madarju.com

Environmental Engineering

2022-2023

Dr. Ahmad AbuYaghi

By. Fatima Arafat

Madar
ask ;; believe & recieve

0915471

Environmental Engineering

هدفها حل مشاكل البيئة

INTRODUCTION & OVERVIEW

- Concepts & definitions.
- Environmental science & environmental engineering.
- Introduction to Microbiology.
- Overview of ecological and environmental systems.
- Environmental ethics, regulations, and standards.
- Environmental impact assessment and sustainable development.

البيئة هي المحيط الذي يعيش فيه الكائن الحي ويستمد منه عناصر الحياة (الأوكسجين، الماء، التربة التي يعيش عليها وتعيش محمر غذاء، CO_2 معيد للنبات، البيئة مستويات أكبر مستوى لهمنا من البيئة هو الكرة الأرضية.

Dr. Ahmad AbuYaghi Oct. 2022

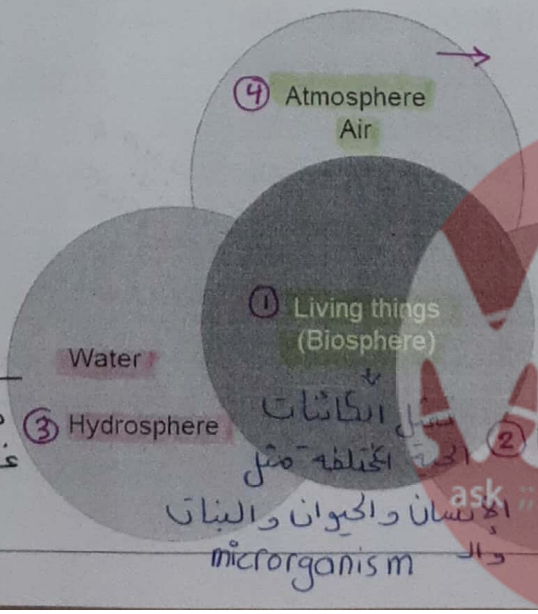
CONCEPTS & DEFINITIONS

المحيط

Environment: Environment is French word "**Environner**", which means "to encircle or surround". That is, all the physical (non-living) and biological surroundings of an organism, along with their interactions in the atmosphere, hydrosphere and lithosphere, which surround us is known as our "**environment**".

الكرة الأرضية مكونة من 4 كرات مختلفة.

The Earth's Great Spheres



الغلاف الجوي

الغلاف المائي سواء مياه مالحة مثل البحار والمحيطات أو مياه عذبة مثل الأنهار والبحيرات

مثل الكائنات الحية المختلفة مثل الإنسان والحيوان والنبات والـ microorganism

التربة أو الصخور (الأرض) يدرسها علم الجيولوجيا

ask :: believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أي مشكلة بيئية ← local
بتي أشتغل عليها بحدد الـ Boundary للبيئة لي أنا مهتم فيها وبتبع أدرسها.

CONCEPTS & DEFINITIONS

The following concepts and definitions are important in the understanding the objectives and contents of this Course:

Ecology:
Branch of biology covering relations among living systems as well as between these and their surroundings. It provides knowledge on abili of natural systems for self-purification.

Environment:
- Global: Sphere in which the life-sustaining resources of the earth ar contained.
- Local: region or area where a specific problem is being addressed.

المواد الضرورية للحياة زي الأوكسجين والحرارة والماء والعناصر الغذائية والكربون، الهيدروجين، النيتروجين

Pollution: Undesirable change in the physical, chemical and/or biologic characteristics of air, water or land that can harmfully affect the health, survival or activities of humans or other living organisms.

بحيث تغير في نوعية البيئة نتيجة التلوث

Environmental Quality: Degree of pollution of one or more of the elements of the physical environment (air, water, land), which is measured quantitatively using certain parameters, or expressed qualitatively.

ecology ← فرع من فروع علم البيولوجيا يبحث في الكائنات الحية لي في البيئة (العلاقات لي بينها وبين بعض من ناحية وبينها وبين الحيط من ناحية أخرى)

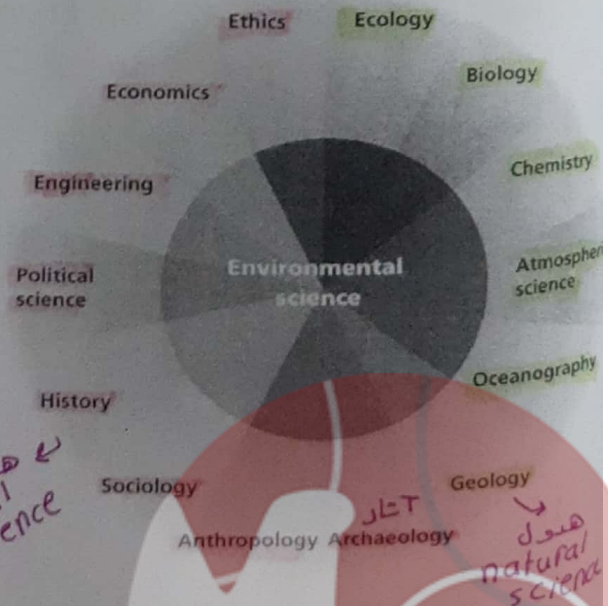
العلاقات لي بتحكم الكائنات الحية مثل ابو الكبير يفترس الصغير والنبات غذاء للحيوان وعلاقتها بالمحيط زي كيف بتتنفس وكيف تتنقل من مكان لمكان وهكذا..

ENVIRONMENTAL SCIENCE & ENGINEERING

* لازم يكون فيه توازن بين البيئة والتنمية المستدامة.

Environmental Science:
- Interdisciplinary field that involves both natural and social sciences; used to improve our understanding of natural processes and their interaction with and impacts on human society.

علوم اجتماعية وطبيعية.



الهندسة هي أحد العلوم البيئية تستفيد من العلوم الطبيعية والاجتماعية وتضيف لها ما يعرف بالتقنيات الهندسية.

Environmental Engineering:
- Utilizing the above knowledge and understanding to *develop and apply technologies* that will maintain or improve environmental quality for the benefit of human society.

الهندسة البيئية هي لي بحل المشاكل البيئية.

Madar ask, believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* دراسة مفهوم الـ ecology مهمة في الهندسة ⇐

← النظام البيئي مكون من :-

① نباتات منتجة لغذائها (producers).

② في عنا (consumers) لي هي الحيوانات لي بحاجة إنها تاخذ غذائها على شكل مواد عضوية.

③ في عنا محللات زي البكتيريا بتحلل المواد العضوية إلى مركبات بسيطة وهاد بساعد على التخلص من الملوثات.

self-purification ← يعني البيئة إلها استيعاب معين (يعني ما بجيب نرمي النفايات وين ما كان ✗) حيث لازم نعمل معالجة للنفايات قبل ما نتخلص منها في البيئة.

adar
ask ;; believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Pollution :- (التلوث)

التغير في الخصائص الكيميائية أو الفيزيائية أو البيولوجية للنظام البيئي (الهواء أو الماء أو التربة)

* الملوثات مش شرط كلها مواد ممكن يكون physical effect زي الصوت ، الضوء ، الحرارة ، الإشعاع .

Madar
ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ENVIRONMENTAL ENGINEERING

- ***Environmental engineering*** uses environmental science principles, along with *engineering concepts and techniques**,
  1) To assess the impacts of societal activities on the environment and the impact of the environment on people, and
  2) To protect both human health and environment.

هدول هم التقنيات الهندسية اللي حكينا عنها بالتعريف اللي قبل

* *Engineering techniques involve design, operation, control and maintenance of engineering units (structures, equipment).*
  - *Design involves material selection, sizing, connection, networking and layout.*

- ***Environmental engineering*** is concerned with the design, manufacture, installation and operation of the engineering systems that sustain and control the environments required by people and processes.
- The ***environmental engineer*** is the one who solves environmental problems using scientific tools (concepts of environmental science and engineering techniques).

زي ماحكينا قبل كدا المهندس هو اللي بحل المشكلات الهندسية.

* المشاكل البيئية :-
① البيئة تؤثر على الإنسان (مثل الأعاصير الحوارى ، ارتفاع ملوحة الماء ، تلوث الهواء ، حرائق الغابات ... .
② الإنسان يؤثر على البيئة ، هذا مجال أكبر وهو اللي بهمنا هنا.

SCOPE of Environmental Engineering

المشاكل البيئية تنشأ من حاجة الإنسان إلى استخدام موارد البيئة

The mission of environmental engineering

ودور المهندس البيئي هو انه يعمل أو minimized

Real-World Problems

حيث controlled تكون التأثيرات على البيئة أقل ما يمكن.

Apply scientific knowledge

* كيف ؟!

Use of Earth's Resources

أو لا باستخدام العلوم (المعرفة العلمية) مثل الكيمياء ، الفيزياء ، الجيولوجيا والرياضيات والأحوال الجوية بمساعدة علوم الاستشعاد والإدارة والهندسة تقوم بتطوير تقنيات تكنولوجيا وسائل ، معدات معالجة ، منشآت ، مكتبات أجهزة معالجة وتحكم على هاي الشغلات لمنع التأثيرات السلبية

Technologies

Release Contaminants to Environment

Minimize Adverse Effects of Pollutants

Environmental Impacts

وهذا العمل الذي يقوم به المهندس له إطار زمني واسع جدا

Qadar ask, believe, recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ENVIRONMENTAL ENGINEERING

❑ **Environmental engineering** is problem-focused field. It operates at four different levels:

1) Remediation of contaminated sites (= fixing the past),
2) Treatment of effluents (= dealing with present),
3) Pollution prevention, and
4) Sustainability policy (= care for future generations).

❑ Environmental engineering is an ***interdisciplinary field*** due to the wide range of science and sources of knowledge involved in environmental issues.

For examples:

❖ 1) Groundwater contamination by leaking gasoline storage tanks: Material science/corrosion, hydrogeology, geochemistry, microbiology hydraulics AND environmental (chemical/ civil) engineering.

❖ 2) Urban air pollution: Meteorology, chemistry, environmental (chemical/ mechanical) engineering.

KEY ELEMENTS OF MODERN ENVIRON ENG.

1. Systems approach – includes multiple processes and interactions between these processes , defined by system boundaries (*Systems can be structural and/or functional*). Also, interactions of pollutants across environmental components is unavoidable.

2. Based on chemistry – environmental quality described by chemical composition of the system (*substances, stoichiometry, concentrations, mass balance*).

3. Quantitative – magnitude of the problem and feasibility of the solution are described *numerically.*

4. Driven by government policy (regulations and standards) which is increasingly set on the basis of risk.

Definition of Risk: *Possibility of loss or injury, AND the chance of loss; the degree of probability of such loss.*

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

1- systems approach :-

بداية الـ sys هو الحلاة حد يكون غاز
أد سائل أو صلب أد mix

الـ process ← الـ change التغيرات يلي
بتحصل بالـ state داخل الـ sys

(العمليات تتم داخل الـ sys)

* لما بدي أحل مشكلة بيئية بدي أتذكر
انو البيئة sys واحد
← بتتكون من sub. sys زي الهواء ، الماء

لكن صعب نحصر الملوثات بـ sub sys
معين (تلوث الهواء لحال ، الماء لحال ..) لأن
البيئة مفتوحة على بعض والملوثات تتنقل بين
الـ sub-sys

لازم الحل البيئة يكون
عندي حل متكامل

Roots to Fruits since 1991
ask ;; believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

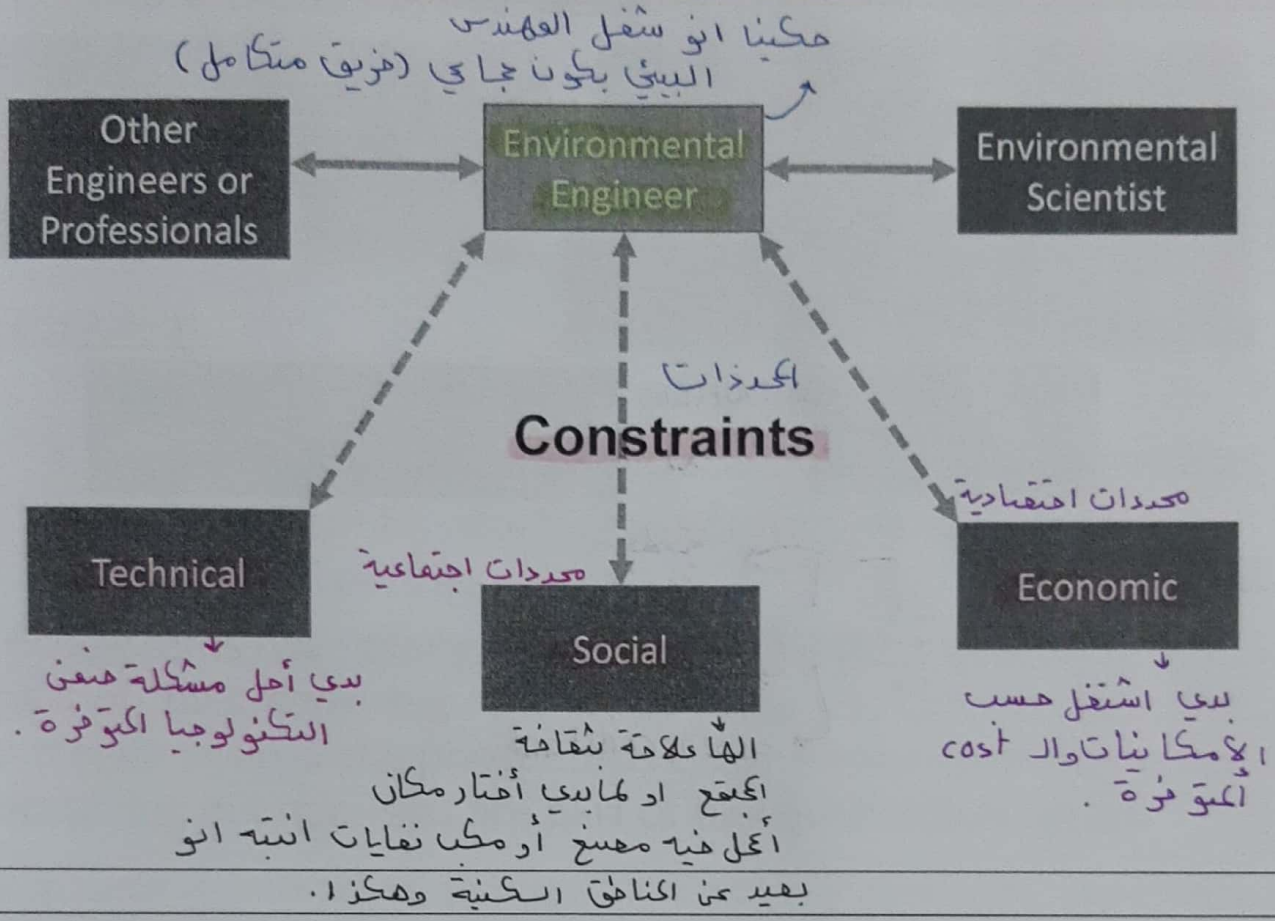
* مثلاً => مشكلة الحلويات الحلبية ، لنفترض
مرضناها يعني حليا مشكلة بس باعتبار
صار عنا تلوث بالهواء (حليت مشكلة في
مكان معين ونقلتها لمكان ثاني ☺) .

2- Based on chemistry :-

أكواد مكونة من جزيئات قابلة للتفاعل
منتجي عنا تغيرات كيميائية ، وممكن الحلويات
تكون موجودة بين اكبر أقل أو أعلى ، عدد الحوالات
كل هاي الأشياء الها دخل.

Nadar
ask & believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Handling of Environmental Problems



ممكنا انو شغل المهندس البيئي يكون جماعي (فريق متكامل)

المحددات

محددات اجتماعية

محددات اقتصادية

بدي أحل مشكلة هيفن التكنولوجيا المتوفرة.

الها علاقة بثقافة المجتمع او مابدي أختار مكان أعمل فيه مصنع أو مكب نفايات انتبه انو بعيد عن المناطق السكنية وهكذا.

بدي اشتغل حسب الإمكانيات والـ cost المتوفرة.

