قسم الهندسة الصحية

SANITARY ENGINEERING DEPARTMENT

قسم الهندسة المدنيه

CIVIL ENGINEERING

الجزء الاول

هندسة الإمداد بالمياه

WATER SUPPLY ENGINEERING

أ.د/ حمدى عبد العزيزسيف

أعمال المياه السطحيه
Surface Water Works

وتتم عملية معالجة المياه السطحيه (من نهر النيل او من اى مجرى ملاحى من روافد النهر) على مراحل متتاليه فى محطات المعالجه المصممه لهذا الغرض والمكونه بشكل اساسى من المكونات التاليه والموضحه على شكل (3-1) وشكل (3-2)

المأخذ..... Intake

وحدات الرفع الواطى..... Low Lift Pumps

وبيارة المياه العكره..... Raw water Sump

المزج السريع..... Flash Mixing

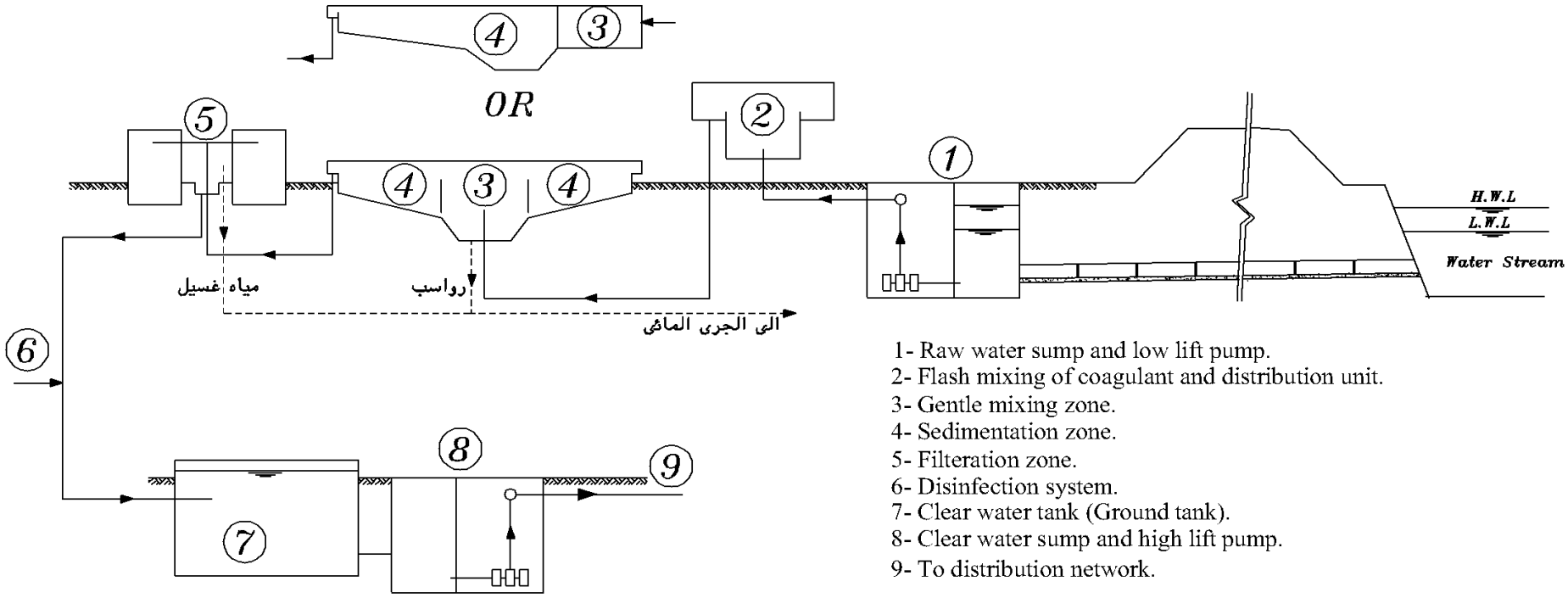
المزج البطئ..... Gentle Mixing

الترسيب باستخدام المروبات Sedimentation With Coagulants

ترشيح المياه..... Water Filtration

تطهيرالمياه..... Disinfection of water

خزان المياه المرشحه (المياه المعالجه)..... Clear water Tank

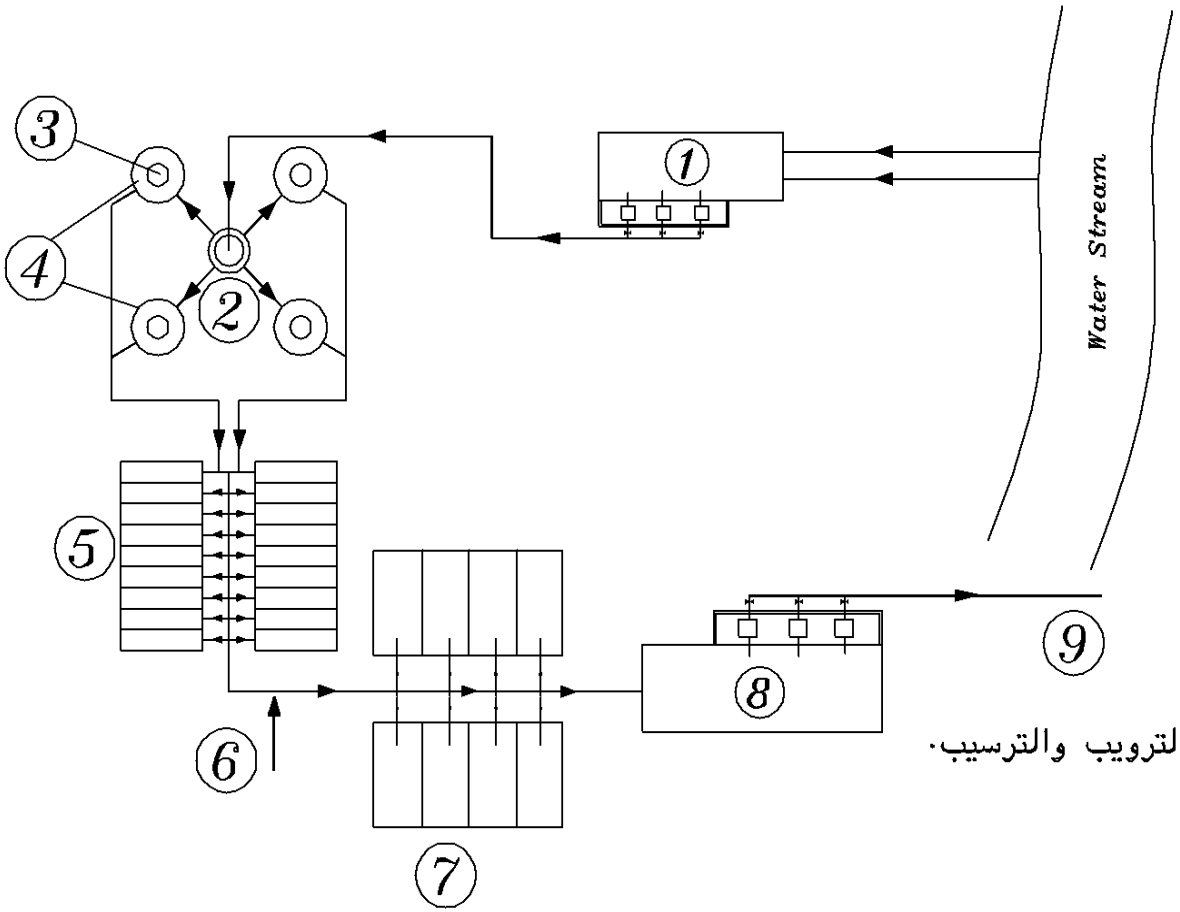


1- Raw water sump and low lift pump.
2- Flash mixing of coagulant and distribution unit.
3- Gentle mixing zone.
4- Sedimentation zone.
5- Filteration zone.
6- Disinfection system.
7- Clear water tank (Ground tank).
8- Clear water sump and high lift pump.
9- To distribution network.

