Coagulation/Flocculation
التخثير والتكتيل

WATER TREATMENT

معالجة مياه الشرب

The Need for Coagulation
الحاجة الى التخثير

Surface water usually has a lot of suspended and dissolved matter.	عادة ما تحتوي المياه السطحية على كثير من المواد العالقة والذائبة.
These solids must be removed to ensure that the water is safe for consumption.	هذه المواد يجب ان تزال لتوفير ماء صافي للمستهلك.
The coag/floc process facilitates the removal of small, non-settleable solids.	عملية التخثير والتكتيل فائدتها التخلص من المواد الصلبة الصغيرة الحجم والتي يستغرق ترسيبها وقت طويل ولكن بهذه العملية نسرع في ترسيبها.

Conventional Treatment
المعالجة التقليدية

Involves four processes:

Coagulation	Flocculation	Sedimentation	Filtration
التخثير	التكتيل	الترسيب	الترشيح

EFFECTIVE PROCESS
فعالية العملية

The effectiveness of the sedimentation and filtration processes depend on the success of the coagulation and flocculation processes.	تعتمد فعالية عملية الترسيب والترشيح على نجاح عملية التخثير والتكتيل

Process Description
وصف عملية المعالجة

Nonsettleable solids are converted into settleable solids by the addition of a coagulant	المواد صغيرة الحجم الغير ممكن ترسيبها يتم ترسيبها باضافة المواد المخثرة.
Zeta potential - natural forces which keep particles from sticking together	قوى طبيعية تمنع الجزيئات من الالتصاق ببعضها
Suspended matter is likely to contain microbes which are resistant to chlorine	المواد العالقة تكون مايكروبات يمكن القضاء عليها بالتعقيم بالكلور

Non-settleable Solids
المواد غيرالمترسبة

Suspended solids - particles held in suspension by velocity of water	المواد العالقة هي جزيئات تبقى معلقة في الماء بسبب سرعة الجريان
Colloidal solids - particles that will not settle within a reasonable amount of time - these particles make up turbidity	المواد المتكتلة وهي الجزيئات التي يتاخر ترسيبها وهي التي تسبب العكورة
Dissolved solids - cannot be removed unless precipitated	المواد الذائبة وهي المواد التي لايمكن ازالتها الا بالترسيب

Natural Forces Between Particles
القوى الطبيعية بين الجزيئات

Zeta potential - negative charge on particles; repel each other	وهي شحنات سالبة على الجزيئات تقاوم بعضها البعض

- Van der Waals force – attraction between particles, pulling them together
- قوى بين الجزيئات يجذب بعضها البعض الاخر

Coagulation
التخثير

Coagulation reduces zeta potential so that van der waals force can pull particles together to form microfloc.	اساس عمل التخثير هو التقليل من قيمة الـ zeta potential للسماح لقوى فاندرفالس تشد الجزيئات الى بعضها البعض لتكون كتل الصغيرة

Flocculation
التكتيل

The flocculation process brings these microfloc particles together to form larger particles called macrofloc.	تقوم عملية التكتيل بتجميع هذه الكتل الصغيرة لتكون كتل كبيرة تسمى macrofloc

Coagulants
المواد المخثرة

Coagulants - positively charged chemicals which neutralize negatively charged particles in water to promote coagulation	مواد كيمياوية موجبة الشحنة تعادل الشحنة السالبة للجزيئات في الماء

Alum
الشب

Aluminum sulfate - $Al_2SO_4 \cdot 18\ H_2O$ the most widely used coagulant, available as liquid or dry	كبريتات الالمنيوم المائية هي اكثر المخثرات انتشاراً وتستخدم بشكل واسع كسائل او صلب
Works best in pH range of 5.8 to 8.5 1.liquid alum - strong acid, pH less than 4 2. dry alum - available in powder, lump form	تعمل ضمن مدى حامظي يتراوح بين ٥.٨ – ٨.٥ : ١. الشب السائل: حامض قوي ، الحامظية اقل من ٤ ٢. الشب الصلب: متوافر على شكل باودر
About 0.5 mg/L of alkalinity is required for each mg/L of alum added	يضاف 0.5 mg/L مادة قلوية لكل ١mg/L شب
Alum reacts with alkalinity in the water to form an insoluble hydroxide $Al(OH)_3$	يتفاعل الشب مع القاعدة في الماء ليكون $Al(OH)_3$