Analysis Environmental Problems

- **Analysis** is crucial for understanding and solving environmental engineering problems. Both natural (ecological) systems and built engineered systems need to be analyzed.
- The purpose of analysis to predict how they do behave, and to explain why.

أي process بتحصل في الطبيعة سواء كيميائية أو فيزيائية أو بيولوجية بتحصل في الطبيعة يتم تمثيلها بمعادلة رياضية هذا اسمه modeling

- **Steps:**
  1) *Translate the physical system into a mathematical representation. This includes physics laws, transformation (chemical, biochemical, electrochemical) processes, and transport (fluid flow, heat transfer, mass transfer) processes.*
  2) *Solve the mathematical problem to obtain the result.*
  3) *Interpret the significance of the result for the physical system.*

Radar
ask ;; believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Analysis Environmental Problems

Examples of mathematical representation of natural processe

- Chemical reaction kinetics:

$$\frac{d[C]}{dt} = k[C]^{n}$$ → order of Reaction

$$\ln\frac{C}{C_0} = -kt \quad or \quad \frac{C}{C_0} = e^{-kt} \rightarrow C = C_0 e^{-kt}$$

$$k = Ae^{-\frac{E}{RT}}$$ E → activation energy

$$k_{T2} = k_{T1}\theta^{(T2-T1)}$$

- Biological:

$$\frac{dX}{dt} = \mu X$$

علاقة طردية

μ → mass, conc. ← (تركيز البكتيريا)

μ → groth, constant rate

← هاي بتعبر عن معادلة تكاثر microorganisms

Ecological & Environmental Systems

- **Ecological systems:** أنظمة بيئية طبيعية يعيش فيها الكائنات الحية في علاقات مع بعضها ومع المحيط (المحيط اللي حوالين) يشمل عناصر البيئة المياه والتربة والهواء والغازات الجوية المختلفة والصخور والحرارة

Natural systems, e.g., coast, forest, desert, valley, etc.

- **Environmental systems:**

Built or human made systems, including water supply, pollution control and waste disposal.

أنظمة الإنسان هو اللي بعملها لبيئته زي الـ engeneering sys

لـ زي سدود على مجرى الماء لتزويد عملية ادارة النفايات

نظام تزويد مياه الشرب water supply

Need to study EES to learn HOW:

1. Nature works. دراسة تساعدنا لنعرف كيف الطبيعة بتشتغل وكيف العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية بتتم في الطبيعة وكيف يعيش الكائنات فيها (من النفايات) وكل شي في الطبيعة وكل شي أشياء.
2. The environment affects us and how we affect the environment. لنساعدنا نعرف كيف الإنسان يؤثر على البيئة وكيف الإنسان بتأثر البيئة، الكائنات كيف معكن تؤثر على البيئة وكيف البيئة بتأثر فيها
3. Humans can live ***sustainably*** on Earth. لـ الحاكمة والهدف النهائي

Nadar ask, borrow & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Ecological systems

- **Ecosystem** is a system of living things that interact with each other and with the physical world.

- Ecosystem:
  - Includes abiotic and biotic components
  - Energy flows and matter cycles among these components
  - Biological entities are highly intertwined with chemical and physical entities.
- Ecosystems have many *biogeochemical cycles* operating as a part of the system, e.g., the water cycle, the carbon cycle, the nitrogen cycle & the phosphorus cycle. All chemical elements occurring in organisms are part of biogeochemical cycles.

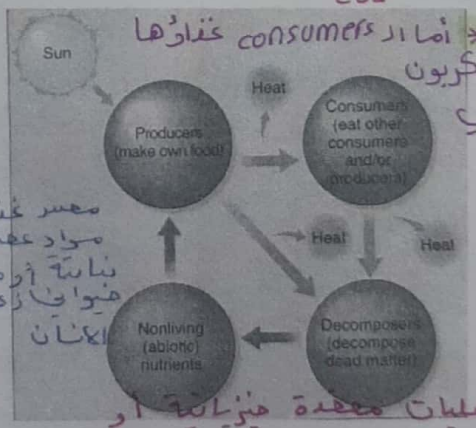
النظام البيئي الطبيعي
يتكون من قسمين ←

Ecological systems

* بشكل عام الحيوانات والنباتات غذاؤها CO_2
* أما الـ consumers غذاؤها من الكربون العضوي

A typical natural ecosystem is divided into:

1. Biotic components: كائنات حية
   a) Producers: green plants, algae — المنتجات
   b) Consumers: herbivores, carnivores, omnivores — المستهلكات (آكلة أعشاب، آكلة لحوم، معدد غذاؤه مواد عضوية نباتية أو معدد حيواني أو كلاهما)
   a) Decomposers: ***microorganism*** (بكتيريا) — المحللات



2. Abiotic (physical) components: كائنات أو مكونات غير حية
   a) Soil
   b) Water
   c) Nutrients (includes C, O2, CO2, N2, P, etc.)
   d) Climate elements: heat, humidity, wind
   e) Physical elements: gravity, radiation, light

في عمليات معقدة فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجيا تتفاعل بين مكونات النظام البيئي الطبيعي (المكونات الحية والغير حية) ينتج عنها التوازن البيئي وتستمر الحياة.

- Interactions occur between abiotic and biotic component, such as transfer of materials and energy.
- Pollutants, in the form of substances &/or physical effects, are foreign components to the natural ecosystem.

الأصل في النظام البيئي الطبيعي انه لا يدخله ملوثات اذا دخل مواد كيميائية أو تأثيرات فيزيائية (حرارة، ضوء، إشعاع) يكون ضار عنا تلوث
(تأثيرات غير طبيعية في النظام البيئي)

ask: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 1

Ecological systems :-

1- Biotic components :-

(a) Producers :- المنتجات ، تنتج غذاؤها بنفسها (ذاتية التغذية) مثل النباتات الخضراء والطحالب تأخذ الكربون من الجو عشان الـ CO_2 وبتعمل بناء ضوئي بتاخد الـ CO_2 وبتعطينا O_2 والمادة العضوية تنمو وتتكاثر ومحتاج لكائن حي آخر يعتمد عليه في غذائها.

(b) consumers :- المستهلكات ، بدها غذاء عضوي تشمل الحيوانات بأنواعها آكلة العشب واللحوم

(c) Decomposers :- المواد اللي بتعمل تحليل أو تفكيك للمواد العضوية عن طريق الإنزيمات اللي بتفرزها وتحللها لمركبات بسيطة

* أهميتها =>

بتستعملها في محطات التنقية ، محطات معالجة المياه العادمة أو الـ cycling أو غيره بتستفيد منها وبتحول الـ waste الموارد (تفكك النفايات وتطلع سماد عضوي ، في الطبيعة بتعمل تفكيك للمواد العضوية وبتخلص منها.

microorganism => البكتيريا هي أهم شيء سواء كانت (هوائية أو غير هوائية ، بعضها producers وبعضها consumers

SIGMA NOTE
Madar ask, believe & recieve BOOK
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 1

2- Abiotic (physical) components :-

(a) soil :- التربة مهمة للعيش عليها ، للزراعة ، للغذاء ، ومن ناحية كيميائية هي عبارة عن صخور ومعادن ومواد غير عضوية .

(b) water :- هي بكافة أشكالها سواء مياه البحر والمحيطات والأنهار والبحيرات وهي كلها مصادر لاستخدام الإنسان

(c) nutrients :- * شو أهمية كل عنصر ولمين من الكائنات الحية بكون .

① C ← مهم للجميع منهو أساس الحياة وهو وحدة البناء الرئيسية في كل الخلايا ، الانسان ، الحيوان ، النبات ، البكتيريا .

② O_2 ← ضروري لمعظم الكائنات الحية ، البكتيريا
- هوائية
- لاهوائية

↓

ما بدها O_2 بالنسبة إلها يعتبر سام ، الـ CO_2 هو غذاؤها

③ N_2 ← مواد غذائية ، الإنسان وكل الكائنات الحية والبكتيريا بحاجة لنيتروجين خلينا نحكي على مستوى الخلية ، الخلية معظمها كربون ، الجدار الخارجي للخلية مكون من بروتوبلازم منه سيتوبلازم ونواة الخلية ، والنواة منها الـ DNA والـ RNA يلي هي العوامل الوراثية لهيك عشان التكاثر لازم يكون منه نيتروجين (الكربون يشكل جسم الخلية والنيتروجين هو المادة الأساسية للنمو والانقسام والتكاثر)

Radar ask, believe & recieve
SIGMA NOTE
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

④ P ← الفسفور ضروري في الخلية لأنه يساعد على تخزين الطاقة ، إذا كان غير موجود أو غير متوفر ممكن الكائن الحي لا ينمو ولا يتكاثر ولا يتنشط

(d) Climate elements :- مثل درجة الحرارة (مصدر الحرارة هو الشمس) وحركة الهواء ال (wind) نتيجة فرق الضغط منخفض أو مرتفع جوي (الرياح).

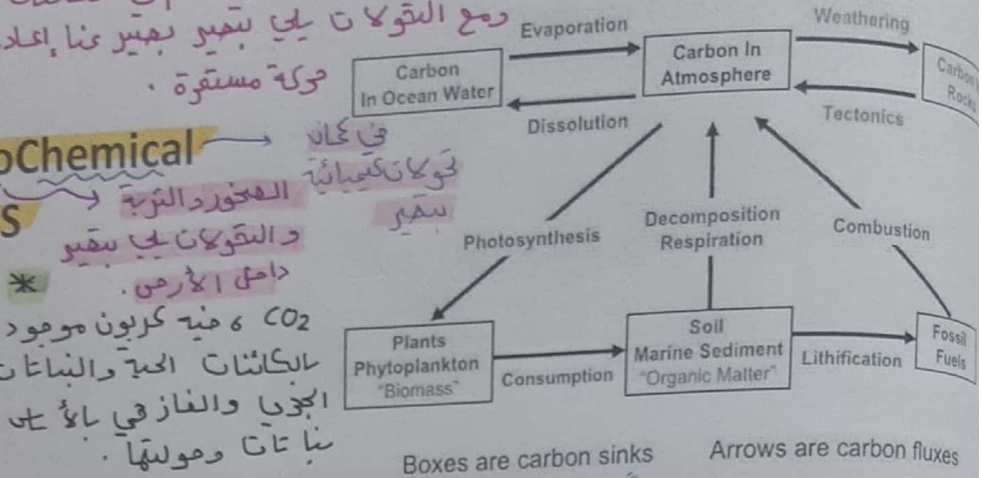
(e) physical elements :- العناصر الفيزيائية مثل الجاذبية لها تأثير على نمو وتحسين وحركة الكائنات ، والاشعاع الشمس بتشع طاقة جزء منها الأرض بتتقفل فيه وجزء منها بينعكس مرة ثانية ، يعني نسبة إشعاع غير فنارة اكمصادر الفنارة في اكمصادر الصناعية ، الضوء بيجي بشكل أساسي من الشمس ☀.

* شو الفرق بين الطحالب والبكتيريا (الفرق الرئيسي) :-
الطحالب بتاخذ CO_2 وبتعطينا O_2 ، أما البكتيريا معظمها بيستهلك الـ O_2 لما يكونوا مع بعض ، الأوكسجين يلي بتعطيه الطحالب بتستهلكه البكتيريا.

SIGMA NOTE
Madar ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

دورات العناصر في الطبيعة ← كل عنصر له دورة في الطبيعة يعني العنصر موزع ومتواجد في أجسام الكائنات الحية، متسم منه في الهواء متسم في الماء في البحار متسم في التربة في الصخور، متسم في الكائنات الحية ومتسم في الكيتة ومع التفاعلات يلي بتصير بصير منا إعادة توزيع وفي حركة مستمرة.

The Carbon Cycle



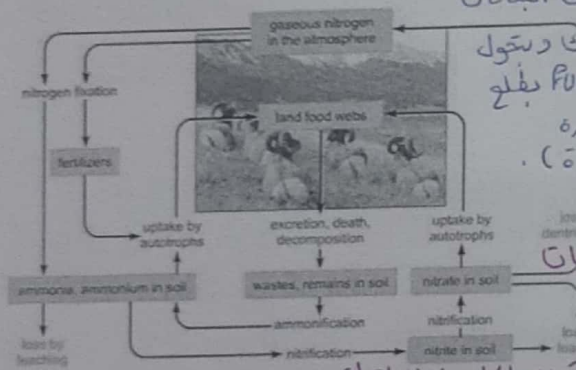
BioGioChemical CYCLES

الكائنات الحية ← في كمان تحولات كيميائية بتصير في الصخور والتربة والتحولات يلي بتصير داخل الأرض.

* الكربون موجود CO_2 منه كربون موجود في التربة ومنه بالكائنات الحية والنباتات والبترول والفحم الحجري والغاز في بالأرض كربون اجا من نباتات وحيوانات.

Boxes are carbon sinks Arrows are carbon fluxes

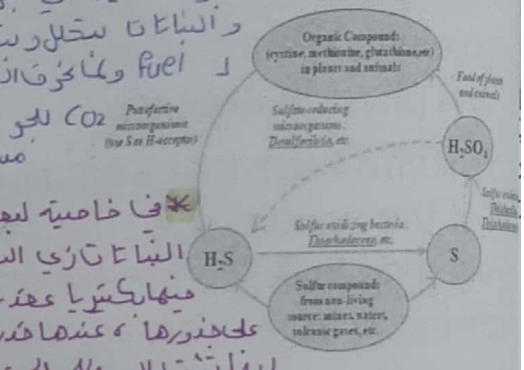
The Nitrogen Cycle



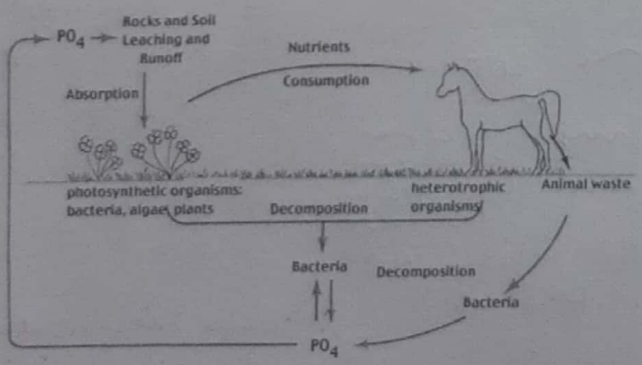
* مثلاً التركيب الضوئي بتنقل كربون الـ CO_2 في الجو إلى النباتات والنباتات بتتحلل وبتتفكك وبتحول لـ Fuel ولما نحرق الـ Fuel بطلع CO_2 للجو للدورة مستمرة).

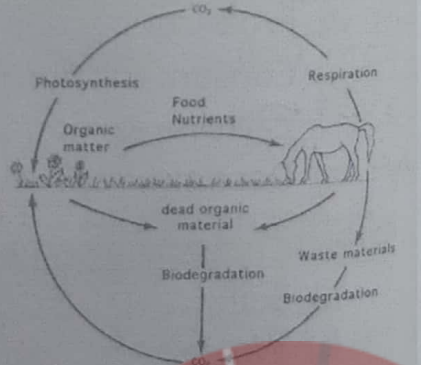
* في خاصية لبعض النباتات زي البقوليات فيها بكتيريا معينة على جذورها، عندها قدرة انها تثبت الـ N_2 الجوي وتحوله لذايبات في اتماد والنباتات بتقدر تستفيد منه كغذاء

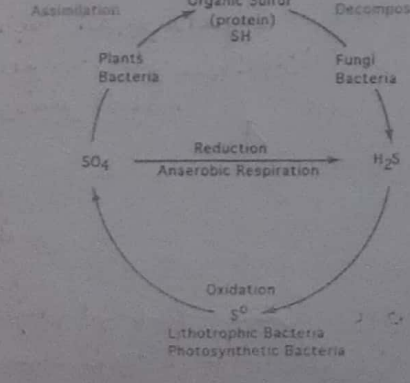
The Sulfur Cycle

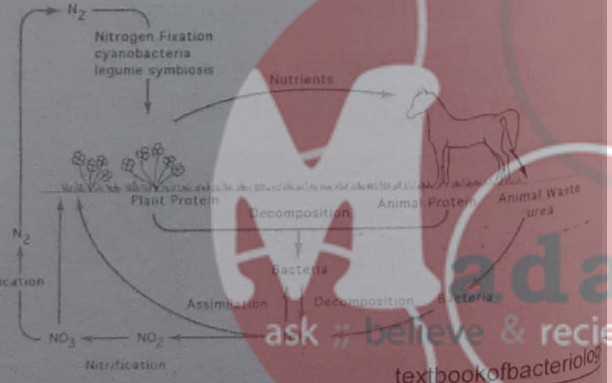


THE PRIMARY ROLE OF MICROORGANISMS IS TO SERVE AS CATALYSTS OF BIOGEOCHEMICAL CYCLES









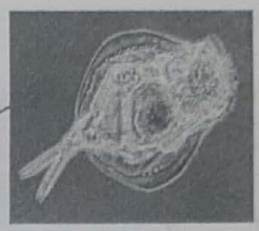
Madar
ask & believe & recieve
textbookofbacteriolog
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

environmental مكون مهم من مكونات النظام البيئي الطبيعي ويوظفها بال systems

Classification of Microorganisms

هي كائنات مجهرية صغيرة جدًا تحتاج إلى مايكروسكوب عشان نشوفها بعضها وحيدة الخلية وبعضها عديدة الخلايا.