١-بيارة المياه العكرة ومضخات الرفع الواطى.
٢-حوض المزج السريع وتوزيع المياه على احواض الترويب والترسيب.
٣- حيز المزج البطئ.
٤- حيز الترسيب.
٥- مبنى المرشحات.
٦- نظام التطهير.
٧- خزان المياه المعالجة (الخزان الارضى).
٨- بيارة المياه المعالجة ومضخات الرفع العالى.
٩- الى شبكة توزيع المياه.

Hydraulic Line of Water Treatment Planet (WTP)

المسار الهيروليكى لمحطة معالجة المياه



1- Raw water sump and low lift pump.

2- Flash mixing of coagulant and distribution tank.

3- Gentle mixing zone.

4- Sedimentation zone.

5- Filteration zone.

6- Disinfection system.

7- Clear water tank (Ground tank).

8- Clear water sump and high lift pump.

9- To distribution network.

١-بيارة المياه العكرة ومضخات الرفع الواطى.

٢-حوض المزج السريع وتوزيع المياه على احواض الترويب والترسيب.

٣- حيز المزج البطئ.

٤- حيز الترسيب.

٥- مبنى المرشحات.

٦- وجود نظام التطهير.

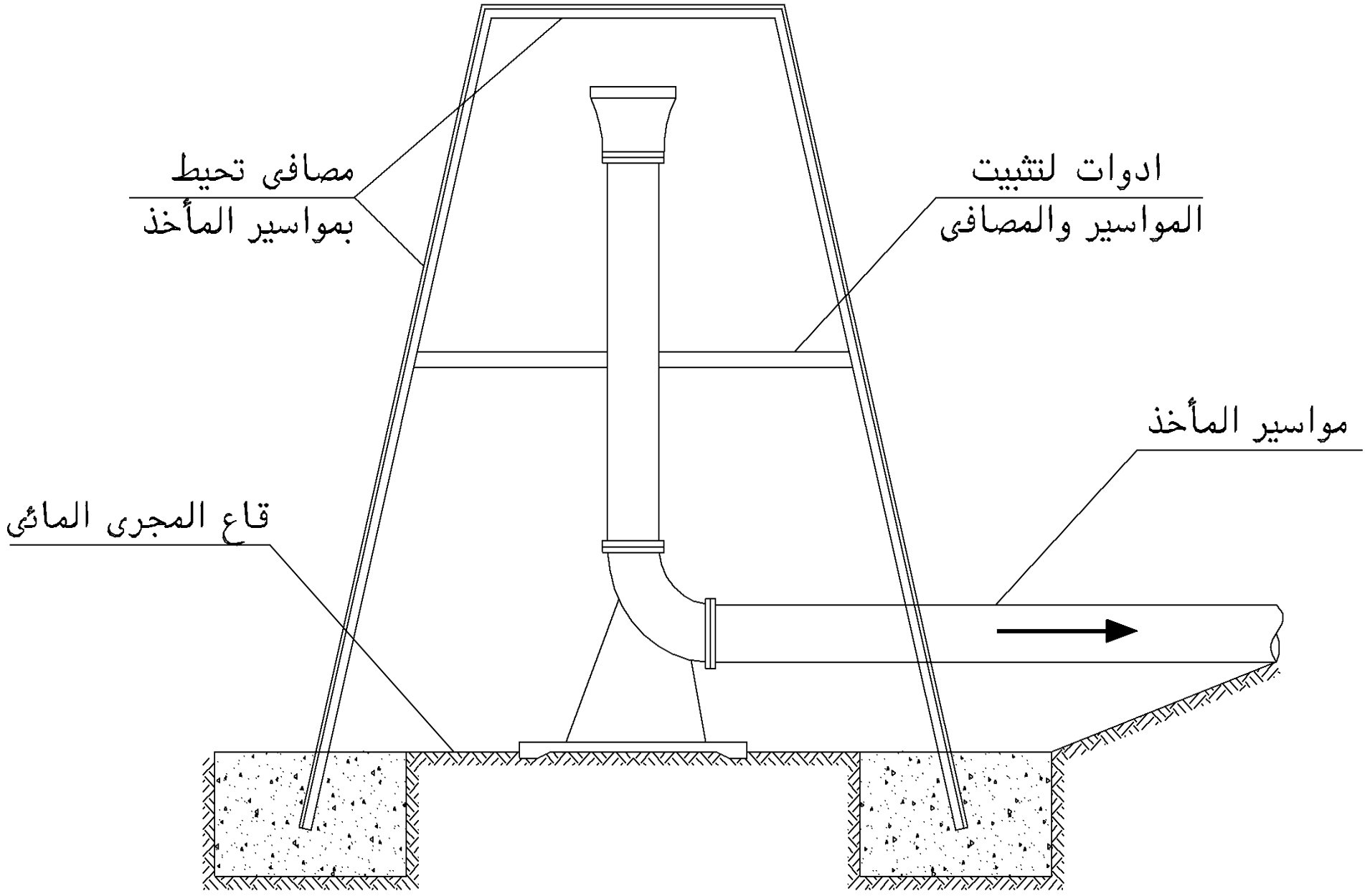
٧- خزان المياه المعالجة (الخزان الارضى).

٨- بيارة المياه المعالجة ومضخات الرفع العالى.

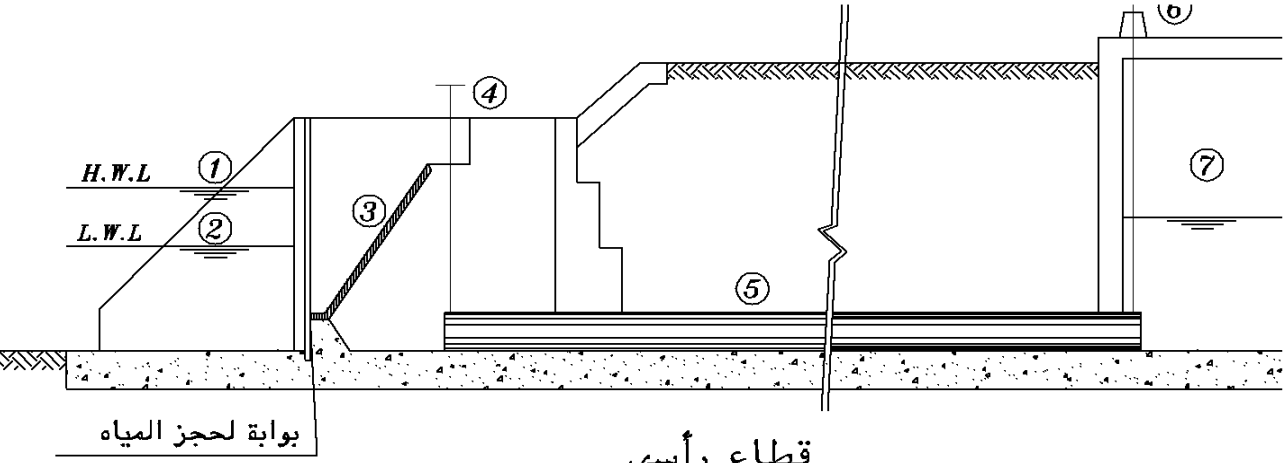
٩- الى شبكة توزيع المياه.