Ferric Chloride
كلوريدات الحديد

Ferric chloride - $FeCl_3$ - highly corrosive, liquid is 35-45% strength, will crystallize at 30°F	ثالث كلوريد الحديد : عالي التأكل، قوة السائل تتراوح من ٣٥-٤٥ % ، يكون على شكل بلوري عند درجة حرارة ٣٠ درجة فهرنهايت
Effective over wider pH range than alum, works better in cold water, forms heavier, denser floc	فعال لمدى اوسع لل pH من الشب ويعمل بفعالية اكثر في الماء البارد اذ يكون كتل اثقل واكثف
Requires 0.6 mg/L alkalinity for each mg/L ferric chloride	يضاف 0.6 mg/L مادة قلوية لكل ١mg/L من كلوريدات الحديد
Reacts with alkalinity in the water to form an insoluble hydroxide $Fe(OH)_3$	يتفاعل مع المادة القلوية في الماء ليكون $Fe(OH)_3$

Ferric Sulfate
كبريتات الحديد

Ferric sulfate - $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 3\ H_2O$ or $Fe\ (SO_4)_3 \cdot 2\ H_2O$ - used often with lime softening	كبريتات الحديد ذات الجزيئتين او الثلاث جزيئات من الماء ، تستخدم عادة مع ازالة العسرة الكلسية
Effective over wider pH range than alum, produces heavier, denser floc	فعال لمدى اوسع لل pH من الشب ويكون كتل اخف
Requires 0.75 mg/L alkalinity for each mg/L ferric sulfate	يتطلب 0.75 mg/L مادة قلوية لكل ١mg/L من سلفات الحديد
Reacts with alkalinity in the water to form an insoluble hydroxide $Fe(OH)_3$	يتفاعل مع المادة القلوية في الماء ليكون $Fe(OH)_3$

Polyaluminum Chlorides
كلوريدات متعدد الالمنيوم

Polyaluminum chlorides are relatively new to water industry	وهي مادة حديثة العهد في تكنالوجيا معالجة المياه
Usually require less chemical to achieve coagulation	عادة ما يحتاج الى اقل مواد كيمياوية لحصول عملية التخثير
Have some characteristics of polymers	لديه بعض خواص البوليمرات

ALKALINITY CONCERNS
القاعدية او القلوية

All coagulants require alkalinity. If there is insufficient alkalinity, effective floc will not form.	جميع المواد المخثرة تحتاج الى اضافة مواد قلوية وعند وجود نقص في كميتها تصبح العملية غير كفؤة.
If alkalinity is added later, floc may form in the distribution system.	اذا ما تم اضافة المواد القلوية في وقت متأخر فأن الكتل سوف تتكون في مراحل اخرى او في الشبكة.

Coagulant Aids
مساعدات التخثير

Polymers may be added to	تضاف البوليمرات لـ :
1. build stronger, more settleable floc	١.تكوين كتل اكثر واقوى
2. decrease amount of primary coagulant needed	٢.التقليل من كمية المواد المخثرة الاولية
3. reduce amount of sludge produced	٣.تقليل كمية الاطيان المتكونة

Polymers
البوليمرات

- Three types: انواعها
  - Cationic — Positive charge — موجبة الشحنة
  - Anionic — Negative charge — سالبة الشحنة
  - Nonionic — Neutral charge — متعادلة الشحنة

