الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحي

# برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

## البرنامج التدريبي كيميائي مياه

تكنولوجيا معالجة مياه الشرب

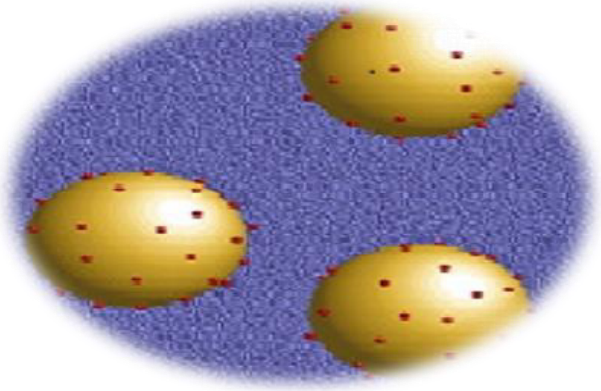
الباب الرابع الترويب والتنديف

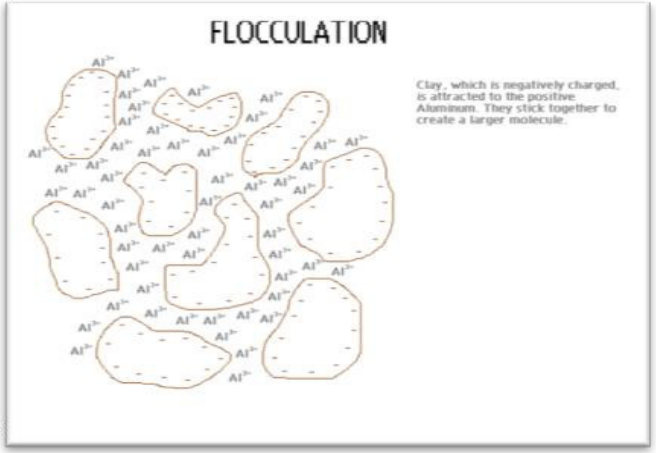
# الهدف من الدورة

- الهدف من هذا الباب التعرف على :-
- نظرية الترويب ومفهوم الترويب والتنديف .
- أنواع المروبات والمروبات المساعدة
- تحديد الجرعات المثالية من المواد الكيميائية طرق تجهيز أحواض الشبة.

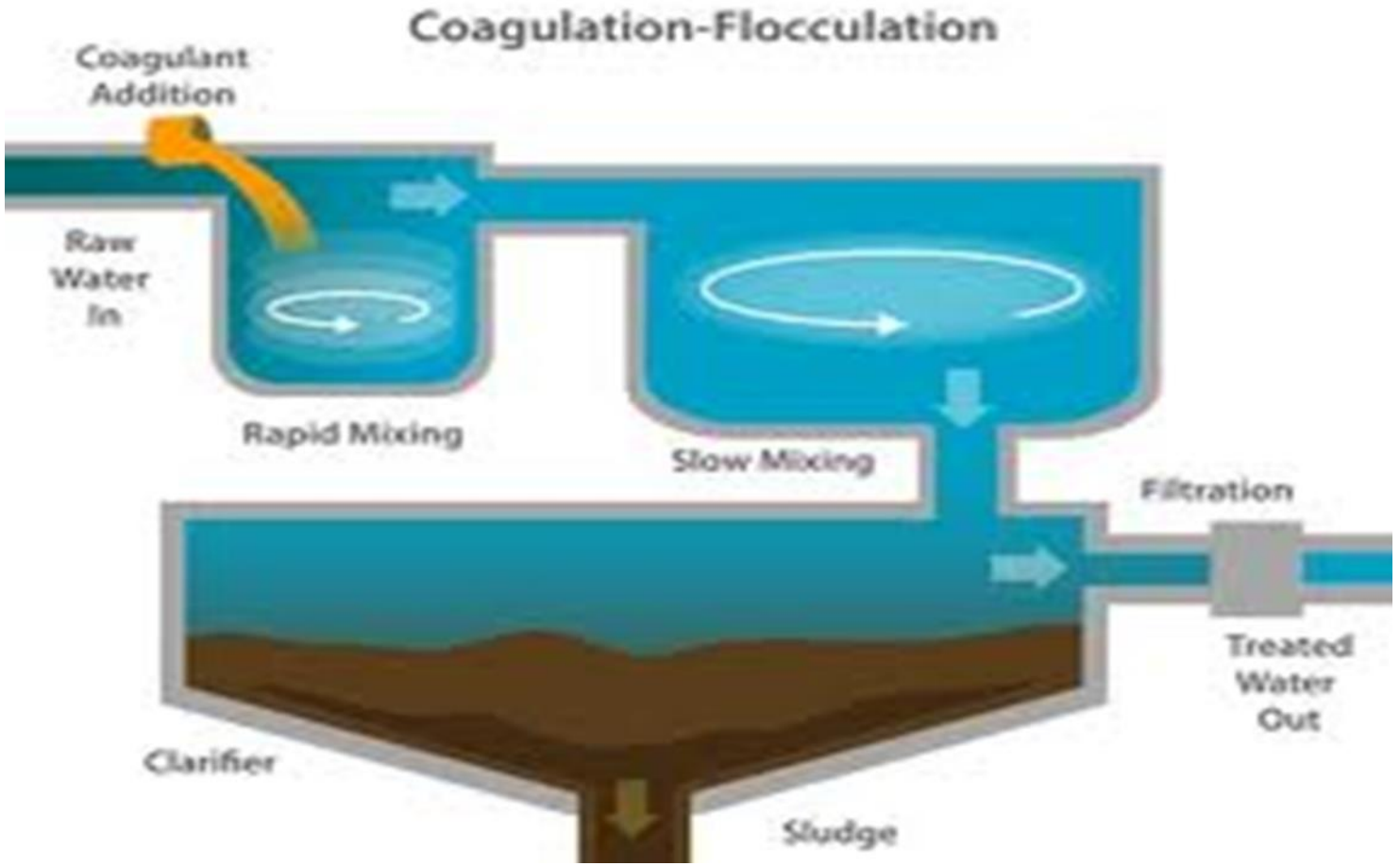
- التعرف علي أنواع طلمبات حقن الشبة واحتياطات بدأ التشغيل.
- عملية الترويق والأنواع المختلفة من المروقات.
- التعرف علي اختبارات التحكم في التشغيل.

# ثانياً: التنديف Flocculation





# الترويب والتنديف



## تعريف عملية التنديف :

هي عملية مزج بطئ للشبة تعمل على تجميع الحبيبات الصغيرة لتكوين حبيبات أكبر قابلة للترسيب

ويستلزم ذلك عمل تقليب بطئ باستخدام الخلاطات الهيدروليكية والميكانيكية

وتتطلب هذه العملية زمن يتراوح من 15 - 20 دقيقة .

يتراوح الحجم الأمثل للندف من (0.1 مم – 3 مم )

## ويعتمد ذلك على :-

وقت المزج

الطريقة الصحيحة للمزج

شكل أحواض المزج .

نوع عملية الإزالة المستخدمة سواء كان بنظام الترشيح المباشر أو الترشيح التقليدي

فالمزج السريع لمدة كبيرة يجعل الندف المتكونة تتكسر وتتباعد عن بعضها البعض وبالتالي لا تترسب

يتعادل هيدروكسيد الألومنيوم الذى يحمل شحنة كهربائية موجبة مع المواد العالقة والغرويات الدقيقة والبكتريا والمواد الغروية التي تحمل شحنة سالبة فيحدث تعادل كهربائي وتلتصق ببعضها مكونة حبيبات أكبر تسمى ندف (Flocs)

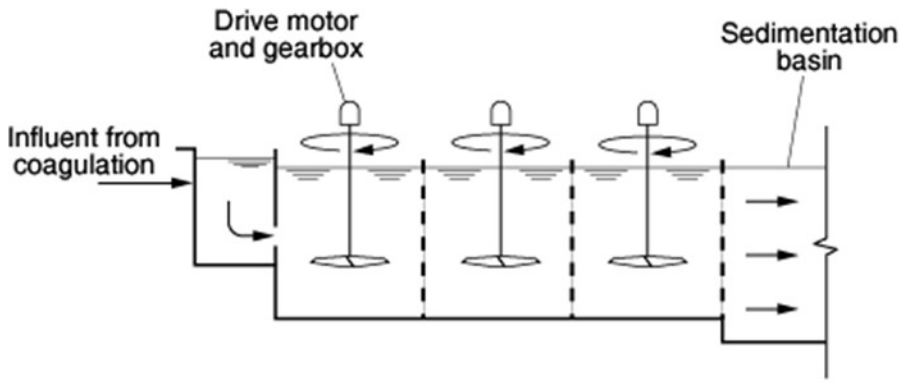
تزداد الندف حجماً وثقلاً أثناء تجولها في الماء نتيجة تماسك الندف الدقيقة مع بعضها مكونة ندفا أكبر وأثقل قابلة للترسيب بسرعة أكبر وتسمى هذه العملية بالتنديف (Flocculation) نظرا لأن:

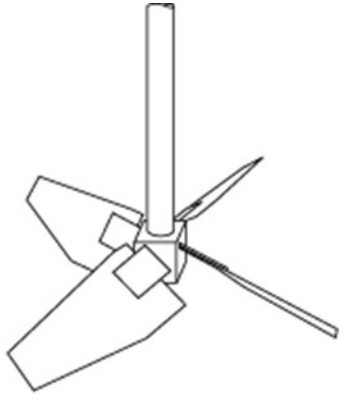
التنديف عملية أبطأ من الترويب لذلك يجب أن يكون حوض التنديف أكبر نسبياً

الندف هشة تماماً لذلك يجب أن يجرى الخلط وسرعة التصرف بطيئاً

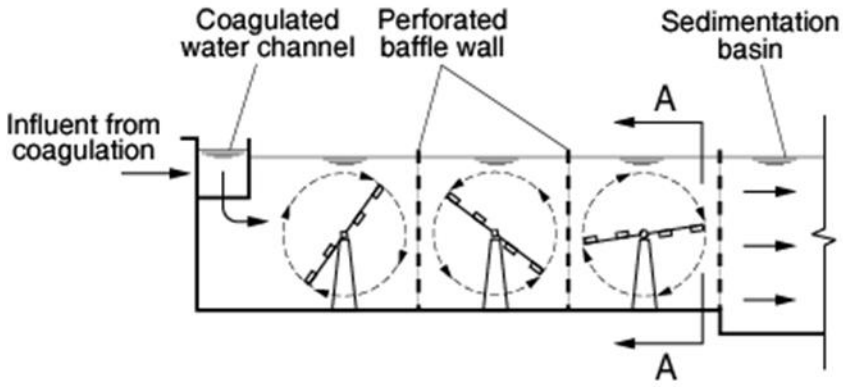
# Types of Flocculation Tanks

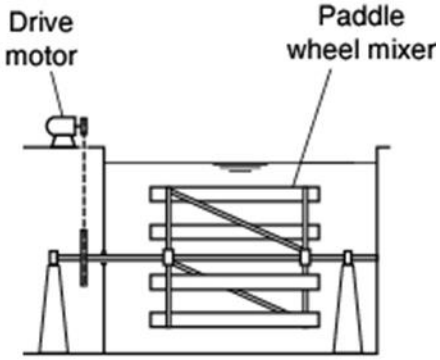
## Mechanical Flocculators



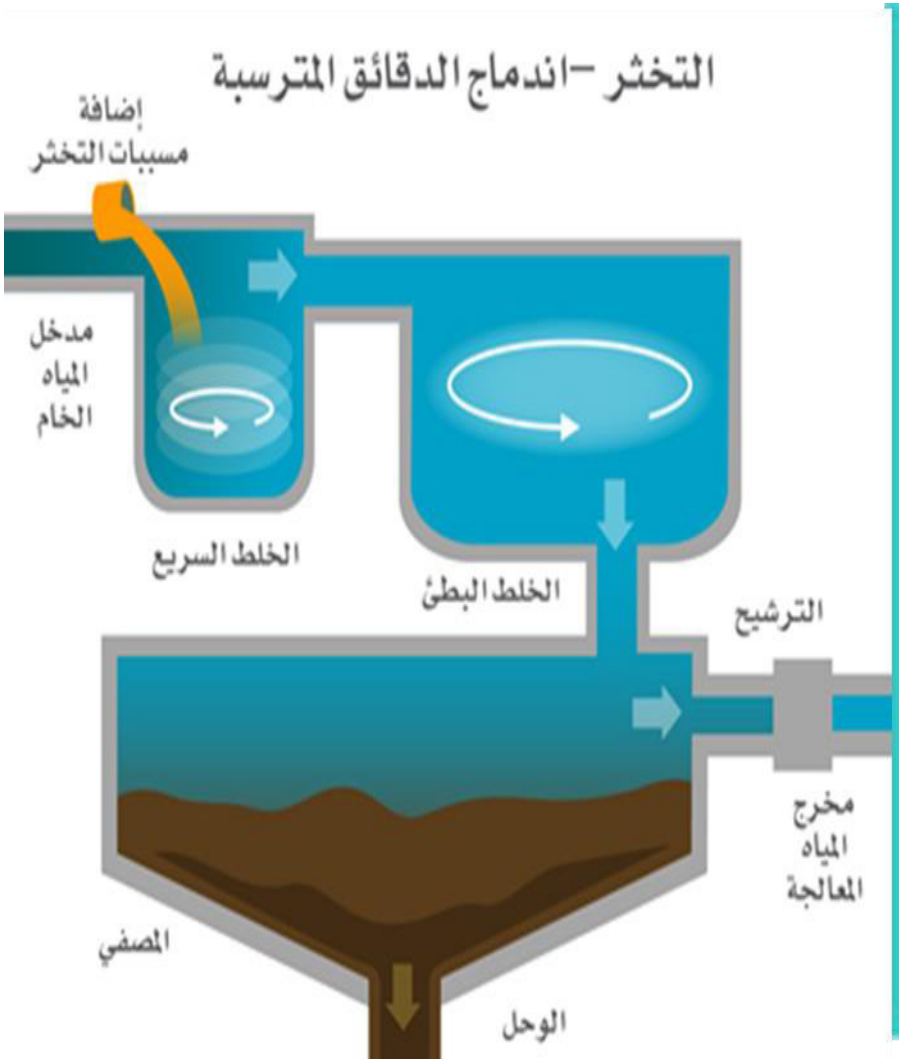
Foil-Type Mixing Blade

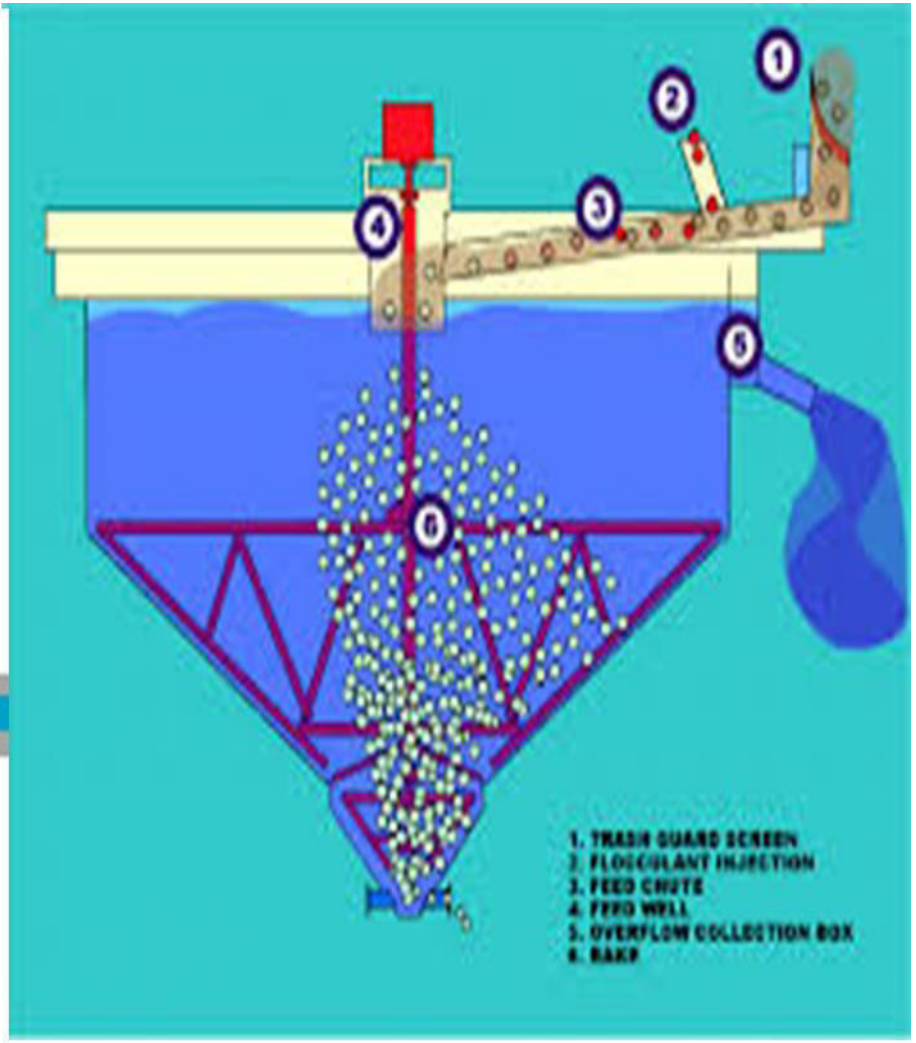


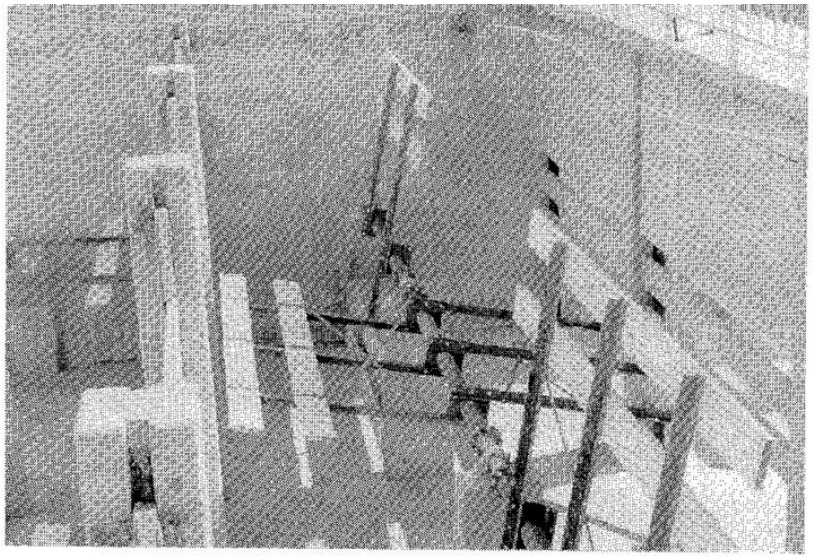

Section A-A

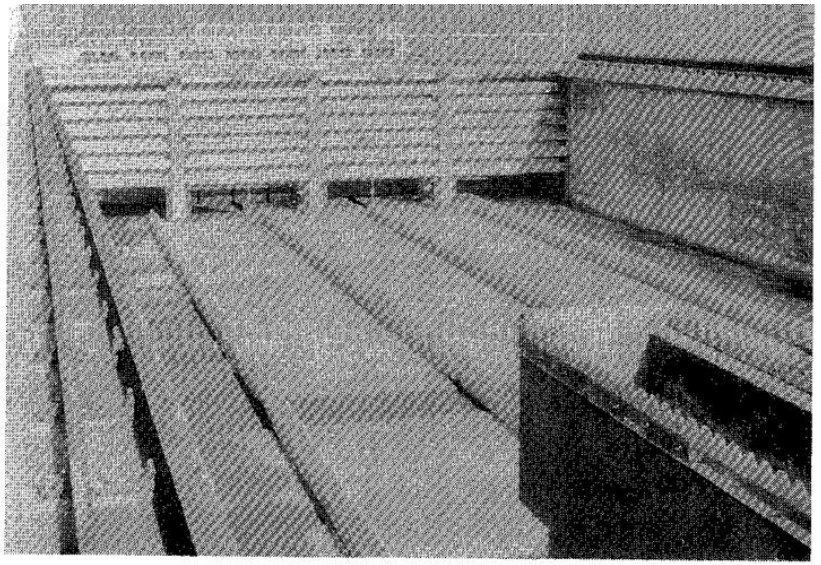
# Mechanical Flocculators

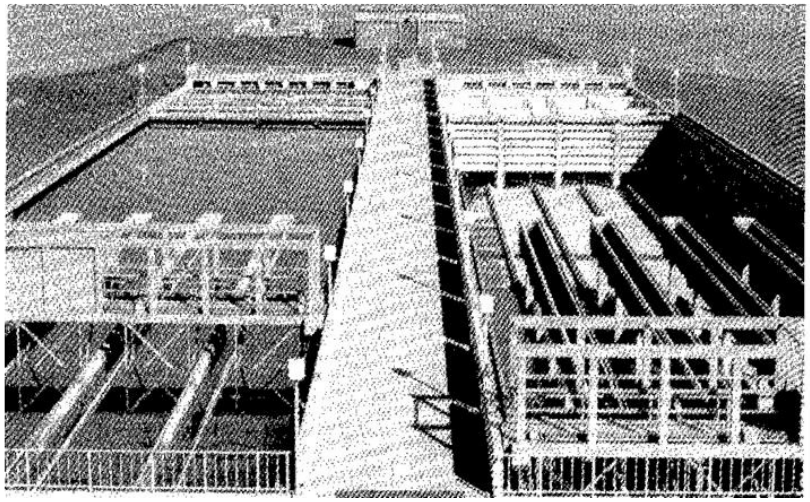


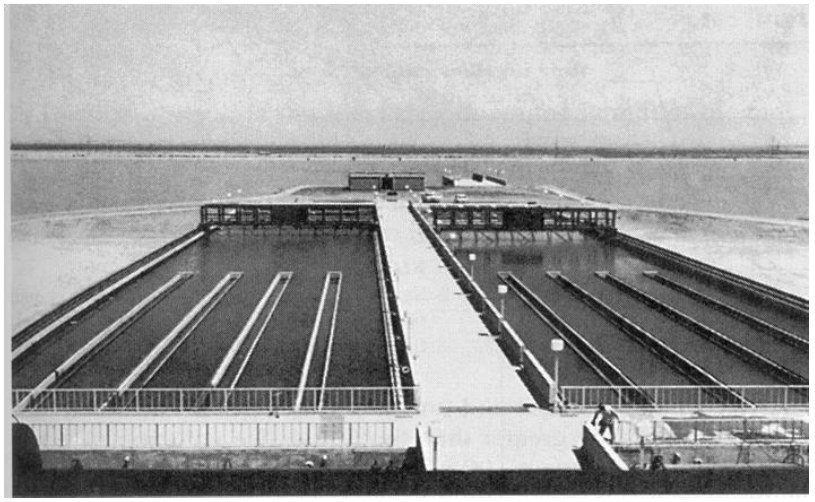



# Sample Mechanical Flocculator

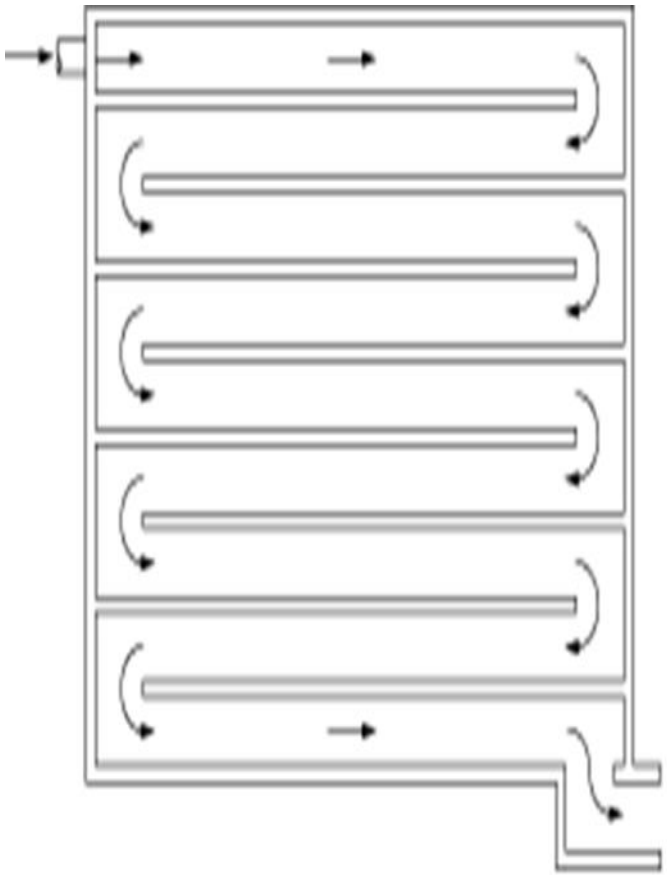




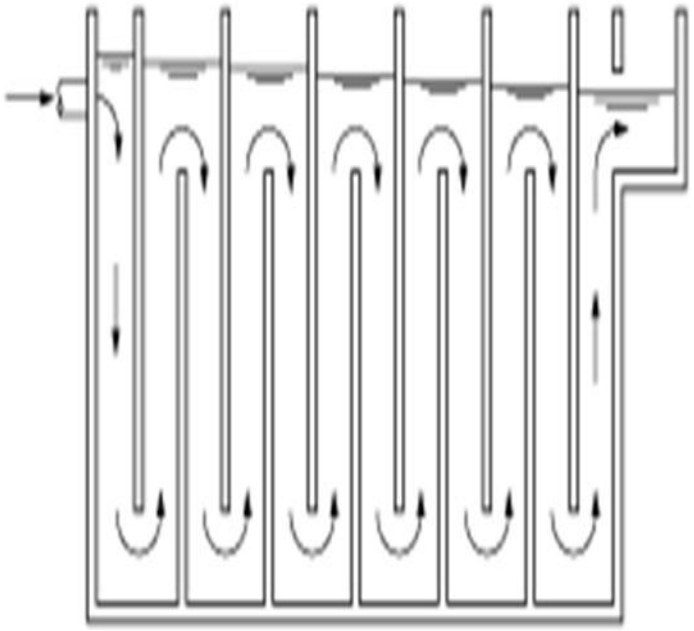




# Hydraulic Flocculators



Horizontal Channel Hydraulic Flocculator (plan)