General Layout of Water Treatment Plant (WTP)

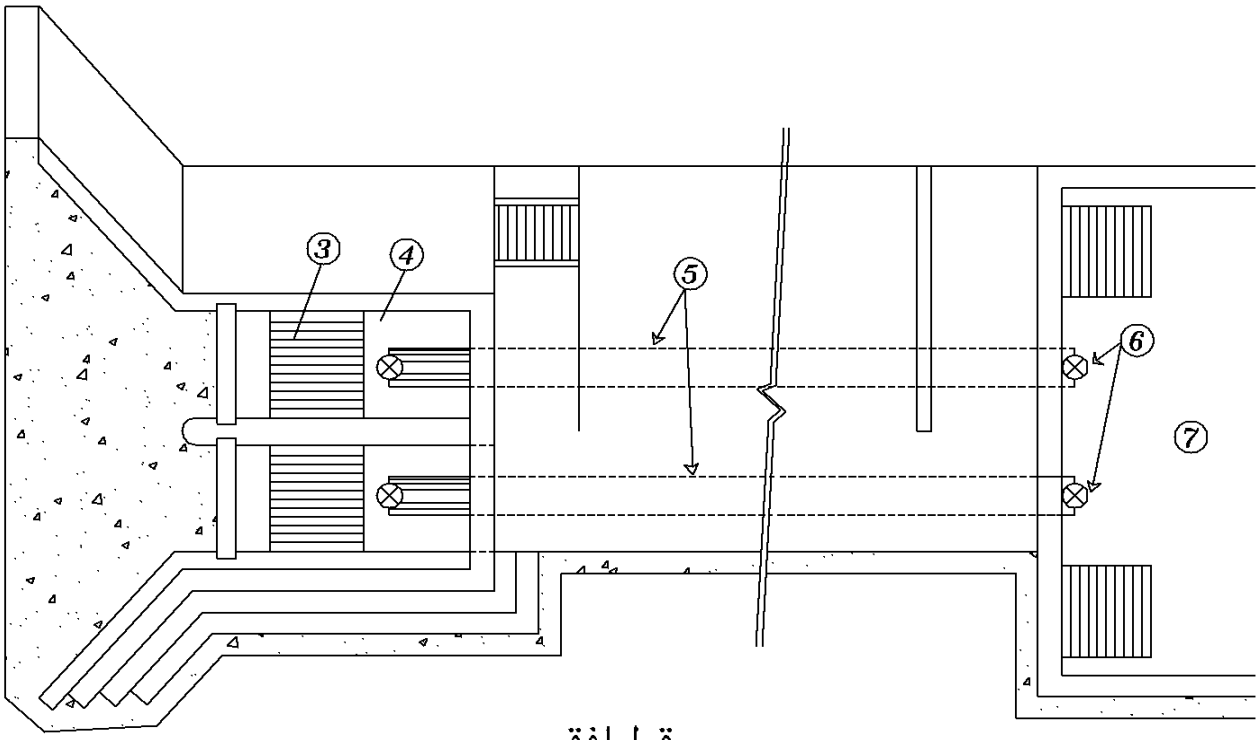
الموقع العام لمحطة معالجة مياه الشرب



مأخذ لمنسوب المياه الثابت



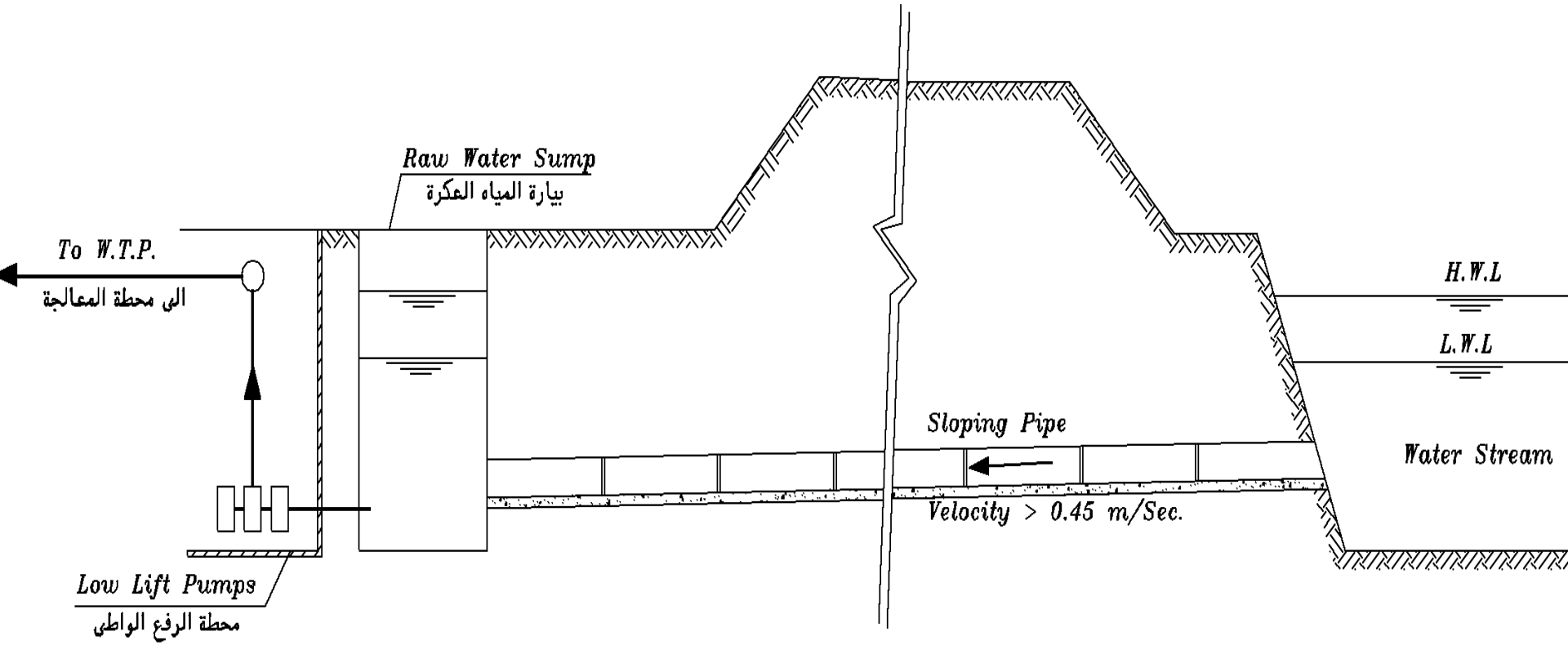
قطاع رأسى



مسقط افقى

1- High Water Level.
2- Low Water Level.
3- Screen.
4- Inlet gate.
5- Intake Pipe.
6- Outlet gate.
7- Raw Water Sump.

مأخذ على الشاطئ (ترعة ملاحية أو نهر)


Raw Water Sump
بيارة المياه العكرة
To W.T.P.
الى محطة المعالجة
H.W.L
L.W.L
Sloping Pipe
Water Stream
Velocity > 0.45 m/Sec.
Low Lift Pumps
محطة الرفع الواطى

- **وحدات الرفع الواطى ..... Low Lift Pumps**
- ترفع المياه العكرة من بيارة فى نهاية المأخذ وتسمى بيارة المياه العكره Raw water Sumpوحتى وحدات تنقية المياه . ويراعى فى اختيار هذه الوحدات :-
- أن يكون عدد الوحدات بما فيها الاحتياطى كافية فى جميع ظروف تشغيل وحدات التنقية ، وبحيث لا يقل عدد الوحدات الاحتياطى عن طلمبتين.
- أن يكون الضغط الكلى للطلمبات كافياً لرفع المياه إلى وحدات تنقية المياه فى حالة أوطى منسوب للمياه عند موقع المأخذ ويكون الضغط الكلى لوحدات الرفع مساوياً للفرق فى منسوب المياه بين أوطى منسوب للمياه وسطح المياه فى بداية وحدات التنقية ، يضاف إلى ذلك الفواقد فى مسار المياه . ويراعى أن يكون أقل منسوب للمياه فى البيارة فوق منسوب مدخل السحب بمسافة لا تقل عن ثلاثة أمثال قطر الماسورة (شكل 6).