Plants	Animals
Mosses	Rotifers
Ferns	Crustaceans



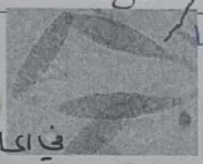
* راح نحكي أكثر عن البكتيريا و Algae و Fungi

Mosses و Ferns: نوعين من النباتات

Rotifers و Crustaceans: حيوانات عبارة عن كائنات صغيرة وعديدة الخلايا وخلاياها أقرب للخلايا الحيوانية

Eucaryotes		
Algae	Fungi	Protozoa
Procaryotes		
Archea		Bacteria

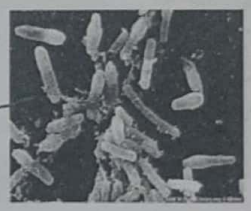
Algae: ملاحظها أقرب للنبات



Fungi: * البكتيريا تتغذى على المواد العضوية الذائبة في الخلاء وال Protozoa تتغذى على البكتيريا وال Rotifers تتغذى على ال Protozoa (كل واحد يتغذى على الثاني)

Protozoa: بداية توجد الخلية لقد أنشؤن بالخلية ملاح تشبه حيوانات او نباتات

لما نحكي الكائنات عديدة الخلايا يجي تركيبها أعقد اذا animals كحال واذا plant كحال



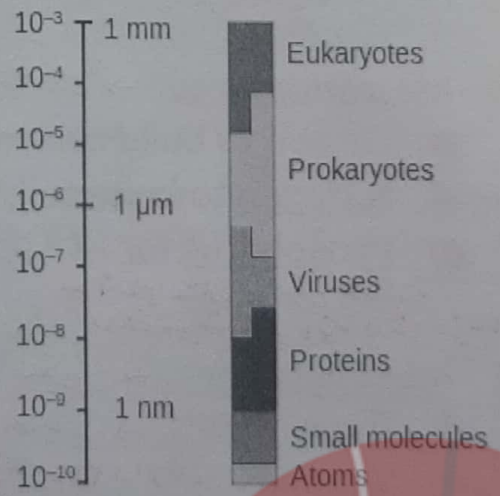
Procaryotes: وحيدة الخلية

Archea

Bacteria

Classification of Microorganisms

- **By carbon source**
  - ✓ autotrophs (use inorganics)
  - ✓ heterotrophs (use organics)
- **By energy source**
  - ✓ Phototrophs (use sunlight)
  - ✓ chemotrophs :
    - *chemo**organo**trophs* or
    - *chemo**litho**thotrophs*



- **By their relationship to oxygen**
  - aerobic, anaerobic, facultative
- **By optimum growth temperature**
  - psychrophiles (4-25°C), mesophiles (20-45°C), thermophiles (40-75°C)
- **By ecological habitat**
  - terrestrial (soil), aquatic (fresh water), marine (sea water)

ppm = mg/L

* درجة ملوحة مياه البحر 30000 ppm تقريبًا.

* درجة الملوحة لمياه الشرب أقل من 300 ppm.

* درجة ملوحة المياه الجوفية 1000 او 2000 ppm

Nadar ask & believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 1

✱ Classification of Microorganisms :-

1- By carbon source =>

① ذاتية التغذية تستهلك الكربون الغير العضوي مثل الطحالب .

② بحاجة لكربون عضوي هاي مثال عليها البكتيريا decomposer و الـ Fungi

2- By energy source => تصنيف حسب مصدر الطاقة اللازمة .

① التمثيل الضوئي لا يحصل إلا في وجود أشعة الشمس مثل الطحالب .

② مثل البكتيريا بتاخذ طاقتها من اكواد الكيميائية الذائبة في الماء .

1. chemoorganotrophs → مواد كيماوية عضوية
2. chemo lithotrophs → مواد كيماوية غير عضوية

3- By their relationship to oxygen => حسب علاقتها مع الـ O_2

① هوائي وكائن هوائي في بالتالي ضروري له الـ O_2

② لا هوائي الأوكسجين لا يلزم وممكن يكون ضار بالنسبة له (في بكتيريا الأوكسجين بالنسبة الها سام يحد من تكاثرها ونشاطها .

③ اختيار هوائي ولا هوائي اذا منح O_2 تشتغل الها هوائية إذا ما في O_2 تشتغل الها لا هوائية .

Radar ask & believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 1

4- By optimum growth temperature ⇒ حسب الحرارة المثلى لها للعيش وتتكاثر منها
(الكثافي)

① psychrophiles → مثلية
② mesophiles → معتدلة
③ thermophiles → عالية

* بهيك مت أحمل أعلى معدل في النمو والنشاط بهاي الظروف يعني بدي أحسب range الحرارة لي بتشتغل منه لتحقق هاد الشي.

* اكثر range بهنا هو المعتدل.

5- By ecological habitat ⇒ حسب البيئة أو المكان الذي تعيش منه

① باكتيريا تعيش داخل التربة.

② تعيش في microorganisms الـ أكياه العذبة (مياه البحيرات والأنهار).

③ تعيش في مياه البحار

* ما هي البيئة المناسبة لتكاثر الـ microorganisumes :-
لازم وعا رطب ما بتشتغل بوعا جاف لأنو غذاؤها من N_2 و P كلة هاد بكون ذايب في اي من خلال الـ membrane جدار الخلية.

Madar ask ;; believe & recieve
S I G M A N O T E
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Metabolism

عملية التأيض أو التمثيل الغذائي، كل كائن حي فيه تفاعل عدة أنواع داخل الجسم وفيه إنزيمات وعمليات هدم وبناء

A series of energy conversion processes by performed by a cell

① Catabolic

عمليات الهدم، تفكيك الجزيئات الكبيرة إلى صغيرة حتى يستطيع الجسم الاستفادة منها (من الأسنان لغاية البكتيريا)

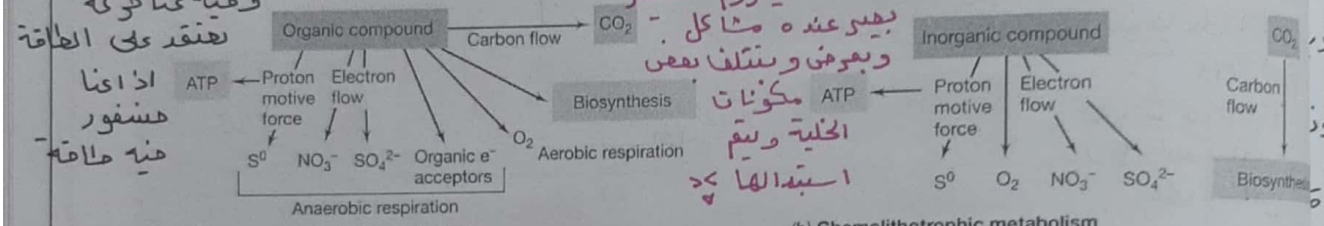
1. Dissimilation: substrate breakdown
2. Respiration: use of D.O. as electron acceptor
3. Fermentation: use of compounds as electron acceptors ← التخمر، يتطلق على الكاربوهيدرات، الأوكسجين غير موجود.
   Oxidation

② Anabolic

عملية البناء، الاستفادة من المواد الغذائية في بناء الخلايا وفي التكاثر وفي تزويد الجسم بالطاقة.

1. Assimilation: utilization of substrate breakdown products ← بعدما يتم تحضير المركبات إلى عناصر بسيطة الجسم بدو يستفيد منها عشان النمو والتكاثر
2. Biosynthesis: cell building Motion
3. Repairing and replacing cell materials

O_2، N_2 بتاخد وفيه عناصر تعتمد على الطاقة اذا اكنا مسفور فيه طاقة



حتى الكلوروم الصغير بيصير عنده مشاكل وبموت وبتختلف بعض مكونات الخلية وبيقم استبدالها

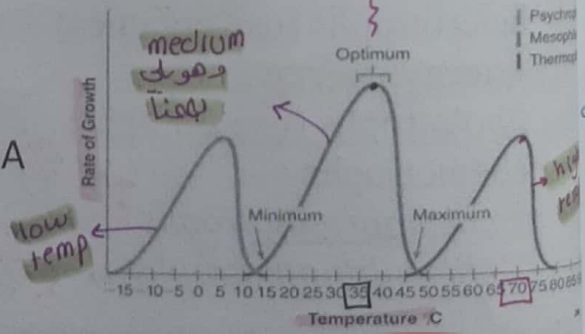
* ضمن range معين

* الـ H^+ والـ OH^- تؤثر على الإنزيمات، الـ growth rate قليل يعني الـ acid مؤثر على الإنزيمات.

BACTERIAL GROWTH REQUIREMENTS

1. A terminal electron acceptor (O2, NO3-, organic)
2. Macronutrients ← كميات كبيرة
   - Carbon to build cells
   - Nitrogen to build cells ← أساسي عشان التكاثر والانقسام
   - Phosphorus for ATP and DNA ← أساسي عشان موضوع الطاقة وحتى موضوع الوراثة يدخل فيه العنصر.
3. Micronutrients ← كميات صغيرة
   - Trace metals ← زي الحديد
   - Vitamins والبوتاسيوم والزنك بتشتغل عمل إنزيمات الخلايا.
4. Appropriate environment
   - Moisture: رطوبة ← عشان تتكاثر بها بيئة رطبة زي في الغذاء
     (water availability to cell)
   - Temperature
   - Medium pH

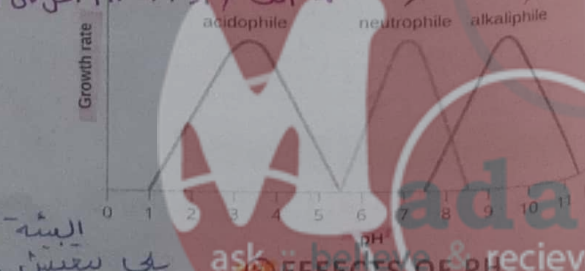
ما يكون الـ growth rate أعلى ما يمكن تقويتها عند حرارة 35°C



very low pH غير مناسب واد very high نفس الأشي.

① EFFECTS OF TEMPERATURE

low pH البكتيريا المعدية في بتستعملها زي الـ Fungi لها أعلى من 7 أي الـ pH أعلى من



② EFFECTS OF PH

البيئة المقصود فيها الوسط اللي بتعيش فيه الـ microorganism إما في المياه الطبيعية أو البحر أو التربة، أو أماكن بتعمل هاد الوسط (عوض دد)

Nadar ask believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 1

✳ Metabolism :-

1 - Catabolic =>

① Dissimilation => المواد الغذائية التي يقوم الميكروم (substrate) ← بتفكيكها

← هو الفرق بين الـ (substrate) والأنزيم =>

الإنزيم عبارة عن Biocatalyst ، مادة بروتينية تقوم بتفكيك المركبات صعبة الهضم .

② Respiration => الـ Biochemical rxn عبارة عن electrochemical rxn منها transfer of electron زي التأكسد والاختزال فيه انتقال للالكترونات (لازم يكون في مادة تاخد الإلكترونات (تسحبها) :-

① البكتريا الهوائية => الأوكسجين هو المادة اللي بتسحب و بتستقبل الإلكترونات ، الأوكسجين دوره electron acceptor .

② البكتريا اللاهوائية => ما في O_2 ، في مواد ثانية بتلعب دور الـ electron acceptor ، المادة العضوية نفسها أو النترات (NO_3) .

Madar
ask :: believe & recieve
S I G M A N O T E
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 1

* Effect of temp => شرح الـ curve

* بما الحرارة تزيد بزيد الـ growth rate ليوصل الـ max بعدين بصير بنزل لو سخنت أكثر :-
في الكعك الصاعد اذا حرارة أعلى الـ reaction rate أسرع بالتالي الـ growth rate أسرع وهذا يعتمد على الـ Biochemical rxn

* داخل الجسم في إنزيمات راح تفرزها وتحلل اكواد الكبيرة لحجم أبسط وتتغذى عليها وتتكاثر وبعد ما توصل لـ max هون بصير التأثير عكسي لأنو ما سخن أكثر بتلف الإنزيم الحرارة غير مناسبة له فالـ Biochemical rxn بتوقف بالتالي اللي يوقف (تلف الإنزيم) .

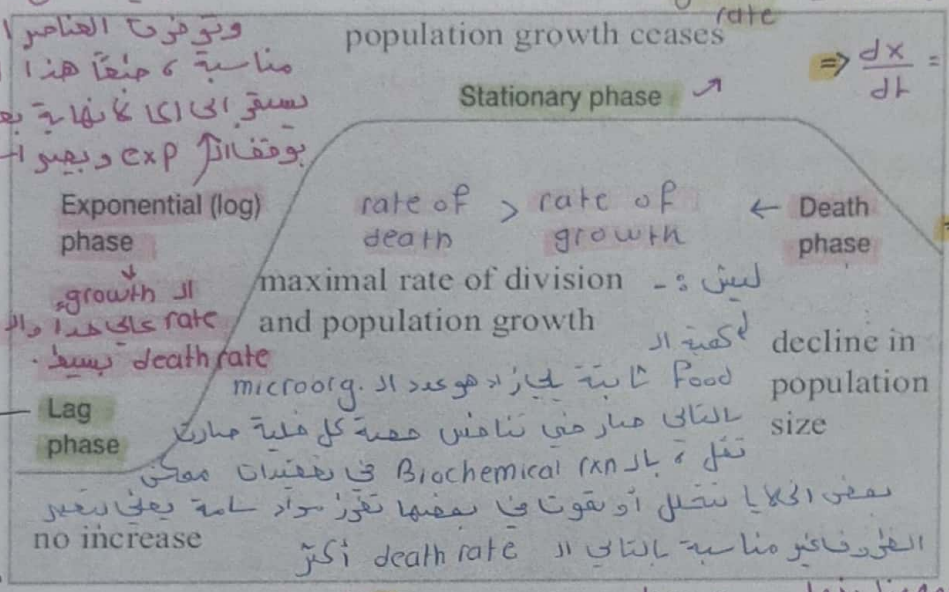
* اكلها فيها زي membran بتقص منه الغذاء ، طيب إذا كانت الـ molecules كبيرة كيف راح تحصل على غذاؤها من هاي اكواد :-
ممكن تفرز عليها إنزيمات ، الإنزيمات نوعين إما تفرز إنزيم خارج الخلية أو إنزيمات تفرزها داخل الخلية .

* لو كان عنا من فيها مواد عضوية ذائبة فيها وحبنا عينة من الـ microorganisim البكتيريا حطيناها فيها راح بتلش تتعرف على الوسط اللي هو لها يعني سميناها (environment) مشان تحصل على غذاؤها وتتعرف المعروف مناسبة ولا لا وهاي العينة بسميها seed .

SIGMA NOTE
Madar ask ; believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

KINETICS OF BIOLOGICAL GROWTH

- If you inoculate bacteria into a fresh sterilized medium and measure the cell number versus time and plot it, you may find that there are four main phases of growth and death.