Vertical Channel Hydraulic Flocculator (profile)

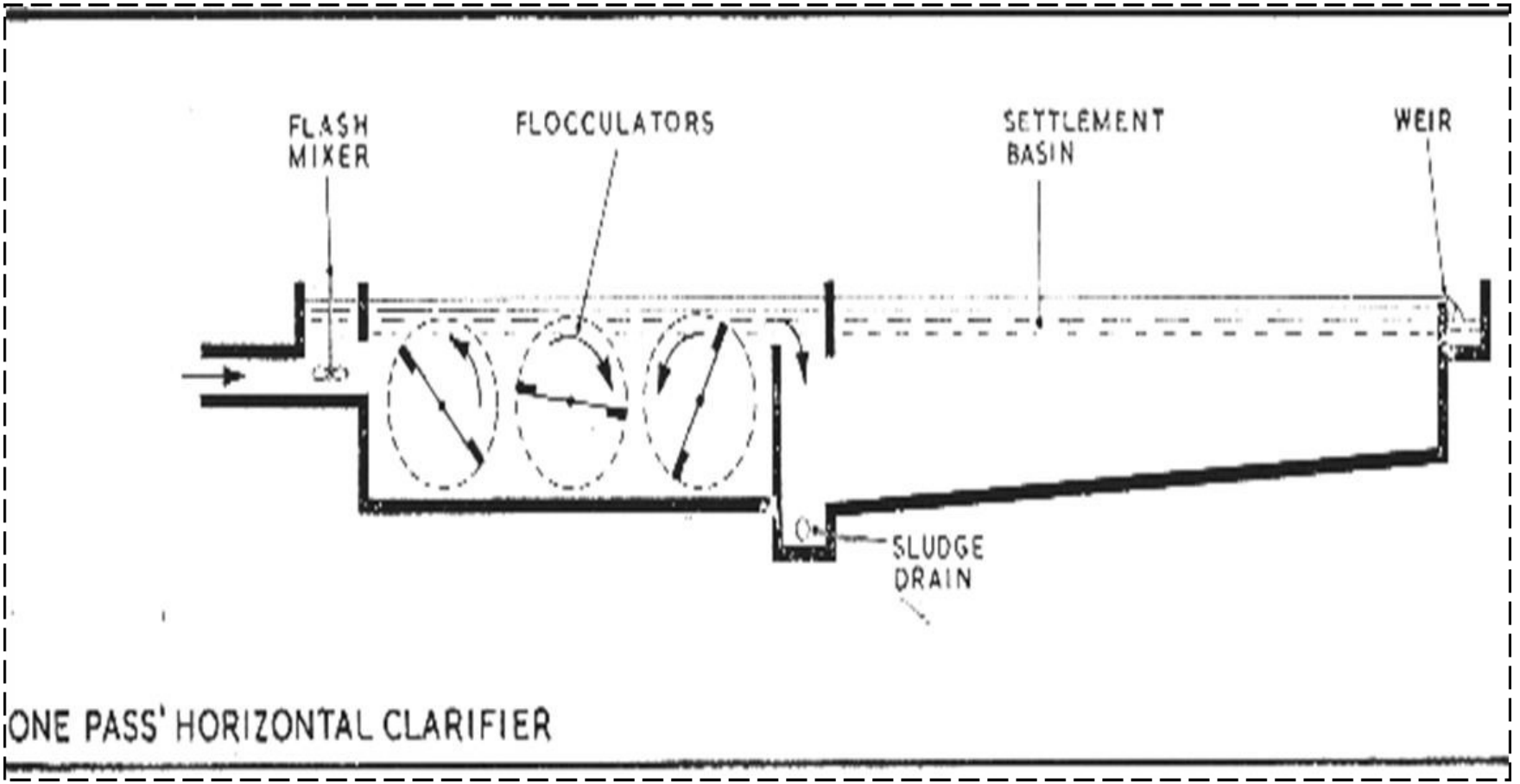
# أحواض الترويق Clarifier type

## مقدمة

وتشتمل مرحلة "الترويق" علي ثلاث خطوات هي : الترويب - التنديف – فصل الروبة بالترسيب أو التعويم

# انواع المروقات

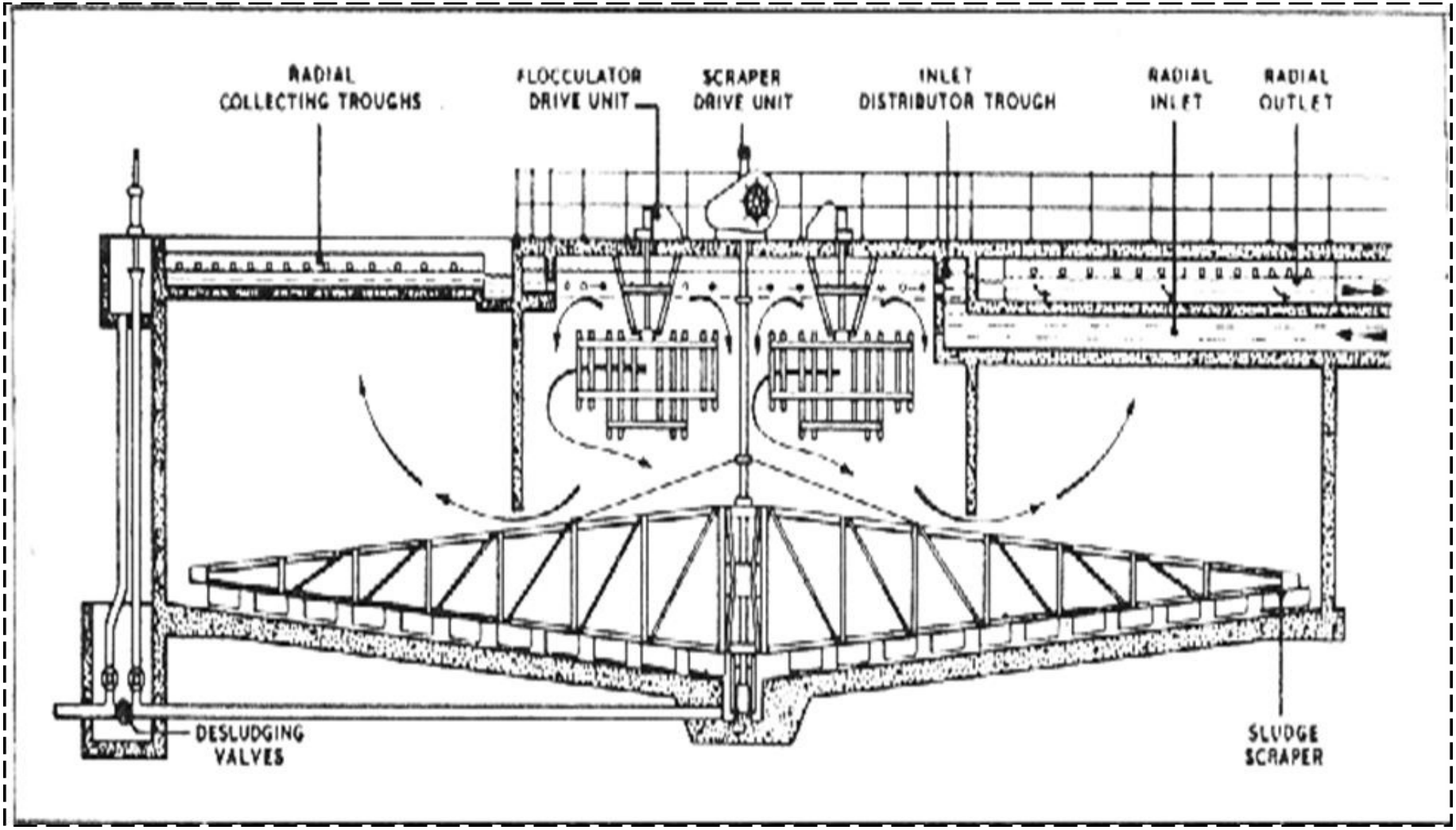
## 1. مروقات التدفق الافقي :- Horizontal Flow Clarifier



# أحواض الترويق Clarifier type

## 2. مروقات التنديف المركزي Centrifloc

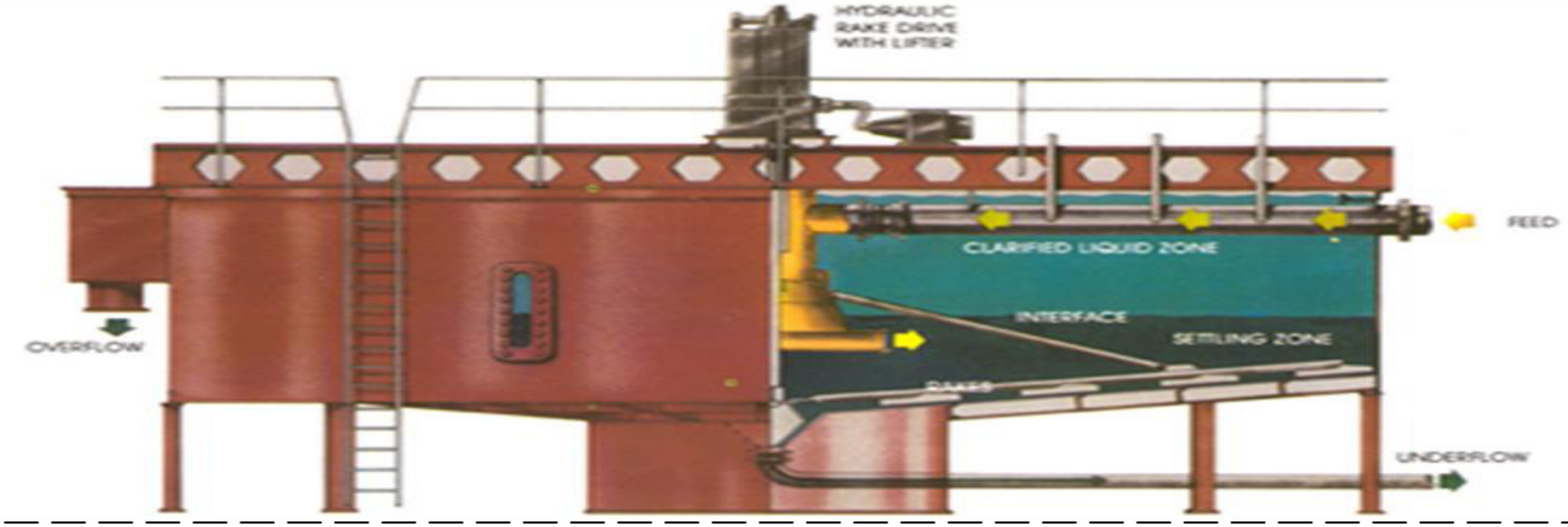
وهي دائرية ومزودة بكاسحات ميكانيكية للروبة في القاع حيث يتم كسح الروبة المترسبة الي منطقة مركزية قمعية الشكل. hopper حيث يتم صرف محتوياتها من الروبة عبر ماسورة ، وهذا النوع مناسب بصفة خاصة لنوعية المياه المحملة بدرجة عالية من الشوائب .

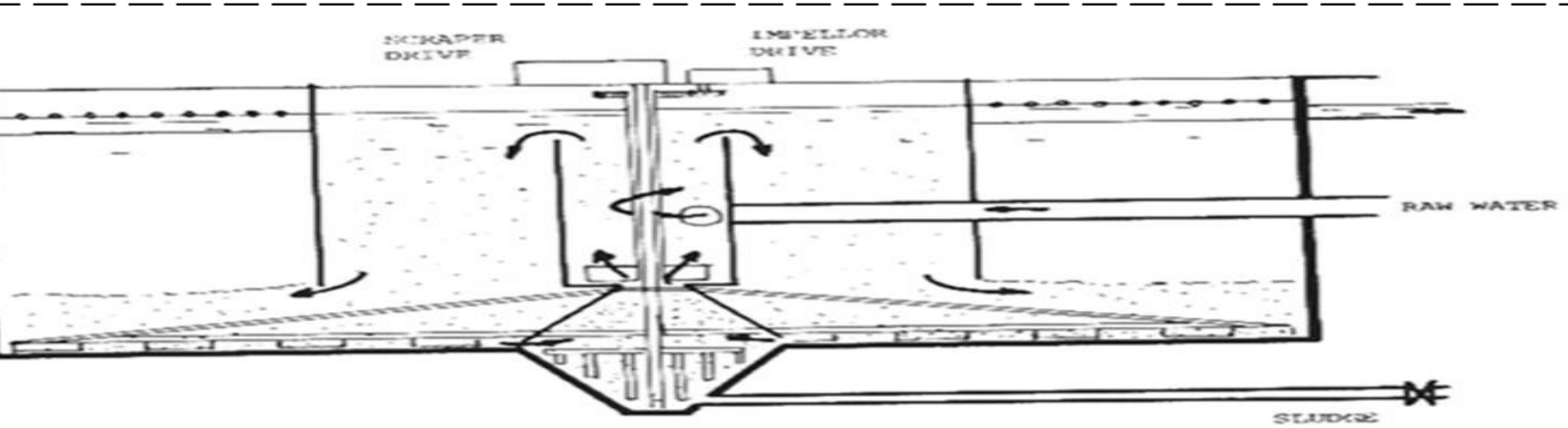

RADIAL
COLLECTING TROUGHS
FLOCCULATOR
DRIVE UNIT
SCRAPER
DRIVE UNIT
INLET
DISTRIBUTOR TROUGH
RADIAL
INLET
RADIAL
OUTLET
DESLUDGING
VALVES
SLUDGE
SCRAPER

# 3. مروقات تلامس الروبة Solids Contact Clarifiers

تتبع نظرية أن معدل التنديف يمكن زيادته بإعادة أمرار جزء من الروبة

1. مروقات التنديف المركزي المعجلة " Accelator or Accetrifloc"
2. مروقات أعادة تنشيط الروبة Reactivator

