PROCESS ENGINEERING TRAINING SEMINARS

محاظرة تدريبية في عمليات المعالجة الهندسية

WATER TREATMENT

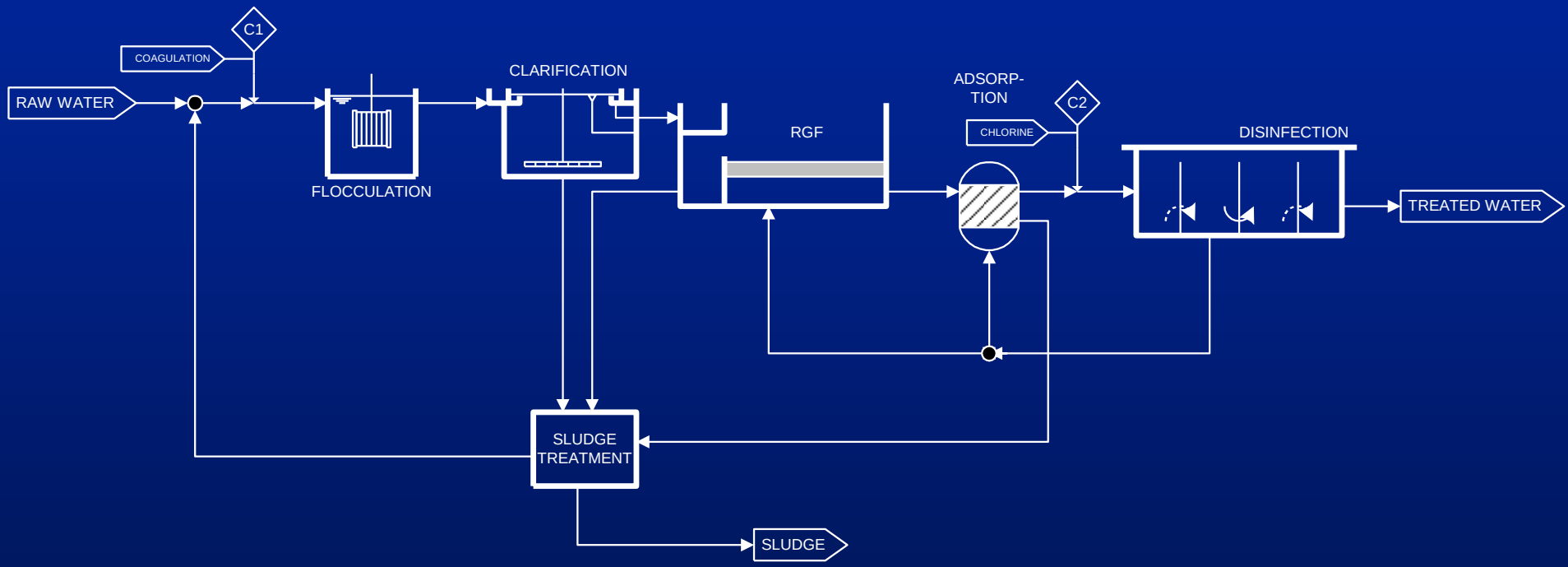
معالجة مياه الشرب

INTRODUCTION - AIMS AND CONTENT
المقدمة- الغرض والمحتويات

- الغرض – لتوفير الصيغة الدالة لعوامل التصميم لعمليات معالجة ملائمة
- المحتويات (Contents)
  - رسم القوالب (Block Diagram) وتوضيح وتوازن الكتلة Mass Balance (Development)
  - تفاصيل جريان عمليات المعالجة (Process Block Details)
    - Purpose (الغرض)
    - Options (الاختيارات)
    - Diagrams/pictures (الرسومات والصور)
    - Design Parameters (عوامل التصميم)
    - Key Operating Parameters & Issues (عوامل ونتائج التشغيل)