ENVIRONMENTAL SYSTEMS

I) The water resource management system

1. **Water supply sub-system**
2. **Wastewater disposal sub-system**

II) The air quality management system

III) The solid waste management system

1. **Municipal solid waste**
2. **Hazardous waste**

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

Water resource management system

نظام إدارة الـ Fresh water

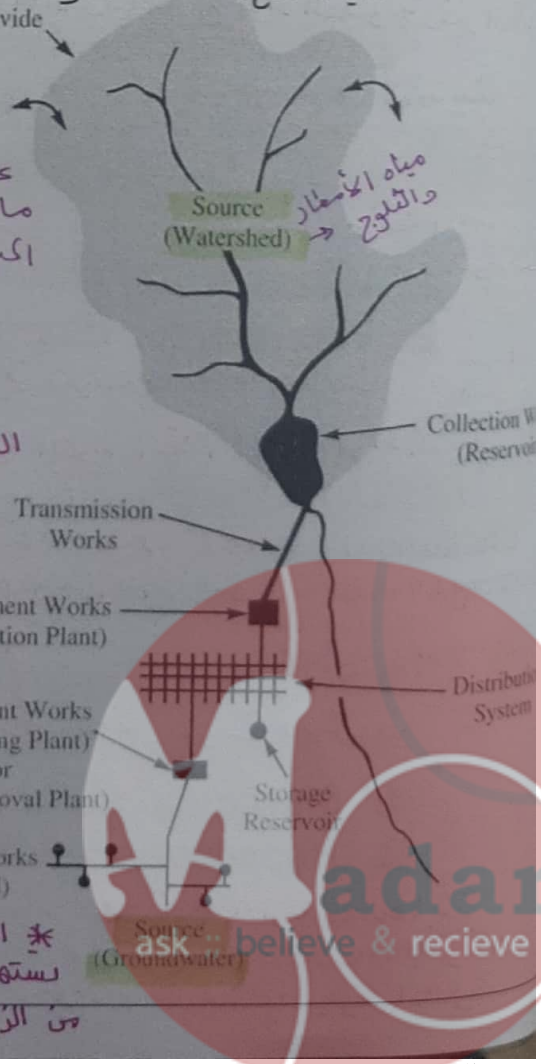
① Water supply sub-system

System Components:

- Planning
- Design
- Operation of processes: *collection, treatment (purification), transmission, distribution.*

Water Sources:

1. Meteorological water: rain, snow
2. Ground water: springs, wells
3. Surface water: rivers, lakes, oceans



FACTORS THAT INFLUENCE PER CAPITA WATER CONSUMPTION:

1. Climate
2. Industrial Activity
3. Meterage & System Management
4. Standard of Living & Attitude

Ref. Davis & Cornwell:
Intro. To Environ. Eng., McGraw-Hill

Radar ask · believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

① & ② كيف بنعالجهم :- كل مصنع له محطة تنقية وأحيانًا بكون عنا مدن صناعية مجموعة مصانع تشترك مع بعض في محطة لمعالجة المياه القادمة الطالعة من المصنع.

② Wastewater Disposal Sub-system

أنواع ومصادر المياه القادمة

☐ Wastewater Sources:

1. Domestic sewage ← مياه الصرف الصحي مكوناتها في العالم متشابهة راح نركز عليها
2. Industrial effluents ← المياه الخارجة من المصانع (مياه عادمة صناعية) تختلف حسب الصناعة
3. Agricultural runoff ← مياه الصرف الزراعي اي وهي ماشية بتكون نفيثة وبتطلع ملوثة بتحمل معاها ملوثات ومبيدات وكيماويات زراعية.
4. Storm runoff ← مياه الأمطار لما تنزل على سطح الأرض بتجرف معاها وبتروح على مناهل خاصة فيها.

* شبكة بتضريف المياه القادمة سواء صرف صحي او أمطار هل مشتوكين مع بعض وكل اثر لحال :-

ممكن تكون مياه الصرف الصحي شبكة خاصة والأمطار الها نظام خاص ① تركيز أكواد الملوثة بتكون عالي هذا حوالي 1000ppm لما تختلط عليها الأمطار بتخفف اد load بهي عملية التنقية أسهل لأنو التلوث عالي هذا ② توفر العبء الهيدروكي على محطات التنقية.

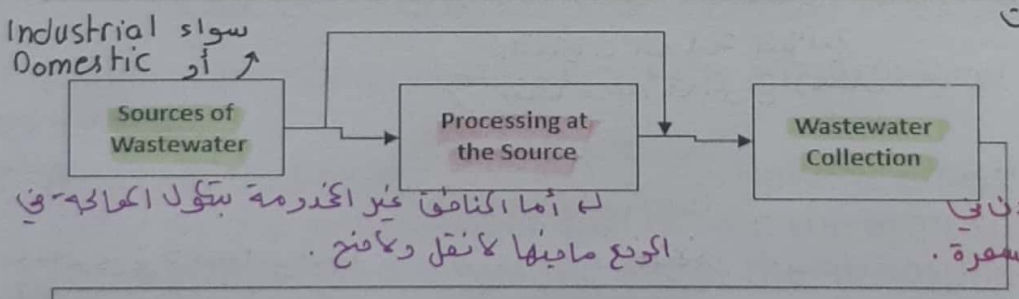
☐ Collection: 2 types of sewers:

A. separate sanitary & storm,
B. combined → نفس نظام الصرف الصحي يستقبل مياه الأمطار وكل اللي هلي تروح على محطات المعالجة من حيثما انو مياه الأمطار تخفف من الملوثات وهو أقل اقتصاديًا أقل cost.

☐ Treatment: Stabilization of waste material or pollutant so that it will not be harmful to humans or the environment when disposed of.

محطة التنقية بصير فيها معالجة عملية التخلص من الملوثات لحتى نرجع نفيد استعمالها بالزراعة وغيرها.

Wastewater Disposal Sub-system



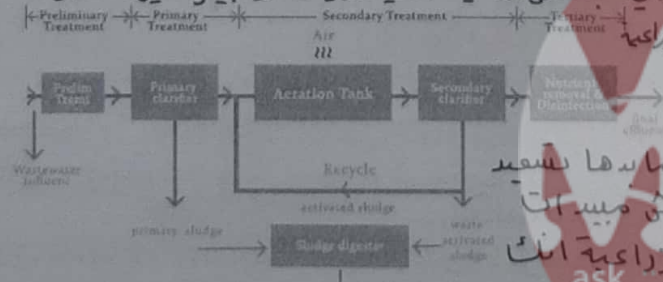
Industrial سواء Domestic أو

* هاي الخطوات كاملة للمناطق المخدومة

* تعالج المياه العادمة في الأردن في منطقة خربة السمرة.

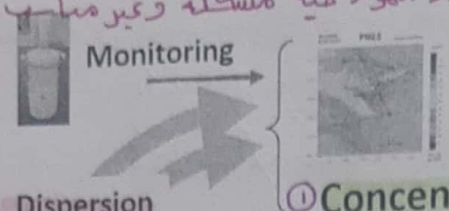
لـ أما المناطق غير المخدومة بتكون المعالجة في الموقع مافيها ناقل ومافتح.

* كيف نعالج الـ Agricultural runoff :- لا نعالج، لكن بعد فترة من الزمن اذا كنا نزرع مخضراوات مثلًا بدها سماد وبدها مبيدات بعد كم سنة الأرض بصير فيها نسبة كبيرة من الكيماويات واللي بتحمل هاي الكيماويات وبصير فيها ملوحة عالية نوقف نوعية الزراعة نغير استعمال الأرض في الزراعة بدل ما نستعملها لزراعة الخضراوات نستعملها لزراعة الحبوب لما بدها تسميد للأرض ولا استعمال ورش مبيدات وهاي بسعوها الدولة الزراعية انك على فترة تريح الأرض وتزرعها حبوب لغاية ما تنقى التربة.



ask & believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* يكون في مواصفات معينة إذا حتى أعلى من الكوامنة اذا يكون في مشكلة مثلاً أعلى عدد من الـ O_2 كذا ومن الـ CO_2 وهكذا اذا النفس غير يكون هاد الهواء منيه مشكلة وغير مناسب للبيئة والإنسان.



* يعني أنا بدي أشوف وين المشكلة مصنع، سيارة وهيك وأحرر على بدائل، يعني اذا من مصنع نطلب منه يركب فلاتر او emission control كثيرة جداً

بدل السيارات بسيارات كهرباء وهكذا.

لما بنبلش من الـ conce. لو أخذنا عينات وحسينا تراكيز في الجو راح نلاقي مثلاً الرفي مشكلة بدنا نشوف تأثيرها على البيئة والانسان

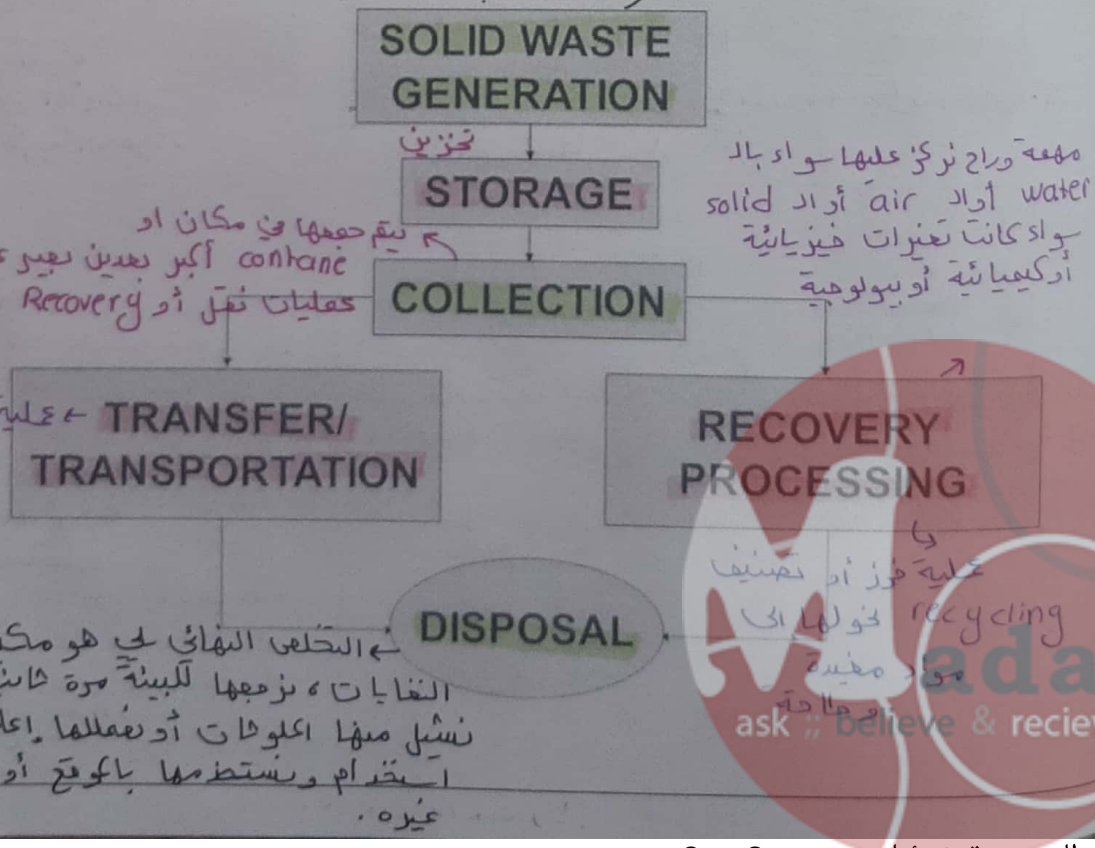
control بدي أعمل على المصادر مش بس أخذ عينات

أخذ قرار

Mathematical Model نشوف تراكيز الملوثات كمان في

solid waste management system

النفايات الصلبة المنزلية تنشأ وتبدأ في أي موقع (مكان معين)



Madar
ask & believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نفايات خطرة لا يمكن خلطها مع النفايات البلدية لما خصائص تختلف وتشكل خطورة على صحة الانسان وحياته وعلى عناصر البيئة

Hazardous Waste Management

- Hazardous waste is "any waste of combination of wastes that poses a substantial danger, now or in the future, to human, plant or animal life and that therefore must be handled or disposed of with special precautions."
  - **Sources** can be Industrial, Commercial, Agricultural & Household. (1) (2) (3) (4)
  - **Chemical composition**: can be organic, inorganic or mixture. (1) (2) (3)
  - **Physical state**: can be solid, liquid or gas. (1) (2) (3)

تصنيفات من ناحية كيميائية وفيزيائية

مواد عضوية صعبة التحلل في البيئة العادية

له هون لها أكثر من حالة أمامي

مثل بس solid

Main Classes of HazWaste:

مواد كيميائية قد تتسبب التآكل

1) corrosive & reactive,
2) ignitable or flammable, مواد قابلة للاشتعال
3) toxic or poisonous, مواد سامة
4) infectious, مواد معدية ممكن نقللها موت
5) radioactive مواد مشعة

أمثلة على مواد خطرة

Examples on Important categories:

1) Persistent organic pollutants (POPs)
2) Polychlorinated biphenyls (PCBs)
3) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)
4) Medical waste
5) Heavy metals sludge

عشان نحول من منقط عالي للمنقط لي بيشتغل عملية الآلة بدل محمل هاد المحول بحتى بالتالي بدنا بنزوده بهاي المادة وهي مادة لبنزين الكربونات الكلورينية مع الاستخدام ما بنفع بنزود بهي لأنها مومة لكهرباء

مواد سامة (صعبة الهضم) لازم نردح على مكب خاص

نتخلص منها بالحرق (الترميد)

ما بقدر نضمنها لازم combustion بالحرارة

عملية الطلاء الكهربائي على الأجهزة الكهربائية لي

أمثلة على مواد كيميائية

نفايات خاصة خطرة على صحة الانسان والبيئة سواء كانت هي أو ما ينتج عنها أو أوعية تحتويها

أو نظهر تأثيرها على المدى البعيد في الجو

بالبيت بتكون مغلية بالمطبخ العشبة تهيئ لها طرق خاصة للتعامل معها.

خطرة :-

1) الكلور (المنظفات)
2) البطاريات
3) ميزان الحرارة
4) بواقي المبيدات الحشرية
5) الـ solvent زي التنر والأسيتون
6) الأدوية
7) commercial

البيئة عبارة عن نظام متكامل ضمن مجال أغلف الهواء عن الي تحته متقبل بعضه الملوثات بشكل

بعضها يتوزع بالماء أو الهواء أو التربة لهيك لازم ناخذ الموضوع بشكل

MULTIMEDIA SYSTEMS

- Many environmental problems cross the air-water-soil boundary, e.g.
  - A. Acid rain that results from the atmospheric emission of sulfur oxides and nitrogen oxides into the atmosphere. These pollutants are washed out of the atmosphere, thus cleansing it but in turn polluting water and changing the soil chemistry that ultimately results in the death of fish and trees.

    بنزل على الي والشجر على الكنازل وعلى النباتات

    بعد ما تخرجها للملوثات الصلبة وتتخلص منها لازم تجمع الغازات لي بتطلع قبل ما توصل للجو.
  - B. Disposal of solid waste by incineration results in air pollution, which in turn is controlled by scrubbing with water, resulting in a water pollution problem.
- In multimedia problems, environmental engineers must use a multimedia approach, and work with a multidisciplinary team to solve environmental problems.

  pollution prevention أفضل حل للمشاكل البيئية هو
- The best solution to environmental pollution is ***waste minimization.***

  مثلاً نفعل تغيير ← باختيار الـ Raw material أو تغيير الـ proces أو نفعل

  ask ; believe & recieve

  أي مادة بمادة نفعل تحكم نقلل المادة من مصدرها.