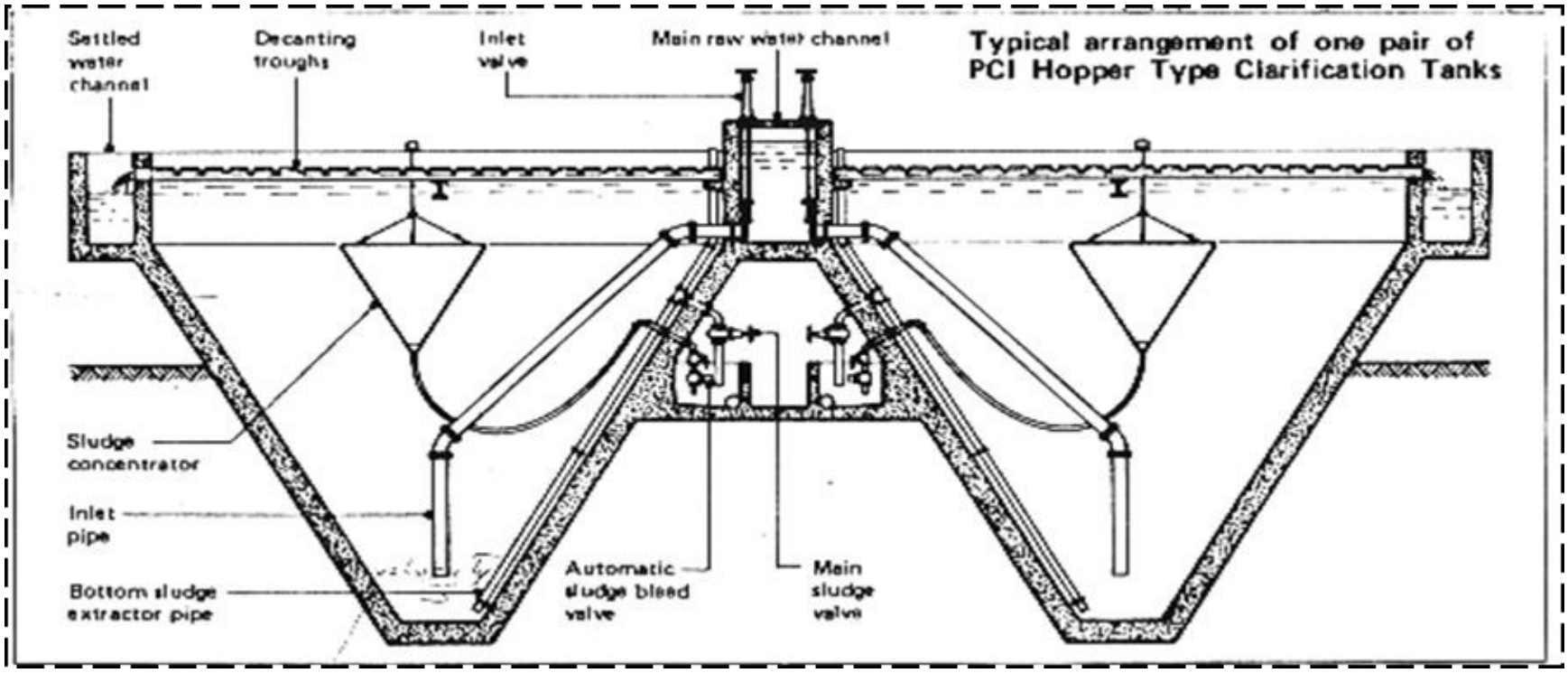

HYDRAULIC
RAKE DRIVE
WITH LIFTER
FEED
CLARIFIED LIQUID ZONE
INTERFACE
SETTLING ZONE
OVERFLOW
UNDERFLOW

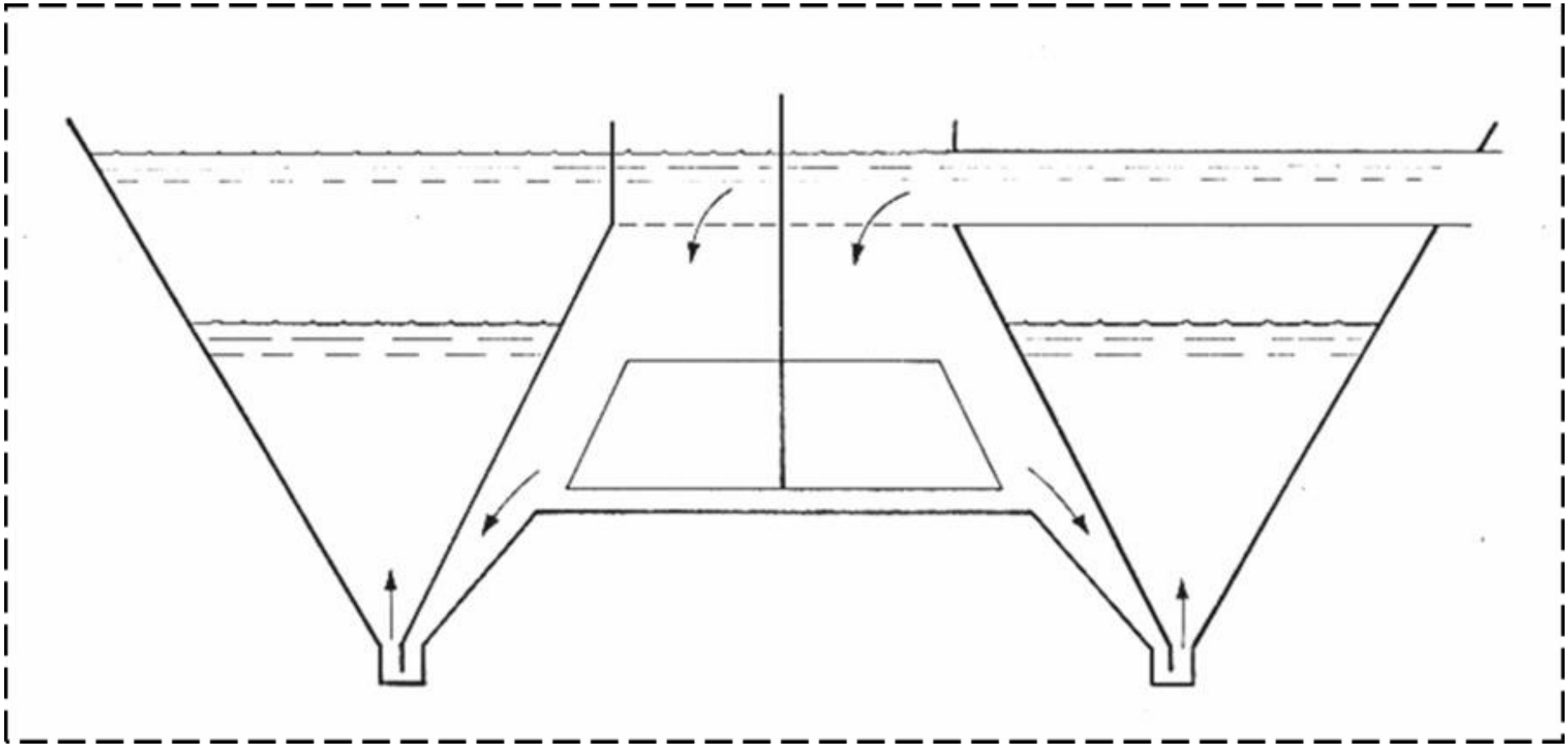

RAW WATER
SLUDGE

# 4. مروقات التدفق الراسي ذات طبقة الروبة Vertical Flow Floc Blanket Clarifiers

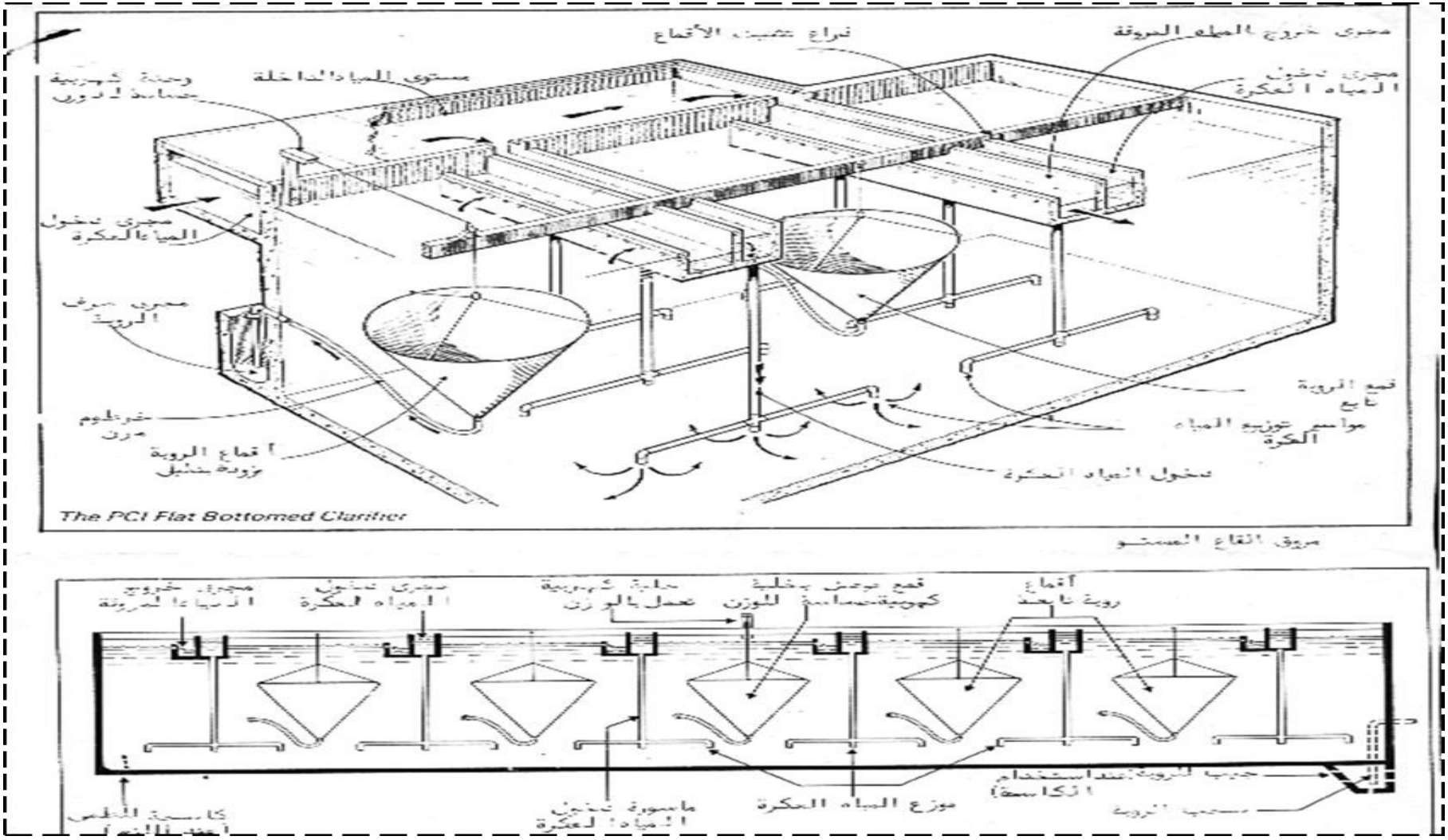
## أ .مروقات ذات قاع قمعي

## ب. مروق Precipitator



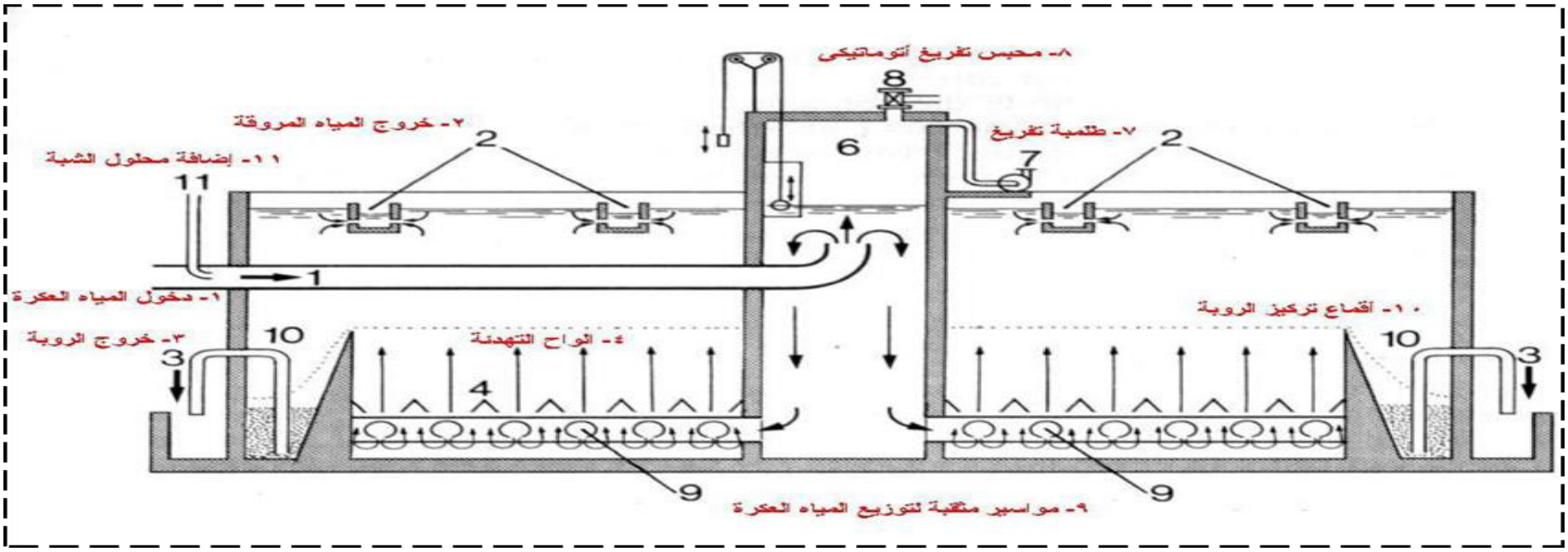


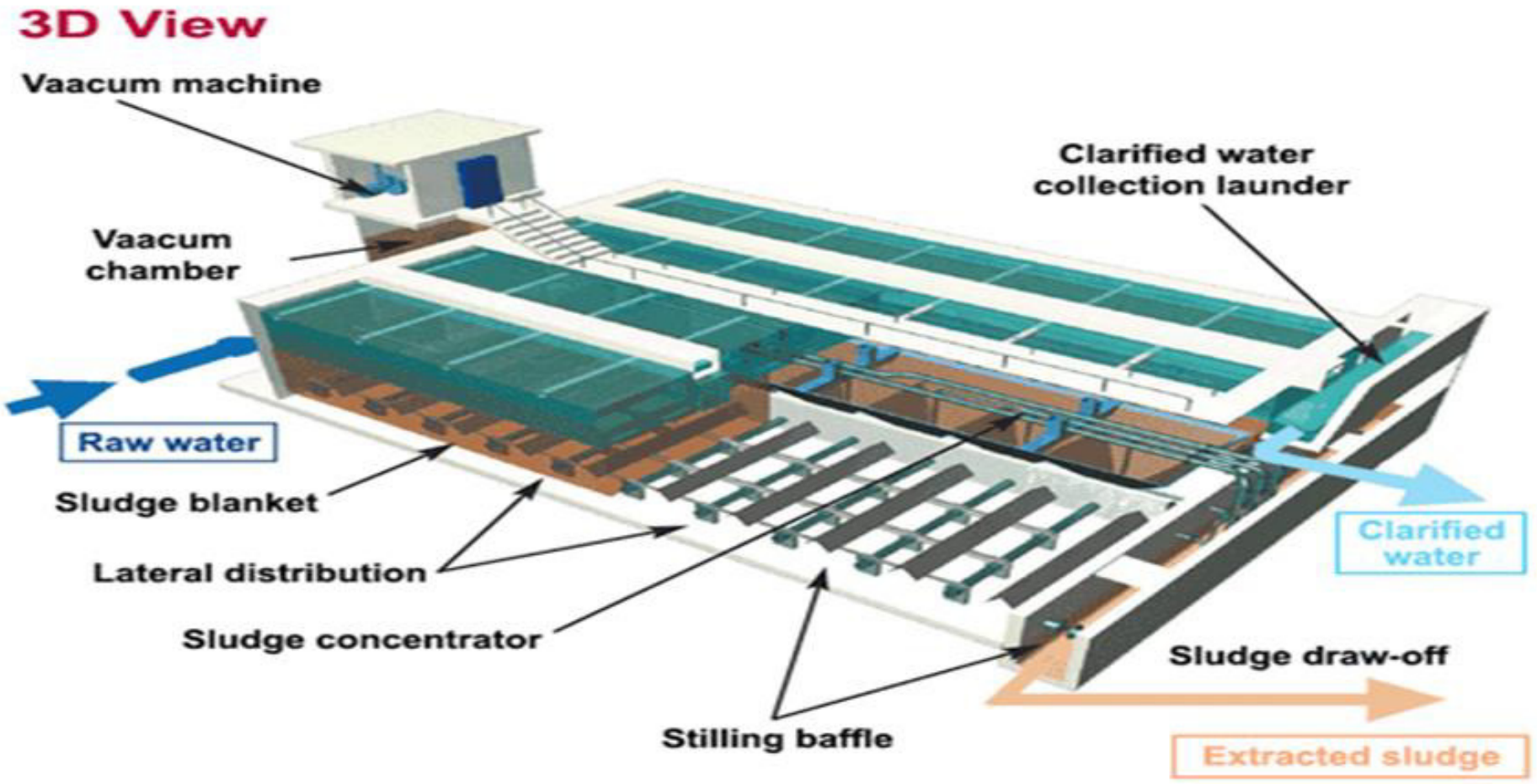
# 5. مروقات التدفق الرأسي ذات القاع المستو Flat bottomed clarifiers :-



# 6.المروق النابض Pulsator clarifier

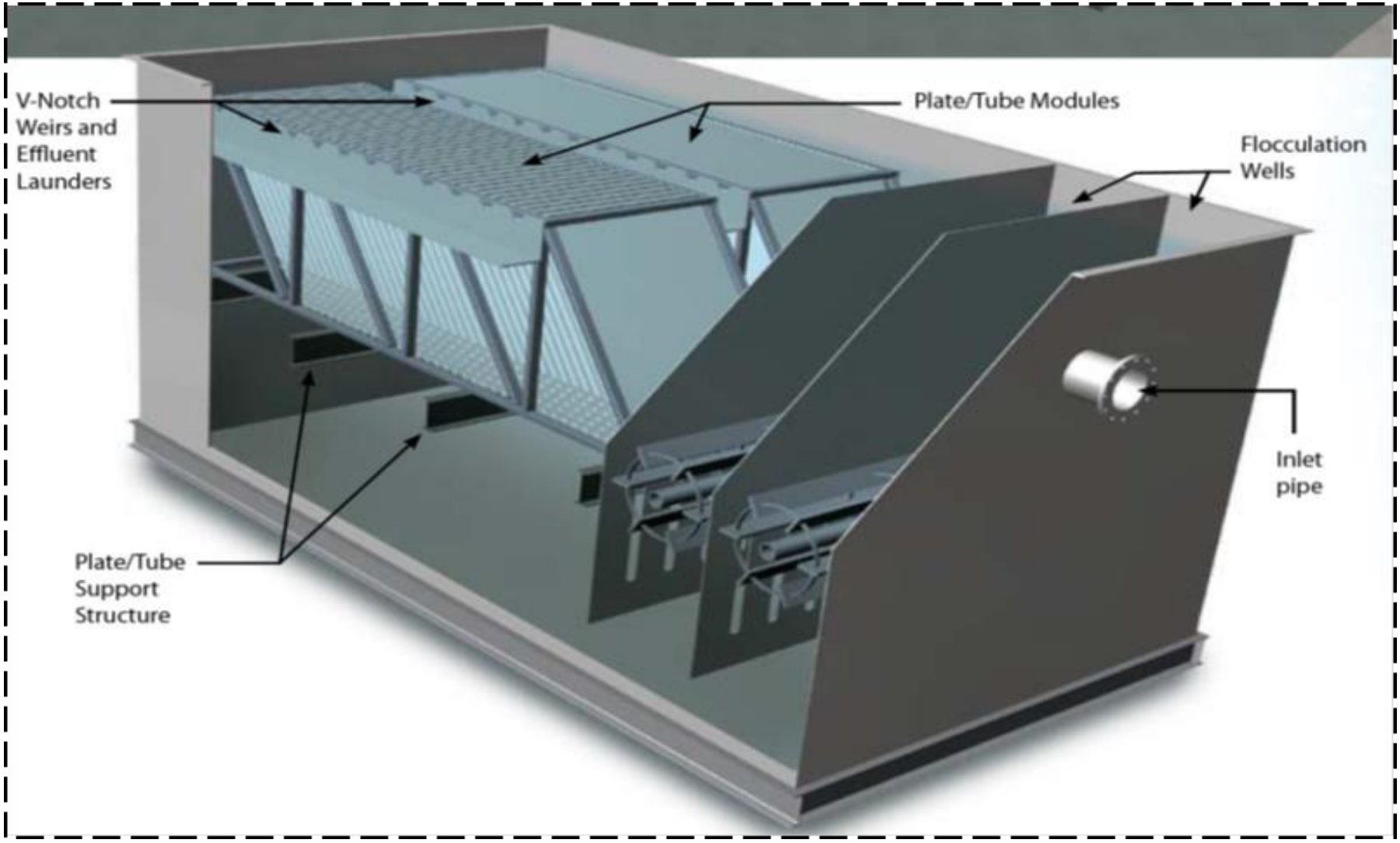
هو نوع أخر من مروقات القاع المستو؛ باستخدام نظرية تلامس الروبة (طبقة الروبة ) ولكنه يستهلك كمية من الطاقة في معدات تشغيل النبضات اللازمة للمحافظة علي ثبات طبقة الروبة




3D View
Vaacum machine
Clarified water collection launder
Vaacum chamber
Raw water
Sludge blanket
Lateral distribution
Sludge concentrator
Stilling baffle
Clarified water
Sludge draw-off
Extracted sludge

## 7. أحواض الترسيب ذات الألواح أو الأنابيب plate and tubes settlers

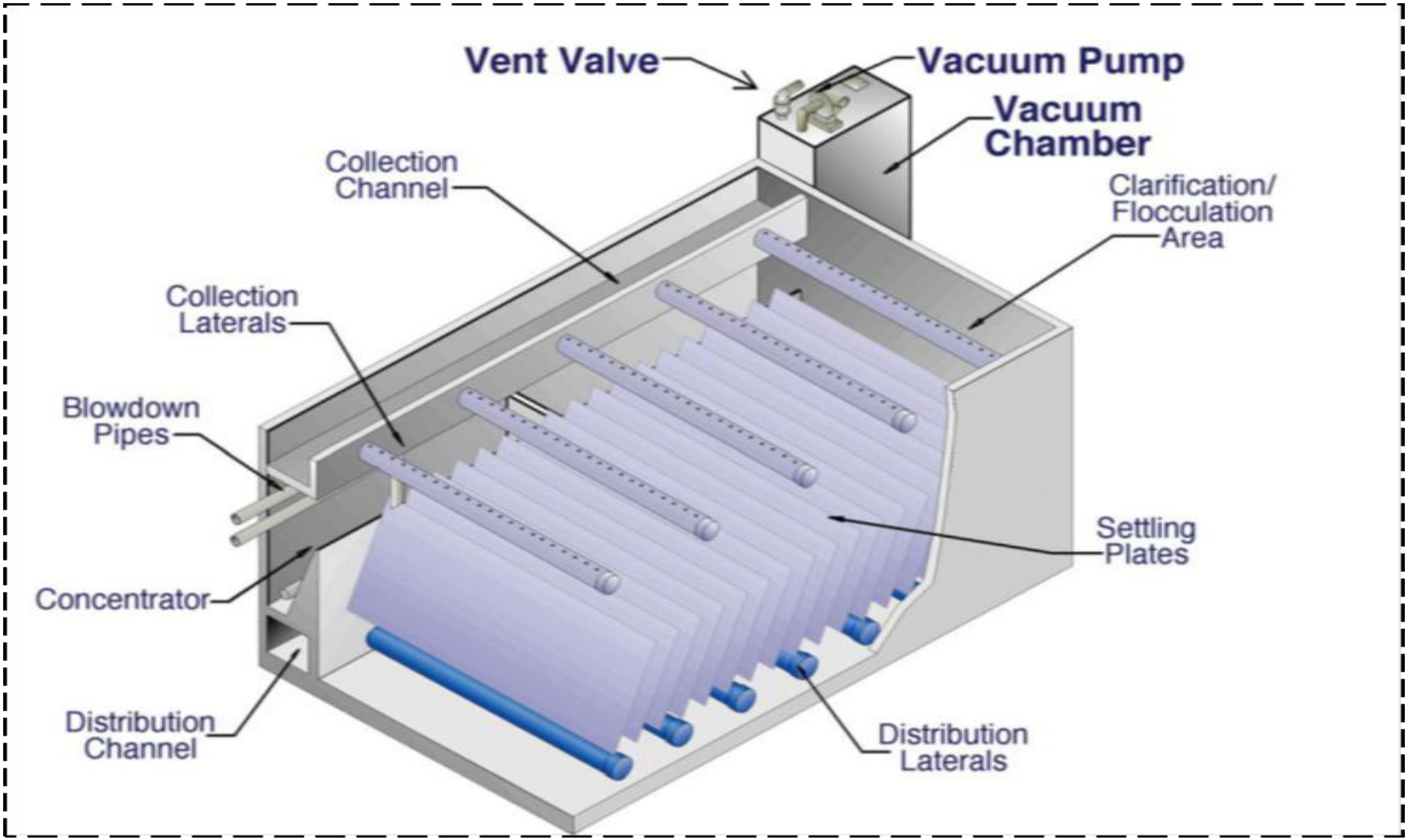
هذه الأنظمة لا تكون من ناحية السعر فعالة مثل مروقات طبقة الروبة خاصة مع المقاسات الكبيرة ومع ذلك، فهي مفيدة بصفة خاصة لـ الوحدات النقالي،، Transportable،، حيث يمكن تجميع مجموعة الندف بشكل اسرع (زمن المكث في الوحدات النقالي اقل) .


V-Notch
Weirs and
Effluent
Launders
Plate/Tube Modules
Flocculation
Wells
Inlet
pipe
Plate/Tube
Support
Structure

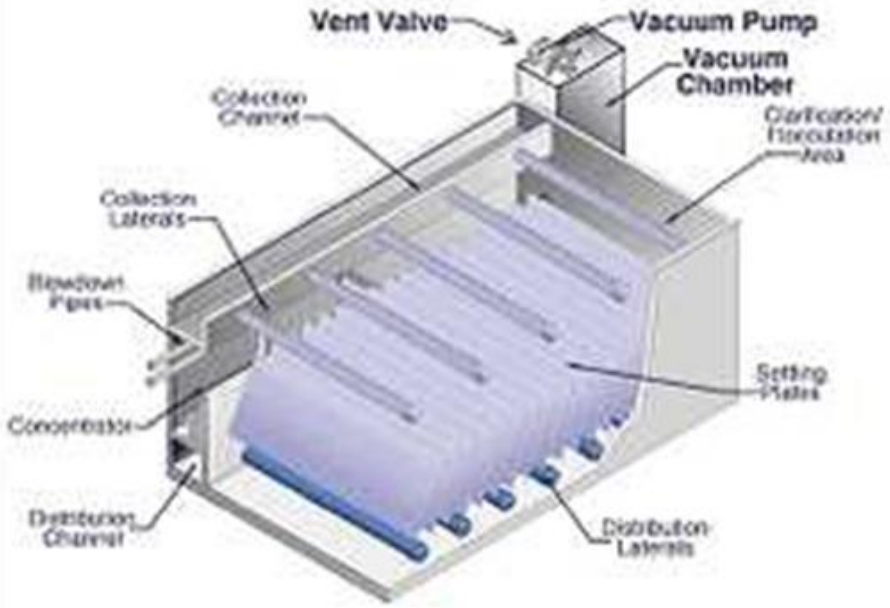
# أ. المروق النابض الممتاز Super Pulsator

يعمل بمعدل ضعف أو ثلاث أضعاف المروق النابض العادى

ويحتوي علي صفوف من الألواح المائلة في منطقة طبقة الروبة من المفروض أن تحسن معدلات ترسب الندف وهذه الألواح لها زعانف تعزز إعادة المزج للمياه المروقة الصاعدة مع طبقة الروبة للتغلب علي مشاكل المواسير المائلة .


Vent Valve
Vacuum Pump
Vacuum Chamber
Collection Channel
Clarification/ Flocculation Area
Collection Laterals
Blowdown Pipes
Settling Plates
Concentrator
Distribution Channel
Distribution Laterals

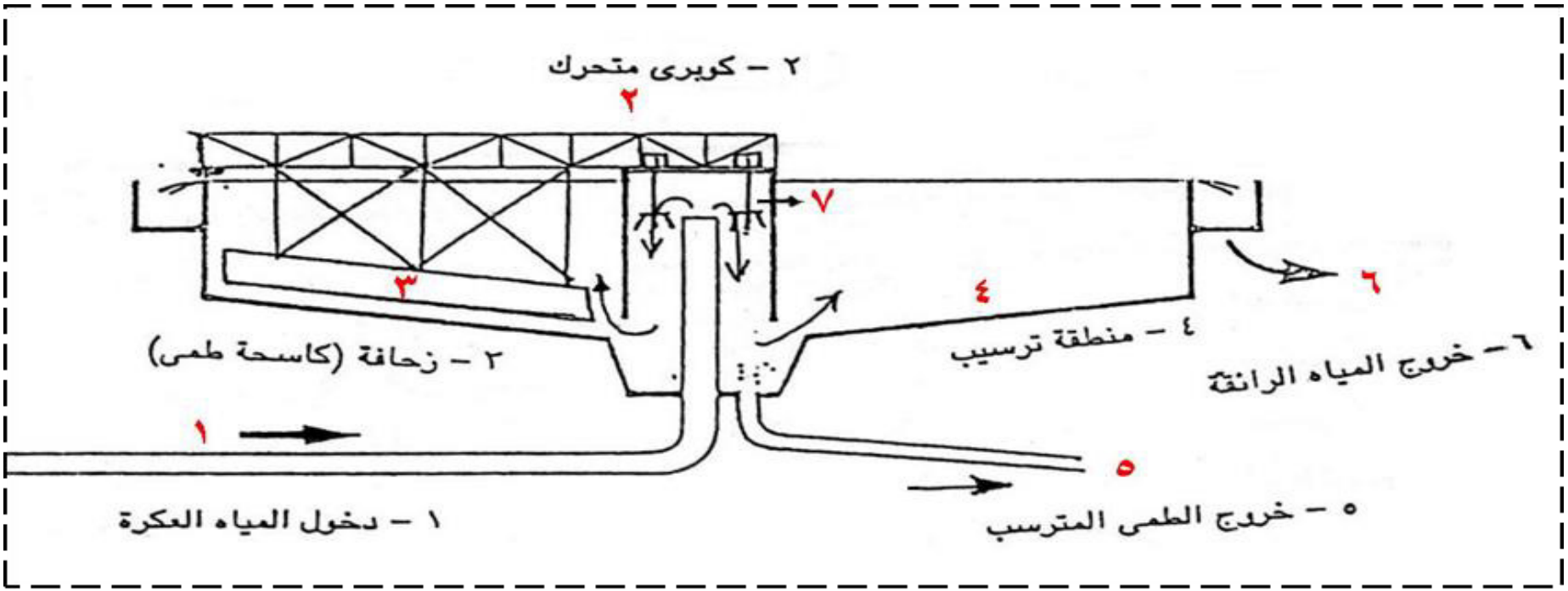
Schematic of the Super-Pulsator Flocculator Clarifiers used at the plant.