OUTLINE PFD

الخطوط الرئيسية لجريان عمليات المعالجة



MASS BALANCE
توازن الكتلة

- 10 Ml/d Product Water (١٠ مليون لترلكل يوم انتاج ماء صافي)
- 10 mg/l Suspended Solids (١٠ ملغرام لكل لتر مواد صلبة عالقة)
- 2 mg/l as Al^{3+} Coagulant (٢ ملغرام لكل لتر اضافة الشب كمادة مخثرة)
- 1% Adsorption Washwater (١% ماء غسل لعملية ال Adsorption)
- 3% RGF Washwater (٣% ماء غسل لمرحلة مرشحات الجاذبية السريعة)
- 3% Clarifier Sludge (٣ % اطيان خزان التنقية)

COAGULATION - DESCRIPTION, FUNCTION, OPTIONS

وصف ، وظيفة وخيارات عملية التخثير

- Aim is to Destabilise Colloidal Solids and to "Capture" Soluble Organics and Metals
- الغرض لاستقرارية المواد الصلبة الغروية لاسر المواد العضوية الذائبة والمعادن

- Scientific Mechanisms are — التقنية العلمية هي:
  - Charge Neutralisation — (شحنة التعادل)
  - Entrapment — (المصيدة)
  - Adsorption — (الامتزاز)

- Achieved Practically by Rapid Mixing with a Chemical Coagulant
- تتم عمليا بواسطة الخلط البطيء مع اضافة المادة المخثرة

  - Metal Salts, Al^{3+}, Fe^{3+} cations — (كبريتات الالمنيوم او كبريتات الحديد)
  - Cationic Polymer — (البوليمرات الموجبة الشحنة)

COAGULATION - DESIGN PARAMETERS
عوامل التصميم لعملية التخثير

- Dose (and optimum pH) Identified Using Jar Tests
- الجرعة (قيمة دالة الحامضية pH المناسبة) تحدد بواسطة ال Jar Tests

- Mixing within 20 Seconds, G = 800 - 1000s^{-1}
- الخلط يتم خلال ٢٠ ثانية (G = 800 - 1000s-1)

G= Velocity Gradient= انحدار السرعة

COAGULATION - KOPs & ISSUES
عوامل ونتائج التشغيل الاساسية لعملية التخثير

- Control of Coagulation Chemistry (السيطرة على العملية الكيمياوية للتخثير)
- Raw Water Variability (متغير ات الماء الخام)
  - Coagulant Demand (الكمية المطلوبة للمادة المخثرة)
  - pH & Alkalinity (الحامضية و القاعدية)
- Coagulant Aids & Flocculent Aids (العوامل المساعدة لعملية التخثير والتكتيل)