• عمليات الترسيب(الترويق) .....Sedimentation

عوامل هندسية مختلفة فى تصميم وتشغيل الأحواض ، ومن هذه العوامل :

- السرعة الأفقية للمياه فى الأحواض.
- المساحة السطحية للأحواض.
- مدخل الأحواض ومخارجها. (شكل 7).
- طريقة سحب الرواسب من الأحواض(شكل 8)..

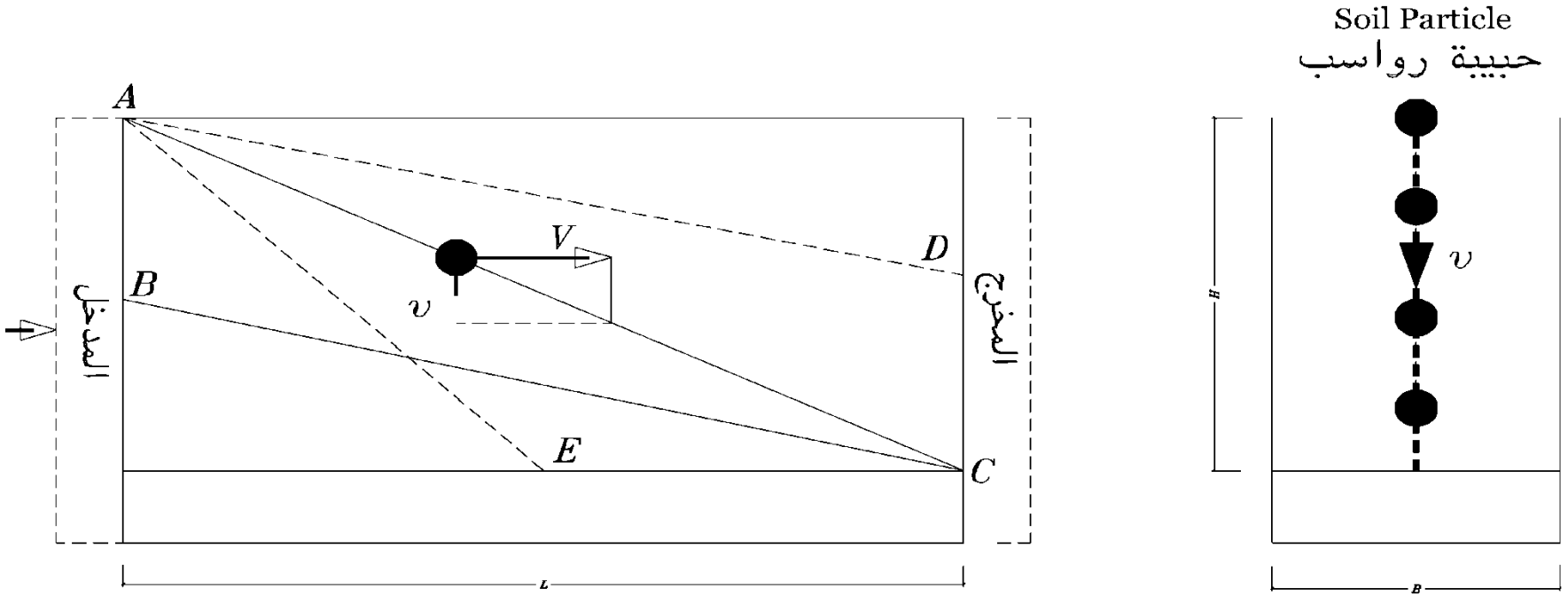
ومن ناحية أخرى فهناك عوامل تؤثر فى كفاءة الترسيب منها وذلك باعتبار ان المواد المسببه للعكاره فيها ماهو قابل للترسيب ويسمى (settleable solids) ومنها ما سيظل عالق بالمياه ويسمى (suspended solids) وهذه العوامل بشكل عام هى :-

- تركيزالعكاره فى المياه.
- شكل المواد المسببة للعكاره
- حجم المواد المسببة للعكارة
- كثافة المواد المسببة للعكارة
- درجة حرارة المياه ودرجة لزوجتها.
- مدة بقاء المياه فى الحوض.

$$V \div v = L \div H \longleftrightarrow \therefore v = \frac{V.H}{L}$$

$$V = \frac{Q}{B.H}$$

$$v = \frac{Q}{B.H} \cdot \frac{H}{L} = \frac{Q}{B.L} = \frac{Q}{A}$$



رسم تخطيطى تخيلى لعملية الترسيب ومسار الحبيبات المترسبة

- **معدل التحميل السطحى**

هومعدل مرور التصرف مترمكعب على المساحه السطحيه للحوض

Over Flow Rate=OFR= Q/A……

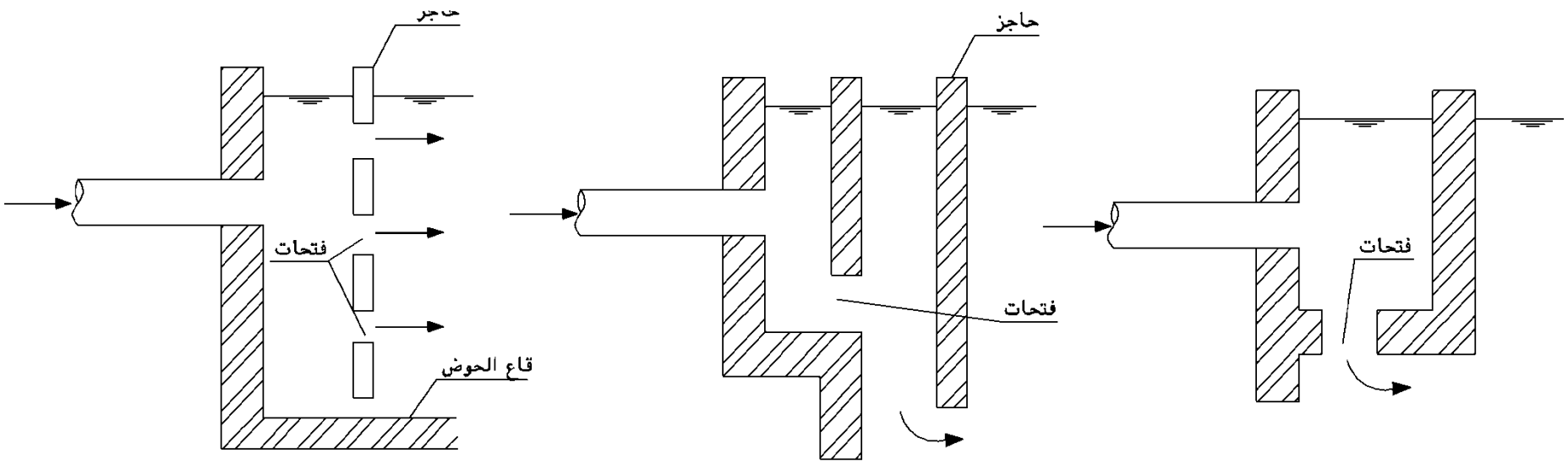
- **مدة بقاء المياه فى الحوض.....Detention Time (DT)**