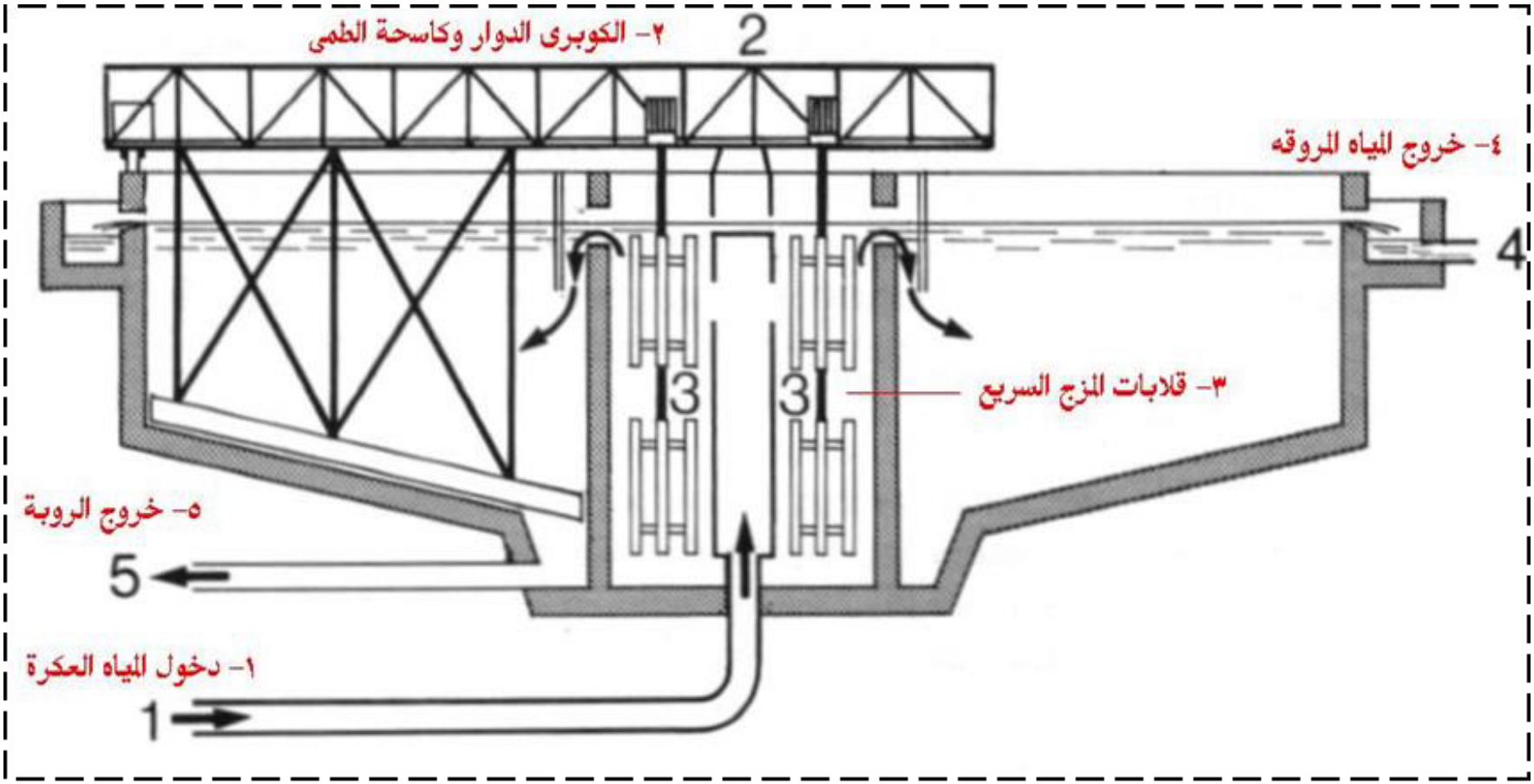

Super-Pulsator Flocculator Clarifiers in operation.

# عرض لبعض المروقات العاملة في محطات مياه الشرب بمصر

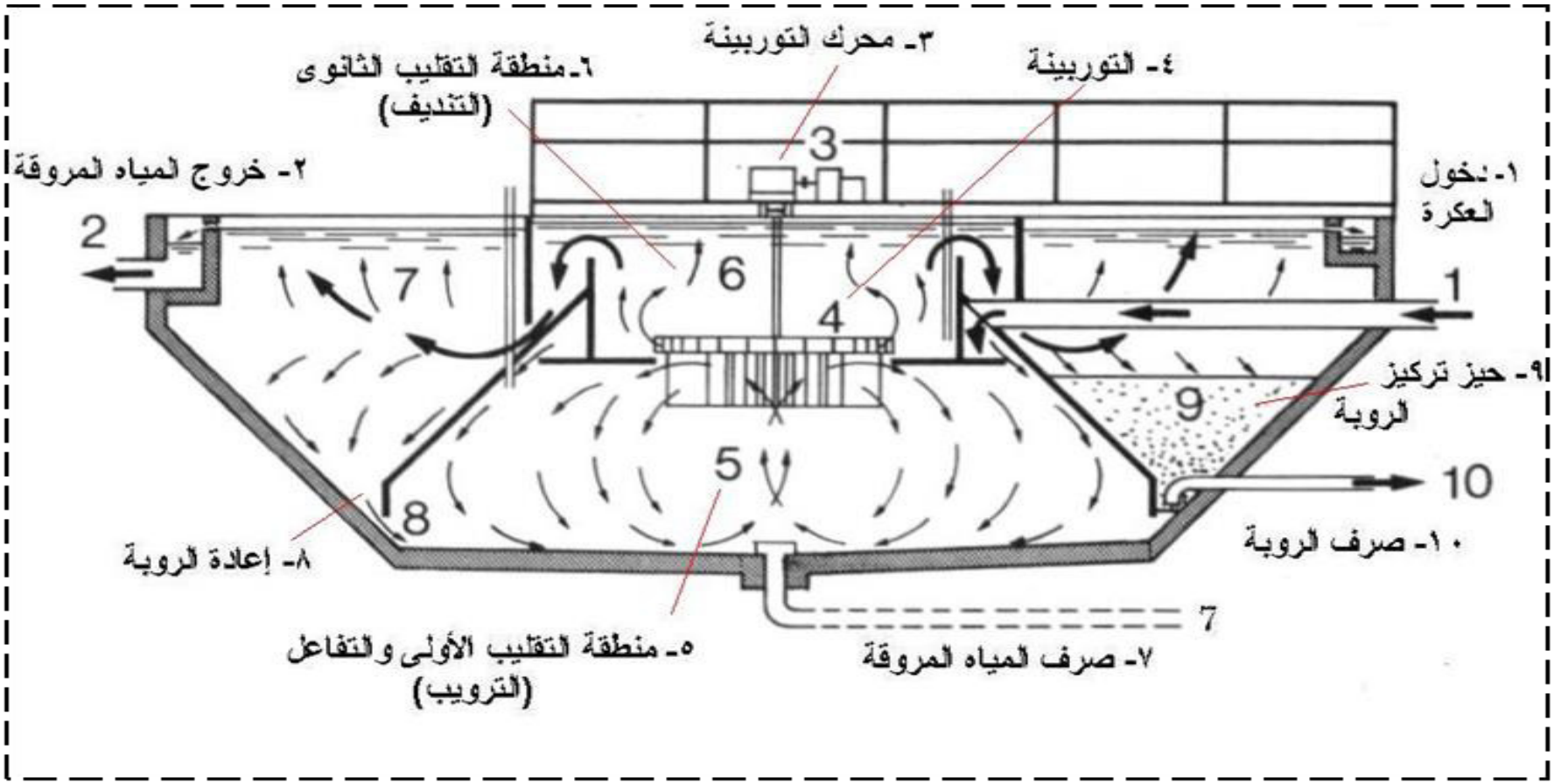
## أ- المروقات المستديرة



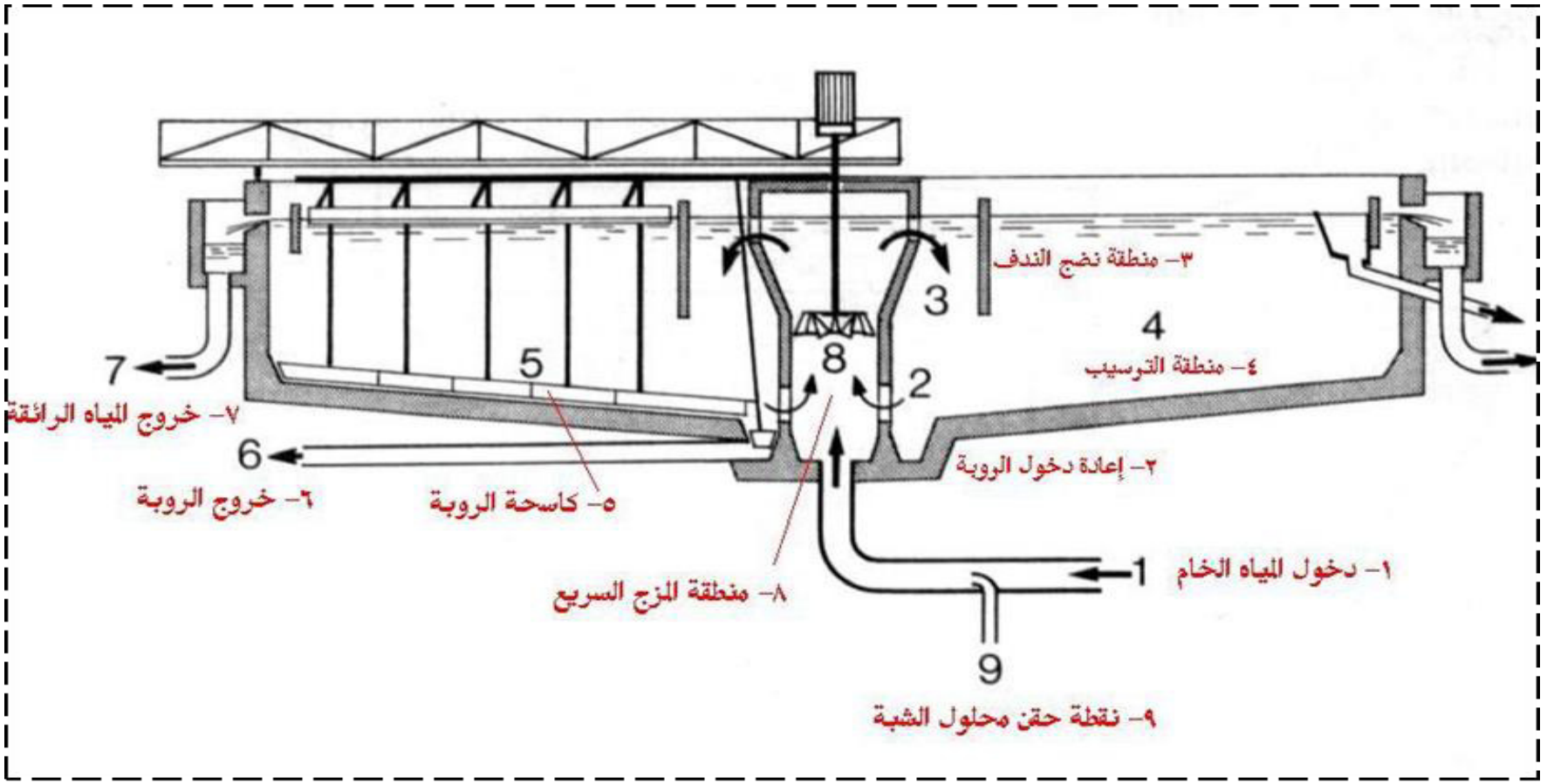

**شكل المروق المستدير برموتيت**




# شكل المروق المستدير التشيكي



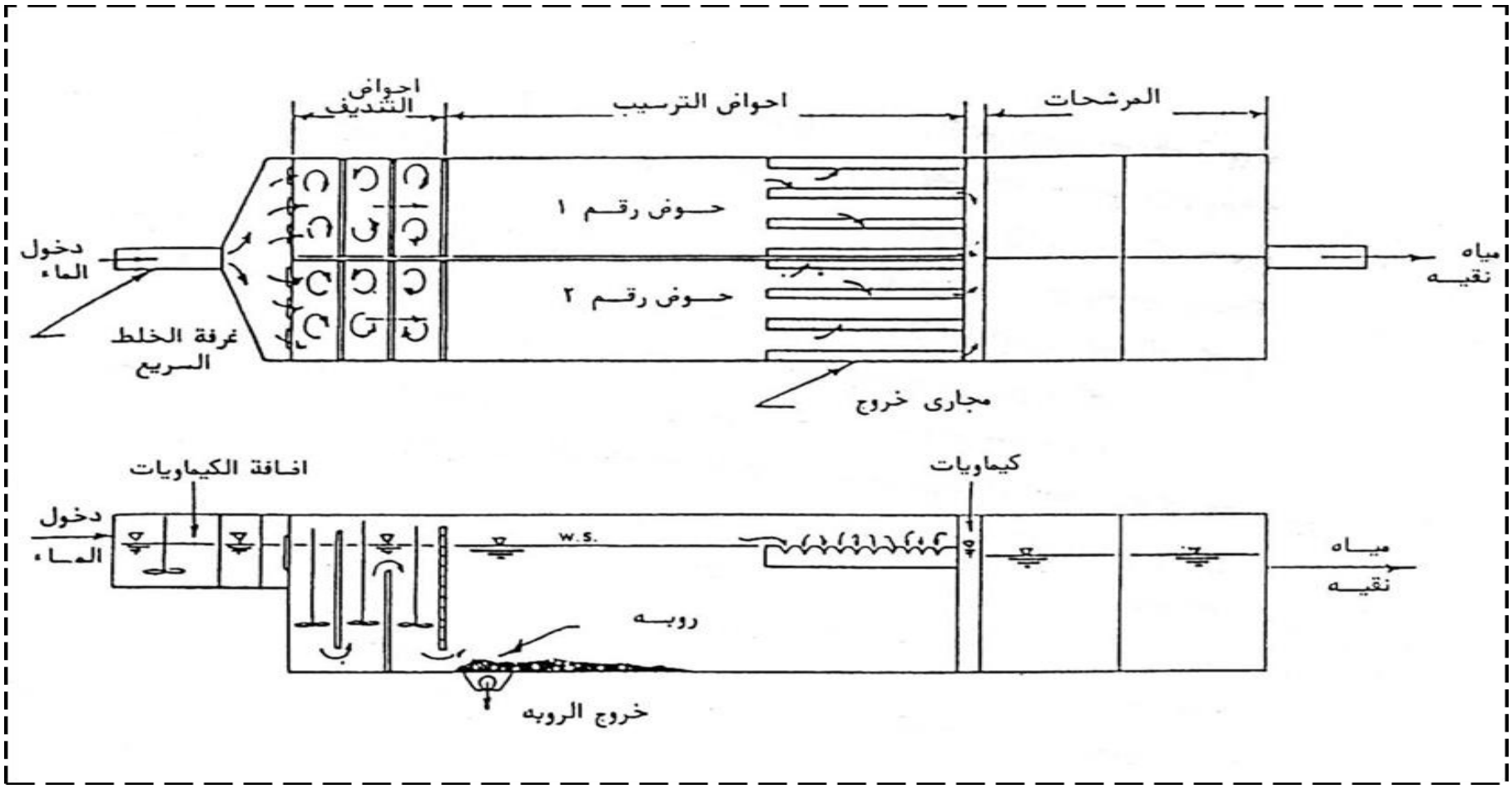

# شكل مروق معجل Accelerator




# شكل مروق إعادة إمرار الروبة

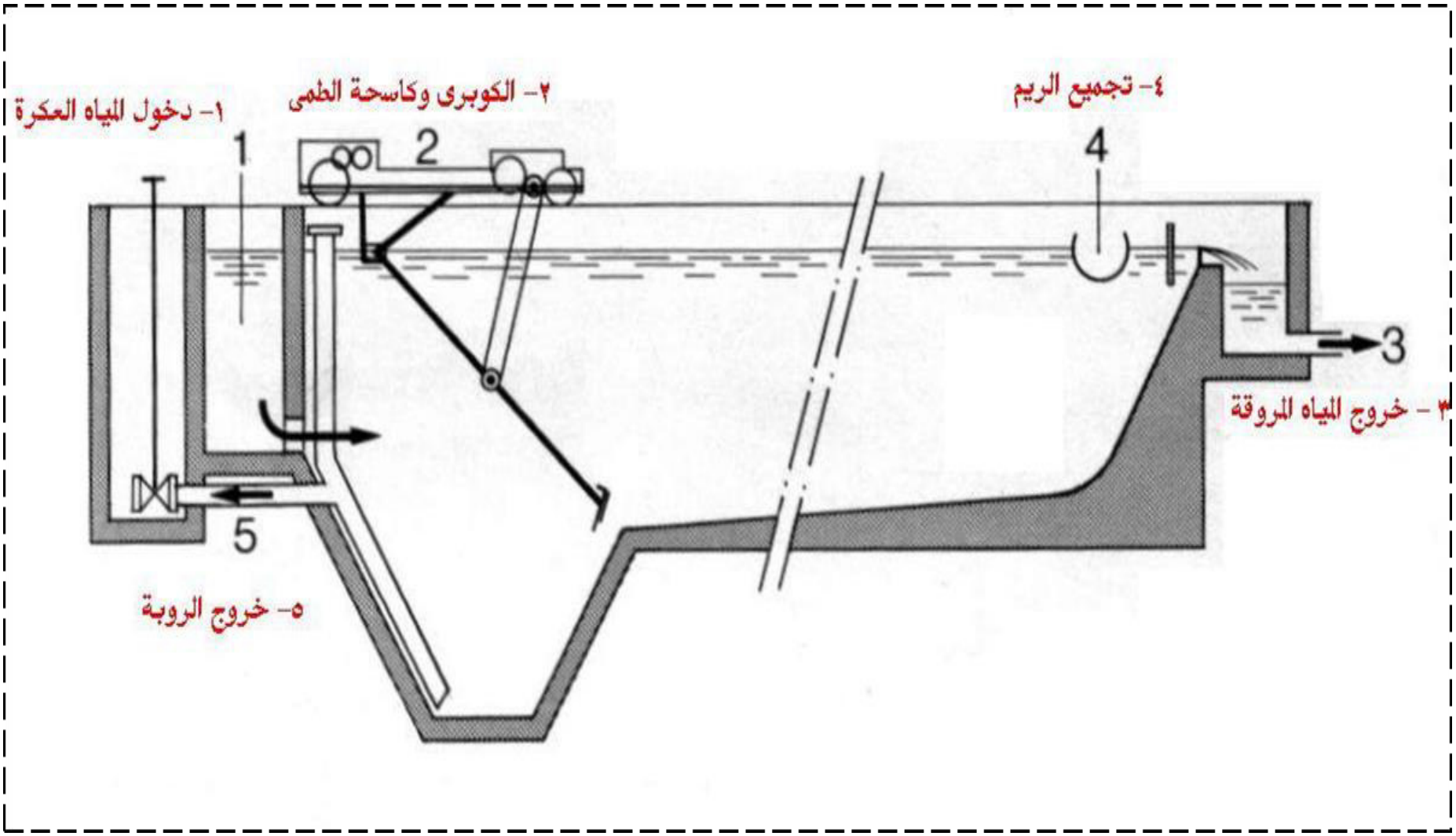
# ب - المروقات المستطيلة :-

## 1- مروق مستطيل عادى



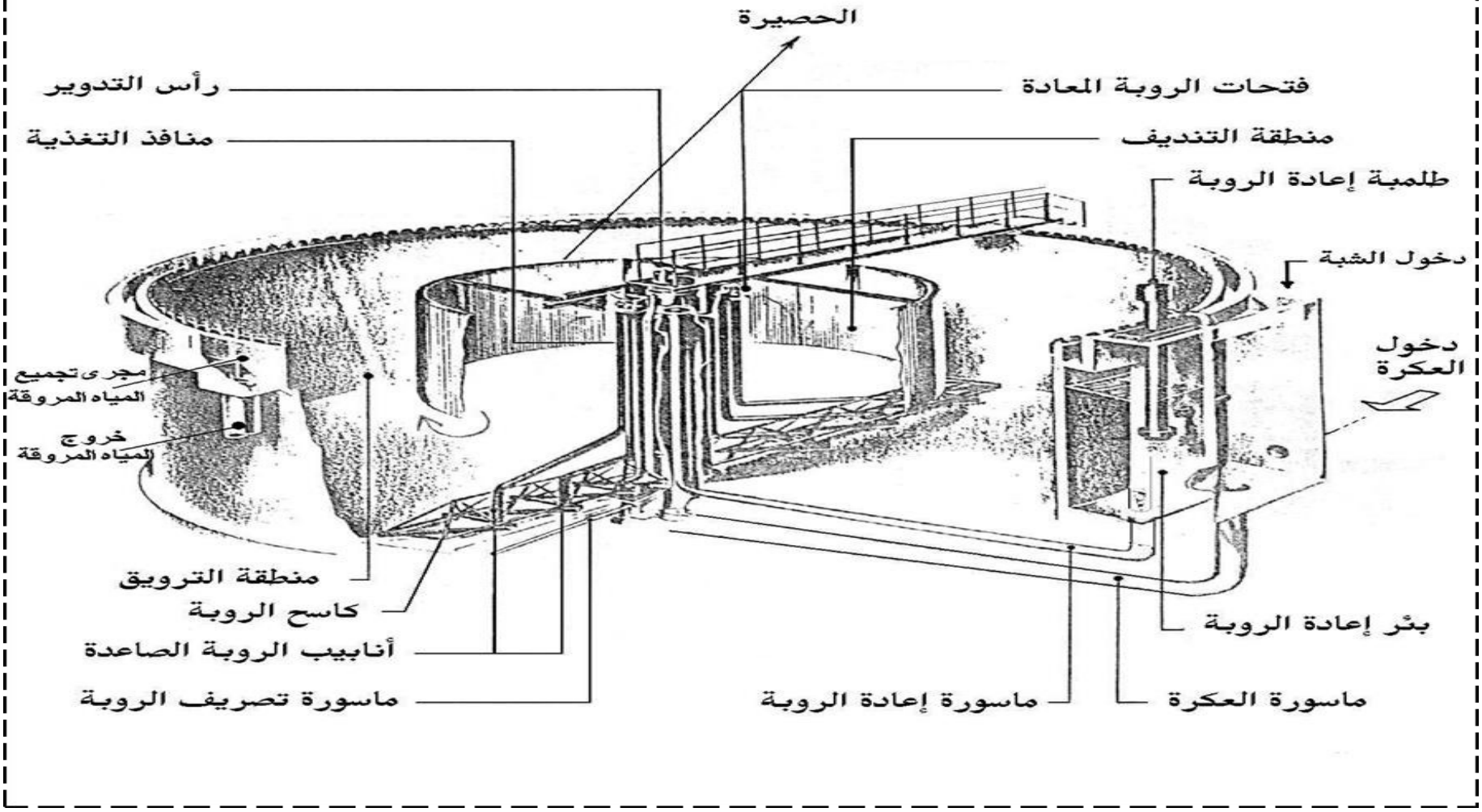
## 2 - مروق مستطيل ذو كوبرى متحرك

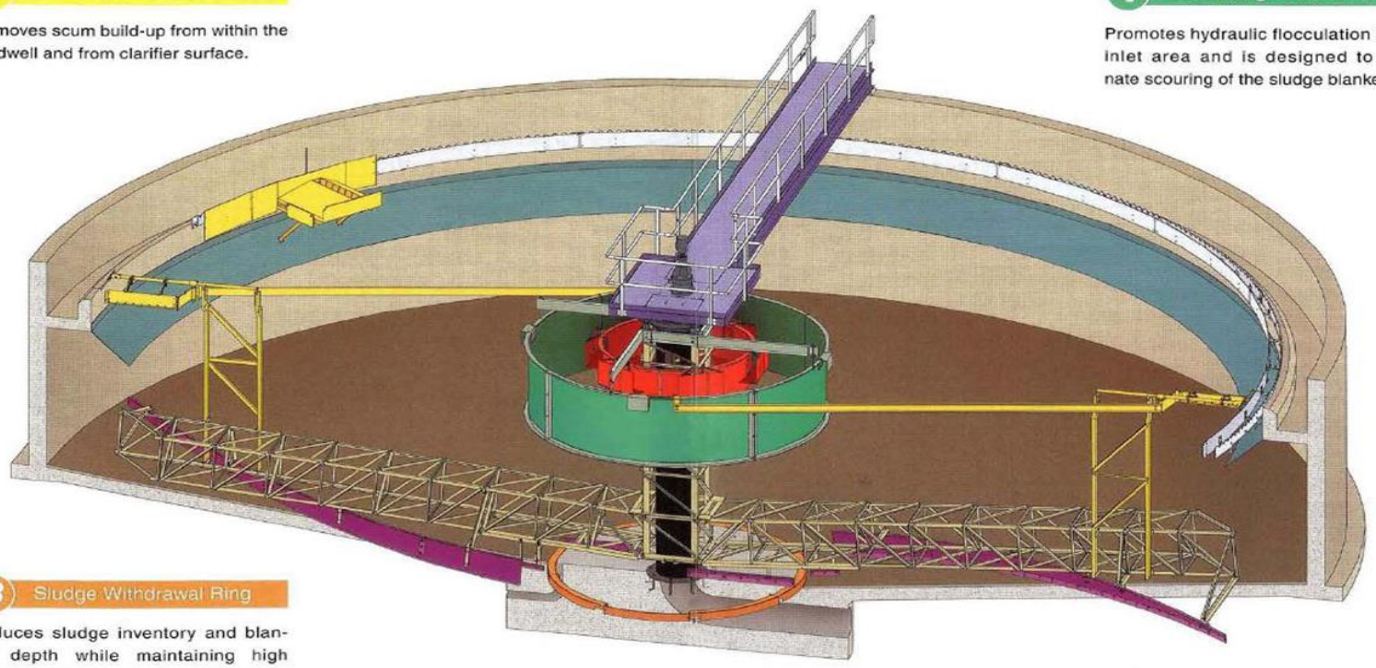
هـذا النـوع مجهـز بكـوبري يتحـرك علـى قضـيبين حديـديين علـى الجـانبين وبجوارهمـا مـن الـداخل مجـرى لاسـتقبال الروبـة التـي يـتم سحبها من قاع المروق. ويحمل الكوبرى عدد أثنين كمبريسور هواء أحدهما احتياطي للآخر


١- دخول المياه العكرة
٢- الكوبرى وكاسحة الطمى
٤- تجميع الريم
1
2
4
3
٣ - خروج المياه المروقة
5
٥- خروج الروبة

# مروقات الدور أوليفر الأمريكاني بمحطة روض الفرج

تعتبر أحدى نماذج مروقات المعالجة المبدئية Pretreator حيث يتم سحب وإعادة تدوير جزء منها بواسطة طلمبة Circulating Pumpتعمل على زيادة تركيز المواد الصلبة للمياه العكرة الداخلة للمروق.