Scanned with CamScanner
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

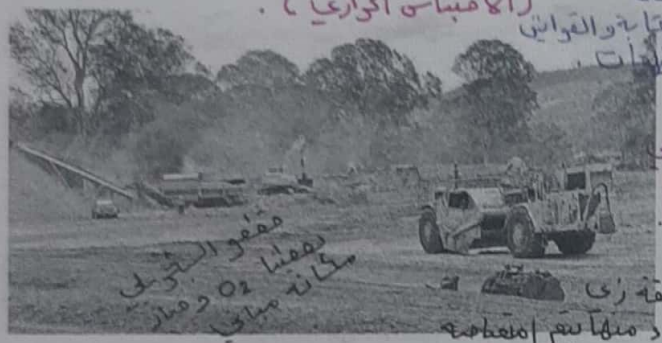
Global Environmental Problems

Most Important

1. Habitat destruction, degradation and loss of species biodiversity
2. Depletion of renewable and non-renewable resources
3. Pollution of air, water & soil
4. Land use and land cover change
5. Climate change

Causes

1. Human population growth
2. Wasteful use of resources as well as poverty
3. Poor environmental accounting or auditing
4. Lack of environmental education, awareness & law enforcement



SUSTAINABILITY

- **Sustainability** establishes and maintains the conditions under which humans and nature can **exist in productive harmony**, that permit fulfilling the social, economic and other requirements of present and future generation.
- **Sustainability** involves:
  1) Soil conservation,
  2) Renewable energy sources;
  3) Pollution reduction & waste recycling
  4) High-efficiency irrigation
  5) Organic agriculture
  6) Habitat and species protection
  7) Fighting global climate change.

- **Sustainable development**: development or progress that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their needs

ask, believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

PROFESSIONAL ETHICS FOR ENGINEERS

أخلاق البيئة

مش كل إنسان بتحكم من عنده في ميثاق خاص تتنباه النقابات المهنية لازم كل الأعضاء تلتزم منه بطريقة معينة في التعامل من حفنها كيف نتعامل مع البيئة.

❑ Engineering ethics:

- A set of ethical standards that applies to the profession of engineering.
- There are several important characteristics of professional ethics.
  - Unlike common morality and personal morality, professional ethics is usually stated in a formal code.
  - There are usually several such codes, promulgated by various components of the profession.
  - Professional societies usually have codes of ethics, referred to as "code of professional responsibility," or "code of professional conduct".

لازم المهندس يستخدم خبرته وعلمه و معلوماته ومهاراته ويتخذ قرارات صحيحة فيما يتعلق في البيئة للتحسين حياة الإنسان مابيريكون هدفه الربح أوانو يمشي أي مشروع على حساب البيئة أي مشروع فيه ملوثات لهيك لازم يحط البيئة بعين الاعتبار أثناء عمله.

CODE OF ETHICS FOR ENGINEERS

Fundamental Principles

← وهو عبارة عن ميثاق متفق عليه (مسؤولية مهنية)

Engineers uphold and advance the integrity, honor and dignity of the engineering profession by:

إذا خالفها النقابة تحاسبه.

1. Using their knowledge and skill for the enhancement of human welfare and the environment;
2. Being honest and impartial and serving with fidelity the public, their employers and clients;
3. Striving to increase the competence and prestige of the engineering profession; and
4. Supporting the professional and technical societies of their disciplines.

Adar
ask ;; believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ENVIRONMENTAL REGULATIONS IN JORDAN

1. Environmental Protection Law, No. (6) of 2017 (http://moenv.gov.jo/AR/Documents/Law.pdf)

1. Other laws: Public Health Law, Agriculture Law, Water Authority Law, Municipalities Law.

2. REGULATIONS:

- Regulation No. (37) of 2005 : Licensing / Environmental Impact Assessment.
- Regulations No. (25) of 2005 Soil Protection
- Regulations No. (29) of 2005 :Natural Reserves & National Parks
- Regulations No. (27) of 2005: Management of Solid Waste
- Regulations No. (29) of 2005: Air Protection
- Regulation No. (24) of 2005 : Management, Transport and Handling of Harmful and Hazardous Materials.
- Regulation No. (85) of 2002: Groundwater Monitoring

ENVIRONMENTAL REGULATIONS IN JORDAN

4. Instructions:

- *Instruction of Management and Handling of Hazardous wastes, 20*
- *Instructions for disposal of industrial wastewater to sewers public sewer of the year 1998 /Water Authority of Jordan.*
- *Instructions of Noise Control, 2003/Ministry of Environ.*

5. Jordanian Standards *(Technical Regulations).* These standards are issued by the *"Jordan Institution for Standards and Metrology"*:

- JS 286/2008: Water- Drinking Water Standards
- JS893/2007: Water – Reclaimed Domestic Wastewater.
- JS202/2006: Water – Reclaimed Industrial Wastewater.
- JS 1176/2008: Water - Reclaimed gray water in rural areas
- JS1145/2006: Sludge – Reuse of treated sludge in agriculture.
- JS 1140/2006: Environment- Air quality-Ambient air quality.
- JS 1145/1996: Sludge: Uses of treated sludge in agriculture

ask & believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

COD قوي ويشمل مواد غير عضوية كمان

JS 202/2006: WATER – INDUSTRIAL RECLAIMED WASTEWATER

لأنو $K_2Cr_2O_7$ عامل مؤكسد قوي أي Cr^{+6} قابل للتفاعل بيتفاعل معه.

Characteristic	Unit	Limit, according to crop irrigated		
		A*	B**	C***
BOD	mg/L	30	200	300
COD	mg/L	100	500	500
DO	mg/L	> 2	--	--
TSS (لازم يكون)	mg/L	50	100	150
PH (متعادل تقريبًا لا حمضي ولا قاعدي)	pH units	[6-9]	6-9	6-9
Turbidity	turbidity units	10	--	--
NO_3	mg/L	30	45	45
Total nitrogen	mg/L	45	70	70
E. coli	MPN/100mL	100	1,000	--
Helminth	eggs/L	1	1	1

* Cooked vegetables, parks, playgrounds, urban landscaping

** Fruit trees, highway landscaping *** Field crops, industrial crops and timber trees

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Regulation No. (37) of 2005 : Licensing / Environmental Impact Assessment (EIA). (http://moenv.gov.jo/AR/Documents/)

This Regulation has provided a classification of development projects based on the need for EIA study as follows:

Category 1: includes the projects which require a ***comprehensive EIA*** (e.g., oil refineries, power stations, mining and extractive industry, chemical and petrochemical industry, hazardous waste disposal sites and others).

Category 2: includes the projects which require a ***preliminary EIA***, based on which the need to conduct a comprehensive environmental impact assessment will be determined (e.g., metal processing, food industry, textile and fabric industry and municipal solid waste landfills).

Category 3: includes the projects that require neither a preliminary nor a comprehensive environmental impact assessment.

The Ministry periodically supervises and monitors these projects to ensure that they are executed correctly.

Qadar ask ;; believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

REFERENCES

1. Wright, R. and Boorse, D. Environmental Science: Toward a Sustainable Future, 12th Edition, Pearson, 2016.
2. Davis, M.L. and Cornwell, D.A. Introduction to Environmental Engineering, McGraw-Hill, 5th Edition, 2013.
3. Peavy, H.S.; D.R. Rowe and G. Tchobanoglous. Environmental Engineering, McGraw-Hill, 1985.
4. Sustainable Infrastructure The Guide To Green Engineering and D by S. Bry Sarté, Wiley, 2010.
5. Dodds, R., and Venables, R., Eds., 2005. Engineering for Sustainab Development: Guiding Principles. The Royal Academic for Enginee 2005.
6. Eckenfelder, W.W. Principles of Water Quality Management, Sprin 1979.
7. http://moenv.gov.jo/AR/Pages/mainpage.aspx

(degree of pollution) راح نحكي عن تلوث المياه

* نلاحظ بالرسمة إلي تحت انو عنا أنواع تربة وفي أكثر من مصدر للملوثات

ونوعية المياه سواء مياه طبيعية أو عادمة ش

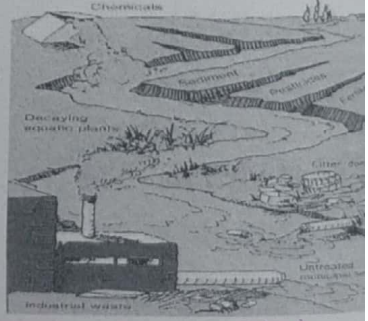
أنواع الملوثات وكيف نفتتيها.

Chapter 2

WATER POLLUTION and CHARACTERIZATION

تلوث المياه الطبيعية

POLLUTION OF NATURAL WATERS



* أنواع الملوثات مواد عضوية وغير عضوية و heavy metals

1) Natural waters:
   - Surface water (lake, river) مياه سطحية
   - Groundwater (wells and aquifers) مياه جوفية
   - Sea /coast مياه البحر

المادة العضوية (الملوثات) من نقطة معينة مثل ما صورة ①

المواد العضوية (الملوثات) جاي ②

تحولها مزارع ← من مصادر متعددة

2) Water pollution sources (point and non-point) and their impac
3) Parameters to characterize *polluted water or wastewater*
4) Control of water pollution:
   - Point source: Prevention by wastewater treatment before discharge

سهل نسيطر عليها ونعالجها لأنو مصدرها معروف

   - Non-point source: Minimization by several management opt

buffer zones ← جزء حاجز أو فاصل انو أي أنشطة تعمل ① بدها تعامل بحيث تكون بعيدة عن الأماكن الحساسة وهذا بعمل للمصانع حتى تكون بعيدة

② قوانين والتزام عشان نفاكهه بدنا إدارة ومتابعة وتشريعات.

Dr. Ahmad AbuYaghi Oct. ask2

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أو ماهي الملوثات يلي بتكون بالماء سواء مياه طبيعية أو غيرها

Parameters to characterize polluted water

راح نحكي عن الـ parameter يلي بنقيس منها الـ water quality

1. Parameters of "water pollution" are also parameters of "wastewater composition".
2. These parameters are used to quantify and control natural water pollution, as well as to characterize wastewater for treatment, discharge or reuse.

راح نحكي عن الخواص يلي بتجعلها للماء

ملوثات تحدد نوعية الماء وكل واحدة لها خواصها.

① Physical Parameters:

1. Total Suspended Solids: TSS
2. Fat, oil & greases: FOG
3. Turbidity: NTU
4. Color and Odor
5. Temperature

② Biological Parameters

1. MPN of microorganisms virus, bacteria, protozoa,...) /10mL
2. Number of eggs/L (parasites)

③ Chemical Parameters

1. Dissolved Oxygen: DO
2. Dissolved Organics: BOD, COD
3. Nutrients: TKN, total P
4. Toxic Metals (Pb, Ni, Cr, Hg,..)
5. Priority Organics: VOCs, PCBs, phenols, etc.
6. pH (acidity, alkalinity)
7. Total Dissolved Solids: TDS
8. Radionucleotides → مواد مشعة

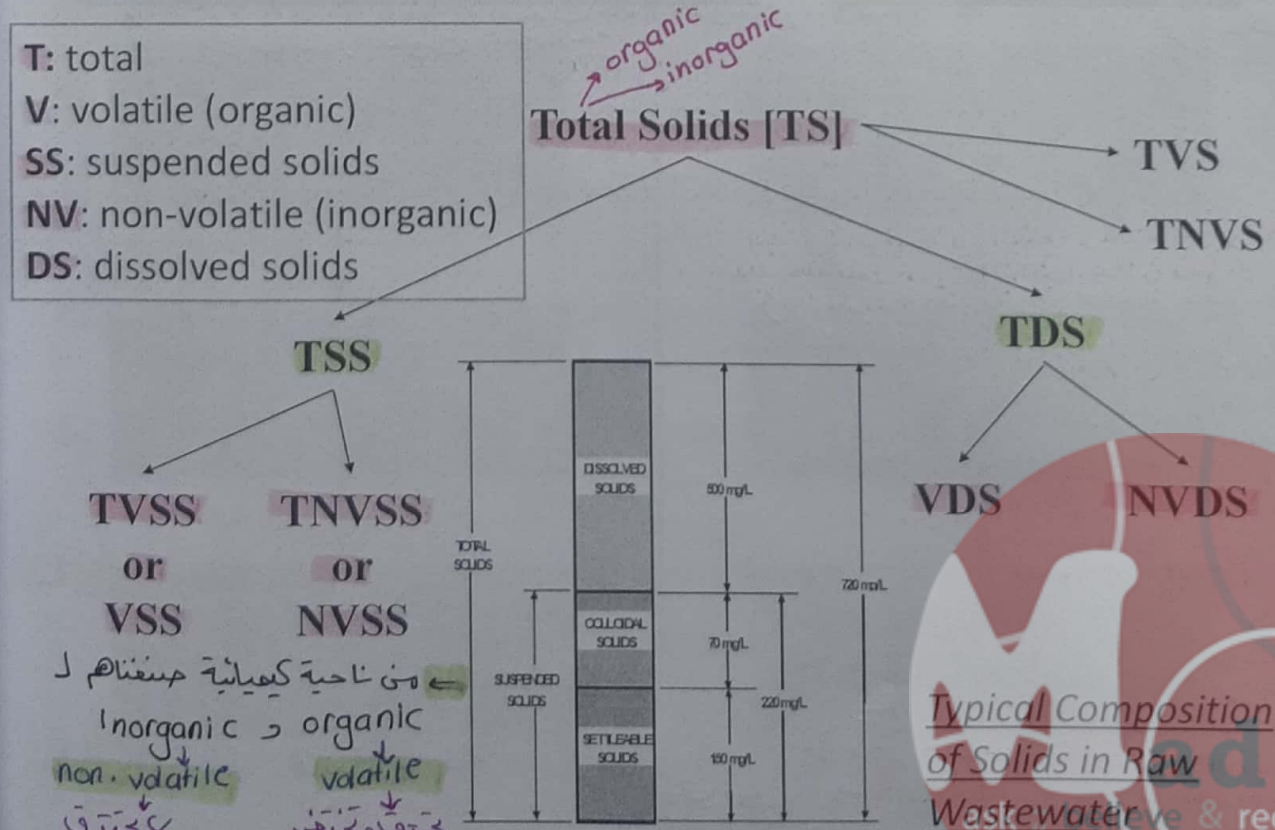
Solid Matter Parameters

راح نحكي عن كل الـ solid سواء الـ sus. أو الـ diss.

من ناحية حيزيائية منقسمنا الـ TS لـ (SS) و (DS)

$$TS = TSS + TDS = TVS + TNVS \qquad TSS = VSS + NVSS$$

T: total
V: volatile (organic)
SS: suspended solids
NV: non-volatile (inorganic)
DS: dissolved solids



من ناحية كيميائية حسبناهم لـ Inorganic و organic

non-volatile → لا تحترق

volatile → تحترق وتختفي

(ash) يلي ما احترق هو الرماد والأملاح

Typical Composition of Solids in Raw Wastewater

Qadar
give & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 2 25 / 10 / 2022

* Parameters to charaterize polluted water :-

1- physical parameters :-

① TSS → (المواد الصلبة العالقة (مثلاً المياه السطحية فيها تراب ورمل)
ممكن أفصلها بعمليات فيزيائية زي الـ Filtration والـ setling
حكينا total عشان تشمل جميع الأنواع ← عضوية .
← غير عضوية .

② FOG → موجودة في المياه العادمة

③ Turbidity (العكورة) → شو الفرق بين اللي العكرة والصافية أو
شو الفرق بين اللي العكرة والـ SS :-
لو كان عندي حجر كبير solid باللي ماراح يقيس اللي عكرة هون بكون
SS ، أما لما الـ solid أصغر راح يعمل عكورة للي * يعني كلهم SS
بس واحد بعمل عكورة والثاني لا .

④ color & odor → في ملوثات تعطي رائحة أو طعم أو لون
عضوية
* لون ← تراب ، صبغة ، حبر ، ...
غير عضوية

* رائحة ← المواد العضوية هي اللي بتتحلل وبتعطي روائح ، المواد الغير العضوية
ما بتعطي روائح كثير .

* طعم ← كل أنواع الملوثات ممكن يكون إلها طعم

SIGMA NOTE
Nadar ask ; believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 2 25/10/2022

⑤ Temp → حي باردة أو ساخنة ، اللي بنحسه
physical وبنستشعره عشان هيك اعتبرناها

* الطعم والحرارة
ملوثات فيزيائية لأنو الانسان
بيستشعرها بالحواس

2- Biological parameters :- microorganism هل اللي فيها
ومشتقاتها .

① مسببة (bathogenic) يكون فيها بكتيريا ، فطورة البكتيريا انها تكون
أو ناقلة للأمراض (فيروس ، protozoa) .