هى الفترة الزمنية التى تمكثها كميه معينة من المياه ابتداء من دخولها حوض الترسيب وحتى خروجها منه ، وهى النسبة بين حجم الحوض وتصرف المياه خلاله حيث أن:

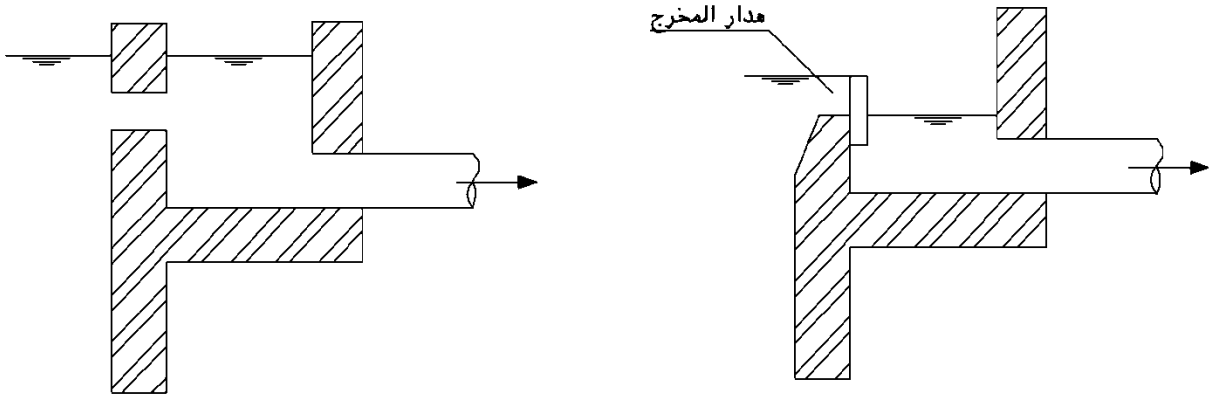
مدة المكث = (الحجم ÷ التصرف)

(DT=HRT=T =Q ÷ Vol.)

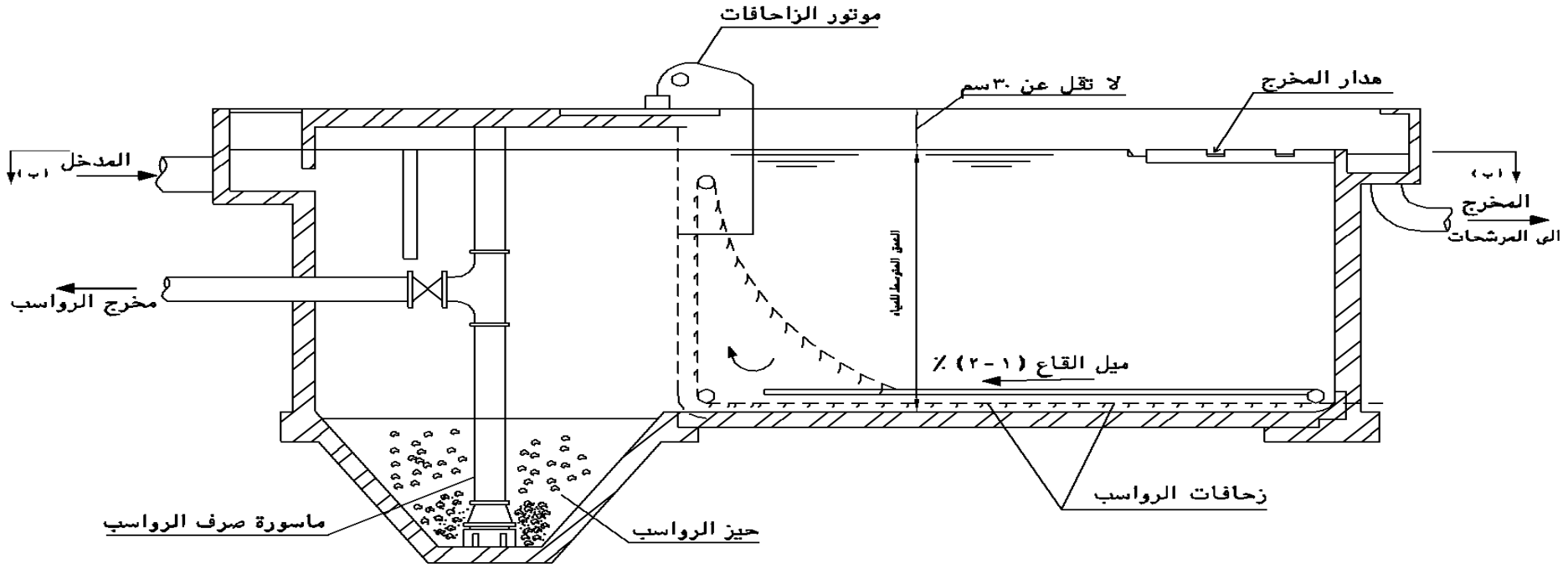
- وبناء عليه يكون الحجم = التصرف / مدة المكث
- Vol. = Q/T =.....m3