الحصيرة
رأس التدوير
فتحات الروبة المعادة
منافذ التغذية
منطقة التنديف
طلمبة إعادة الروبة
دخول الشبة
دخول العكرة
مجرى تجميع المياه المروقة
خروج المياه المروقة
منطقة الترويق
كاسح الروبة
أنابيب الروبة الصاعدة
ماسورة تصريف الروبة
ماسورة إعادة الروبة
بئر إعادة الروبة
ماسورة العكرة



**1** Scum Removal

Removes scum build-up from within the feedwell and from clarifier surface.

**2** Basin Configuration

Uses deeper side water depth (SWD) and proper floor slope design for maximum capacity and highest effluent quality for the least cost.

**3** Density Current Baffle

Eliminates wall currents and prevents short-circuiting. The wall-mounted baffle is low in cost and requires no maintenance.

**4** Flocculating Feedwell (FWW)

Promotes hydraulic flocculation in the inlet area and is designed to eliminate scouring of the sludge blanket.

**5** Energy Dissipating Inlet (EDI)

Converts the high energy feed from the center column into a lower velocity flow that is gently mixed in an impinged or tangential flow into the flocculating feedwell to maximize flocculation.

**8** Sludge Withdrawal Ring

Reduces sludge inventory and blanket depth while maintaining high concentration. Provides rapid solids removal in conjunction with spiral rake blades.

**7** Center Column

Minimizes floc shearing and reduces influent energy.

**6** Spiral Rake Blades

Increase sludge transport capacity, providing rapid solids removal, and lower sludge blankets. Eliminate septicity and denitrification.

# معدلات الفقد في المياه وتقليل فاقد الروبة

تتكون الروبة من ترسيب المواد الصلبة في قاع المروقات، وتتراوح نسبتها بين 0.5- 3٪ من إجمالي سعة المحطة.

يجب إزالتها أولا بأول منعا من تراكمها ثم إثارتها فتصبح معلقة مرة أخرى.

يجب تقليل نسبة الفقد في مياه الروبة بما يتلائم مع نوعية المياه ودرجة تركيز الروبة المتكونة.

# معالجة الروبة

إجمالي سعة المحطة من ناتج صرف المروقات وغسيل المرشحات قد يصل إلى 10٪.

اتجه العديد من الدول إلى إعادة تدوير هذه النسبة من مياه الروبة بعد فصل المحتوى الطيني منها.

يجب تقليل نسبة الفقد في مياه الروبة بما يتلائم مع نوعية المياه ودرجة تركيز الروبة المتكونة.

# مرحلة الترويق

نذكركم بان مرحلة "الترويق" تتم علي ثلاث خطوات هي:

الترويب - التنديف - فصل الروبة

المروقات القديمة في تصميمها تشمل الثلاث خطوات منفصلة تماما.

أما المروقات الأحدث فتتم بها نفس الخطوات ولكن في مناطق مختلفة لحوض واحد، وباستخدام نظم ميكانيكية خاصة للحصول علي كفاءة أعلي وترويق عالي السرعة.

والترويق عالي السرعة هو تعجيل لعملية التنديف، بحيث نجعل الجزيئات (الندف) تتكتل معا لزيادة معدل الهبوط ودرجة التماسك.

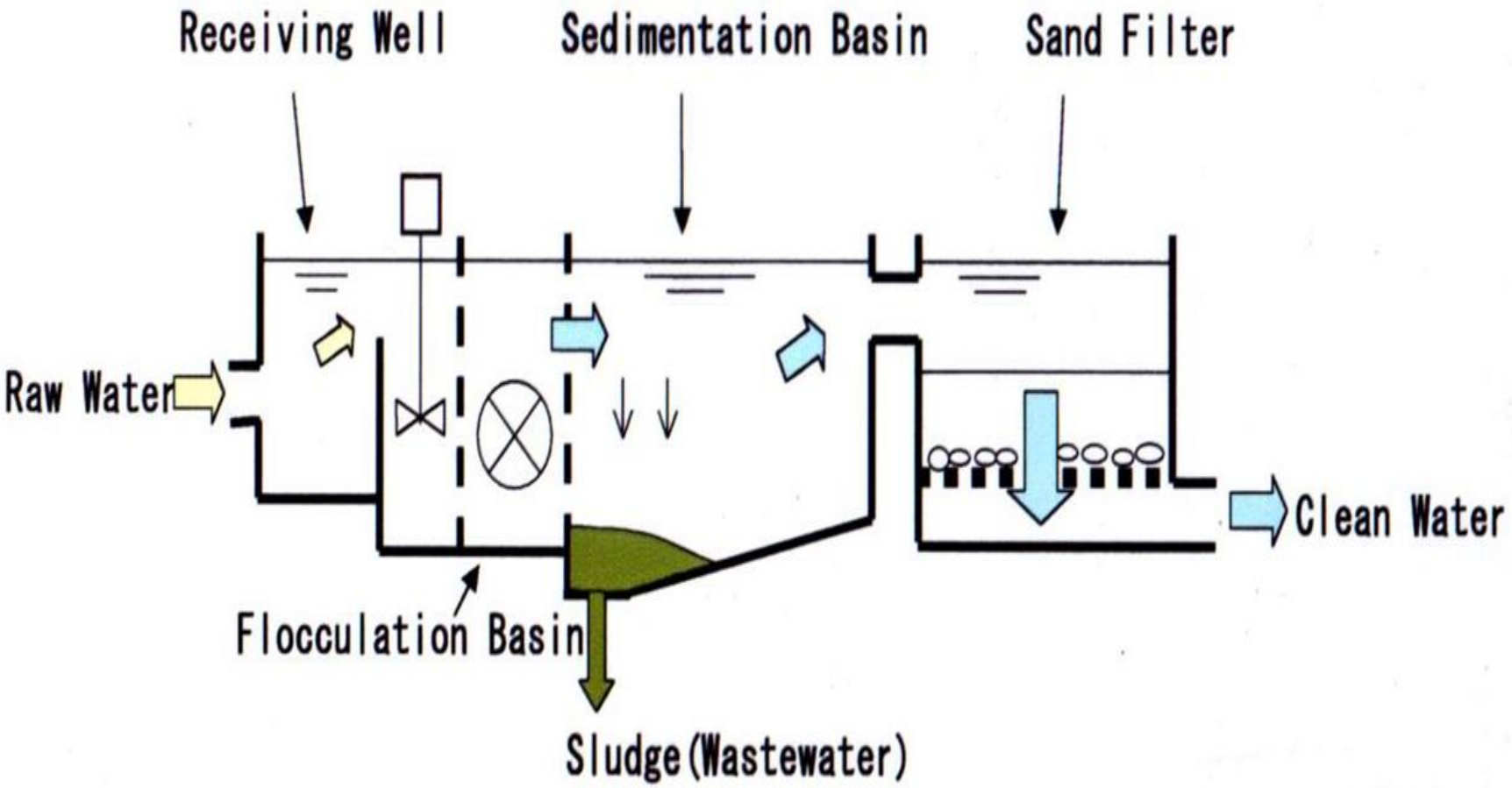
ويتحقق هذا

1. أما بإعادة تمرير جزء من الروبة المترسبة إلى مدخل المروق
2. أو بإمرار المياه المروبة خلال طبقة روبة معلقة في حالة متجانسة .

# مراحل تطور عملية الترويق

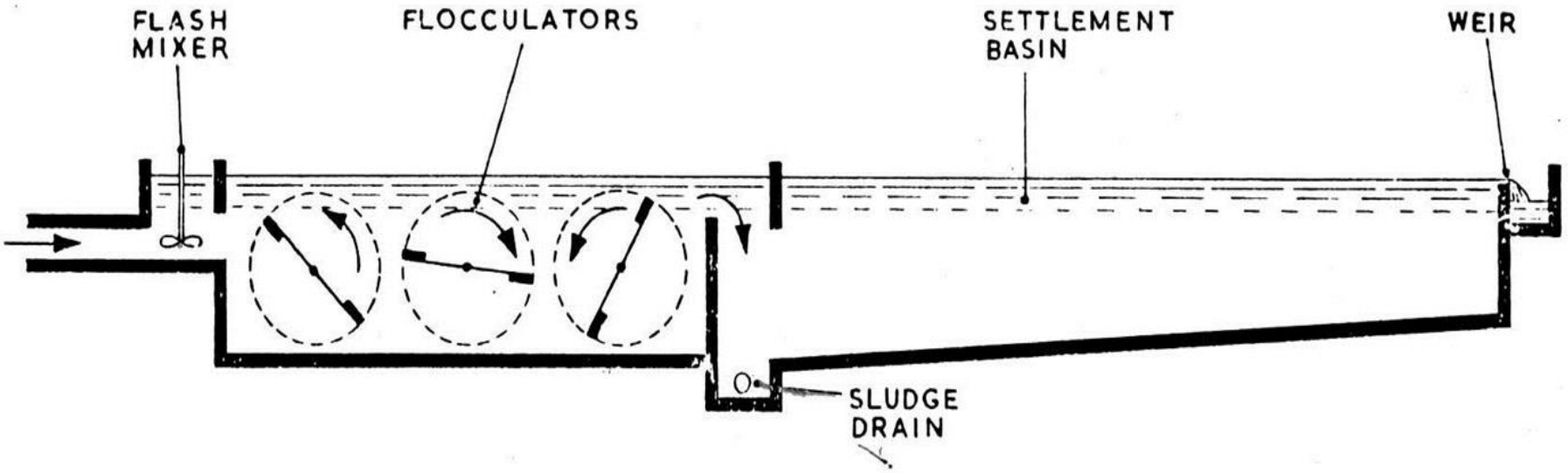
سوف نستعرض مراحل تطور عملية الترويق من خلال: عرض لبعض أنواع المروقات والوسائل المتنوعة المستخدمة لعمليتي المزج السريع والمزج البطيء وفصل الروبة.

# أولاً: مروقات التدفق الافقي



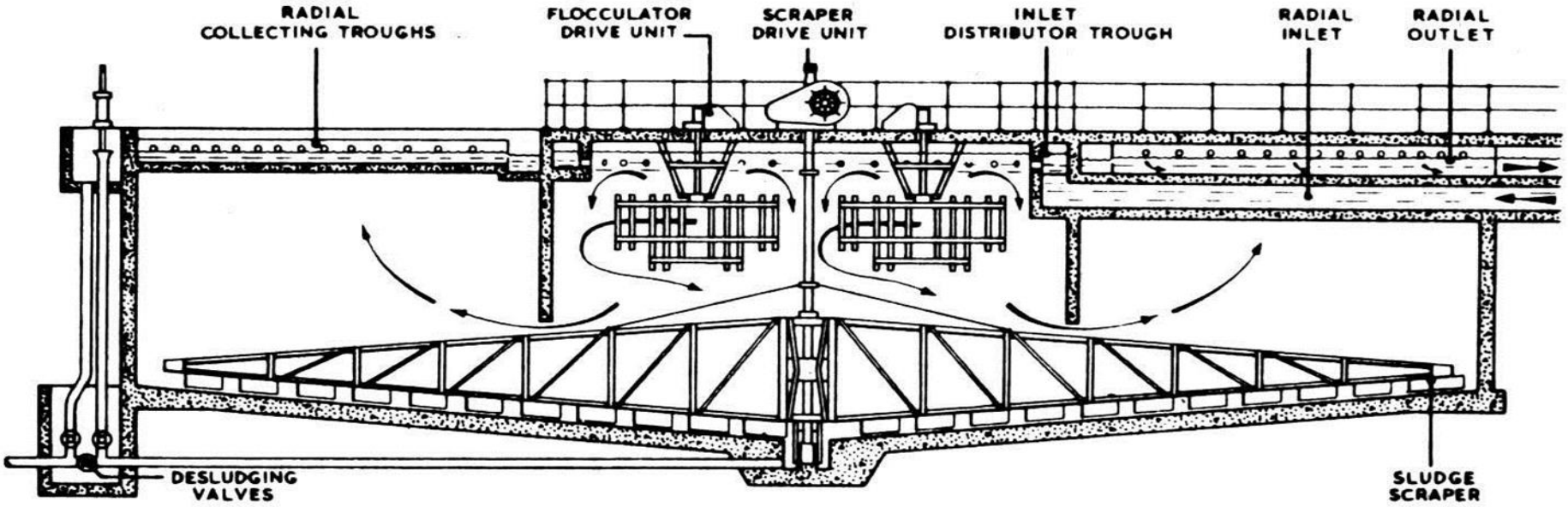
# 1-1 مروقات التدفق الأفقي المستطيلة

أحد عيوب هذا النوع هي طريقة إزالة الروبة المترسبة التي عادة ما تتصلب في قاع منطقة الترسيب مما يستلزم خروج المروق من الخدمة لتنظيفه يدويا بصفة دورية.



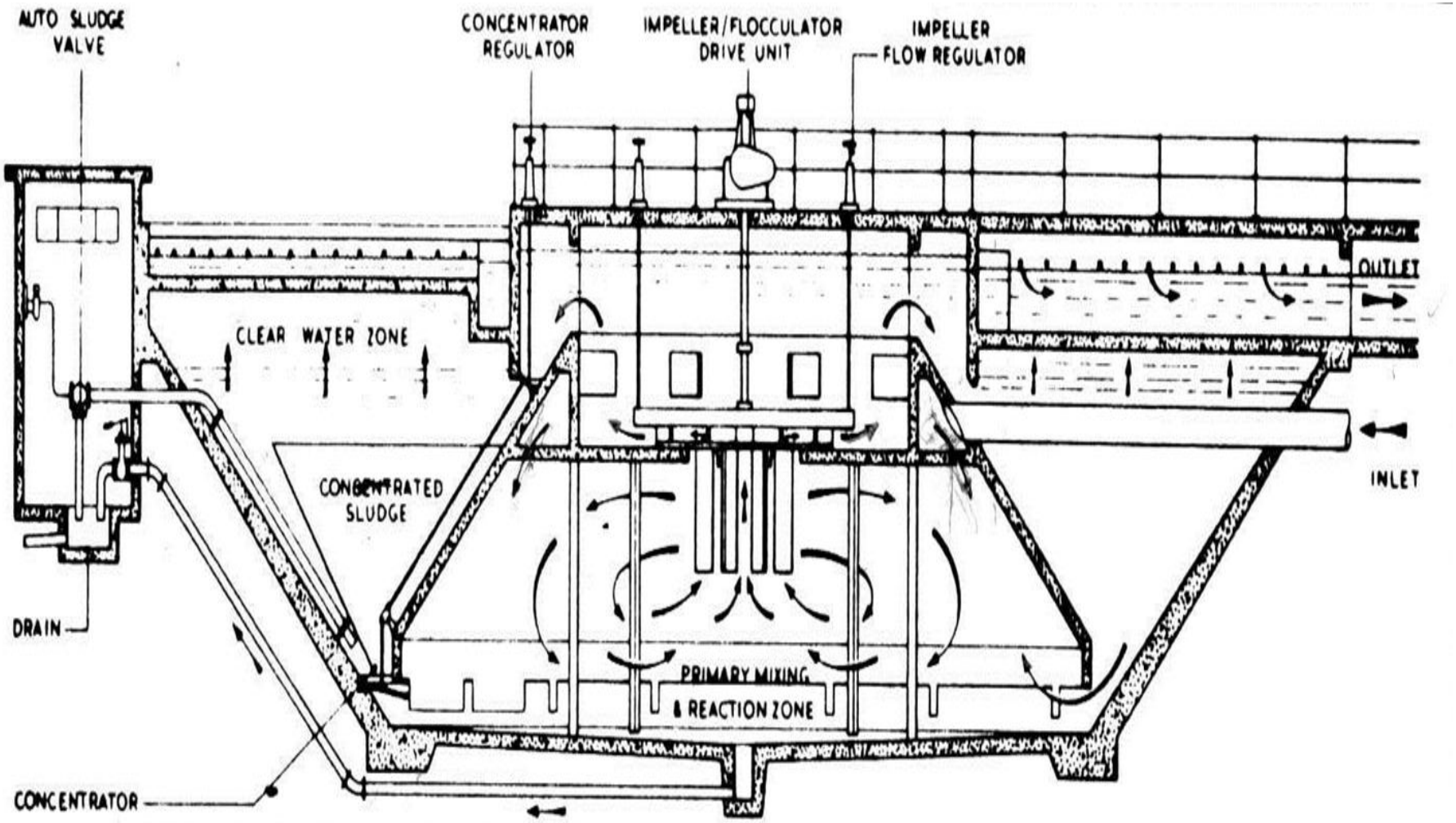
# 2-1 مروقات التنديف المركزي

هذا النوع مناسب بصفة خاصة لنوعية المياه المحملة بدرجة عالية من الشوائب حتي 2000 مجم /لتر، يمكن معالجتها بمعدلات ترسيب حتي 1.5 متر /ساعة.



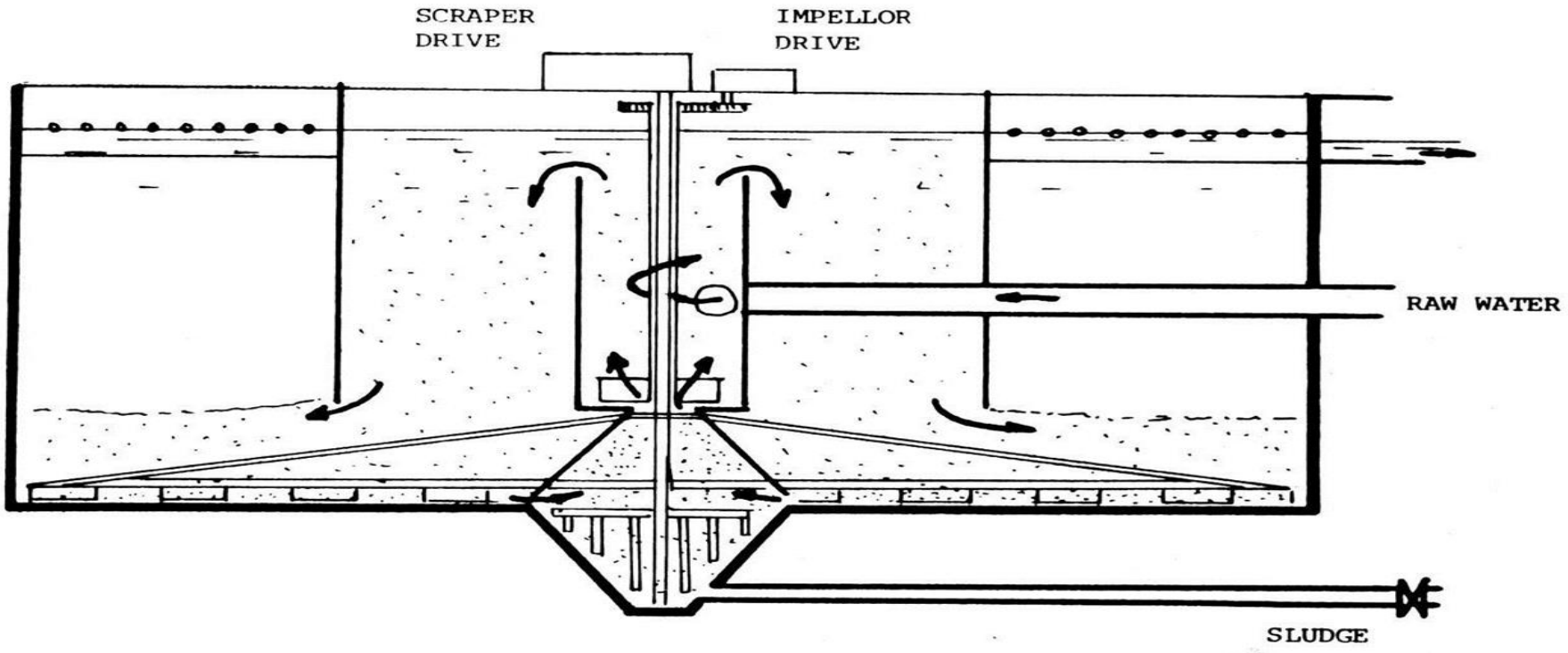
## 3-1 مروقات تلامس الروبة

تتبع هذه النوعية من المروقات نظرية أن معدل التنديف يمكن زيادته بإعادة إمرار جزء من الروبة المترسبة لحيز التفاعل حيث يزداد تركيز الشوائب في منطقة التنديف وهذا النوع يعتبر فعال حيث يعمل بمعدل إفاضة يصل إلي 2.5 م/س.