MPN ← عبارة عن test أو unit بنعبر فيها عن عدد الميكروم بكل 10 مل
أو 1 مل أو لتر من اللي وهي احتمالات (most propable number)
العدد الأكثر احتمالاً

ليش بكتيا هيك ، ليش الثملة ←
فيها احتمالات ، البكتيريا بتفضل تنقسم وتتكاثر
لهيك صعب نفد عدد البكتيريا بخطوها على
شريحة بكون عليها زي الرسم اللي فيه مربعات
عشان تساعد على العد (يعني بيتم تقريبية) .

② parasites → طفيليات زي الديدان بتكون باللي على
شكل eggs

⇐ يعني أديش اللي فيها بكتيريا
وهيك بتكون ملوثة

SIGMA NOTE
Nadar ask ;; Believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 2 25 / 10 / 2022

3- Chemical parameters :-

① & ② DO , BOD , COD →

* الـ DO مع مياه الأنهار والبحيرات فيها O_2 بيجي من الجو لأنو في انتقال بين الجو والمي لهيك الـ O_2 عند ثلوج وضغط معين بذوب ، إذا في O_2 ذايب في المي معناها بكون مفيش إذا ما في O_2 في المي معناها الكواد العضوية استهلكته فبتكون المي ملوثة .

* الـ BOD والـ COD ← بقياس عن طريق تركيز الـ DO .

* حكينا أحد أنواع التلوث هو غياب الـ DO عن المياه الطبيعية فكيف يؤدي هذا إلى التلوث :-

إذا رمينا مواد عضوية كتير ، البكتيريا بتصير تعمل Biooxidation وبتستهلك الكواد العضوية والـ O_2 معًا ، راح بتستعمل الـ O_2 لاستهلاك أم تأكسد الكواد العضوية فبتصير المياه الطبيعية فاقدة من الـ O_2 فلهيك محطات التنقية بدلو بيشيلو ا من المي الكواد العضوية (BOD & COD)

③ Nutrients → Nutrients يعني المي فيها ملوثات على شكل يعني كميات زيادة من N و P

ليش الـ Nutrients تعتبر مواد ملوثة وسيئة للبيئة :-

لأنو كل اشي بنسب حتى الكواد المفيدة بتتحول لمواد ضارة إذا زادت عن الحد المطلوب (جيدة بكميات قليلة حسب حاجة الكائنات الحية) .

TKN (Total Kieldahl Nitrogen) → مجموع تراكم النيتروجين لـ هذا test بنقيس منه تركيز الـ N الموجود على شكل organic Nitrogen أو أمونيا

* أما النترات ما بتهمني .

Radar ask believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 2 25/10/2022

④ Toxic metals → بتيجي من المصادر الصناعية وهي تحتوي مواد خطرة سامة (heavy metals)

* اذا waste water إذا ما عالجناها راح يصير في نمو زيادة عن اللزوم نمو سريع جدًا.

⑤ VOCs & PCBs & phenols → PCB ← تستعمل لتزييت محولات الكهرباء

OH
(C6H5OH). phenols ← مادة خطرة للمياه، حاليًا معاصر الزيتون مليانة فينول وحتى الآن ماني طريقة معالجة ممتازة لها، حسب اكو اصناف واكو ايس لازم ما يزيد تركيزها عن 0.0002.

⑥ PH → موجود بكثرة بالمياه الملوثة الصناعية، حسب نوع المصنع بكون acidity أو alkalinity
حسب اكو اصناف واكو ايس الـ PH المسموح من (6 → 9)

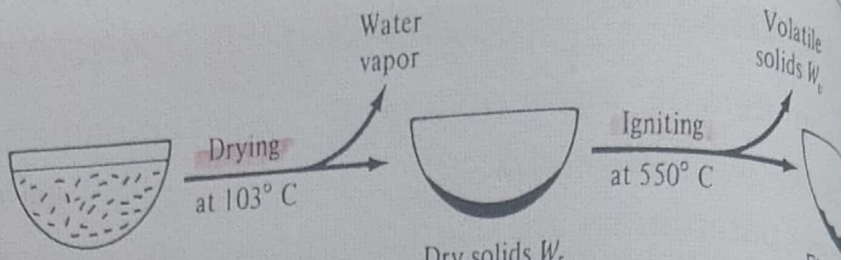
⑦ Total dissolved solids (TDS) → المواد الصلبة يلي بتذوب زي الأملاح NaCl أو أملاح البوتاسيوم والكالسيوم.. (أيونات سالبة وموجبة) مواد غير عضوية على شكل أملاح فيها شق سالب وشق موجب.

* كيف بنقدر نفصلها ← عن طريق وجود membrane وبالفلاتر الـ microFiltration
* اعتبرناها chemical لأنو لـ يمكن فصلها بطرق فيزيائية مثل الـ TSS ← اللي بتمر بكن الأيون لا يمر

SIGMA NOTE BOOK
Nadar ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* نفصل الـ SS و الـ DS عن طريق عملية الـ Filtration

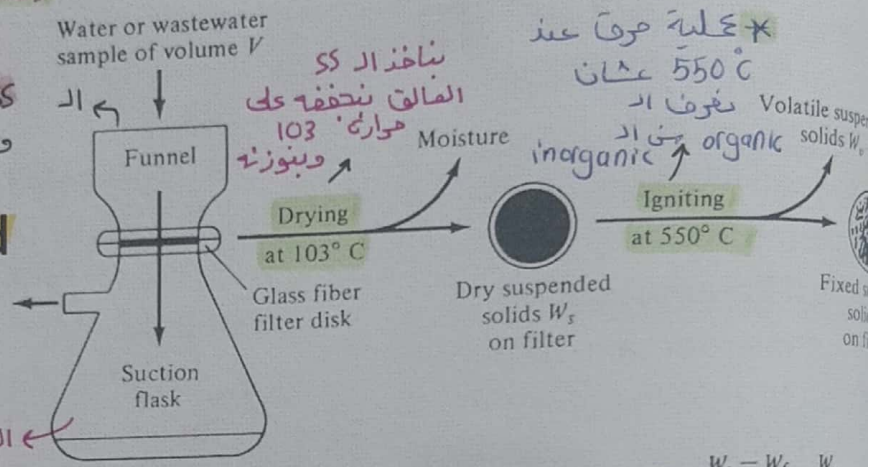
① Total Solids Analysis



$$\text{Total solids} = \frac{W_s}{V} \qquad \text{Total volatile solids} = \frac{W_s - W_f}{V} = \frac{W_v}{V}$$

* كيف أعرف تركيز الـ TS كامل؟! ببخر لكي يطلع الـ solid راح يضل هواد لأنو جزء منه كان ذايب (هاد البخير بصير قبل الـ Filtration).

② Suspended Solids Analysis



الـ SS راح يضل فوق على ورقة الترشيح

بناخذ الـ SS المالق ينجففه على 103 حوالي وبنوزنه

* عملية حرق عند 550°C عشان نعرف الـ Volatile suspended solids W_v من الـ organic inorganic

الـ DS راح ينزل تحت مع الماي و كيف بدي أعرف تركيزه؟! بعد ما نعمل Filtration بنبخر الـ DS بوعاء يتبلور ويكبر ويبرد وبنعيس الوزن وبعرف التركيز

$$\text{Suspended solids} = \frac{W_s}{V} \qquad \text{Volatile suspended solids} = \frac{W_s - W_f}{V} = \frac{W_v}{V}$$

* شو الفرق بين الـ DO و الـ BOD؟!

البكتيريا حتى تاكل المادة العضوية بدها O_2 لعيش هي بتتفاعلو مع بعض.

Oxygen Utilization by Aerobic Microbes

الكائنات الحية يلي بتعيش على الـ O_2 اذا نقص بتهرب لبيئة ثانية، البكتيريا الهوائية بتموت أما البكتيريا اللاهوائية بتنشط و السمك على الأغلب يحتاج 4mg/L من الـ O_2 اذا قل السمك بهاجر

Organic waste discharged to receiving stream.

healthy rever فش فيه مواد عضوية في O_2 ذائب.

Aquatic organisms requiring oxygen to survive die off or migrate.

البكتيريا الموجودة في الطبيعة والمياه موجودة بالتالي راح تستهلك الـ O_2 الذائب عشان تحلل على غذاؤها و في المواد العضوية و سطح المياه مخزن لجو في عنا شي اسمه gas absorbtion تحت ضغط معين بذوب، اذا الـ P زاد بزيد الذوبان و اذا الـ T زادت بقل الذوبان ⇐ كمية الـ O_2 الذائبة في الماء عند 20°C حرارة و ضغط 1atm هذا أقصى تركيز للـ O_2 بالماء المواد العضوية اللي راح تنحل من هذا الـ O_2 و تقل نسبته.

Aerobic microorganisms use up oxygen to metabolize organic waste.

In the absence of oxygen, anaerobic microorganisms dominate.

Biological activity creates oxygen deficit in stream.

Anaerobic activity causes putrification and odors

deficit ← جزء في موازنة الـ O_2 بدل 9 بصير 5

depletion ← نفذ ما فضل شي

عملية بيولوجية بتفقي رائحة

Radar ask believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Dissolved Oxygen-Demanding Materials

- **Biodegradable Organic Content** →

المتطلب الأوكسوجيني الحيوي

BOD_5 is the amount of dissolved oxygen consumed by microorganisms during the biochemical oxidation of organic and inorganic matter to carbon dioxide in 5-day standard test at 20°C.

- **Total Oxidizable (Organics & Some Inorganics)**

المتطلب الأوكسوجيني الكيميائي →

COD is the amount of dissolved oxygen consumed by chemical oxidizing reagents ($K_2Cr_2O_7$) during the reaction with organic and inorganic matter to produce carbon dioxide in a standard test at 20°C.

اذا الدراسة على waste water بدنا نشوف كم بنحتاج O_2 عشان نتخلص من المواد العضوية اللي فيها

بدي آخذ مصدر مياه سواء أنهار أو بحيرات وآخذ عينة للفحص وأشوف قديش عندي مواد عضوية وملوثات

Purpose of BOD and COD tests

④ عندي محطة بدهم يشوفوا اذا شغالة أو لا بياخذو عينات ويفحسو قبل وبعد يعني لو داخل BOD = 500 وطالع BOD 100 يعني في مشكلة لأنها غير مطابقة للمواصفات العالمية تكون BOD = 30 لهيك بناخذ عينة من أول المحطة وآخرها ويشوفو اذا مطابقة أو لا.

1. Test the water quality in lakes and rivers.
2. Determine the amount of oxygen required to oxidize the organic matter in wastewater
3. Determine the size of treatment system needed (a design factor) → حتى في الهندسة بنحتاج لاختبارات وفحوصات وأرقام مهمة في الـ design وعشان نعرف حجم المعالجة
4. Assess the efficiency of wastewater treatment process by monitoring influent and effluent
5. Determine compliance with wastewater discharge permits

بعد المعالجة بدي أشوف اذا العينة صارت تطابق المواصفات والمقاييس.

* لو حكينا BOD5 بشكل 90٪ من BODu يعني التفاعل سريع وخلال 5 أيام كل أو معظم المواد راح تتحلل نهائي

❑ **Types:** Standard 5-day (BOD_5) and Ultimate (BOD_u) → يعني كل المواد العضوية القابلة للتحلل

- BOD_5 normally represents 2/3 of BOD_u for domestic wastewater. BOD_5 → بشكل 50٪ لـ 70٪ من المواد القابلة للتحلل

❑ BOD is divided into Carbonaceous (CBOD) and Nitrogenous (NBOD). → أحد منها كربون

بشكل عام $BOD = CBOD + NBOD$

ردة فعل خاصة لأنه عنا بكتريا خاصة بتؤكسد المواد العضوية البروتينية

Ask | believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 2 25/10/2022

* Dissolved Oxygen - Demanding Materials :-

① BOD5 :-

*كيف بنقيس تركيز المواد العضوية في عينة من الماء سواء Fresh أو waste ؟!
بناخد عينة بنوديها على standard test بالمختبر ، بناخد مثلاً 10ml
من الماء باستخدام الـ pipet وبنحطها بـ disteld water لغاية 300ml * بكون
الـ dilution factor = 300 / 10 = 30

← ليش بنخفف =>
حكينا الـ O_2 أقصى حد له في الماء 9.2ppm ، لو كانت كمية كبيرة من
المواد العضوية راح بتستهلك الـ 9 وبدهم كمان لهيك دايمًا بنخفف ، كلما
كانت العينة جاي من مياه ملوثة بدنا نخفف أكثر بعدين بنحطها بحضنة
بعيدة عن الضوء مدة 5 أيام عند حرارة 20°C .

=> بنقيس تركيز الـ O_2 بالبداية بجهاز اسمه (DO meter)
وبعد 5 أيام بنرجع نقيسه مرة ثانية وبنطرحهم وبنضرب بالـ dilution factor بعطينا الـ BOD

$$BOD_5 = (final - initial) * dilution\ factor$$

الكمية يلي تفاعلت

بتعبر عن كمية الـ O_2 التي استهلكت يعني هو بعبر عن تركيز المواد العضوية بس بقيسها بطريقة غير مباشرة ، كم بدها O_2 لتتأكسد ، فالـ O_2 يلي بتحتاجه بكون مقياس لتركيز المواد العضوية .

*ملاحظة :-
5 أيام لا تعني أنو كل المواد العضوية راح تتأكسد ، يمكن مواد عضوية تستهلك بيكون 4 أيام بعكن 10 حسب نوع المادة اذا معقدة وكاسهلة وحسب اذا التفاعل سريع أو لا

Radar ask :: believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 2 25 / 10 / 2022

② COD :-

* لا يعتمد على البكتيريا ، يعتمد على استخدام مواد كيماوية عشان يكون سريع .

* الـ O_2 مصدره الـ $K_2Cr_2O_7$ وهو عامل مؤكسد قوي يتفاعل مع المواد العضوية .

* الـ O_2 راح يعمل تأكسد للـ C ويتحول لـ CO_2 والـ H يتحول لـ H_2O (تفاعل تأكسد واختزال)

* نستخدم هنيه عملية الـ titration لنحسب منها كمية الـ O_2 اللي استهلكت لأكسدة المواد العضوية

* شو الفرق بين الـ BOD والـ COD ، أيهما أقوى :-
COD ← مادة كيماوية (مؤكسد قوي) لو شو ما طبيعة مواد عضوية راح يتفاعل

$K_2Cr_2O_7$ أقوى من البكتيريا لأنو مادة كيماوية تتفاعل مع أي اشي

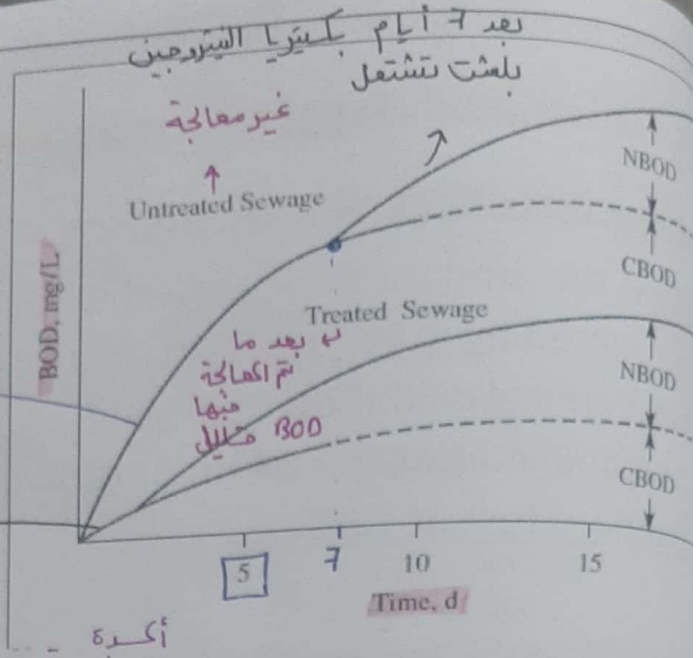
∴ COD أقوى

* $BOD_5 = \frac{2}{3} BOD_u$
↳ Biodegradable

* $COD = BOD_u$ + non-Biodegradable
↳ في مواد complex أو toxic
ما بتقدر البكتيريا تحللها بنسبها كمان
refractory (مقاومة للتحلل)

SIGMA NOTE
Radar ask ;; believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Carbonaceous & Nitrogenous BOD



for ammonia oxidation is

$$NH_4^+ + 2O_2 \xrightleftharpoons{\text{[microorganisms]}} NO_3^- + H_2O + 2H^+$$

From this reaction the theoretical NBOD can be calculated as follows:

$$\text{NBOD} = \frac{\text{grams of oxygen used}}{\text{grams of nitrogen oxidized}} = \frac{4 \times 16}{14} = 4.57 \text{ g } O_2/\text{g N}$$

The actual nitrogenous BOD is slightly less than the theoretical value due to the i poration of some of the nitrogen into new bacterial cells, but the difference is o few percent.