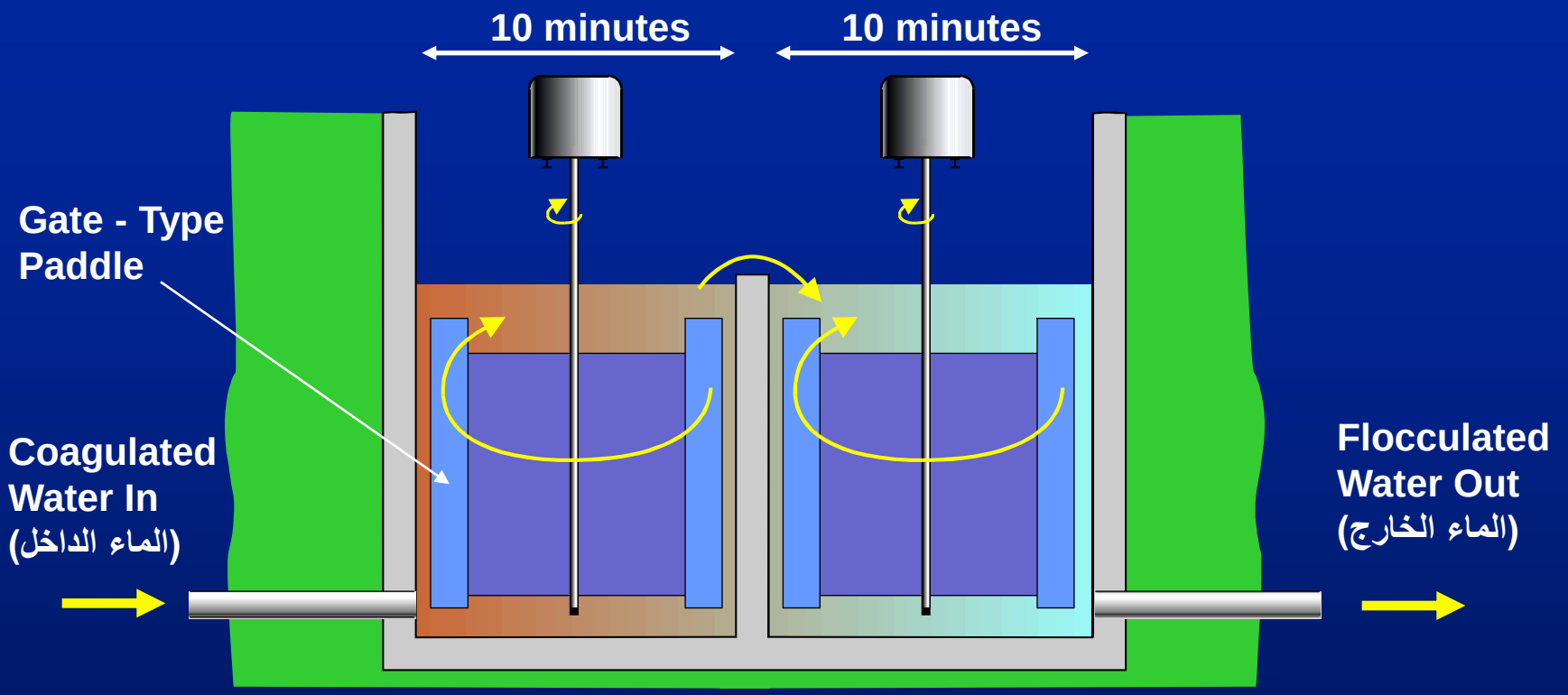
FLOCCULATION - DESCRIPTION, FUNCTION, OPTIONS

وصف ، الوظيفة وخيارات عملية التكتيل

- **AIM:** (الغرض)
  - **agglomerate destabilised solids** (استقرارية الكتلة الصلبة)
  - **grow flocs to a size which is settleable, floatable or filterable**
  - نمو الكتل الى حجم يمكن ان يكون قابل للترسيب، للطوفان او الترشيح
- **REQUIRE:** (المتطلبات)
  - **Gentle movement of solids relative to each other**
  - حركة هادئة للمواد الصلبة نسبة لبعضها البعض
  - **Contact between solids** (التماس بين المواد الصلبة)

VERTICAL PADDLE FLOCCULATORS

المكتلات ذو المازجات العمودية



VERTICAL PADDLE FLOCCULATORS
المكتلات ذو المازجات العمودية

- **Alternatives** (البدائل)
  - **Marine turbine or pitched blade turbine**
    - التوربين البحري او التوربين ذو الريش الملتحمة
  - **HORIZONTAL PADDLE FLOCCULATORS**
    - المكتلات ذو المازجات الافقية

HYDRAULIC FLOCCULATORS
المكتلات الهيدروليكية

- **Baffled channels** (القنوات الحاجزة)
- **Pipes** (الانابيب)

“IN - PROCESS” FLOCCULATION
المعالجة في عملية التكتيل

- Contact flocculation (التماس مع عملية التكتيل)
- Upflow floc blanket clarifiers (المنقيات ذات الجريان العلوي)
- Solids recirculation clarifier (المنقيات ذات الانتشار المعاد للمواد الصلبة)
- Direct filtration (الترشيح المباشر)

FLOCCULATION - DESIGN PARAMETERS
عوامل التصميم في عملية التكتيل

- Temperature dependant (يعتمد على درجة الحرارة)
- 10 to 20 minutes retention time (20 in cold)
- زمن الاستبقاء يتراوح بين (١٠-٢٠) دقيقة ويكون ٢٠ دقيقة في الايام الباردة
- Gentle Agitation, Described by G Value (Velocity Gradient): G values : 10 to 100s^{-1}
- تهييج هادىء، اعتماداً على قيمة (G values : 10 to 100s^{-1})

