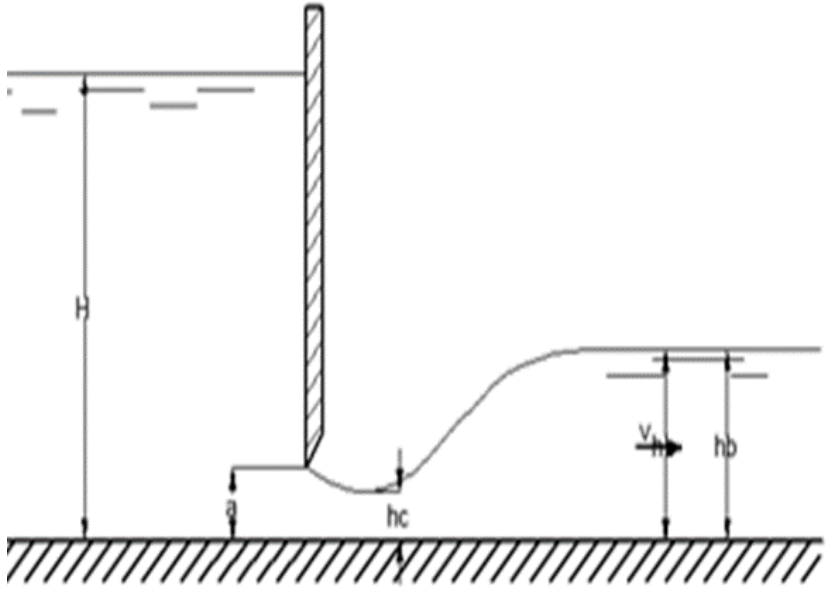
حيث:

Q - غزارة الجريان.

φ- معامل السرعة، ويُحدد تبعاً لشكل عتبة المدخل، ويمكن أخذ القيم الآتية:

- المدخل من دون عتبة (عتبة قاعية): $\varphi = 0.95 - 0.97$

- المدخل مع عتبة مرفوعة (عتبة بارزة): $\varphi = 0.85 - 0.95$



جريان غير مغمور (قفزة مائية مدفوعة)

المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي/ استخدام البوابات

الجريان أسفل البوابة:

b -عرض عتبة الهدّار (أو المنظم).

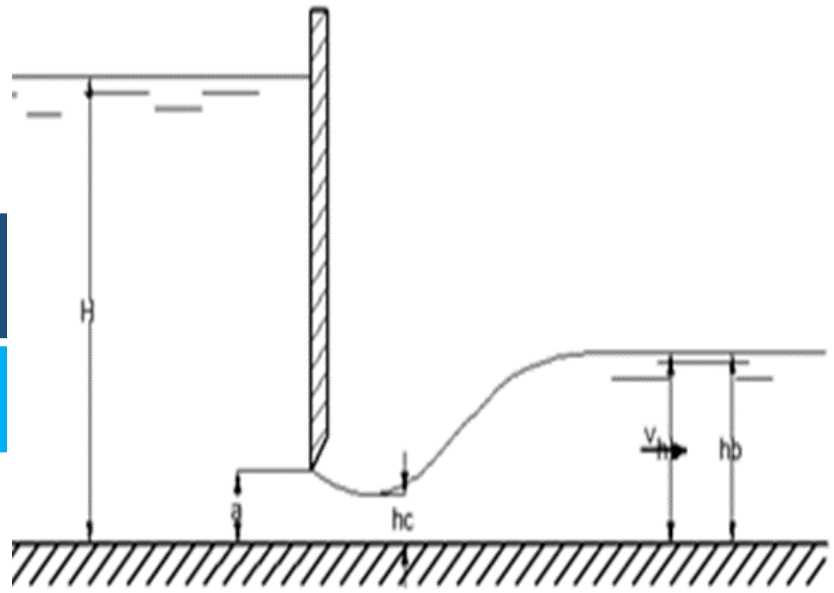
a- ارتفاع فتحة البوابة.

g، و H_0 – كما سبق.