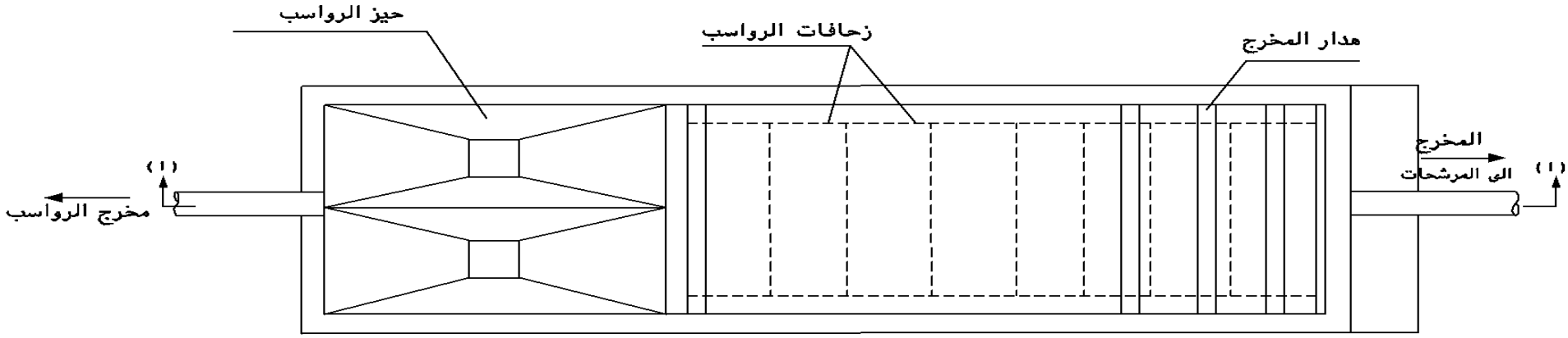
مداخل لاحواض الترسيب



مداخل و مخارج لاحواض الترسيب



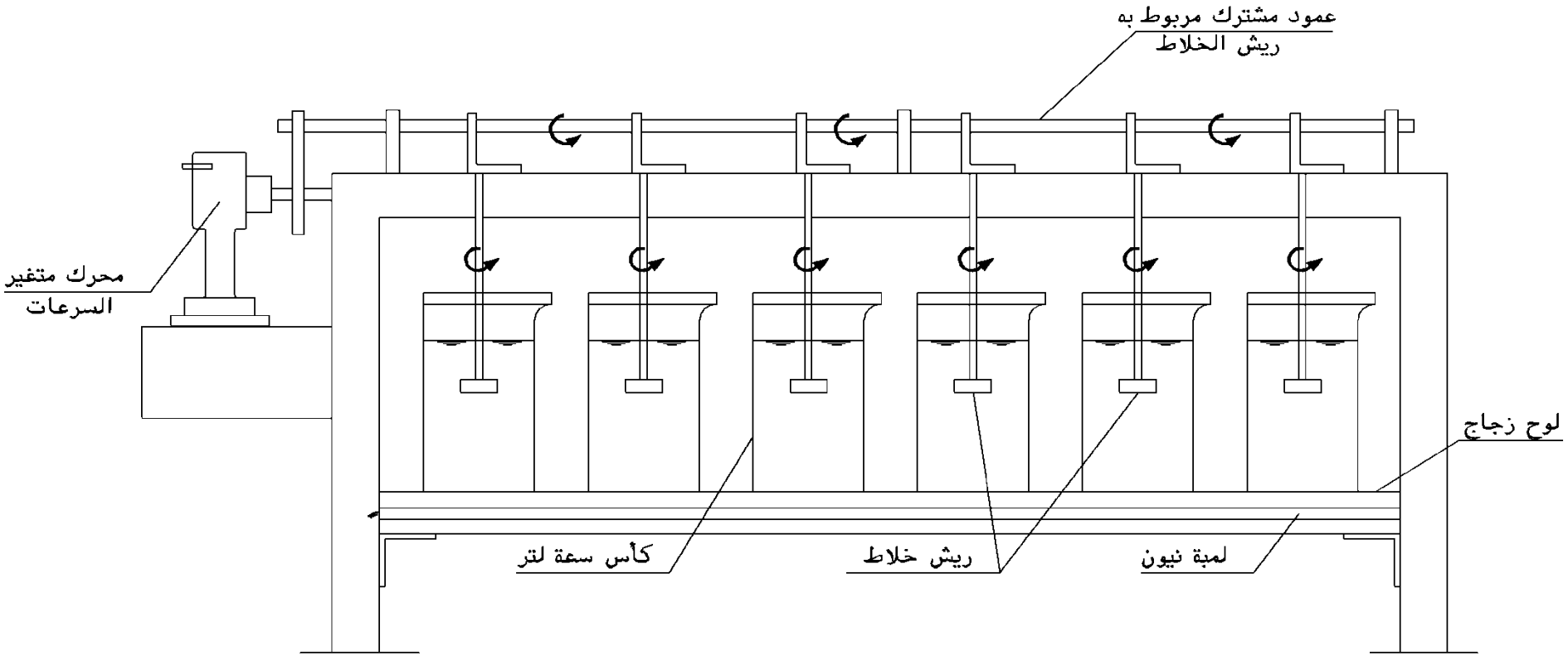
قطاع راسى (ا-ا)



احواض الترسيب المستطيلة
قطاع افقى (ب-ب)

- **الترسيب باستخدام المروبات....(Sedimentation with Coagulants)**
- المواد المروبة تساعد فى إتمام عملية الترسيب بكفاءة ، حيث أنها تتفاعل مع بعض مكونات المياه لتجميع ما بها من شوائب فى حبيبات أكبر يسهل ترسيبها فى أحواض الترسيب ، كما أن زيادة كفاءة الترسيب تقلل من تركيز العكارة ويساعد فى زيادة كفاءة المرشحات بعد ذلك.
- **المواد المروبة (Coagulants):**
- ويوجد مواد كيمائية كثيرة لهذا الغرض من أهمها :-

- Aluminum sulphate (alum), $Al_2(So_4)_3,18H_2O$.
- Coagulant + water = flocculation= flocs
- Flocs + **suspended solids**= fast sedimentation



Jar Test Apparatus

جهاز لتحديد جرعة المواد المروبة

- **المزج السريع.....Flash Mixing**

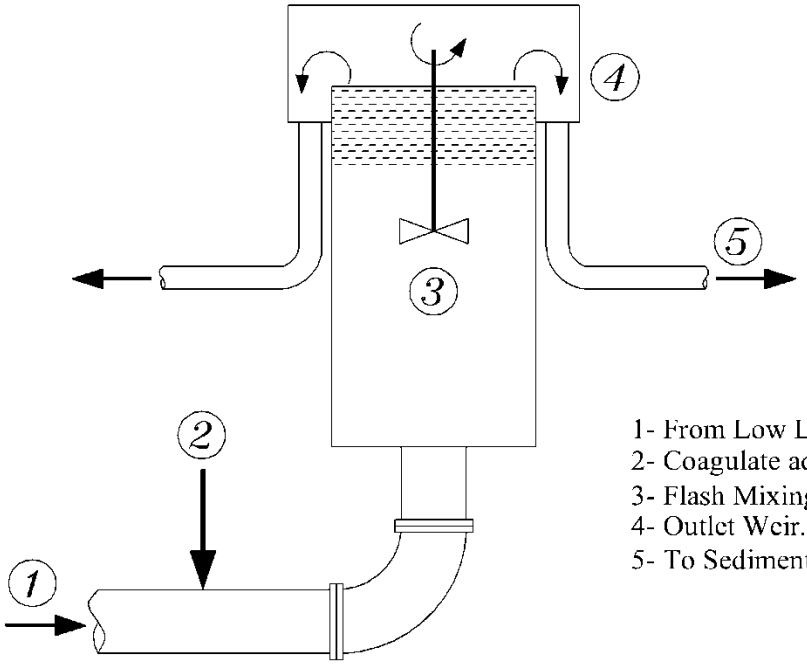
- الغرض منه انتشار المواد المروبة فى المياه بأسرع طريقة ممكنة ويتم ذلك فى مدة قصيرة تتراوح بين 20 ،60 ثانية.

DT=20-60 sec

والذى تتم من خلاله ايضا عملية التوزيع الهيدروليكى للمياه على احواض الترسيب بالتساوى من خلال هدار المخرج الذى يتم تقسيمه الى اقسام عددها يساوى عدد احواض الترسيب.

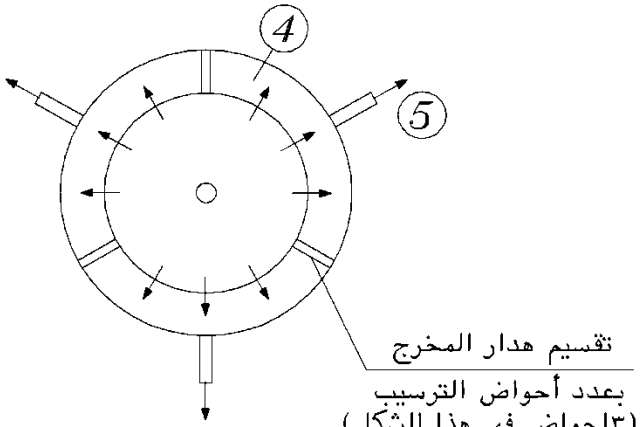
- **المزج البطئ.....Gentle Mixing**

- الغرض منه إتمام التفاعل الكميائى بين المواد المروبة ، والشوائب ومكونات المياه الأخرى . ويتم ذلك فى فترة تتراوح بين 20 ، 40 دقيقة **DT=20-40min.....**
- خلال هذه المدة تتجمع المواد المعلقة الصغيرة فى حبيبات أكبر يمكن ترسيبها بعد ذلك فى أحواض الترسيب.