  - $G^2 = P/\mu V$, where,
    - P = power input (N.m/s) (القدرة الداخلة)
    - V = volume of mixer (m^3) (حجم المكسر)
    - μ = viscosity of water ($kg.m/s^2$) (لزوجة الماء)

FLOCCULATION - KOPs & ISSUES
(عوامل ونتائج التشغيل الاساسية لعملية التكتيل)

- **Short – Circuiting** (زمن التدوير - قصير)
  - **Use Multiple Units in Series AMP2/3 - 2 Chambers in Series**
  - استعمال عدة وحدات مربوطة على التوالي
  - **Hydraulic Flocculators For Good Plug Flow**
  - مكتلات هيدروليكية
- **Localised High Velocities = Shear** (سرعة مركزية عالية)
- **Localised Low Velocities = Settlement** (سرعة مركزية واطئة)
- **Control** (السيطرة)
  - **Manual variable speed gearbox** (صندوق تروس متغير السرع يدوي)
  - **Problem with Hydraulic** (المشكلة الهيدروليكية)
    - **Particularly with High Turndown Ratio**

DESIGN EXAMPLE (مثال تصميمي)

- **FOR MASS BALANCE ABOVE** (لتوازن الكتلة للمراحل السابقة)
  - **Sketch the Flocculation Process with Dimensions**
  - رسم مخطط عملية التكتيل مع الابعاد
  - **Calculate Theoretical Power Input**
  - حساب القدرة الداخلة نظريا
  - **Estimate Actual Power Input (Mechanical)**
  - استنتاج قيمة القدرة الداخلة الحقيقية (ميكانيكيا)
  - **Estimate Headloss (Hydraulic)**
  - استنتاج قيمة الفقدان في الارتفاع (هيدروليكيا)

CLARIFICATION-DESCRIPTION, FUNCTION, OPTIONS
عملية التنقية ـ وصفها، وظيفتها واختيارها

- AIM: Reduce the Solids Load (Where Necessary) to Filters
- الغرض: تقليل من حمل المواد الصلبة الداخلة الى الفلاتر
- Mechanisms (التقنيات)
  - Gravity Settlement (الترسيب بواسطة الجاذبية)
  - Flotation (التطويف)
  - Filtration (الترشيح)
- Principle Types of Clarifier (اصل انواع المنقيات)
  - Sedimentation Tank (احواض الترسيب)
  - Lamella Plates or Tubes (الصفا ئح او الانابيب الرقيقة)
  - Upflow Floc Blanket Clarifier (المنقيات ذات الجريان العلوي)
  - Solids Recirculation Clarifier (المنقيات ذات الانتشار المعاد للمواد الصلبة)
  - Dissolved Air Flotation (DAF) (التطويف باستعمال الهواء المذاب في الماء)
  - Coarse Filtration (الترشيح الخشن)

HORIZONTAL SEDIMENTATION TANK
خزانات الترسيب الافقية

- Simple (غير معقدة)
- Requires Up-Front Flocculator يحتاج ال مكتل من نوع Up-front
- Moderate Supernatant Quality الراشح من النوع المعتدل

LAMELLA CLARIFIER
المنقيات ذات الصفائح الرقيقة

- **Low Footprint** (مساحة قليلة)
- **Increased Mechanical Cost** (زيادة في الكلفة الميكانيكية)
- **Requires Up-Front Flocculator** (تحتاج الى مكتل من نوع Up-Front)
- **Moderate Supernatant Quality** الراشح من النوع المعتدل

Lamella Clarifier

UPFLOW FLOC BLANKET CLARIFIER
Upflow floc blanket نوع المنقي

- Blanket gives Good Straining — البلانكت تعطي تصفية جيدة
- Excellent Supernatant Quality — الراشح من النوع الممتاز
- Blanket Provides High C for Flocculation
- البلانكت توفر C عا لي القيمة لعملية التكتيل
- Flow Variations Cause Problems — التغير في كمية الجريان تسبب مشاكل
- Strong Sunlight Causes Thermal Currents
- اشعة الشمس القوية تسبب تيارات حرارية