ε´– عامل الانضغاط الرأسي، ويتعلق بالنسبة (a/H)، وتُؤخذ قيمه من الجدول:

a/H	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
ε´	0.615	0.618	0.620	0.625	0.630	0.645	0.660	0.690	0.720	0.780	1.00

$$h_{cr} = a \cdot \varepsilon'$$



جريان غير مغمور (قفزة مائية مدفوعة)

المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي/ استخدام البوابات

الجريان أسفل البوابة:

يُعطى التصريف لحالة الجريان المغمور بالصيغة:

$$Q = \varphi \cdot \varepsilon' \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{2g\left(H_0 - h_z\right)}$$

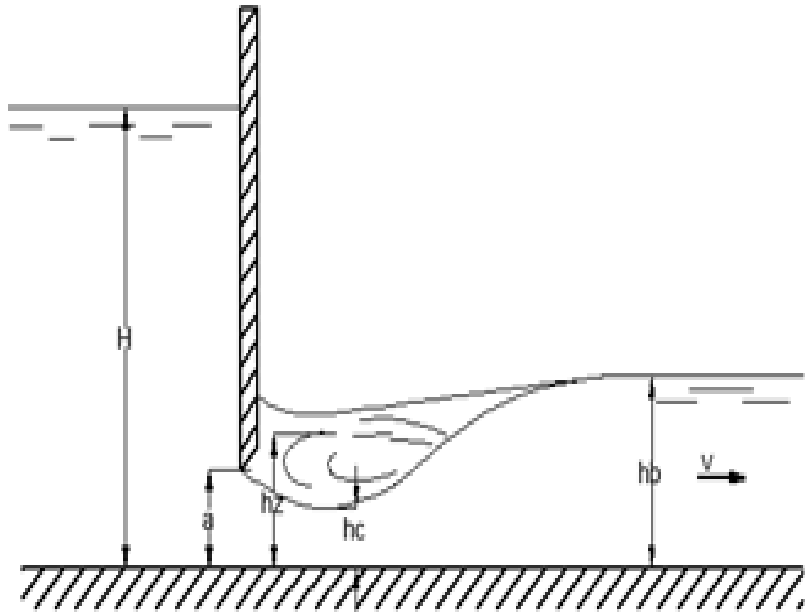
حيث:

Q - غزارة الجريان.

h_z - عمق الماء في المقطع المضغوط، ويُحدد بالعلاقة:

$$h_z = \sqrt{h_n^2 - N\left(H_0 - \frac{N}{4}\right)} + \frac{N}{2}$$

$$N = 4\mu^2 \cdot a^2 \frac{h_b - h_{co}}{h_b \cdot h_{co}}$$



جريان مغمور

المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي/ استخدام البوابات

الجريان أسفل البوابة:

يكون الجريان مغموراً عندما:

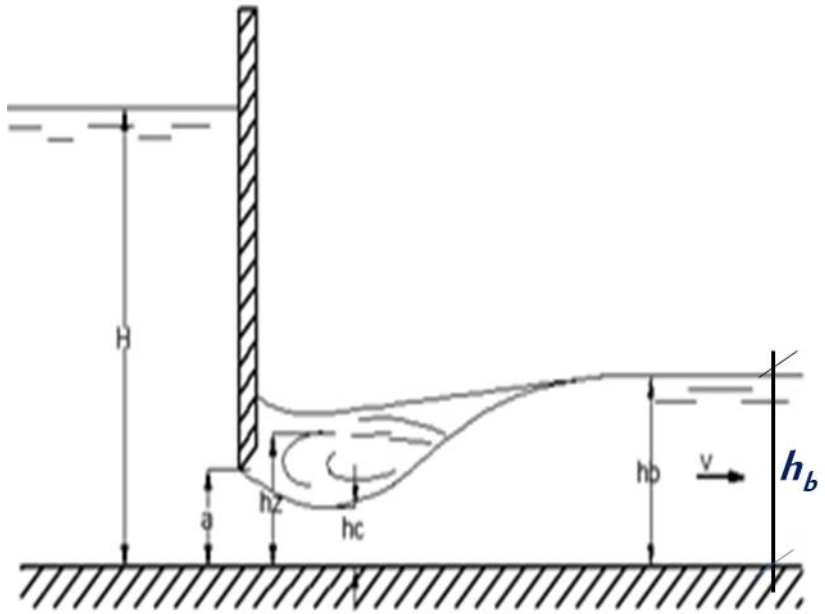
$$h_b > h''$$

ويمكن حساب قيمة h'' العمق المرافق الثاني للقفزة المائية:

$$h'' = \frac{h_{co}}{2}\left(\sqrt{1+\frac{8\cdot\alpha Q^2}{g\cdot b^2\cdot h_{co}^3}}-1\right)$$