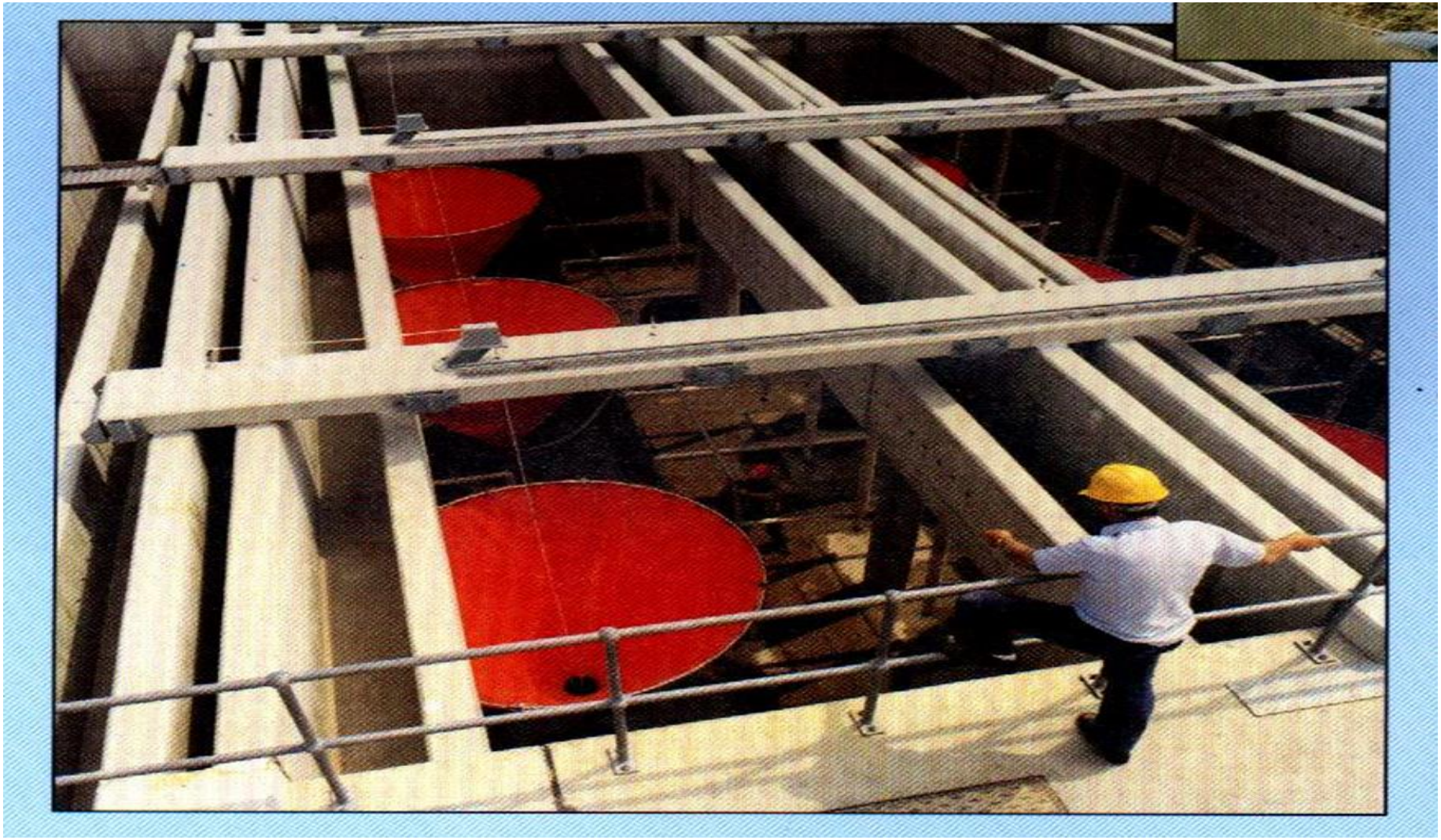

AUTO SLUDGE VALVE
CONCENTRATOR REGULATOR
IMPELLER/FLOCCULATOR DRIVE UNIT
IMPELLER FLOW REGULATOR
OUTLET
CLEAR WATER ZONE
CONCENTRATED SLUDGE
INLET
DRAIN
PRIMARY MIXING & REACTION ZONE
CONCENTRATOR

# 4-1 مروقات إعادة تنشيط الروبة

هو أحد أنواع مروقات إعادة إمرار الروبة. وهذا النوع يناسب المياه الغرينية بصفة خاصة وبكفاءة تعادل الضعف بالنسبة للأنظمة أخري.



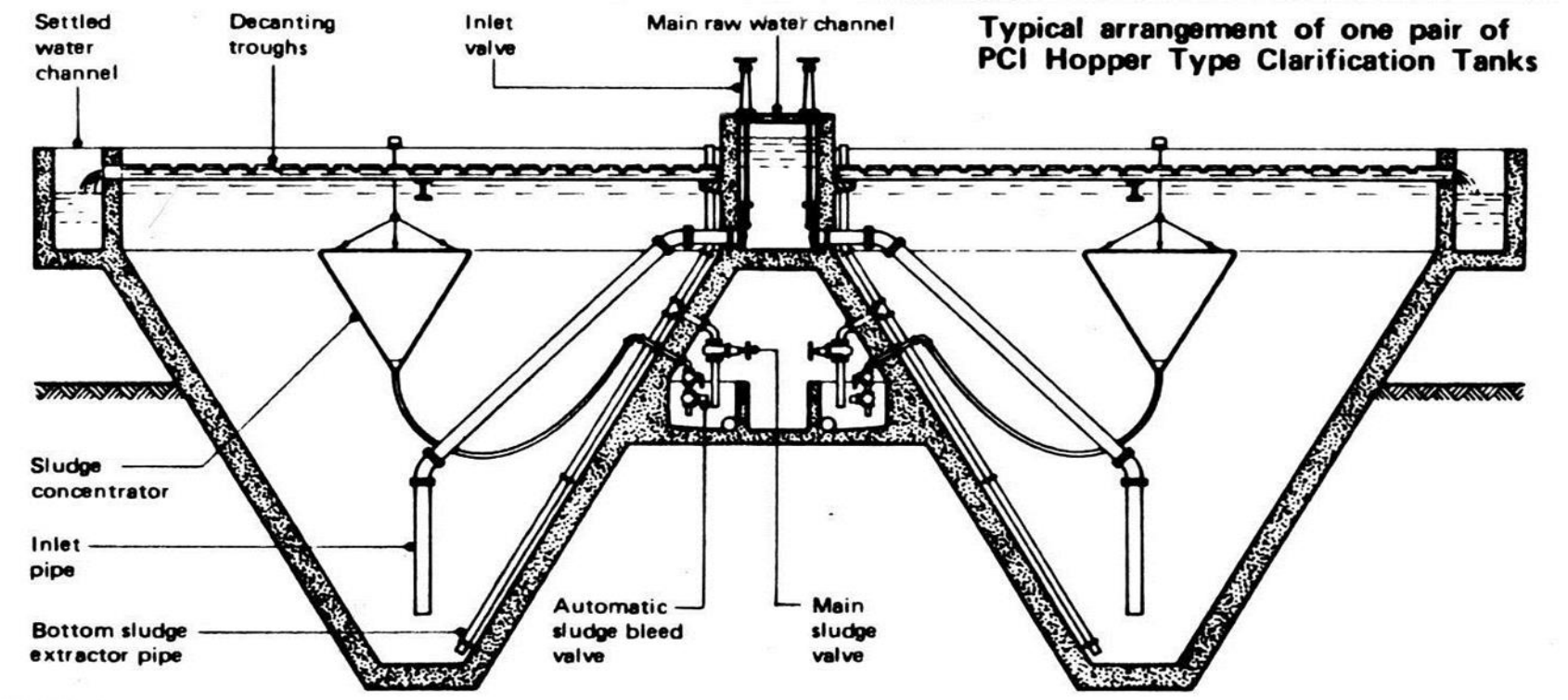
# ثانياً: مروقات التدفق الرأسي



# 1-2 مروقات التدفق الرأسي ذات طبقة الروبة

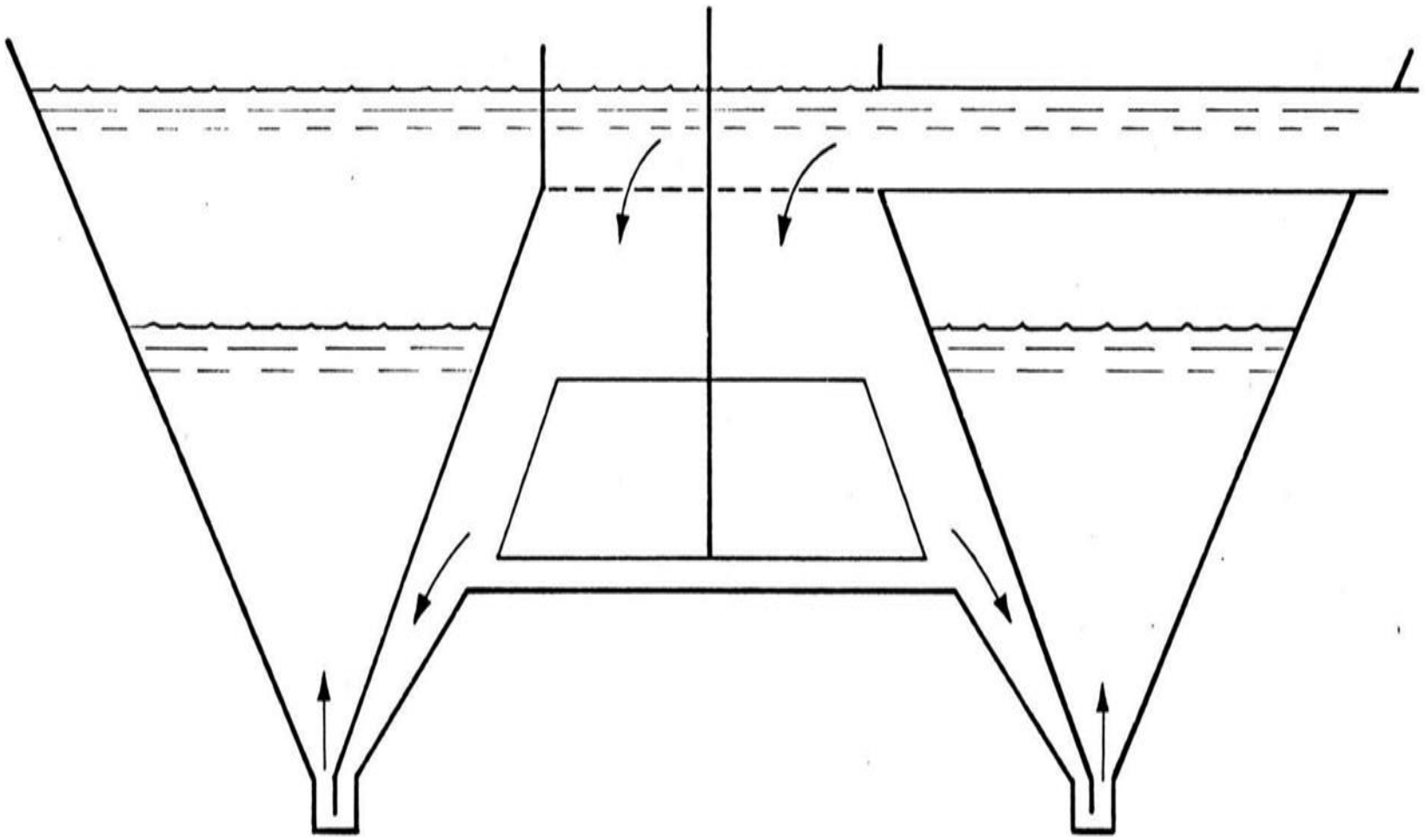
وبدايات هذه النوعية من المروقات كانت المروق ذو القاع القمعي .

وتوجد نماذج متعددة من هذا النوع تعمل بمعدل إفاضة حتي 4 م/س



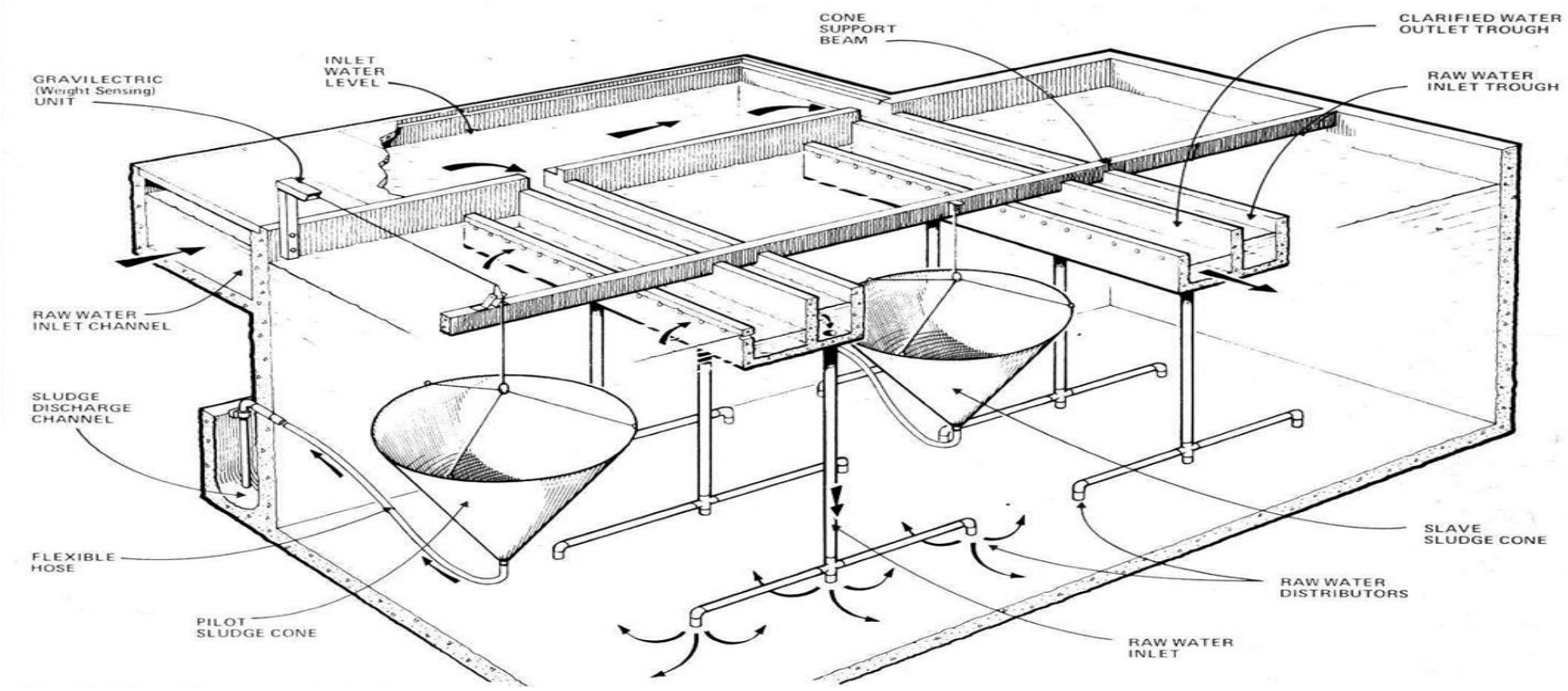
## 1-2 مروقات التدفق الرأسي ذات طبقة الروبة

المروقات ذات القاع المخروطي ممتازة ولكن عمليا ومع الأحجام الكبيرة فان مروقات القاع المستوى تكون أفضل – من جهة الأداء إلي جانب كونها اقتصادية أكثر في التكلفة الإنشائية.



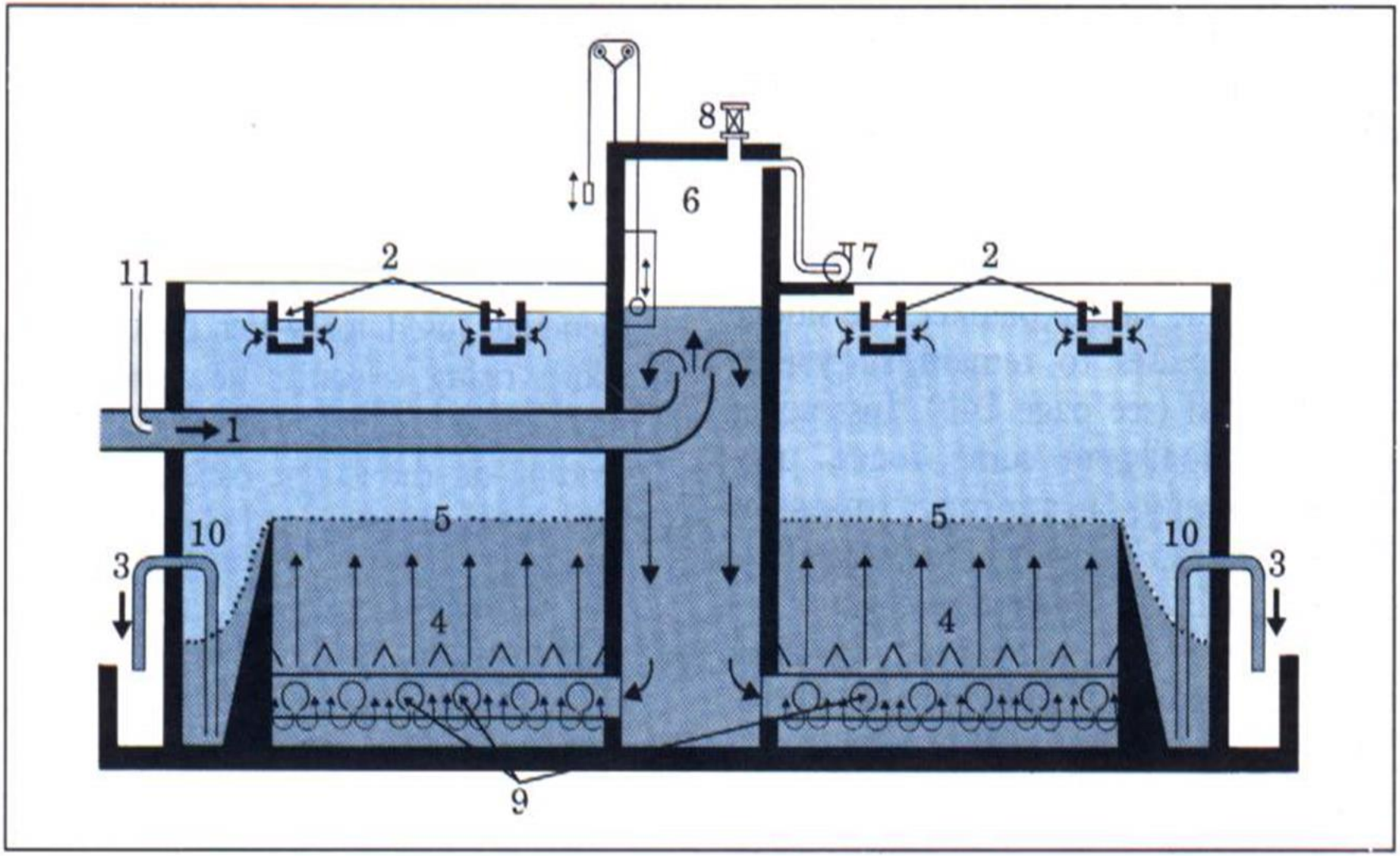
# 2-2 مروقات التدفق الرأسي ذات القاع المستوى

وهذه المروقات صممت لتعالج كميات كبيرة من المياه ذات العكارة المتوسطة، وبعضها يعمل حتى معدلات إفاضة تزيد عن 8 م/س.



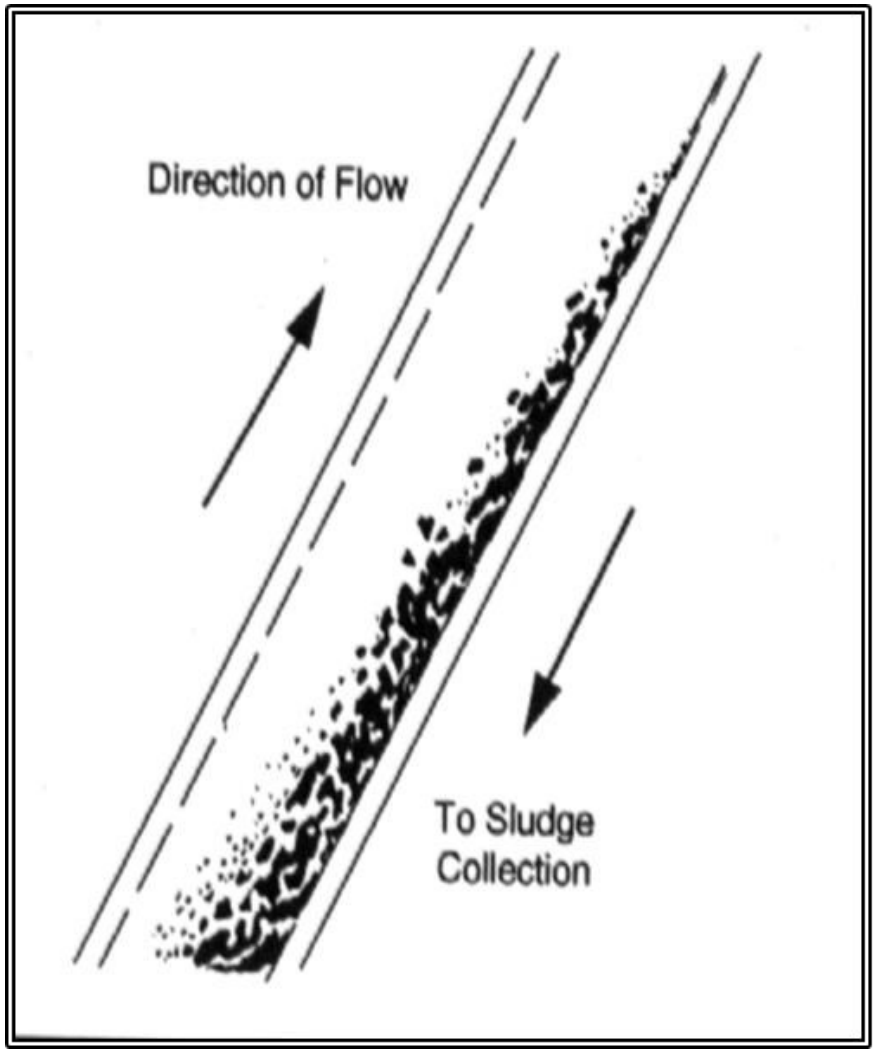
## 3-2 مروقات التدفق الرأسي ذات النبضات

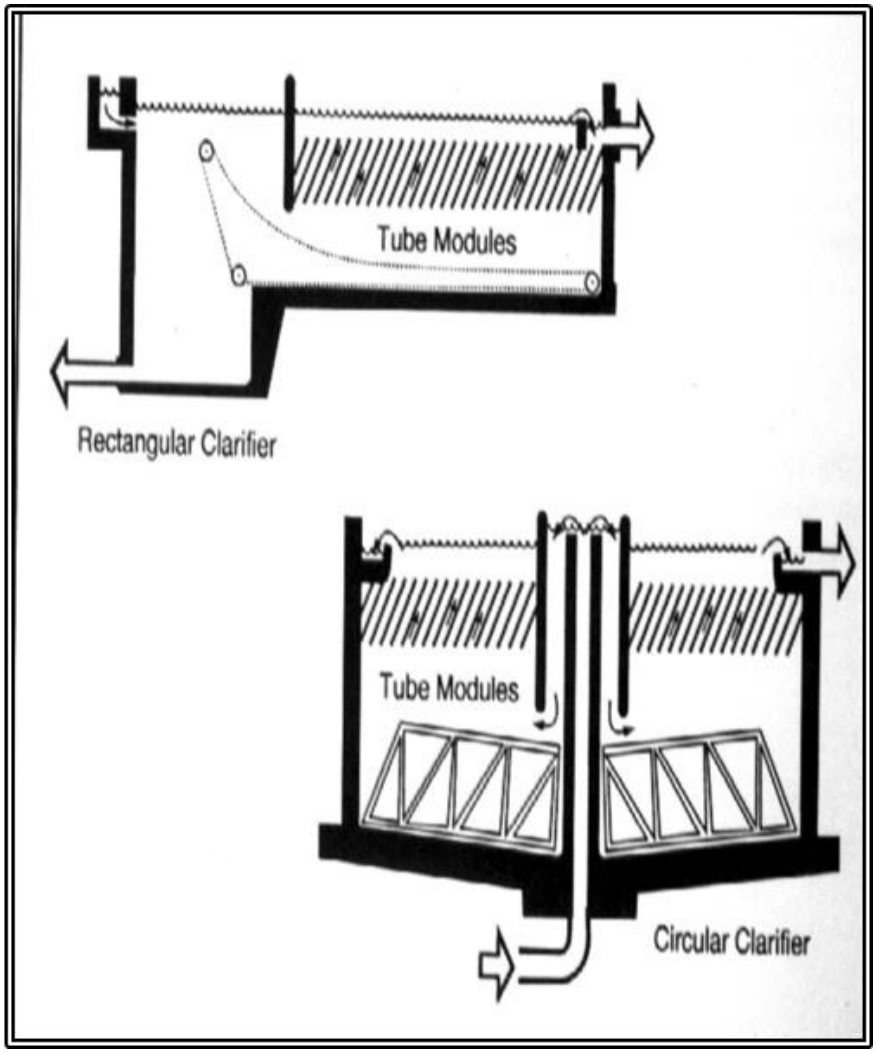
هو أحد مروقات القاع المستوى يعمل بنظرية تلامس الروبة (طبقة الروبة) مع استخدام النبضات اللازمة للمحافظة علي ثبات طبقة الروبة وتجانسها