SOLIDS CONTACT CLARIFIER
Solid Contact المنقي نوع

- Integral Flocculation — عملية التكتيل متممة
- Particularly Good for Softening — فعال جدا في عملية التليين
- Very Poor with Weak Floc — غير فعال في حالة الكتل الضعيفة
- Gaithersburg's Favourite
- Complicated Civils and Hydraulics — البناء المدني والهيدروليات معقدة
- Moderate Supernatant Quality — الراشح من النوع المعتدل

DISSOLVED AIR FLOTATION
التطويف بواسطة الهواء المذاب في الماء

- Low Footprint (مساحة قليلة)
- Good for Light, Weak Floc (فعال في حالة الكتل الخفيفة والضعيفة)
- Good for High Algae Loads (جيدة في حالة الحمل العالي للبكتريا)
- Requires Up-Front Flocculator (تحتاج مكتل من نوع Up-Front)
- Good Supernatant Quality (الراشح من النوع الجيد)

COARSE FILTRATION
الترشيح الخشن

- Low Footprint (مساحة قليلة)
- Poor Supernatant Quality (الراشح من النوع الضعيف)
- Roughing Filter (فلتر خشن)
  - Complex Construction (بناء معقد)
  - Integral Flocculation (عملية تكتيل متممة)
- Adsorption Clarifier (المنقي الممتز)
  - Proprietary Design (USF) (التصميم المسجل)
  - Requires Additional Flocculation (يحتاج الى عملية تكتيل اضافية)

CLARIFICATION -DESIGN PARAMETERS
عوامل التصميم لعملية التنقية

	Loading Rate معدل التحميل (m^3 / m^2h)	Sludge Solids Concentration (%) تركيز الاطيان الصلبة (%)
Simple Sedimentation	1 - 3	0.5 upwards
Lamella Sedimentation	5 - 15	0.5 upwards
Floc Blanket	1 - 4	0.1 - 0.5
Solids Recirc	1 - 4	0.1 - 0.5
DAF (Dissolved Air Flotation)	8 - 12	0.5 - 2

CLARIFICATION - KOPs & ISSUES

عوامل ونتائج التشغيل الاساسية لعملية التنقية

- Flow Distribution (توزيع جريان الماء)
- Sludge Removal (ازالة الاطيان)
- Coagulation Chemistry is Critical
- (التفاعلات الكيميائية في عملية التخثير تعتبر حرجة)
- Turndown

FILTRATION - DESCRIPTION, FUNCTION, OPTIONS

عملية الترشيح – وصفها، وظيفتها واختيارها

- Solids Removal (ازالة المواد الصلبة)
  - Entrapment, Surface Adhesion - Depth Filtration
  - المصيدة، الالتحام السطحي – عمق الترشيح
- Biological Support (الدعم البايلوجي)
  - Slow sand & BAC (مرشحات الرمل البطيئة)
- Catalytic Bed (الطبقة المحفزة)
  - Manganese Oxidation (اوكسيد المنغنيز)
- Rapid Gravity or Pressure Filters (مرشحات الجاذبية السريعة او الضط)
- Slow Sand Filters (مرشحات الرمل البطيئة)
- Carbon Adsorbers (ممتزات الكاربون)
- MF/UF Membranes (Entrapment Only)
  (الترشيح بواسطة الاغشية الشعرية)

FILTRATION - DESIGN PARAMETERS - SLOW SAND
عوامل التصميم لمرشحات الرمل البطيء

- Fine Sand 0.1 to 0.3 mm [(0.1 - 0.3 mm) رمل ناعم]
- Low Filtration Rates 1 - 5 m^3 / m^2 DAY
- معدل الترشيح قليل (1 - 5 m^3 / m^2 DAY)
- Manual Cleaning After Sand Removal
- تنظيف يدوي بعد عملية الترشيح
- Schmutzdecke
- Large Land Areas required (يحتاج الى مساحة ارض كبيرة)