أو عندما تتحقق المتراجحة:

$$\frac{h_b}{h_{co}}\left(\frac{h_b}{h_{co}}+1\right) > 4\cdot\varphi^2\left(\frac{H_0}{h_{co}}-1\right)$$



جريان مغمور

المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي/ استخدام البوابات

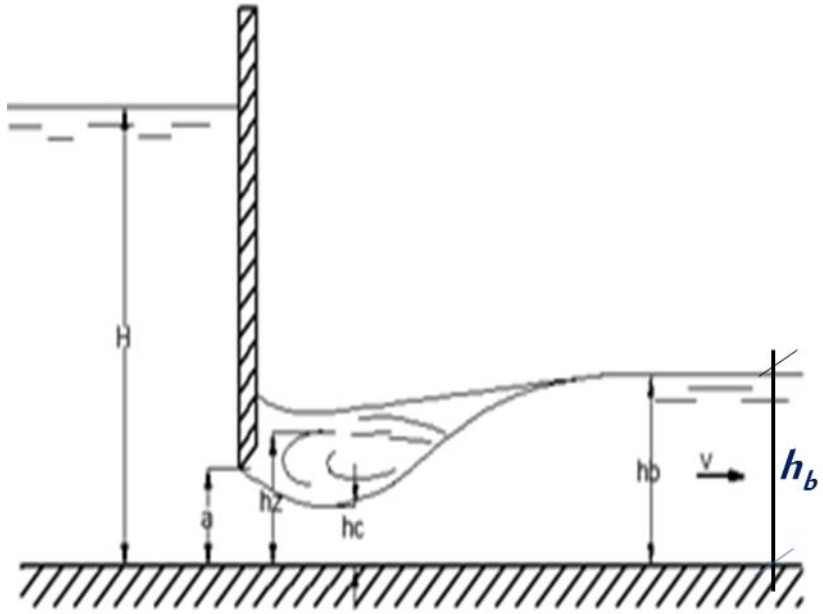
الجريان أسفل البوابة:

وبافتراض:

$$\varphi . \varepsilon' = \mu$$

يمكن حساب قيمة μ من الجدول:

مواصفات مدخل المنظم	فتحة المنظم بمقطع عرضي مساحته	
	$2m^2 \geq$	$2m^2 <$
الحافة العلوية لعتبة المدخل دائرية، مع انضغاط علوي	0.90	0.92
عتبة بحافة حادة، يوجد انضغاط علوي فقط	0.83	0.85
عتبة بحافة دائرية، انضغاط علوي وجانبي	0.75	0.80
عتبة بحافة حادة، انضغاط علوي وجانبي	0.70	0.75
عتبة بحافة دائرية، انضغاط من كل الجهات	0.65	0.70
عتبة بحافة حادة، انضغاط من كل الجهات	0.6	0.65



جريان مغمور

المنظمات المائية

الحساب الهيدروليكي/ استخدام البوابات

الجريان فوق البوابة:

هو جريان فوق هدار رقيق الحافة، ويُحدد التصريف المار عبره بالعلاقة:

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{3/2}$$

حيث:

b - عرض المنظم (عرض البوابة).

m - ثابت تصريف الهدَّار، وتُؤخذ قيمته من الجدول:

H (m)	ارتفاع جدار البوابة (m)			
	0.5	1.0	2.0	>2.0
0.5	0.467	0.436	0.419	0.410
0.7	0.485	0.447	0.424	0.409
1.0	-	0.465	0.433	0.408
1.5	-	0.464	0.432	0.407
2.0	-	0.464	0.432	0.406