8
6
7
2
2
11
1
10
5
5
10
3
4
4
3
9

## ثالثاً: المروقات ذات الواح الترسيب المائلة

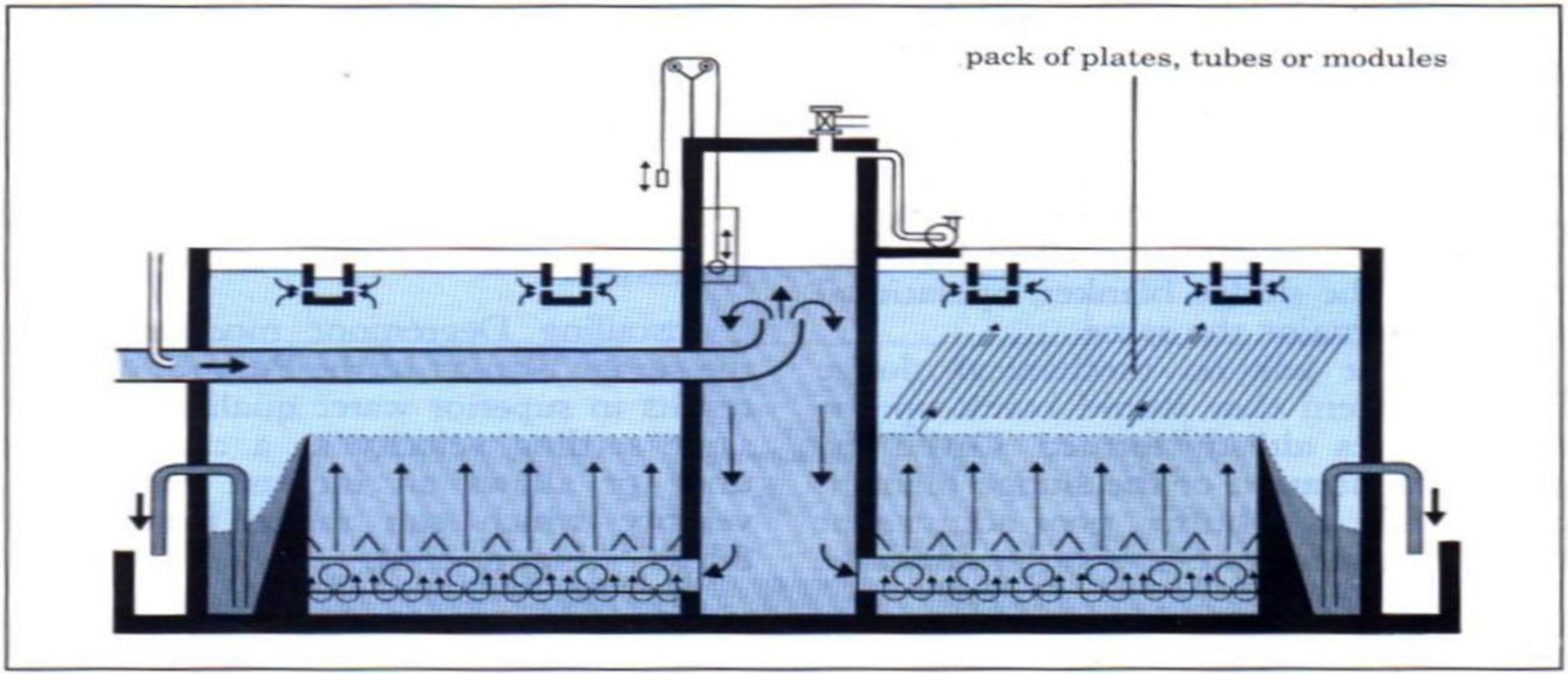
توجد منها نماذج متعددة 0 تستخدم ألواح أو أنابيب ترص علي مسافات متقاربة باتساع حوالي 2 بوصة وبطول 1- 2 متر وزاوية ميل على المستوي الأفقي 50- 60 5 . وهى تصلح للتطبيق لمختلف الأنواع سواء كانت ذات تدفق أفقي أو رأسي


Direction of Flow
To Sludge
Collection


Tube Modules
Rectangular Clarifier
Tube Modules
Circular Clarifier

# مروق السوبر بلسيتور

يتبع المروقات النابضة المعدلة بألواح الترسيب المائلة، يعمل بمعدل ضعف أو ثلاث أضعاف المروق النابض العادي.



## رابعاً: المروقات ذات أحواض الترسيب الضحلة

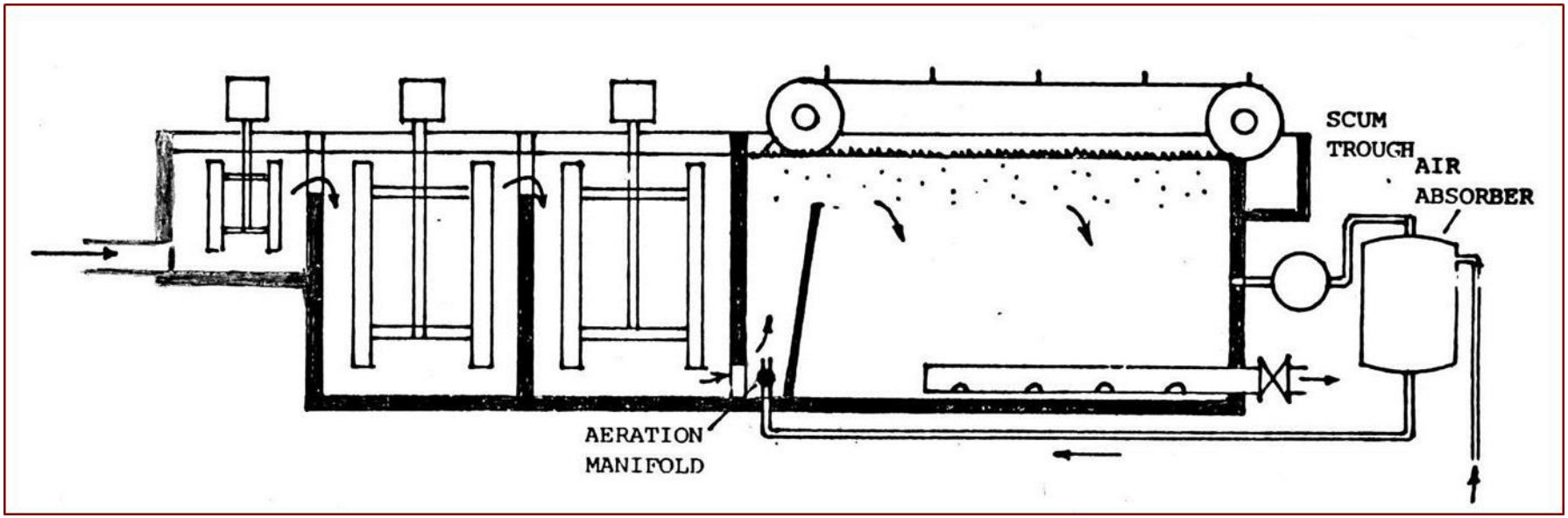
هي أحواض صممت لتقليل زمن المكث detention Time المطلوب للترسيب. أي أنها تعمل علي وصول الندف أسرع إلي قاع الحوض.

وبعض الأحواض المستطيلة يكون لها مستويان أو ثلاثة، وتنقسم المياه العكرة الداخلة إلي مسارات متوازية فوق بعضها.

وفكرة عملها هي أن المساحة السطحية أهم من العمق للترسيب ولكي تعمل هذه الأحواض بطريقة صحيحة فمن المهم أن يتم التحكم بعناية في جرعات حقن الكيماويات والخلط السريع.

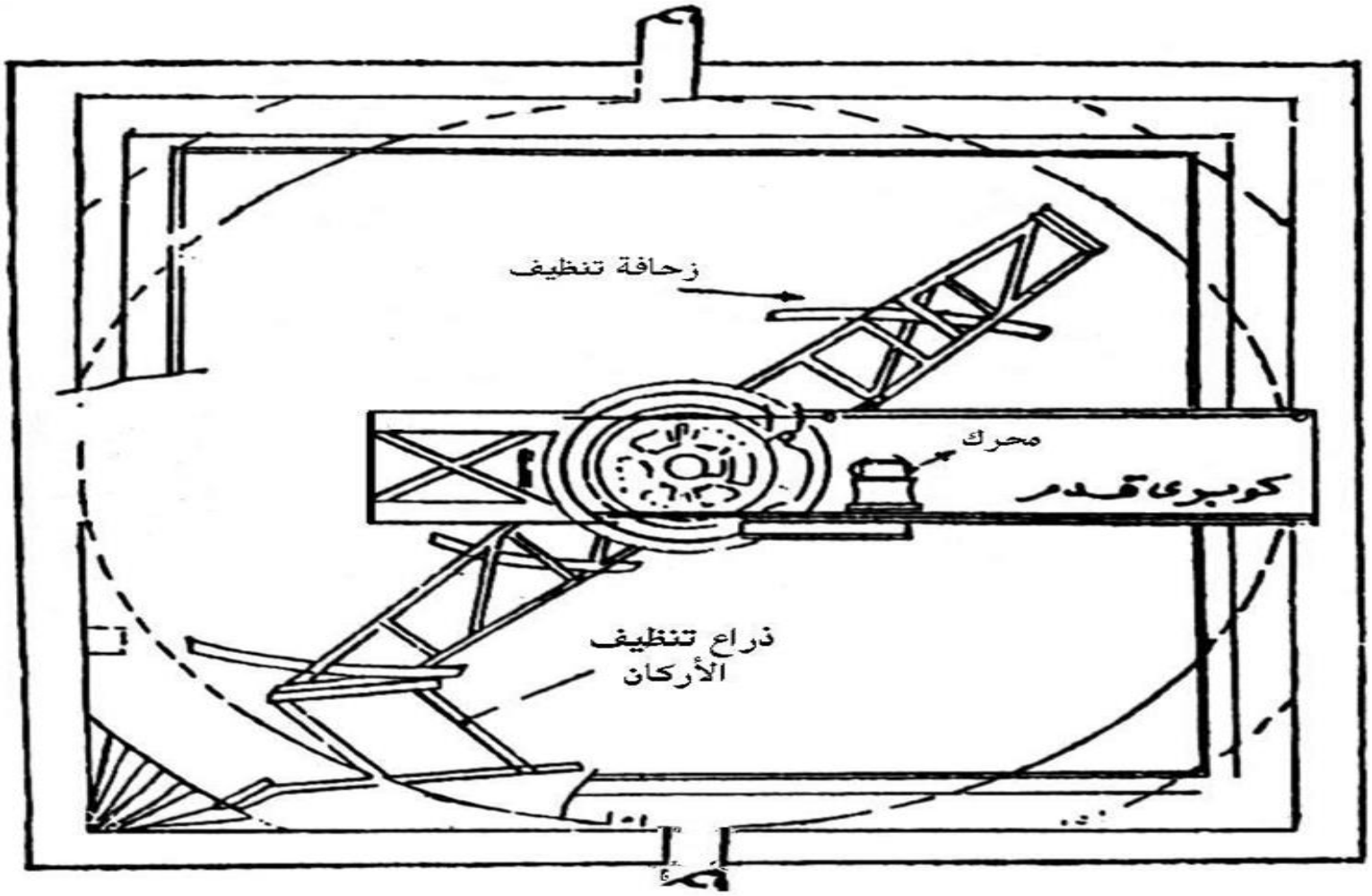
# خامساً: مروقات تعويم الروبة

معدلات التحميل السطحي حوالي 10 م/س. لكن المساحة التي تشغلها أحواض التنديف تقلل المحصلة النهائية لتصبح 5- 6 م/س.