1- From Low Lift Pump.
2- Coagulate addition.
3- Flash Mixing Vloume.
4- Outlet Weir.
5- To Sedimentation Tanks.

قطاع رأسى

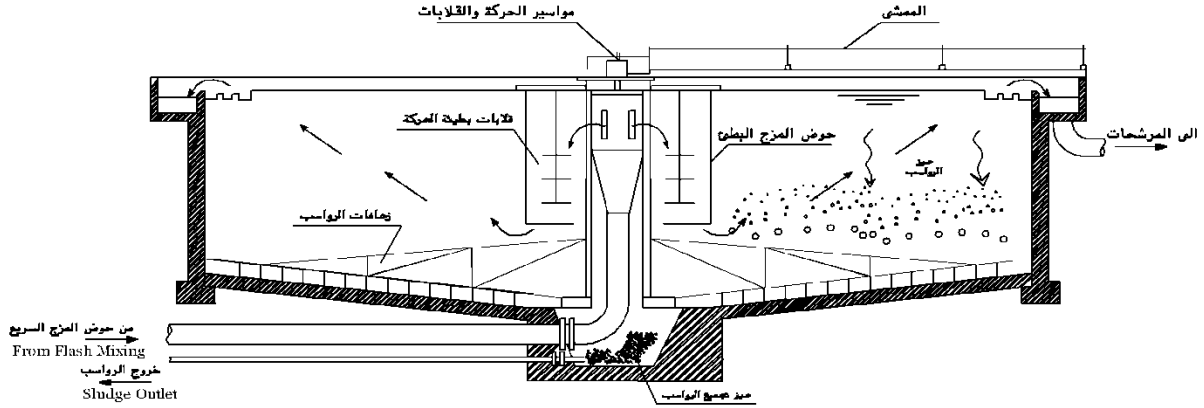


مسقط افقى

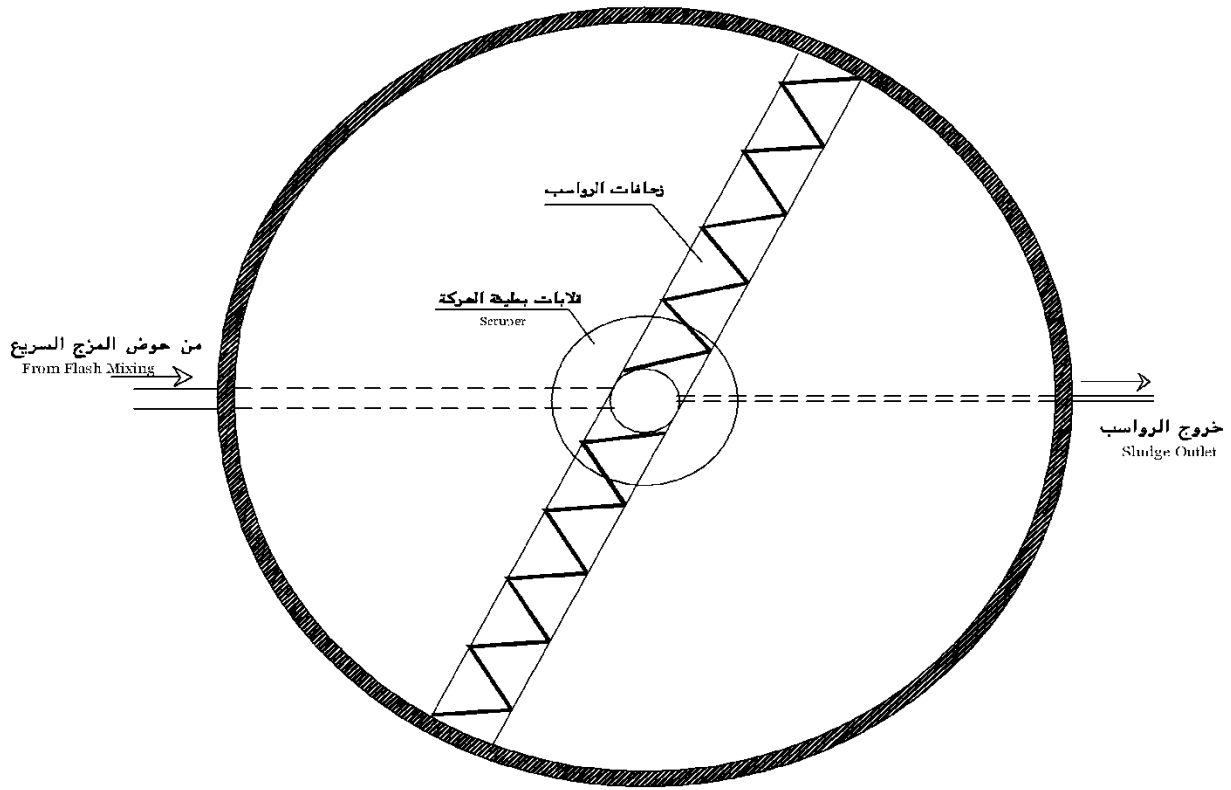
حوض المزج السريع والتوزيع على أحواض الترسيب

Flash Mixing

- **أسس تصميم أحواض الترسيب.. Design Criteria of Sedimentation Tanks**
- معدل التحميل السطحى **(Over Flow Rate=OFR)**
- يتراوح بين **20-40متر مكعب / متر مربع / يوم.**
- **المساحه السطحيه لأحواض الترسيب .....Area=Q ÷ OFR**
- **مدة البقاء فى الحوض = 2- 4 ساعات.(DT) Detention time**
- **Volume= Q× (DT)**
- عمق الحوض =3- 6متر.
- السرعة الأفقية للمياه لا تزيد عن 30سم / دقيقة.
- الأحواض المستطيلة لا يزيد طولها عن 40 متر , ويفضل أن يكون فى حدود 30 متر.
- نسبة الطول إلى العرض فى حدود 4:1.
- للأحواض الدائرية يفضل ألا يزيد القطر عن 40متر حيث يشمل القطر حيز المزج البطىء وحيز الترسيب.
- معدل خروج المياه على هدار المخرج لا يزيد عن 450م^3 / م / يوم.



حوض ترسيب دائرى بزحافات رواسب بجناحين



- **مثال (1) :-**
- لتصرف قدره 120.000 مائة وعشرون ألف متر مكعب فى اليوم صمم:
- حوض المزج السريع.
- أحواض المزج البطيء وأحواض الترسيب المستطيلة.
- أحواض (الترسيب والترويب) الدائرية المشتركة.
- احسب كمية كبريتات الألومنيوم المستخدمة فى الترويب وتكاليفها فى السنة إذا كانت الجرعة المستخدمة فى الترويب 30مجم/لتر ، وكان ثمن الطن 250 جنيهاً.
- حجم الرواسب المترسبة فى أحواض الترسيب فى اليوم . مع تحديد حجم حيز الترسيب فى حالة تصريف الرواسب كل 4 ساعات إذا كان تركيز المواد العالقة فى المياه 60 مجم/لتر.