FILTRATION -DESIGN PARAMETERS – RGF
عوامل تصميم مرشحات الجاذبية السريعة

- **Coarse Sand 0.5 - 3.0mm** **[(0.5 - 3.0mm) رمل خشن]**

- **High Filtration Rates** **معدل الترشيح عالي**
  - **Conventionally (التقليدي)** **5 to 6 m^3 / m^2 h**
  - **Now (الوقت الحالي)** **6 to 12 m^3 / m^2 h**
  - **Future (المستقبلي)** **10 to 30 m^3 / m^2 h?!**

FILTRATION - DESIGN PARAMETERS –ACKWASH
عوامل تصميم مرشحات ACKWASH

- Rapid Gravity (ترشيح سريع بالجاذبية)
  - Cleaning in Situ (تنظيف موقعي)
    - Backwash (عملية الغسل العكسي)
      - Water only (فقط بالماء)
      - Separate Air / Water (هواء منفصل+ماء)
      - Combined Air / Water (هواء مشترك+ماء)
    - Automated (يُشغِّل أوتوماتيكياً)

FILTRATION - DESIGN PARAMETERS –ACKWASH

عوامل تصميم مرشحات ACKWASH

- **RGF Backwash** (الغسل العكسي لمرشحات الجاذبية السريعة)
  - **Air Rates : 20 - 40 m^3 / m^2 h**
    Separate Air / Water (هواء منفصل+ماء)
    : 40 - 80 m^3 / m^2 h
    Combined Air / Water (هواء مشترك+ماء)
  - **Water Rates : 10 - 30 m^3 / m^2 h**

Depends on Media size & Type and whether combined Air / water

تعتمد على حجم الوسط ونوع عملية ضخ الهواء والماء هل هي مشتركة ام منفصلة

- **Wastewater Produced نواتج الماء المستعمل: 1 - 3% of throughput**
- **Solids Content المحتويات الصلبة: 0.01 - 0.05% (100 - 500mg / l)**

FILTRATION - KOPs & ISSUES

عوامل ونتائج التشغيل الاساسية لعملية الترشيح

- Slow Start & Stop/ Flow Surges (بداية بطيئة-توقف /جريان متموج)
- Ripening & Breakthrough (النضوح والاختراق)
  - Filter to Waste (عملية ترشيح للماء المستعمل)
  - Delayed/Slow Start (تأخير /بداية بطيئة)
  - Turbidity Monitoring/ Particle Counting
  - مراقبة العكورة /فحص الجزيئات
- Backwashing & Media Loss (الغسل العكسي و فقدان الوسط)
- Dry Bedding (تجفيف الارضية)
- Control Mechanism (السيطرة التقنية)
  - Constant Flow/ Constant Level (جريان ثابت/ ارتفاع ثابت)
  - Constant Flow/ Rising Head (جريان ثابت/ زيادة في الارتفاع)
  - Declining Rate (انخفاض في المعدل)

DISINFECTION - DESCRIPTION, FUNCTION, PTIONS
عملية الترشيح – وصفها، وظيفتها واختيارها

- AIM: Kill Pathogens (الغرض: قتل الجراثيم)
- Common Disinfectants (التعقيم الشائع الاستعمال)
  - Chlorine (MOST COMMON) الكلور (الاكثر شيوعا)
  - Chloramine الكلورامين: مركّب محتوٍ على نيتروجين وكلور
  - Chlorine Dioxide (اوكسيد الكلور)
  - Ozone (الاوزون)
  - Ultraviolet Irridation (الاشعة فوق البنفسجية)
- Limited Effect Against Cryptosporidium
- محدودية التأثير نتيجة Cryptosporidium

DISINFICTION -DESIGN PARAMETERS
عوامل التصميم لعملية ال‌تعقيم

- c : Concentration of Active Disinfectant
- التركيز المناسب لعملية تعقيم فعالة
- T : Contact Time (with Active Disinfectant) (زمن التماس لتعقيم فعال)
- cT Required Depends Upon : (cT يعتمد على)
  - Number and Type of Organisms Present
  - عدد ونوع الكائنات المجهرية الموجودة
  - % “Kill” Required (نسبة التعقيم المطلوبة)
- Typical Chlorine cT Values (القيمة النموذجية ل cT)
  - NWW 5 to 20 (mg/l).min as HOCl
  - WHO 15 (mg/l).min as Cl_2, at pH < 8.0
  - SDWA Advisor CD Rom - Tables for Giardia vs. pH, Cl_2, and Temp - T_{10}