BOD Test

- Standardized conditions (5 days, 20°C)
- Needs: Incubator, Bottles, DO meter, Dilution water buffered to pH Seed (as needed), nutrients for bacteria.
- Expressed in mg/L
- Procedure: (see Text).

$$BOD_5 (mg/L) = (DO_0 - DO_5).DF$$

DF: the dilution factor

DF = volume of diluted sample/volume of original water sample.

DO_0: dissolved oxygen concentration at Time = 0,

DO_5: dissolved oxygen concentration at Time = 5 days

✳ Example

- Initial DO of Sample before dilution = 8 mg/L → DO_0
- Final DO of Sample = 1.5 mg/L. DO_5
- Sample volume = 10 mL in 300 mL
- 5-day Incubation @ 20°C in Dark.
- What is BOD_5 of Sample?

Solution

- O_2 Depletion in Sample = (8 - 1.5) = 6.5 mg/L DO
- BOD_5 = (6.5 mg/L) (300)/10 = 183 mg/L BOD_5

ask believe & recieve
المسوحة ضوئيا بـ CamScanner

في مواد بتتفاعل بسرعة وفي مواد بطيئة، effect of time على الـ rxn ← تغير التركيز مع الزمن

BOD Kinetics

- Reaction is aerobic decomposition when microorganisms use oxygen to consume organic waste dissolved in water.

كلما ماكان فيه مواد عضوية أكثر في O_2 أكثر في تفاعل مع الزمن

- The rate at which oxygen is consumed is *directly proportional* to the concentration of degradable organic matter remaining at any time.

*العوامل التي تؤثر على سرعة التفاعل وعلى الـ Kinetics:
1. Temp
2. concentration كمية صغيرة أو كبيرة

- ***BOD is a first order reaction***

L_t = Concentration of DO at time "t"

L_o = ultimate BOD (Initial or Required DO at t=0)

* $L_o - L_t = BOD_t$

لما نكون عندنا untreated waste يكون التفاعل أسرع من لو عندنا treated

*تفاعل الـ O_2 هو مقياس لـ rate

BOD Kinetics

O_2 → reactant

BOD reaction is a **first order reaction**

Rate of change in reactant concentration ∝ Amount of reactant present at any time

معادلة الـ first order

$$-\frac{dL}{dt} \propto L$$

reactant conc تقل

L= Oxygen equivalent of biodegradable organics present at time t, mg/L

$$-\frac{dL}{dt} = kL \qquad \frac{dL}{L} = -kdt$$

k =BOD rate constant, day^{-1}

k لا يعتمد على تركيز الـ O_2 (T) f(C)

Integrating we get, $\int \frac{dL}{L} = -k\int dt \qquad \ln L = -kt + C$

* التفاعل عامل يعتمد على الـ conc (L) وعلى الحرارة وعلى نوع المادة ونوع البكتيريا بالبيوكيميا بالتفاعل اذا رجع الـ

At time t = 0, L= L_o

L_o= Oxygen equivalent of biodegradable organics present at t=0, mg/L

$$\ln\frac{L}{L_o} = -kt \qquad L = L_o e^{-kt} \quad \text{or,} \quad \boxed{L_t = L_o e^{-kt}}$$

L or L_t is often known as BOD remaining at time t

$L_o > L_t$

where

$$BOD = y = L_o(1 - e^{-kt})$$

L_o امكانية الـ O_2 للمواد العضوية at time zero

$$BOD = y = L_o - L$$

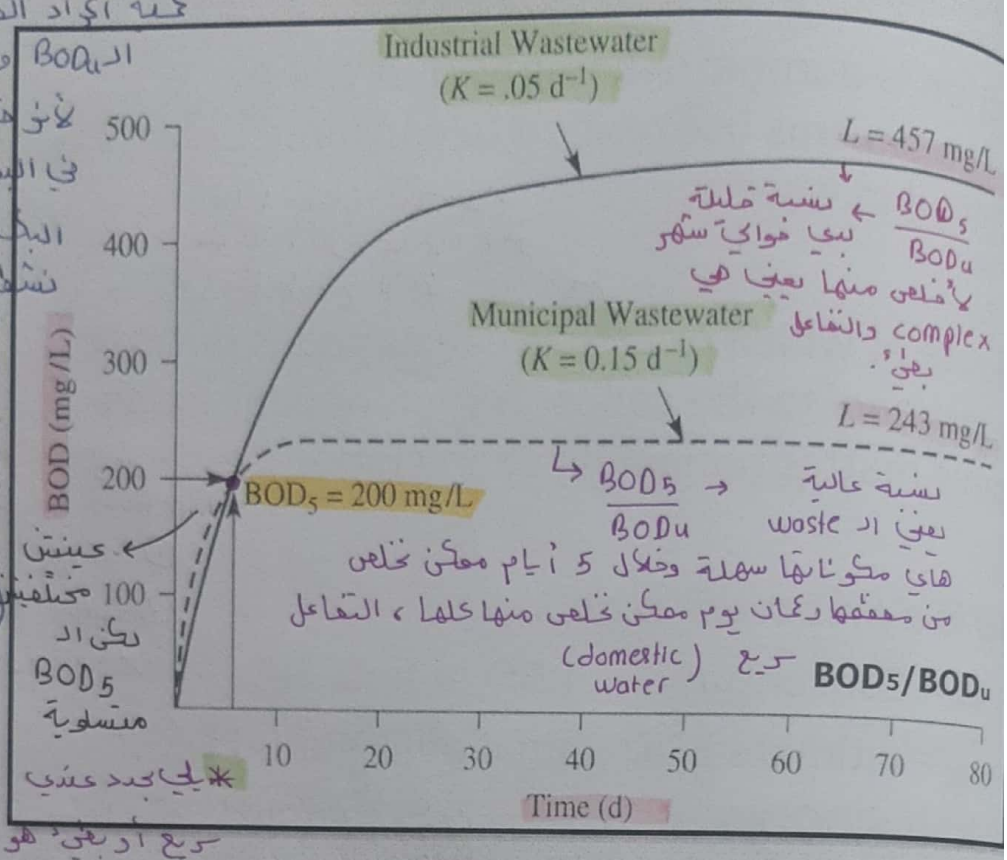
بعد مرور زمن حدثين الـ O_2 المتبقي

ask :: believe :: recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

كيف نفهم الأرقام لي تطلع معنا من التحليل
تـ BOD وشو بتعني وكيف أقارنها مع غيرها

BOD Data Interpretation-1

* لي بحدا انو هدول مختلفات في معدلهم وفي كمية اكواد العضوية هو BOD5 وليس ال BODu لأنو حتى يكونا متساوي في البداية ممكن البكتيريا تكون تشغلة جزء من waste ال سهل هضمه كد معين لهيك بقتنا نعرف ال Ratio (BOD5/BODu)



BOD5 / BODu ← نسبة قليلة بعني فواي شهر بخلص منها بعض هي complex والتفاعل بطيء
BOD5 / BODu ← نسبة عالية يعني ال waste هاي مكوناتها سهلة وخلال 5 أيام ممكن تخلص من معظمها وعمان يوم ممكن تخلص منها كلها ، التفاعل سريع (domestic water)
BOD5/BODu

* لي بحدد عندي انو التفاعل سريع أو بطيء هو قيمة K حسب ال Rate law <= $r = \frac{-dL}{dt} = KL$

Ref: Davis, Cornwell, Introduction to Environmental Engineering

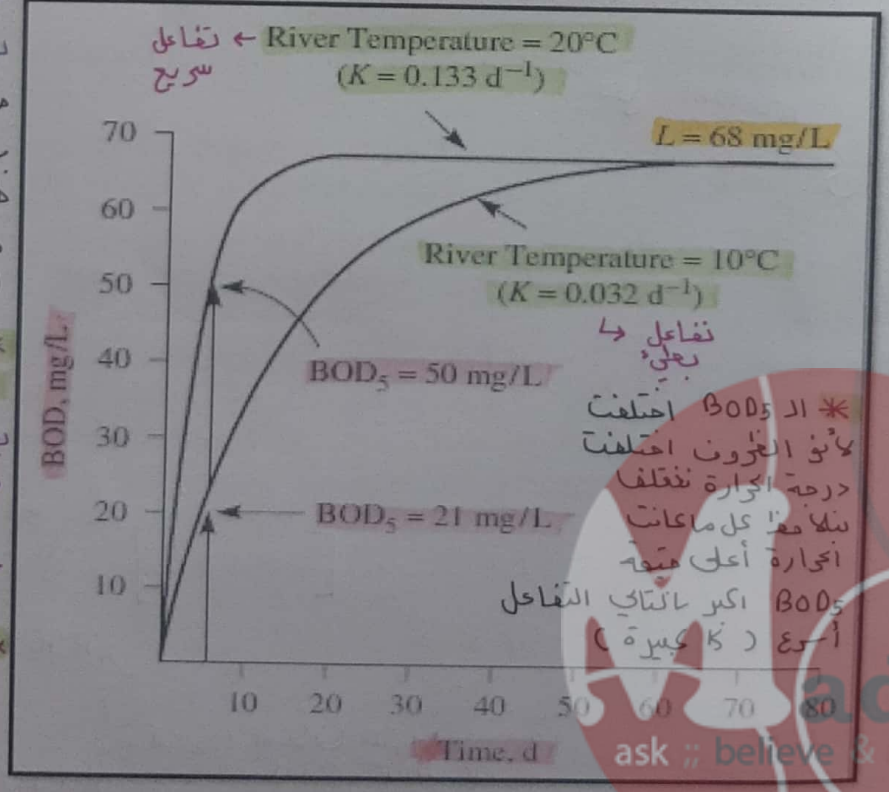
$r = \frac{-dL}{dt} = KL$ → K ↑ r ↑ (لهيك ال Municipal waste أسرع)

BOD Data Interpretation-2

← بهاي الوسعة ال BOD5 مختلفة وال BODu نفسها ، اختلفت متمم ال BOD5 بس بالنهاية لو نتركهم فترة كافية راح يلتقوا مع بعض عند نفس ال BODu

* شو يعني نفس ال BODu :- يعني عينتين مختلفتين من نفس المصدر (نفس المي) وكل وحدة حرستها عند conditions مختلفة

* هاي لي تعتبر natural لأنو تلوث نسبيا خفيف (مياه نهر)



تفاعل سريع ← River Temperature = 20°C

تفاعل بطيء

* ال BOD5 اختلفت لأنو الغرض اختلفت درجة الحرارة تختلف بشكل عام كل ما عانت الحرارة أعلى متمم BOD5 اكبر بالتالي التفاعل أسرع (K كبيرة)

Ref: Davis, Cornwell, Introduction to Environmental Engineering

Qadar ask :: believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

BOD Data Interpretation

- **Ultimate BOD**

  Maximum amount of oxygen consumption possible when waste has been completely degraded

- **Rate Constant, k:**

  Numerical value of the rate constant **k** depends on:

  - Nature of waste → سهل أو صعب هضمها
  - Ability of organisms in the system to use the waste
  - Temperature

- **Effect of Temperature on k:**

The BOD rate constant is adjusted to the temperature of receiving water using this: $k_T = k_{20}(\theta)^{T-20}$

$T < 20^\circ C \rightarrow K_T < 20$

$T > 20^\circ C \rightarrow K_T > 20$

  - T= temperature of interest (°C)
  - k_T = BOD rate constant at the temperature of interest (d^{-1})
  - K_{20} = BOD rate constant determined at 20 °C (d^{-1})
  - θ = temperature coefficient (Range 1.01 to 1.09, usually 1.05).

* الـ COD ففي سريع فأنا بدل ما استنى 5 أيام

خلال فترة بسيطة يمكن في عادة ما التفاعل الكيميائي مع كل أكواد العضوية السهلة والصعبة وحتى أكواد غير العضوية الـ $K_2Cr_2O_7$

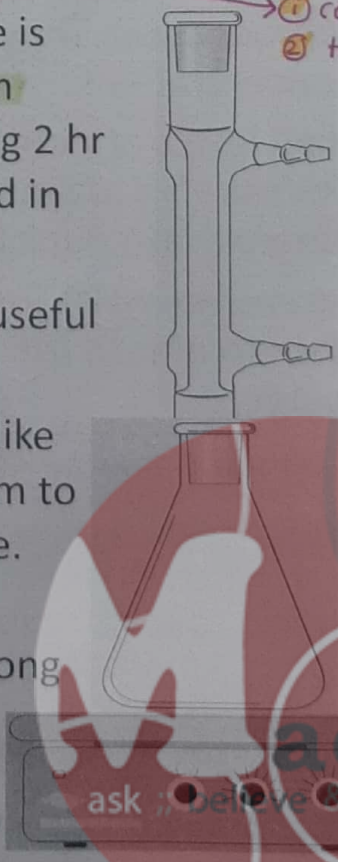
تتفاعل nitrite sulfite / H_2S / أمونيا

* COD = BODu + non-biodeg. organics + some inorganics → (1) complex (2) toxic

Chemical Oxygen Demand, COD

جزء منه غير عضوي

- The chemical oxygen demand (COD) of a waste is measured in terms of the amount of potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) reduced by sample during 2 hr of reflux in a medium of boiling, 50% H_2SO_4 and in the presence of a Ag_2SO_4 catalyst.
- The BOD test takes 5 days, and thus, not very useful in controlling treatment processes.
- In COD test, a strong chemical oxidizing agent like **potassium dichromate** is used in acidic medium to oxidize the organic matter present in the waste.
- Almost all type of organic matter with a few exceptions can be oxidized by the action of strong oxidizing agents under acidic conditions. Temperature needed is around 150^oC.



Nadar
ask ,, believe ,, recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

BOD/COD Tests

Used Together for better characterization:

A. BOD = 0; COD » High ➡ TOXICITY Evident

B. BOD » Low; COD » High ➡ Non-Biodegradable / Inh

C. BOD » High; COD » High ➡ Biodegradable Waste

D. BOD » Low; COD » Low ➡ Low Organics raw waste o Treated Waste

For most wastewaters:

- BOD_5 << COD
- BOD (ultimate) < COD

$$COD > BOD_u > BOD_5$$

	Influent Concentration,	
	Concentrated	Moderate
BOD_5	350	250
COD	740	530
TOC	250	180
COD/BOD_5	2.1	2.1
COD/TOC	3.0	2.9
TOC/BOD_5	0.71	0.72

Nutrients

- Nitrogen and phosphorus are required for bacterial growth & reproduction. They are considered pollutants when present in concentrations.
- High levels of nutrients cause disturbances in the food web, thu undesirable organisms grow rapidly at the expense of others (A Blooms, lake eutrophication).
- Ammonia (NH_3) Toxic to fish. Ammonia oxidized to nitrite (NO_2 then to nitrate (NO_3-). Nitrate toxic to humans (infants) in drink water.

Forms of nitrogen:

Untreated wastewater

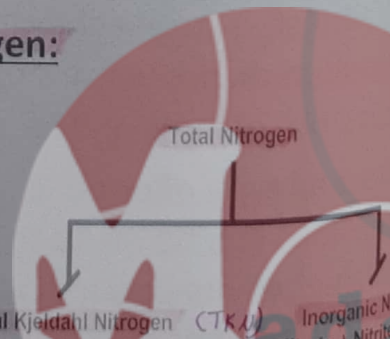
TKN = 40% Organic + 60% Free NH_3

Typical concentrations:

Ammonia-N = 10-50 mg/L

Organic N = 10 -35 mg/L

No nitrites or nitrates



Sedar
ask, believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* الـ N له أكثر من شكل بالبداية بال domistic waste يكون منها على شكل organic
بعدين بتحول عن طريق البكتيريا إلى NH_3 ومنها إلى NO_2 وبعدين NO_3 (عنا مراحل)

Nutrients

* يتم التخلص من الـ N بيولوجيًا بعد ما يروح الكربون يتم تحويل الـ N إلى أمونيا بعدين Nitrite
لو تركناها فترة أطول راح تشتغل البكتيريا اللاهوائية وتحول الـ NO_3 إلى N_2 غاز ويروح مرة ثانية للجو. (De-nutrification)

❑ Sources

- Phosphorus-based detergent
- Food-processing wastes (N in urea, proteins, amino acids)
- Agricultural runoff involving chemical & organic fertilizers (non-point pollution source)
- Animal and human waste.