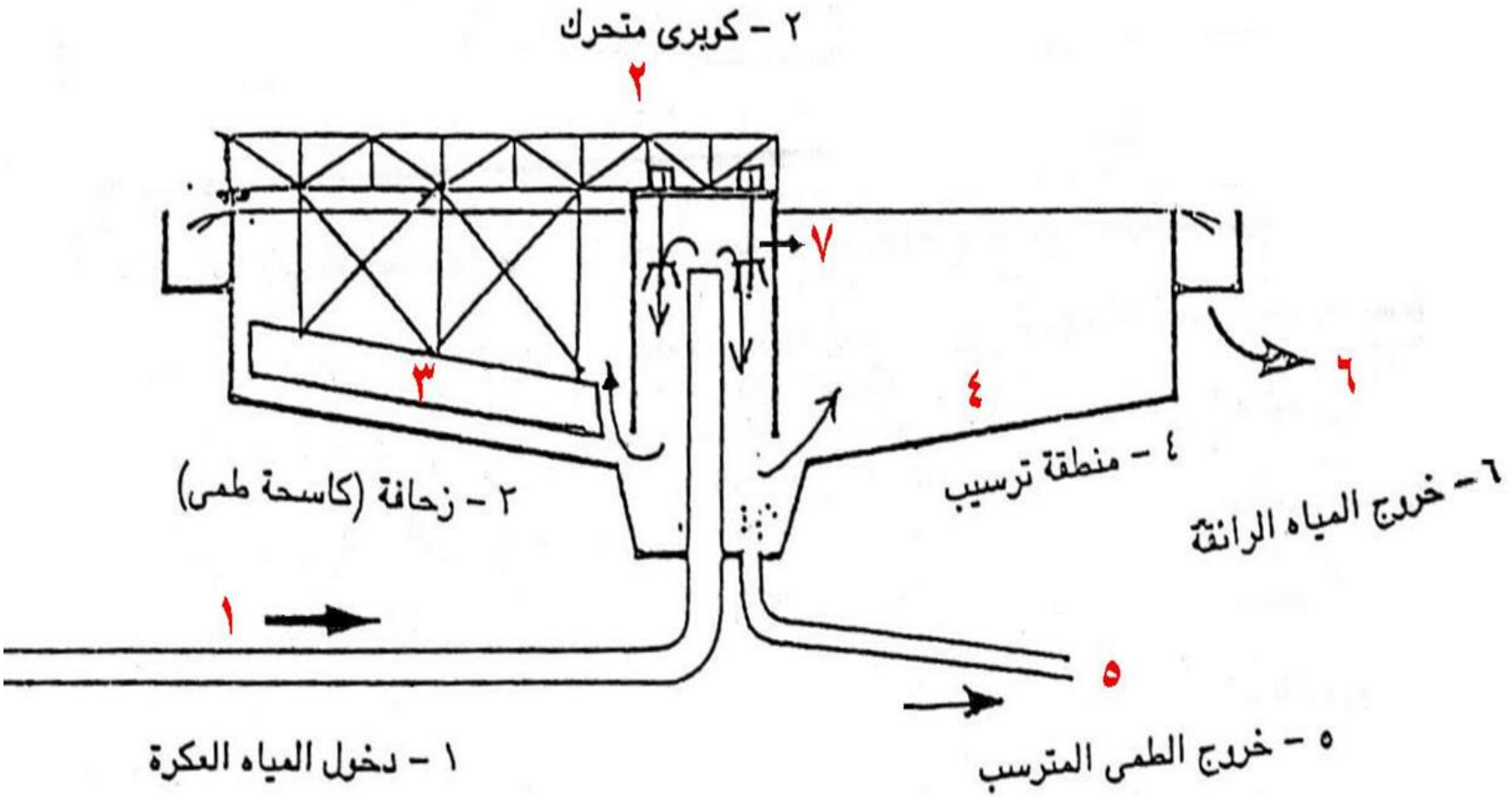


# استعراض لبعض نماذج المروقات الأخرى المعروفة

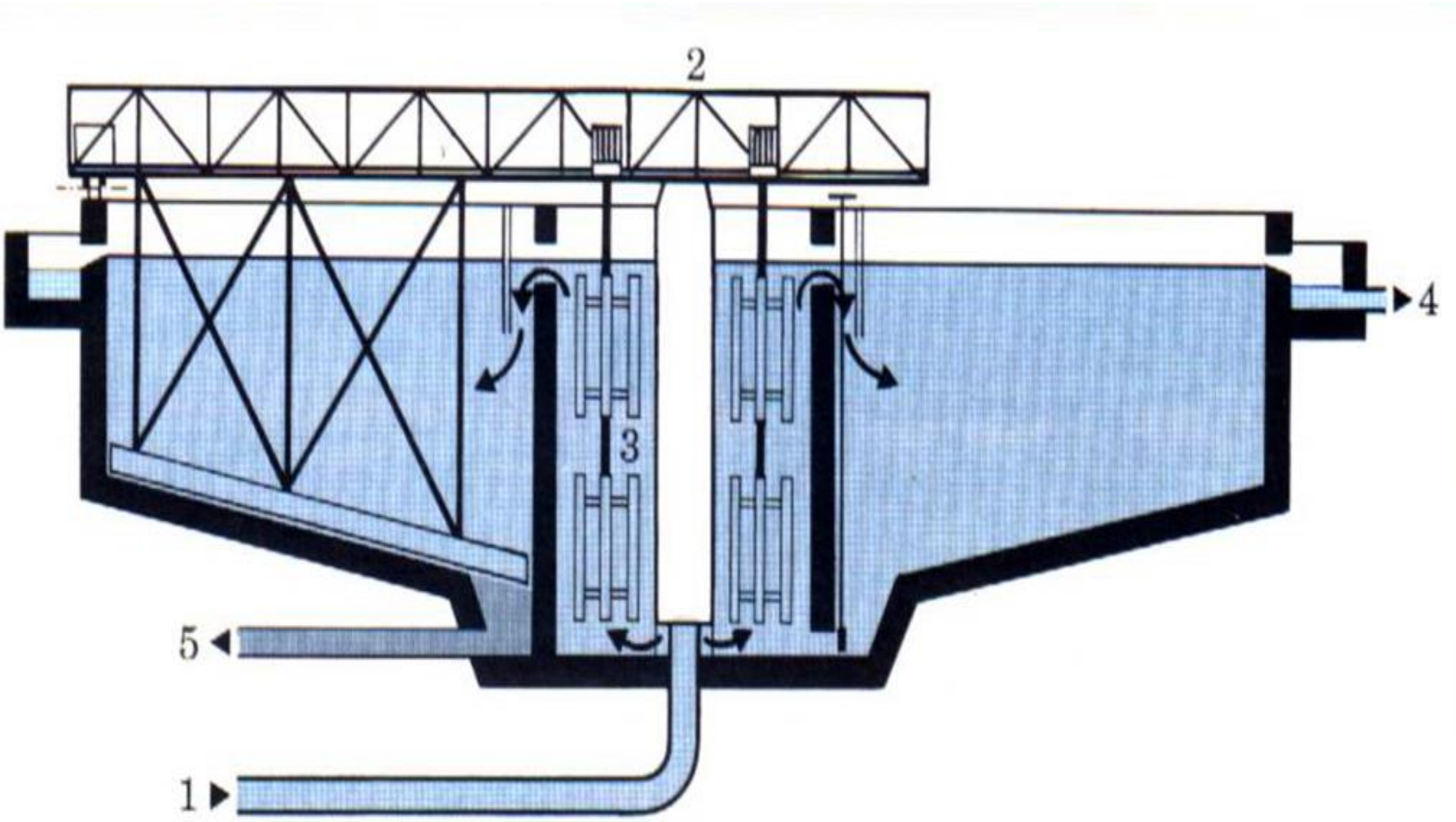
# نموذج لمروق مربع



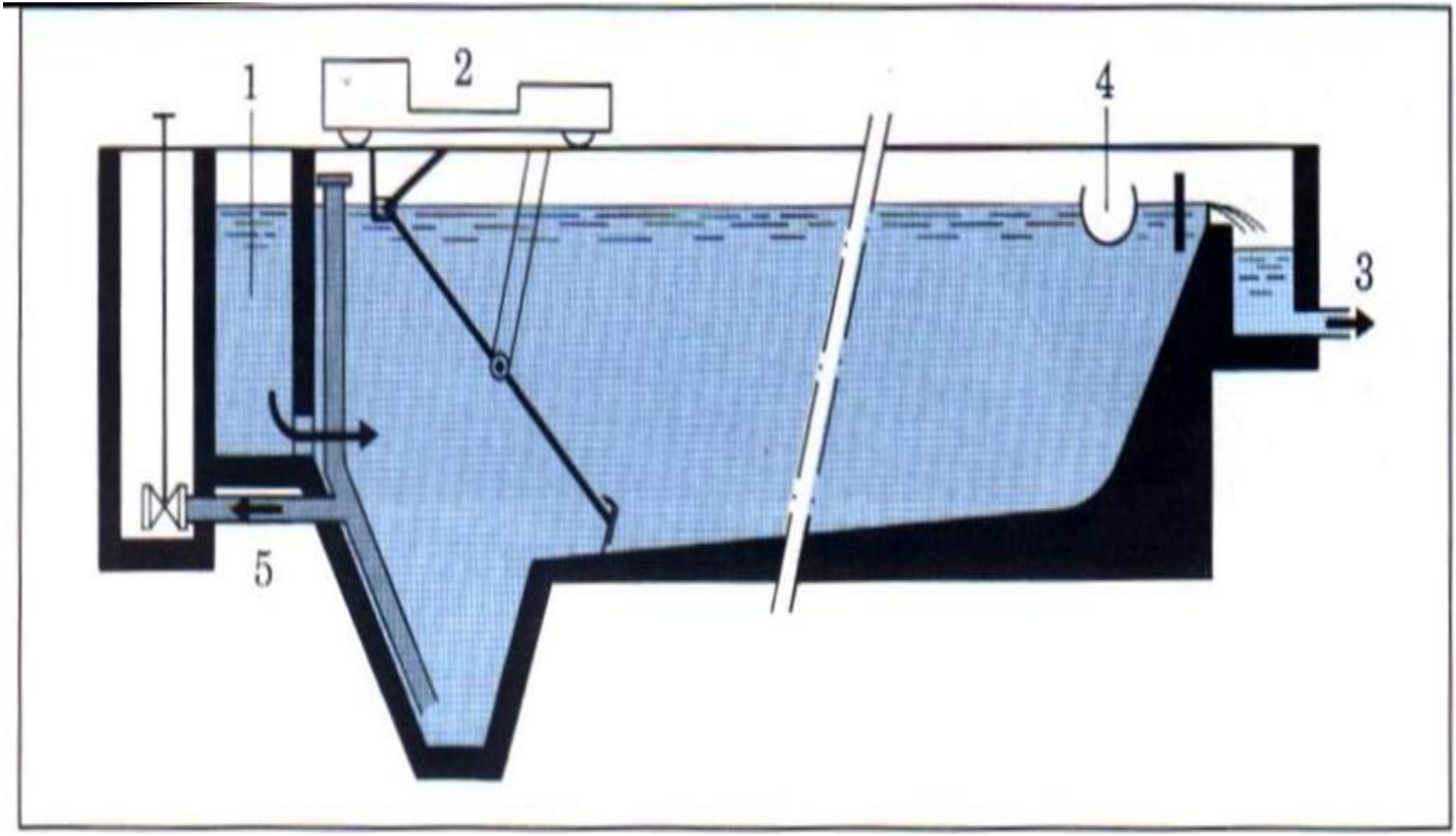
# المروق المستدير برموتيت



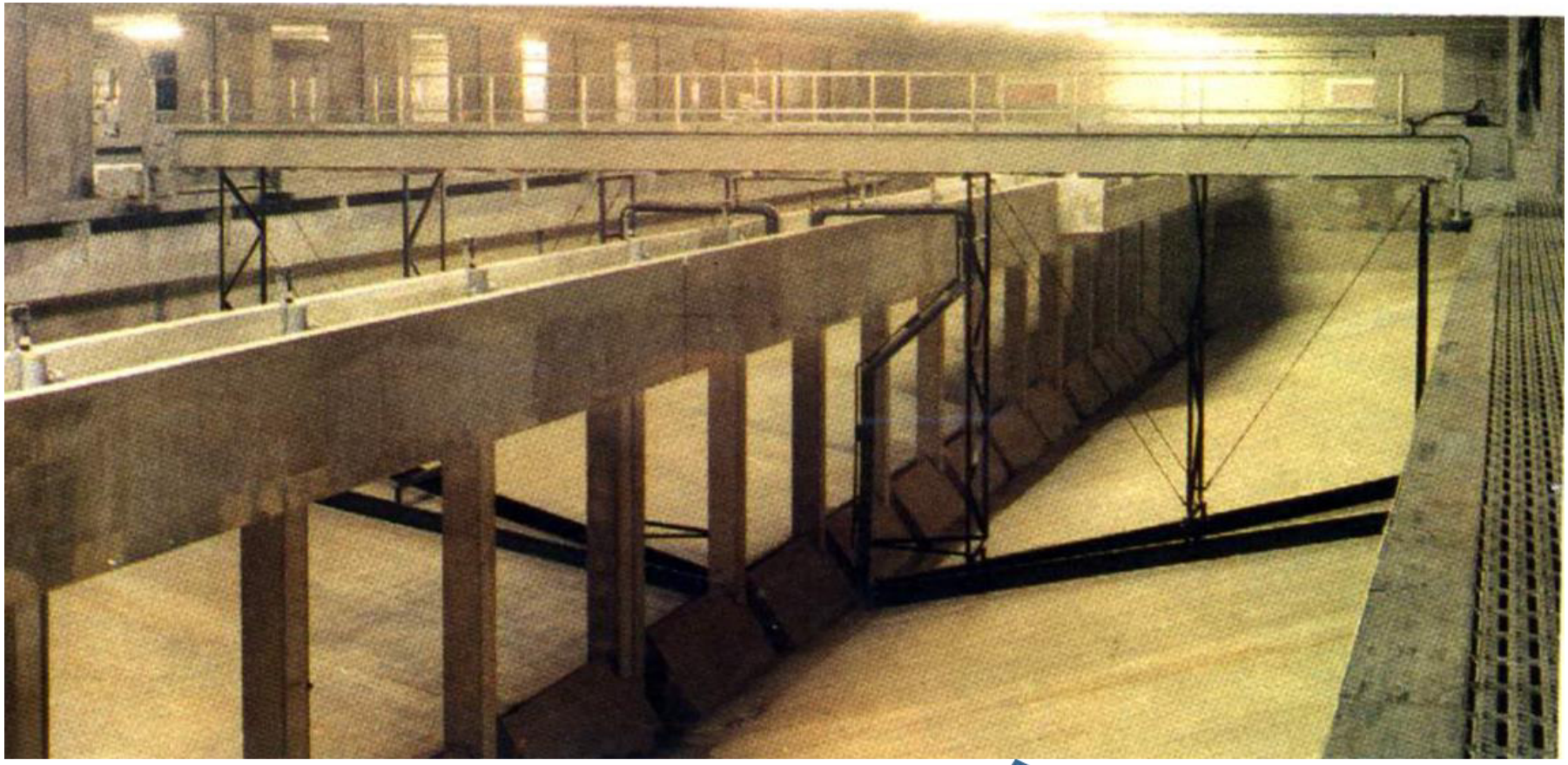
# المروق المستدير التشيكي


2
4
3
5
1

# المروق المستطيل ذو الكوبرى المتحرك

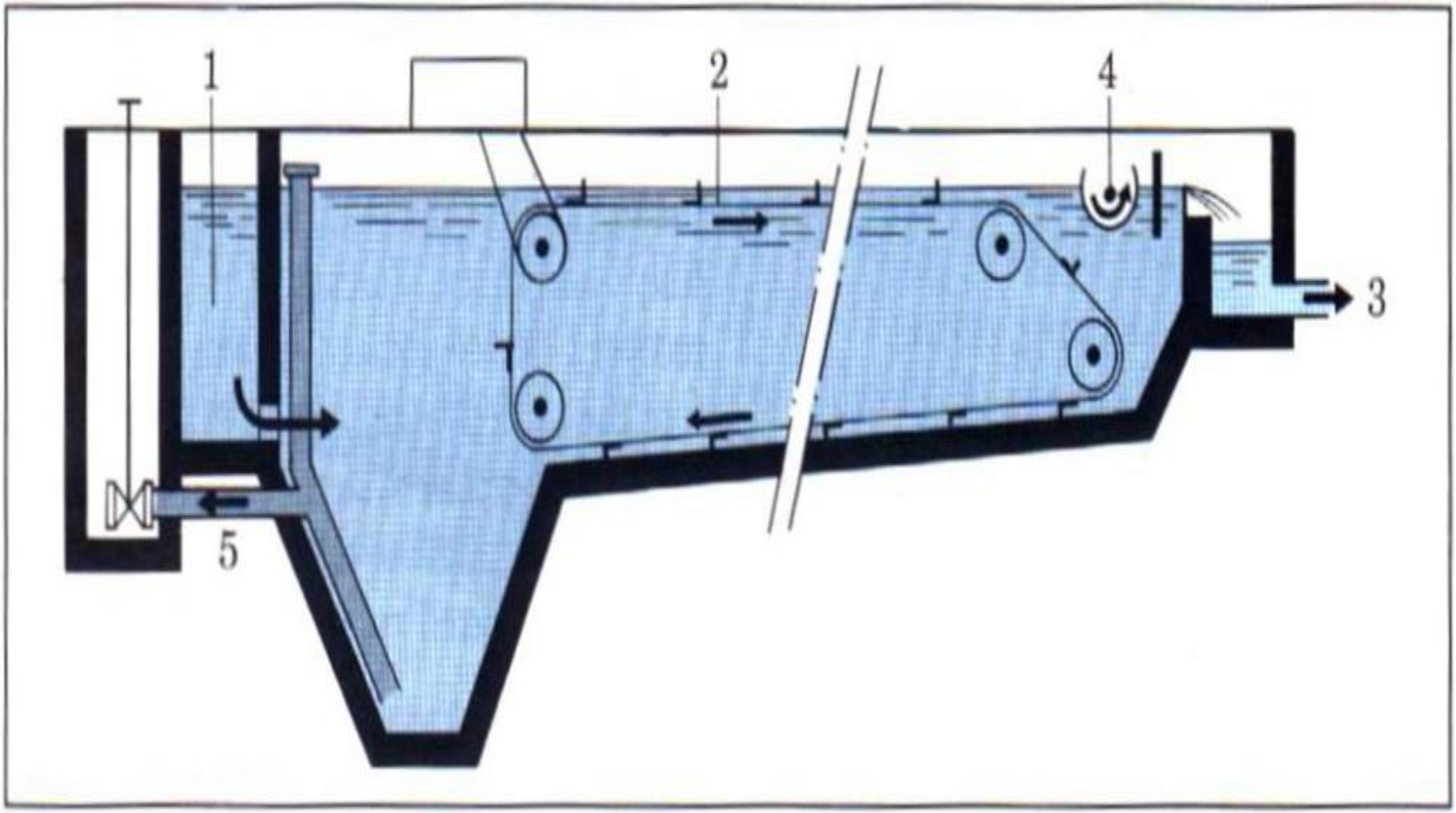

1
2
4
3
5

# مروق مستطيل ذو كوبرى كاسح

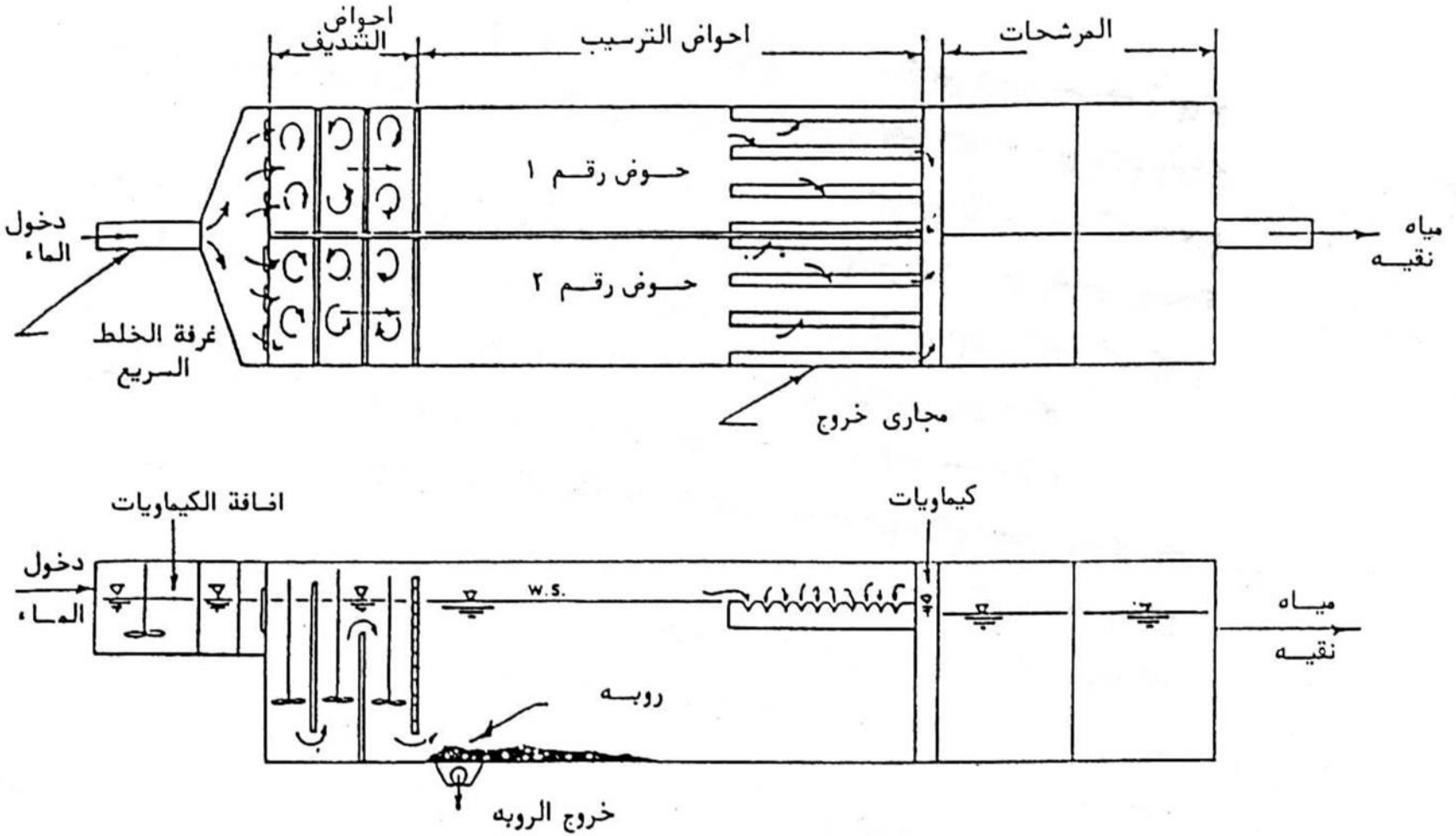


## قاع مائل

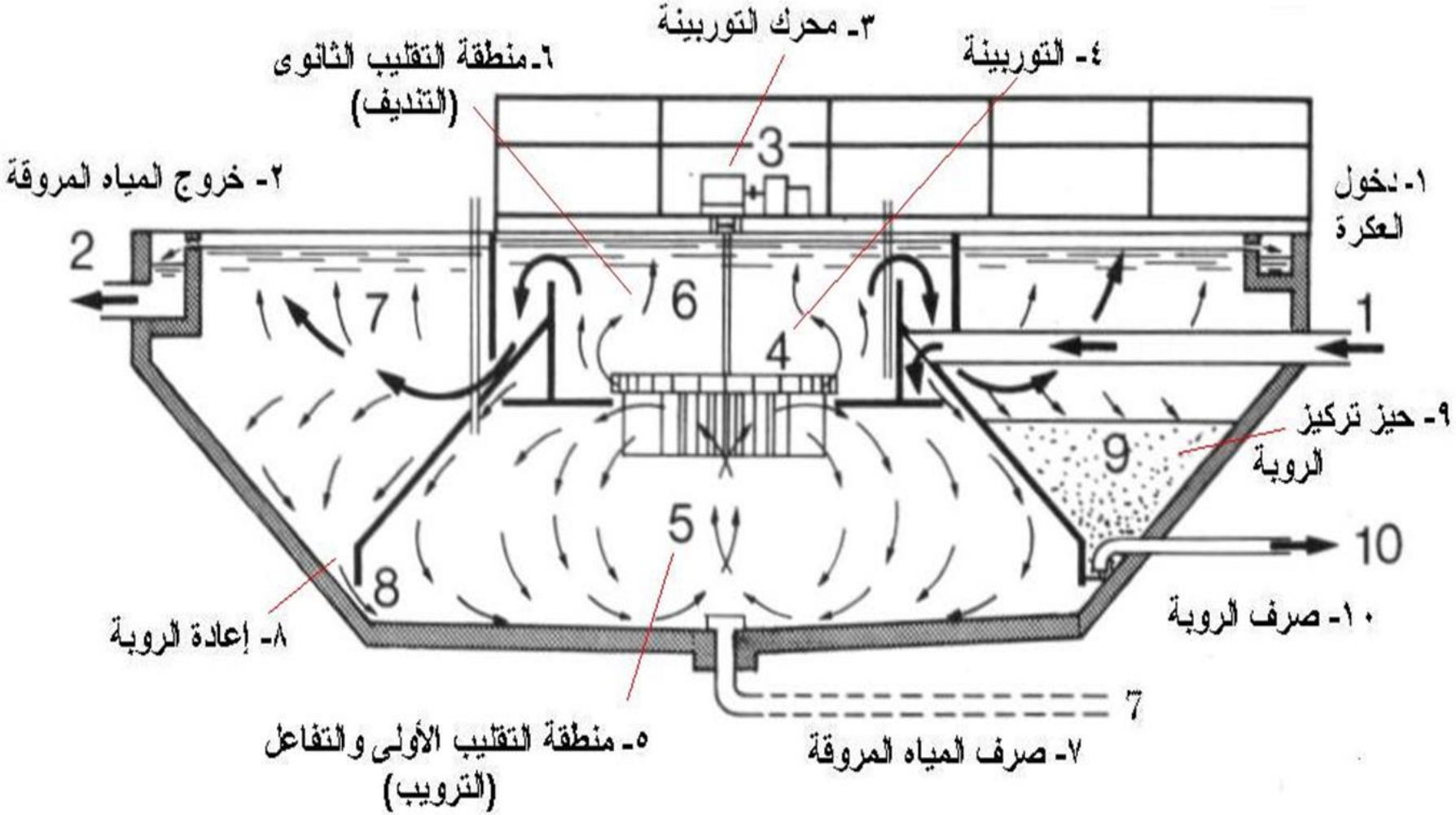
# المروق المستطيل ذو السير الكاسح


1
2
4
3
5

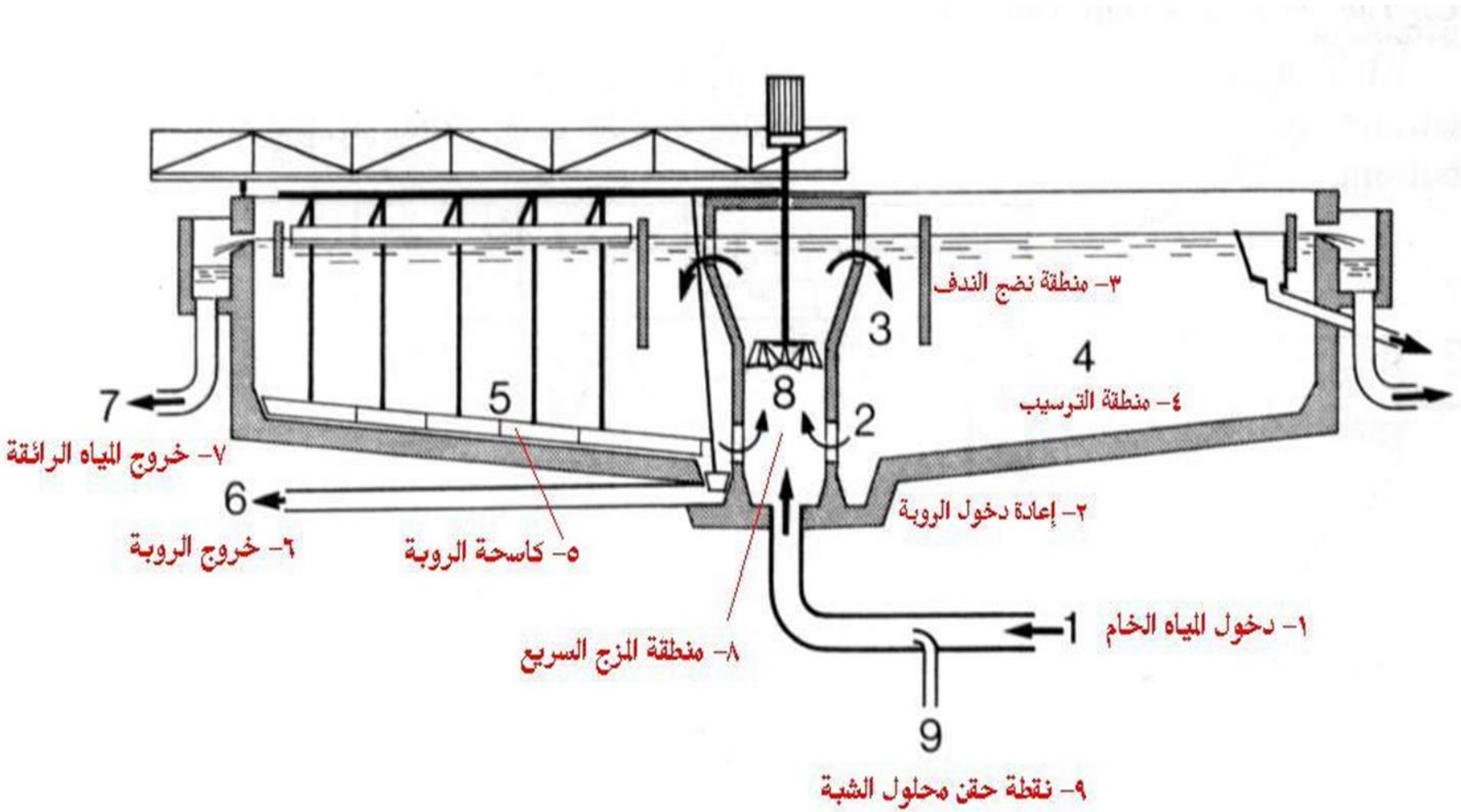
# المروق المستطيل العادي



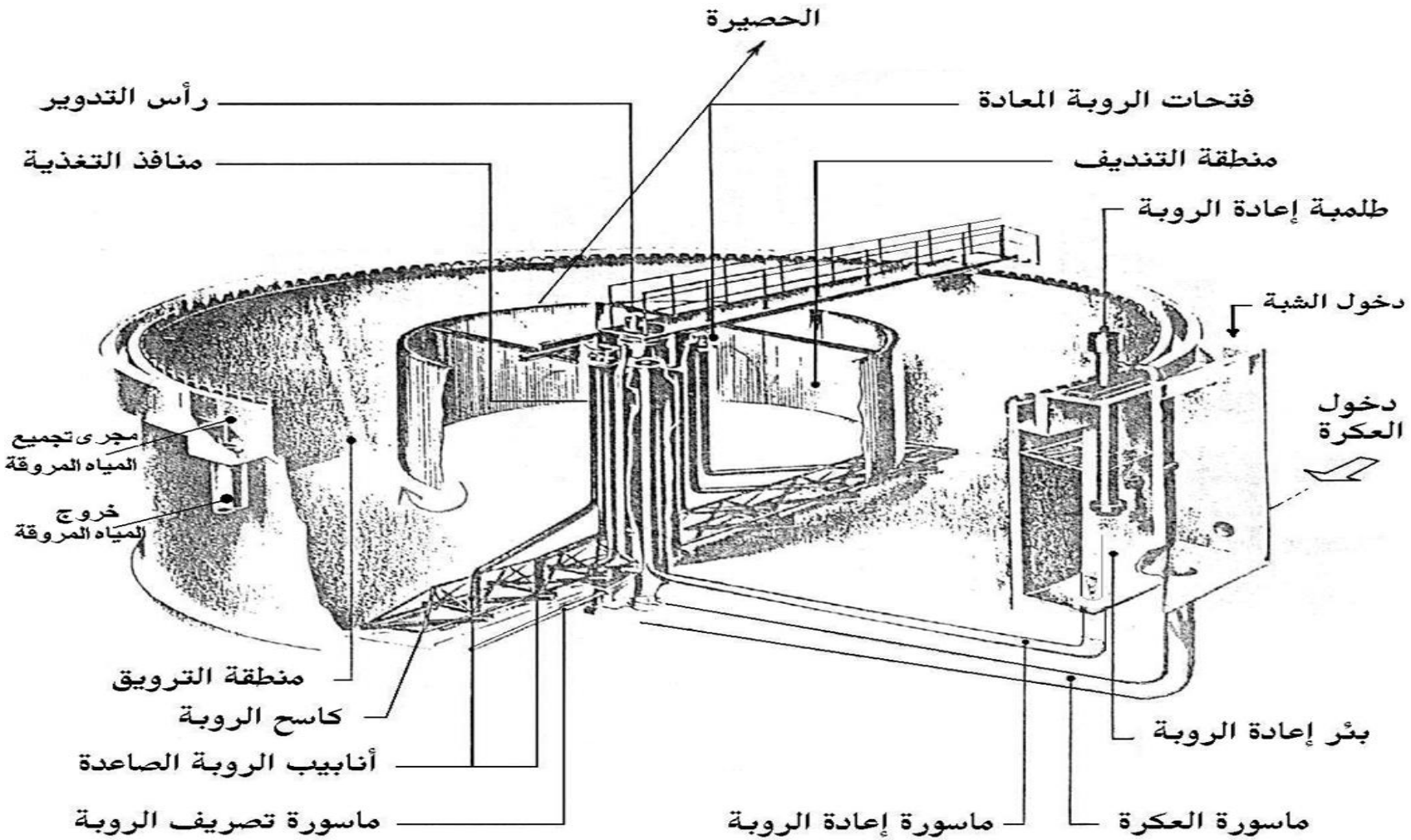
# المروق المعجل Accelator



# مروق إعادة الروبة



# مروق دور أوليفر



# مناقشة

## س1 : ما هي أهم العوامل المؤثرة في عملية الترويب ؟

العوامل المؤثرة في عملية الترويب:

- تركيز الرقم الهيدروجيني (pH)
- قلوية الماء
- درجة الحرارة
- ظروف خلط المادة المروبة
- كمية العكارة
- جرعة المادة المروبة

## س2 : ما هي العوامل المؤثرة علي كفاءة الترسيب ؟

1. كثافة المياه
2. لزوجه الماء
3. كثافة المواد العالقة
4. شكل المواد العالقة وحركتها داخل المياه
5. حجم المواد العالقة
6. تركيز المواد العالقة

7. سرعة جريان الماء في الحوض

8. مدة المكث في الحوض

9. المساحة السطحية للحوض ونسبة الطول إلى العرض

10. التيارات الثانوية

11. اختصار المياه لمسارها

12. طريقه تنظيف الحوض من الرواسب

## س3 : أذكر طرق المزج البطيء؟

- طرق المزج البطئ
  - مزج ميكانيكى
    - بدالات رأسية دوارة
      Vertical Paddle-wheel
    - بدالات أفقية دوارة
      Horizontal Paddle-wheel
    - توربينة
      Turbine
    - نافورات
      Propeller
    - بدالات متأرجحة
      Walking-beam
  - مزج هيدروليكى
    - أحواض ذات حواجز
      Baffled Chamber

## س4 : ما هي وسائل استخراج الروبة ؟

ويتم استخراج الروبة من الأحواض إما يدويا أو ميكانيكيا عن طريق:

1. الكاسحات الميكانيكية للأحواض المستديرة.
2. الكراكات الأفقية والكباري الكاسحة للأحواض المستطيلة.
3. حجرة تركيز الرواسب كما سيرد ذكره في الحوض النابض Pulsator.