الحل :-

حوض المزج السريع :

- **مدة بقاء المياه فى الحوض 40 ثانية تقريباً.**

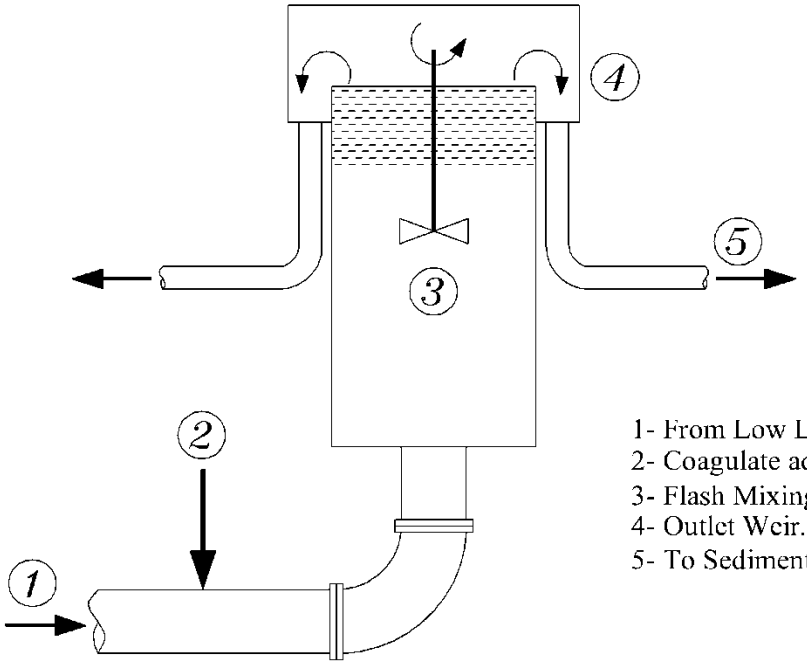
حجم الحوض = التصرف × مدة بقاء المياه فى الحوض.

= 120.000× 40 ÷ (60 × 60 × 24).

= 55.5 متر مكعب.

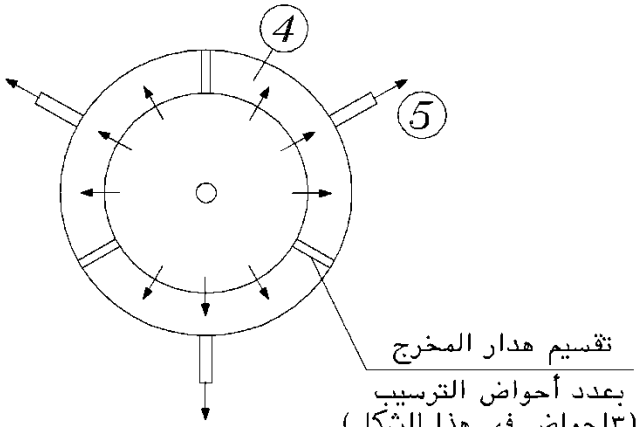
بفرض الحوض دائرى ، قطره يساوى عمق المياه فيه :

$$(\pi d^2/4)d = 0.25\pi d^3 \qquad d=4.2\ m$$



1- From Low Lift Pump.
2- Coagulate addition.
3- Flash Mixing Vloume.
4- Outlet Weir.
5- To Sedimentation Tanks.

قطاع رأسى



مسقط افقى

حوض المزج السريع والتوزيع على أحواض الترسيب

Flash Mixing

ألأحواض المستطيلة (المزج البطئ والترسيب):

أحواض الترسيب :

معدل التحميل السطحى = 30 م^3 / م^2 /يوم.

المساحة السطحية لأحواض الترسيب = 120000 ÷ 30 = 4000 م^2

بفرض طول الحوض 32 متر ، عرض الحوض 8 متر.

عدد الأحواض = 15.6وفى حالة اختيار 16 حوض ،

تكون مساحة الحوض = 250 م^2. وأبعاده 31.25 × 8 متر .

وبفرض مدة بقاء الماء فى الحوض 3 ساعات.

يكون حجم الأحواض = 120000 × 3 ÷ 24 = 15000 م^3 .

وعمق الحوض =الحجم ÷ المساحه = 15000 ÷ 4000 = 3.75 متر.

أحواض المزج البطئ :

عدد الأحواض هو نفس عدد أحواض الترسيب = 16 حوض

وبفرض مدة بقاء الماء فى الأحواض 30 دقيقة ،

حجم الأحواض = 120000 × 30 ÷ 60 × 24 = 2500 م^3 .

حجم الحوض الواحد = 2500 ÷ 16 = 156.25 م^3 .

وحيث أن عرضه هو نفس عرض حوض الترسيب ويساوى 8 متر وبفرض عمقه 3 متر ، يكون طول الحوض 7.75 متر.

الأحواض الدائرية (المزج البطئ والترسيب) المشتركة :

من الخطوات السابقة :

- **مساحة (حيز الترسيب)فى أحواض الترسيب = 4000 م^2**
- **حجم حيز (المزج البطئ) الترويب = 2500 م^3**
- **و عمق حوض الترسيب 3.75 م .**
- **وعمق حوض الترويب يكون أقل من الترسيب بنصف متر**
- **=3.75-05= 3.25 متر.**
- **مساحة أحواض الترويب = 769 متر مربع.**
- **مساحة أحواض (الترسيب +الترويب) = 4769 متر مربع ،**
- **وبفرض أن عدد كل من أحواض الترسيب والترويب المشتركة = 6**
- **تكون مساحة الحوض=4769 ÷ 6= 794/متر مربع**
- **القطر D الكلى لحوض الترسيب ويشمل الترويب = 32 مترتقريبا**
- **ولإيجاد القطر الداخلى لحوض الترويب ،**
- **تكون مساحة الحوض الواحد = 769 ÷ 6 = 128 م^2 .**
- **القطر الداخلى (قطر حيزالترويب) = 12.8 متر.**

sismat

كمية وتكاليف الشبة المستخدمة فى الترويب :

- تركيز جرعة الشبة المضافه = 30 مجم / لتر (جم / م^3).
- كمية الشبة المستخدمة = 120000 × 30 = 3.600.000 جم /يوم.
  = 3600 كجم/يوم = 3.6 طن/يوم.
- كمية الشبة فى العام = 3.6 × 365 = 1314 طن.
- تكاليف الشبة المستخدمة فى العام = 1314 × 250 = 328500 جنيهاً

حجم الرواسب المترسبة :

- تركيز المواد العالقة =60 مجم/لتر
- وبفرض المترسب فى أحواض الترسيب 90 % من المواد العالقة.
- وزن المواد المترسبة = 120.000 × 60 × 0.90= 6480 كجم / يوم
- = 6.48 طن /يوم.
- وبفرض أن الرواسب بها نسبة 98% مياه ، 2% مواد صلبة ،
- يكون وزن الرواسب المترسبة = 324 طن/يوم.
- بفرض كثافة الرواسب = كثافة المياه = 1 طن للمتر المكعب.
- فيكون حجم الرواسب = 324م^3 فى اليوم.

وفى حالة أحواض الترسيب المستطيلة (16 حوض).

- يكون حجم أحواض الرواسب المترسبة فى كل حوض = 20.25 م^3 /يوم.
- وفى حالة صرف هذه الرواسب كل 4 ساعات،يكون حجم حيز الترسيب 10.25÷6 = 3.375 م^3
- وفى كل حوض عدد 2 هرم ناقص مقلوب قاعدته مربع ضلعه نصف عرض الحوض والقاعده الصغرى 0.5 × 0.5 متر ويتم حساب ارتفاعة.

وفى حالة أحواض الترسيب الدائرية (6 حوض)

- يكون حجم الرواسب المترسبة فى كل حوض = 45م^3 /يوم.
- وفى حالة سحب الرواسب كل 4ساعات ، يتم سحب الرواسب 6 مرات يوميا
- يكون حجم حيز الترسيب = 54 ÷ 6 = 9 م^3 .
- ويكون فى كل حوض مخروط ناقص مقلوب قطر قاعدته نصف قطر حيز الترسيب والقطر الأصغر 0.50 متر ويتم حساب ارتفاعة .