Polymers
البوليمرات

Advantages 1.Have little effect on pH 2.May help with very cold water with low turbidity 3.produce less sludge	**المحاسن** ١. تأثير قليل على ال pH ٢. تستعمل في الجو البارد جدا مع وجود كدرة قليلة ٣. تتكون أطيان اقل
Disadvantages 1.Overfeed can clog filters 2.Spills are very slick, difficult to clean up	**المساوىء** ١. تسبب انسدادات في الفلاتر ٢. عند انسكابها فأن تنظيفها يكون صعب

Weighting Agents
عوامل مساعدة

❑ Add turbidity to highly colored or low turbidity water to improve coagulation. ❑ Bentonite clay, powdered silica, activated silica, powdered limestone	❑ لتحسين عملية التخثير تضاف عوامل مساعدة مثل البنتونايت، سليكا باودر، سليكا فعالة، حجر الكلس

pH and Alkalinity Adjustment
تعديل قيمة الحامضية والقاعدية

- Increase alkalinity by adding

soda ash	sodium bicarbonate	Lime	caustic soda
رماد الصودا	بيكاربونات الصوديوم	الكلس	الصودا الكاوية

A minimum of 10 mg/L alkalinity should be

maintained to prevent reformation of floc

in distribution system.

على الاقل يضاف 10 mg/L مادة قلوية لتجنب تكون الكتل في المراحل الاخرى من التصفية

Chemical Storage and Handling
خزن المواد الكيمياوية والتعامل معها

- Dry chemicals should always be kept dry

  يجب بقائها جافة

- Wear protective equipment when handling dry chemicals
  - Dust mask
  - Protective clothing

  يجب ارتداء القناع الواقي والملابس الواقية عند التعامل مع هذه المواد

Chemical Storage and Handling
خزن المواد الكيمياوية والتعامل معها

Liquid chemicals should be stored in proper tanks	يجب خزن المواد الكيمياوية السائلة في خزان مناسب غير قابل للتاكل
Store at proper temperature	تخزن عند درجة حرارة مناسبة
All storage areas must be kept clean	يجب ان تكون منطقة الخزن دائما نظيفة
Wear proper protective equipment	يجب ارتداء ملابس واقية مناسبة عند التعامل مع مثل هذه المواد

Chemical Feed Equipment
معدات حقن المواد الكيمياوية

Dry chemicals must be dissolved in solution	المواد الكيمياوية الجافة يجب ان تذاب في محلول
Require sufficient agitation and time	يتطلب تهييج ووقت مناسب

Solution Feeders
حقن المحلول

Liquid pumped from day tank or barrel	يضخ السائل من خزان التحضير
Metering pump - positive displacement pump, delivers precise volume	اختيار المضخة المناسبة للتوزيع للحجم المناسب
Peristaltic pump - roller mechanism pulls chemical through flexible hose	استعمال انابيب و هوزات مرنة غير قابلة للتاكل او التفاعل مع السائل

Flash Mixers
حوض الخلط السريع

Flash mixers (rapid mixers) - provide agitation to evenly mix coagulant through water	الخلط السريع يهيج ويعطي خلط متجانس للمخثر في الماء
Add chemicals to center of mixing chamber	تضاف المواد الكيمياوية في منتصف حوض الخلط
Coagulation occurs in less than 1 second	عملية التخثير تحدث في اقل من ثانية واحدة

Mechanical Mixers
حوض الخلط الميكانيكي

Placed in chamber or tank	يكون عادة داخل الحوض
Mounted in a pipeline	منصوب على خط انابيب
Most reliable and versatile	ملائم أكثر ومتعدد الاستعمالات
Use most energy	يستهلك طاقة اعلى

Static Mixers
حوض الخلط الثابت

Provide mixing action by sloping vanes	يوفر خلط بواسطة ريش مراوح مائلة
Effective and economical to install	تنصيبه اقتصادي وفعال
High head loss	خسائر عالية في الارتفاع
Mixing energy directly related to flow	طاقة الخلط تؤثر مباشرة على الجريان