DISINFICTION - KOPs & ISSUES
(عوامل ونتائج التشغيل الاساسية لعملية التعقيم)

- **Contact time:** Allow for Short - Circuiting
- وقت التماس: يسمح بتداور قصير
  - Baffling Required in Contact Tanks الحواجز المطلوبة في خزانات التماس
- **Concentration:** Need to Understand Chlorine Chemistry : التركيز
  - Dissolution In Water : $Cl_2 + H_2O \leftrightarrow$ HOCl + HCl
    - HOCl = Hypochlorous Acid - Active Disinfectant
  - Dissociation of HOCl : $HOCl \leftrightarrow H^+ + OCl^-$
    - OCl^- = Hypochlorite ion
  - Le Chatelier's Principle :
    - Lowering pH Shifts Equilibrium to Left
    - تقليل قيمة pH تعمل على ازاحة التوازن الى اليسار
    - Raising pH Shifts Equilibrium to Right
    - زيادة قيمة pH تعمل على ازاحة التوازن الى اليمين

Summary : Disinfection is More Effective at Low pH

الخلاصة: عملية التعقيم فعالة اكثر عندما تكون قيمة دالة الحامضية اقل

DISINFICTION - KOPs & ISSUES
(عوامل ونتائج التشغيل الاساسية لعملية التعقيم)

- **Disinfection By-Products (DBPs)** — التعقيم بواسطة النواتج
  - **Trihalomethanes (THMs)** — الهلوميثان الثلاثي
  - **Haloaceticacids (HAAs)** — هلاسيتيساييد
  - **Other Halo Organics** — المواد الهلو عضوية الاخرى
  - **Bromate** — البروميت
- **Residual Provision** — الاحتياطي المتبقي
  - **Protection & Detection** — الحماية والكشف
- **Residual Control** — السيطرة على المتبقي
- **Taste & Odour** — الطعم والرائحة

DESIGN EXAMPLE
امثلة التصميم

- For Mass Balance Above — لتوازن الكتلة السابق
  - Sketch the RGF Process with Dimensions
  - ارسم المخطط لعملية الترشيح بالجاذبية السريع
  - Calculate Backwash Volume by the Following
  - احسب حجم الغسل العكسي بواسطة:
    - %age — نسبة العمر
    - Wash-rate & Time — معدل ووقت الغسل
    - Media Volume & No. of Rinses — حجم الوسط وعدد مرات الشطف
  - For each Backwash Volume, — حجم الغسل العكسي لكل مرة
    - Calculate Dirty Washwater Suspended Solids
    - احسب كمية المواد الصلبة العالقة في المياه الغير نظيفة المستعملة في عملية الغسل

SLUDGE HANDLING & TREATMENT-DESCRIPTION, FUNCTION, OPTIONS

عملية معالجة الاطيان- وصفها وظيفتها واختيارها

- Maximise Resources/ Minimise of Disposal Costs
- الحد الاعلى من الموارد / تقليل من كلفة الطرح
- Clarify Returned Water / Consolidate Sludge Solids
- الماء العائد من التنقية / الاطيان الصلبة المدمجة
- Backwash Water (مياه الغسل العكسي)
  - Collect & Recycle (المتجمعة و المعادة)
  - Thicken & Polish Supernatant (التثخين وتنقية الراشح)
- Clarifier Sludge (اطيان حوض التصفية)
  - Gravity Thicken (WRc Type Thickener) (التثخين بالجاذبية)
  - Lagoon (البحيرة الضحلة)
- Thickened Sludge (الاطيان المثخنة)
  - Plate Press - Centrifuge - Drying Bed
  - الكبس (جعله على شكل كيك) – الطرد المركزي – احواض التجفيف