Pumps and Conduits
المضخات وانابيب النقل

Chemicals added to suction side of low-lift pump	المواد الكيمياوية تضاف من جانب الـ low-lift pump
Mixing energy caused by turbulence in pipeline	طاقة الخلط تسبب جريان مضطرب في الانابيب
Energy determined by speed of pump	طاقة المضخة تحدد بسرعتها

Baffled Chambers
حجرة الحجز

Mixing occurs as water travels over and under baffles	تتم عملية الخلط اثناء سير الماء من خلال الجدران
Turbulence related to flow, cannot be controlled	لايمكن السيطرة على الاضطراب الناتج من الجريان

DETENTION REQUIREMENTS
زمن الاستبقاء المطلوب

According to Design Criteria, detention time in the flash mix should be no more than **30 seconds**	زمن الاستبقاء في خزان الخلط يجب ان لايتجاوز **٣٠ ثانية** حسب معايير التصميم

Flocculation
التكتيل

Follows coagulation, provides gentle mixing to build floc	بعد عملية التخثير نحتاج الى خلط بطيء حتى تتكون الكتل
Mixing energy must be low so floc will not be sheared	طاقة الخلط يجب ان تكون قليلة حتى لا تتشتت الكتل
Floc should not settle in floc basin	يجب المحافضة على الكتل من ان تترسب في اسفل الحوض

Flocculation Basins
احواض التكتيل

Must have at least 2 basins	على الاقل يجب ان يكون هنالك حوضين تكتيل
Velocity should be between 0.5 and 1.5 ft/sec	ابقاء سرعة الخلط بين 0.5 and 1.5 ft/sec

REGULATORY Date
زمن الاستبقاء القياسي

According to Design Criteria, detention time in the flocculation basin should be between 30-45 minutes	زمن الاستبقاء في خزان التكتيل (30-45) دقيقة حسب معايير التصميم

Operation of Process
عملية المعالجة

Select chemicals	اختيار المود الكيمياوية
Apply chemicals	اضافة المواد الكيمياوية
Monitor effectiveness	مراقبة الفاعلية

Enhanced Coagulation
تعزيز عملية التخثير

Adjust pH for maximum TOC removal	تعديل قيمة pH الى القيمة المناسبة لاعلى ازالة لل TOC
Iron salts better at removing TOC than other coagulants	املاح الحديد افضل لازالة ل TOC من باقي المخثرات

Water Characteristics Affecting Chemical Selection
خواص الماء المؤثرة في اختيار المواد الكيمياوية

Turbidity العكورة	Alkalinity القاعدية	Temperature درجة الحرارة	Color اللون	pH الحامضية

As water quality changes, coagulant effectiveness changes

عندما تتغير نوعية الماء تتغير فعالية المخثر

Water Characteristics Affecting Chemical Selection
خواص الماء المؤثرة في اختيار المواد الكيمياوية

- Turbidity العكورة
  - floc doesn't form well when turbidity is low
  - عندما تكون العكورة عالية فان الكتل لا تتشكل بصورة جيدة
  - coagulant dose must be raised when turbidity increases
  - يجب زيادة كمية المادة المخثرة عندما تزداد العكورة
  - don't lower coagulant dose too soon when turbidity starts to drop
  - عدم تقليل كمية المادة المخثرة بسرعة عندما تبدأ العكورة بالنقصان

Water Characteristics Affecting Chemical Selection
خواص الماء المؤثرة في اختيار المواد الكيمياوية

- pH دالة الحامضية
  - Optimal range for each chemical افضل تراوح لقيمتها لكل مادة كيمياوية
  - Lime, soda ash, caustic soda raise pH الكلس، رماد الصودا، الصودة الكاوية تزيد من قيمة الحامضية
  - Sulfuric acid lowers pH حامض السلفوريك يقلل دالة الحامضية
- Alkalinity القاعدية
  - At least 10 mg/L left over