SLUDGE HANDLING & TREATMENT - DESIGN PARAMETERS – THICKENER

معاملة و معالجة الاطيان – عوامل التصميم - التثخين

- **WRc Type Continuous Gravity Thickeners (مثخنات الجاذبية المستمرة)**
  - **Typical Hydraulic load (الحمل الهيدروليكي النموذجي) = 1.5 m^3/m^2 h**
  - **Typical Solids load (حمل المواد الصلبة) = 4 kg/m^2 h**
  - **Typical Supernatant Solids (الراشح الصلب النموذجي)= 10-20mg/l**
  - **Typical Sludge Solids (الاطيان الصلبة) =4-6 %**

SLUDGE HANDLING & TREATMENT-KOPs & ISSUES

معاملة و معالجة الاطيان – عوامل ونتائج التشغيل الاساسية

- **Polymer Addition** (اضافة البوليمرات)
- **Solids Concentration Control** (السيطرة على تركيز المواد الصلبة)
  - **Segregate Waste Streams** (فصل مخلفات التدفق والغسل)
  - **Or at Least, Segregate Polymer Dosing** (فصل جرعة البوليمرات)
- **Crypto Recycle** (اعادة المواد المخفية)
- **Algal Growth/ By-products from Lagoons**
- النمو البكتيري / ناتج ثانوي من ال Lagoons

CARBON ADSORPTION - DESCRIPTION, FUNCTION, OPTIONS
امتزاز الكاربون-الوصف، الوظيفة، الاختيار

- Removes Organics by Adsorption (ازالة المواد العظوية بواسطة الامتزاز)
- Carbon is Activated by Heating (ينشط الكاربون بواسطة التسخين)
- Fractures Carbon to Create a Microporous Structure
- كسر الكاربون لخلق بناء قابل لنفاذية المواد المجهرية
- Large Surface Area (مساحة سطحية كبيرة)
- Either Regenerate or Dispose of When Saturated
- اما ان يتم تجديده او يتم التخلص منه عندما يصبح مشبع
- Granular Activated Carbon (GAC) الكاربون المنشط الحبيبي
  - Used In Rapid Gravity Filters يستعمل في فلاتر الجاذبية السريعة
  - or Post - Filtration Adsorbers متأخرة – ممتزات عملية الترشيح
- Powdered Activated Carbon (PAC) مسحوق الكاربون المنشط
  - Dosed as Slurry يتم حقنه كطين
  - Removed in Clarifier and Filters (يزال في عملية التنقية والترشيح)

CARBON ADSORPTION - DESIGN PARAMETERS
امتزاز الكاربون - عوامل التصميم

- GAC - Empty Bed Contact Time (EBCT)
- الكاربون المنشط الحبيبي- زمن التماس عند عدم وجود طبقة الكاربون
  - EBCT from 5 minutes (Taste and Odour) ٥ دقائق (الطعم والرائحة)
    20 minutes (Pesticides) ٢٠ دقيقة (المبيدات)
- PAC - Dose (mg/l) جرعة ال PAC
- 5 mg/l to 100 mg/l (5-100) mg/litter
  - Depends on Organic & Concentration
  - تعتمد على المواد العضوية والتركيز
    - Algal Toxins & Some Pesticides High
    - الطحالب السامة و بعض المبيدات القوية

CARBON ADSORPTION - DESIGN PARAMETERS
امتزاز الكاربون - عوامل ونتائج التشغيل الاساسية

- **GAC** (الكاربون المنشط الحبيبي)
  - **Requires Backwash** (الاحتياج الى عملية الغسل العكسي)
  - **Regeneration Frequency - Duty & EBCT**
  - تكرار عملية التجديد – الوظيفة و زمن التماس عند عدم وجود طبقة الكاربون
  - **Reduce Regeneration Frequency with Ozone**
  - تقليل عملية التكرار مع استعمال الاوزون
  - **Fines can Protect Bacteria from Disinfection**
  - دقيق الخامات المعدنية يمكن ان تحمي البكتريا من التعقيم
- **PAC** مسحوق الكاربون المنشط
- **Wasteful** مُؤَدٍّ إلى كثير من التلف والضياع
  - **Useful for Seasonal Problems** مفيد في المشاكل الموسمية