Water Characteristics Affecting Chemical Selection
خواص الماء المؤثرة في اختيار المواد الكيمياوية

- Water temperature درجة حرارة الماء
  - Reactions occur slower in colder water
  - التفاعل يحدث ببطأ في الماء البارد
  - Requires more coagulant in cold water
  - نحتاج كمية اكثر من المادة المخثرة في الماء البارد

Water Characteristics Affecting Chemical Selection
خواص الماء المؤثرة في اختيار المواد الكيمياوية

- Color اللون
  - Caused by organics يحدث بسبب المواد العضوية
  - Highly colored water is often low in turbidity اقل عكورة
  - Usually also has low alkalinity اقل قاعدية

Choosing a Coagulant
اختيار كمية ونوعية المادة المخثرة

- Jar test اختبار الجرة
  - dose الجرعة
  - mixing speed سرعة الخلط
  - chemical combination التركيب الكيمياوي
- Full-scale plant operation may not match jar test results

Indication of Success
تأشيرات النجاح

- Indication of improper flash mixing, flocculation, or coagulant
- تأشيرات نجاح عمليات الخلط و التكتيل والتخثير
  - Pinpoint floc الكتل الابرية
  - High settled turbidity عكورة عالية
  - Frequent filter backwashing غسل عكسي متكرر

Control Tests
فحوصات السيطرة النوعية

- Jar test - allow you to test different chemicals or dosages before you try them in your plant
  - يتيح لنا اختبار الجرة عدة مواد كيمياوية او الجرعة قبل اضافتها الى المحطة

pH - ensure proper pH range for coag/floc process

التأكد من تراوح قيمة دالة الحامضية في عملية التخثير والتكتيل

Control Tests
فحوصات السيطرة النوعية

- Turbidity (finished) - overall process success
  - اذا ما انتهت العكورة فهذا دليل على نجاح عملية المعالجة
- Turbidity (settled) - success of sedimentation process
  - اذا ما حدث ترسيب فهذا دليل على نجاح عملية الترسيب

Control Tests
فحوصات السيطرة النوعية

- Visual inspection of floc in floc basins
  - size and distribution of floc
- مراقبة ظهور كتل في حوض التكتيل (حجم و توزيع الكتل)
- Visual inspection of how floc settles in sedimentation basin
  - little or no carryover into weirs
- مراقبة كيفية ترسيب الكتل في حوض الترسيب

- كمية قليلة او كبيرة في حافة الحوض

Control Tests
فحوصات السيطرة النوعية

Calibrate feeder equipment at least once per shift	معايرة معدات الحقن مرة واحدة على الاقل في كل شفت
Use in-line monitors to measure water quality	مراقبة الخطوط لفحص نوعية الماء

Control Tests
فحوصات السيطرة النوعية

- Zeta potential meter - measures charge of water
- مقياس Zeta potential لفحص شحنة الماء
- Streaming current monitor - measures overall charge after coagulant is added
- قياس الشحنة الكلية بعد اضافة المادة المخثرة
- Particle counter - measures size and concentration of particles in finished water
- قياس حجم وتركيز الجزيئات في الماء المعالج النهائي

Operating Problems
مشاكل التشغيل

Common operating problems	المشاكل الشائعة
low water temperature	درجة الحرارة الواطئة
weak floc	تكتل ضعيف
slow floc formation	تكتل بطيء

Records
البيانات

Raw water quality and chemical dose should be recorded for future reference	يجب تدوين البيانات الخاصة بنوعية الماء وجرعة المواد الكيمياوية المضافة كمرجع مستقبلي
Change only one parameter at a time and document the results	غير عامل واحد فقط لزمن معين ووثق النتائج
Document everything you try – *even if it doesn't work*	حاول ان توثق اي شيء تحاول تجربته حتى لو لم يعمل