طرق لقياس كمية الـ nutrients →

❑ Chemical Analysis

- Ammonia: Colorimetric Nesslerization, Ion specific electrodes
- Nitrite: Colorimetric methods.
- Nitrate: Reducing to nitrite with cadmium catalyst, measure nitrite by colorimetric methods; ion specific electrode (ISE).

* بنعالج أو بنتخلص من الـ N بيولوجيًا بطرق كيميائية بعطي زمن أطول أو بتخلص منها عن طريق الهواء، الأمونيا الذائبة على شكل غاز اذا كانت NH_4 بنجرب نرجعها مرة ثانية غاز ← عن طريق أفاعلها مع OH^- (نطردها عن طريق الهواء)

❑ Removal

- N: Nitrification/denitrification (biological) or Ammonia stripping (physical/chemical)
- P: Uptake via further biological treatment or chemical precipitation. لـ الفسفور ممكن نشيله بيولوجيًا واذا ما راح ممكن نشيله كيميائيًا عن طريق الترسيب لأنو الفسفور ما بيكون موجود بالماي على شكل P بيكون PO_4 أو مشتقاتها،

Ammonia/ Nitrite/ Nitrate Reactions

$$NH_4^+ + OH^- \Leftrightarrow NH_3 + H_2O$$

Increase in pH → Increase in temperature →

$$NO_2^- + H_2O \Leftrightarrow HNO_2 + OH^-$$

① **By Nitrosomonas bacteria:**

$$2\,NH_4^+ + OH^- + 3\,O_2 \Leftrightarrow 2\,H^+ + 2\,NO_2^- + 4\,H_2O$$

② **By Nitrobacter bacteria:**

$$2\,NO_2^- + O_2 \Leftrightarrow 2\,NO_3^-$$

* جبنا معادلتين بكملوا بعض =>

Overall Reaction by nitrifying bacteria:

$$NH_4^+ + 2\,HCO_3 + 1.9\,O_2 \Leftrightarrow NO_3^- + 2.9\,H_2O + 1.9\,CO_2 + 0.1\,CH_2O$$

Nadar
ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* لو كان الفسفور على شكل PO_4 ممكن أضيف مادة ليترسب
insoluble راح يكون Ca_3PO_4 راح يكون عنا $CaOH$ مثلا راسب
بنكشف عن مادة بنقللنا راسب
ونقللنا راسب ولو منتفنا حديد برضو بنقللنا راسب

Nutrients: Forms of phosphorus in wastewater

- **Phosphorus (P):**
  - Raw wastewater contains 4 – 16 mg/L as P
  - Effluent may restrict to less than 1 mg/L as P

P Forms are:

1. Orthophosphate: PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, H_3PO_4
2. Polyphosphate (polymerized; important *in* biolog phosphorous removal)
3. Organic phosphorous (low in raw wastewater)

* اذا رسبنا على شكل sludg بوديه على مكب نفايات خطرة أو على البلديات حسب الكادة اذا خطرة أو لا

Measurement: Titration (direct or after acid digestion)
← بالمختبر بالـ titration

* بنلاحظ من الجدول تحت ما قل الـ O_2 الكائنات الحية بقل بناسبها
راح تقل وتموت ويجي غيرها تغير النوع الحيوي

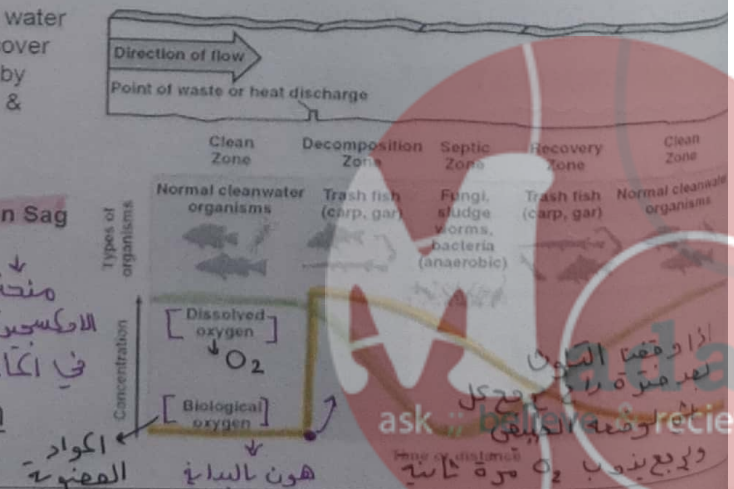
Point Sources of Water Pollutants

1. Located at specific places.
2. Easy to identify, monitor and regulate
3. Include domestic sewage and industrial wastewater.
4. Collected by a network of pipes or channels and conveyed to a single point of discharge in the receiving natural water (river, lake, sea).
5. Can be controlled by waste minimization and proper wastewa treatment.

* بنلاحظ بالبداية خمس ملوثات بعدين بعد فترة صار عنا ما شورة نفخ ملوثات فجأة صار فترة كبيرة
في تركيز الملوثات العضوية منلش بتم استهلاك الـ O_2 لهيك قل (بيي لونه أخضر).

flowing water can recover rapidly by dilution & decay

'Oxygen Sag Curve'
منحنى تناقص الاكسجين الذائب في الماء



* بنقدر نتحكم بالـ point source اذا عطلنالها معالجة

River Pollution

اذا وقفنا التلوث بعد فترة راح يرجع لوضعه الطبيعي ويرجع يذوب O_2 مرة ثانية

الاكواد العضوية هون بالبداية

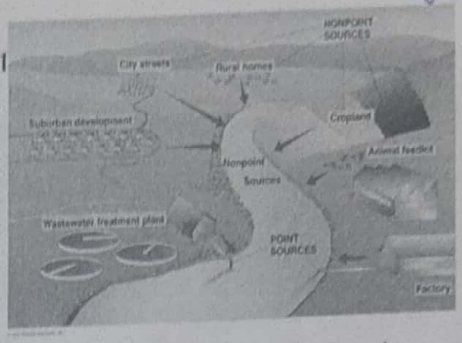
(healthy river) خمس ملوثات

ask | believe | recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مصادرها متنوعة سمعها زراعي أو صناعي أو نفايات أو من مياه الأمطار نمسك بها management عشان نحد منها

Non-point Sources of Water Pollutants

* نحد منها عن طريق تغيير استعمال الأراضي القريبة من المياه الطبيعية لازم مايكون عنا أي أنشطة يكون مرم للنهر نحط buffer zone ممنوع هدا يجوب.



Sources

1. Broad, diffuse areas that increase during rainstorms and snowmelt times.
2. Difficult to identify and control & Expensive to cleanup.
3. Major sources are agricultural activities, sediment eroded from the lands, fertilizers and pesticides, bacteria from livestock and food processing wastes.
4. May come from Industrial factories and mining activities as well as other sources.

Control

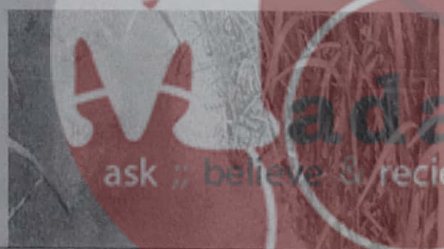
1. Can be reduced by changing land use practices.
2. Use vegetation to reduce soil erosion.
3. Use planting buffer zones around crop fields & animal feedlots to reduce runoff.
4. Reduce use of fertilizers & pesticides in farming.
5. Keep feedlots away from slopes, surface water and flood zones.

* ممكن عمان نعمل control على ال waste سواء صناعية أو زراعية أو غيرها.
* تقليل استخدام المواد الكيماوية في الزراعة، الزراعة عنا إنتاج حيواني وإنتاج نباتي.

Lake Eutrophication

- Process of slow increase in nutrient levels and biological productivity that converts a lake with clear water **(Oligotrophic)** to a shallow lake or dry land that is rich in organisms and organic material **(Eutrophic).**
- Increase in biological productivity and ecosystem succession caused by human activities that speeds up the process of lake aging and drying.

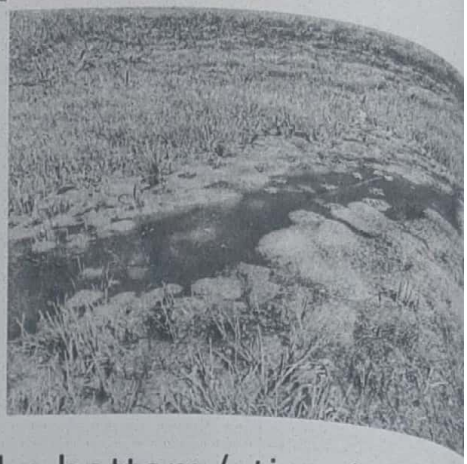
- **Nutrient enrichment of lakes** mostly from runoff of plant nutrients (nitrates and phosphates):
  1. During hot dry weather can lead to algae blooms.
  2. Cause turbidity, color and bad odor.
  3. Dissolved oxygen drops DO & Fish kills.
  4. Decrease of photosynthesis.



Nadar ask ; believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Lake Eutrophication



Causes of increased turbidity:

- Sediment from erosion
- Waste discharge
- Algae growth
- Urban runoff
- Re-suspended sediments from the bottom (stirred up by organisms)

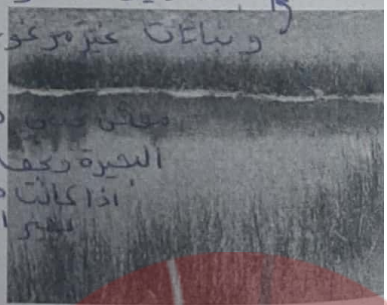
❑ High turbidity increases the absorption of sunlight thus m the water warmer. Warmer water has lower levels of diss oxygen causing fish and larvae to die.

- Increased levels of phytoplankton.

Eutrophication

الاثراء الغذائي

Oligotrophic	Cold, Deep, Low Nutrients
Mesotrophic	Increasing in Nutrient Load
Eutrophic	Shallow, Warm, High Nutrient Load



Control of Eutrophication

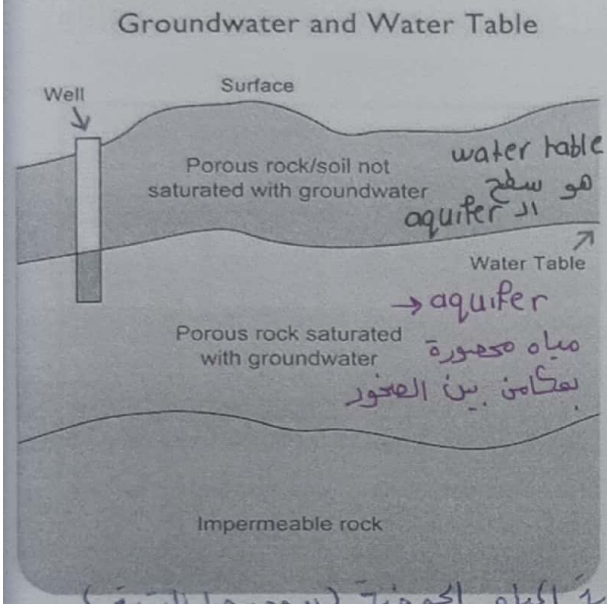
1) Advanced wastewater treatment (remove N,P) before discharge to lakes.
2) Control household detergents (P).
3) Soil conservation/control soil erosion that leads to suspended solids.
4) Remove excess weed growth.

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

زيهازي المياه السفلية ممكن توصلها ملوثات سواء مواد heavy metal سامة أو وغيرها...

Ground Water

Definition: the water that lies beneath the ground surface, filling the spaces between rocks. They originate from rain and snow.



- **Type of Groundwater reservoirs:**
  1. aquifer: a body of saturated rock or sediment through which water can move easily ← الخزان الجوفي الحاوي
  2. water table: top level of aquifer → مستوى المياه في لازم نحفره عشان نطلع المياه
  3. spring: a place where water flows naturally from rock onto the land surface. → ينابيع، تطلع لما تكون التربة مشبعة
  4. well: a deep hole, generally cylindrical, that is dug of drill into the ground to extract water from aquifer. → آبار، احنا بنحفرها وضخ الماء قوي
  5. recharge: the addition of new water to the saturated zone. ← الـ waste water بعد المعالجة بستغلو منها لتغذية المياه الجوفية (يرجعوها للتربة)

وهذا الكلي مهم كمان كتير

Groundwater Pollution → مصادر تلوث المياه الجوفية

- **Type of sources**: both Point Source (contaminants have an identifiable source) and Nonpoint Source Pollution (contaminant source cannot be found). Land-use activities commonly responsible for groundwater pollution in the urban areas. Many causes and sources are possible.
- **Type of pollutants:** → كيماويات زراعية (أسمدة ومبيدات)
  1. Agrochemicals (pesticides, herbicides, fertilizers) that find their way into ground water when rain or irrigation water leaches the poisons downward into the soil.
  2. Storm runoff: where rain leach pollutants from city dumps (uncontrolled solid and liquid waste) into groundwater supplies. → بعض الملوثات والنفايات بتجرفها مياه الأمطار — جرف مياه الأمطار
  3. Heavy metals together with household chemicals and poisons can be concentrated in groundwater beneath solid waste landfills or dumps. → ممكن توصل الزيوت والسموم أو مواد كيماوية و heavy metal

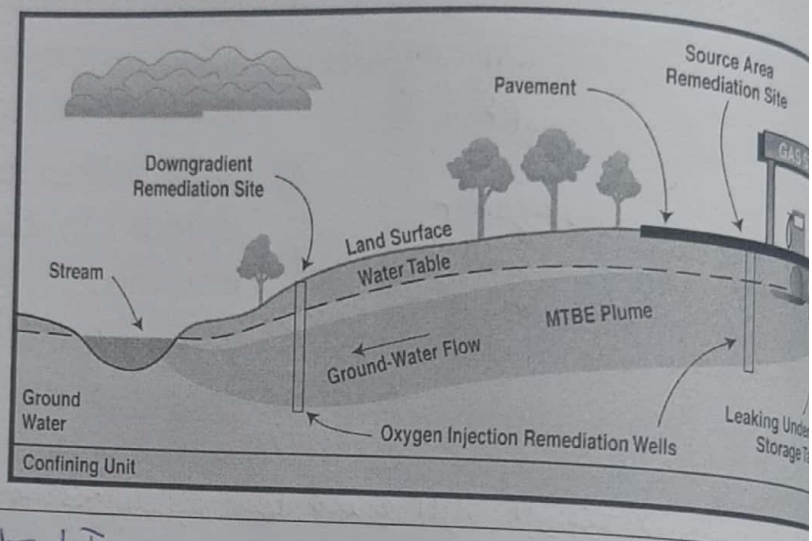
ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* نتيجة لكل حكيناه قبل فإحنا لازم نحاول ما نفعل نشاطات
منها مواد خطرة قريبا من الأماكن الكائنة عشان ما توصل للمياه الجوفية

Groundwater Pollution Control

1. Keep toxic chemicals out.
2. Ban hazardous waste disposal in landfills and injection wells
3. Store harmful liquids in above- ground tanks with leak detection and collection systems
4. Install monitoring wells near landfills & underground fuel tan
5. Cleanup: Pump to surface, clean, and return to aquifer (expe

Groundwater Pollution by Fuel Leak



(MTBE): Methyl tert-butyl ether,

* لازم ننتبه اي مصدر للمياه الجوفية لازم يكون آبار مراقبة وكل فترة يقوم مراقبة المياه الجوفية ويشوفو حدثت منها ملوثات

REFERENCES

1. Davis, M.L. and Cornwell, D.A. Introduction to Environmental Engineering, McGraw-Hill, 5th Edition, 2013.
2. Peavy, H.S.; D.R. Rowe and G. Tchobanoglous. Environmental Engineering, McGraw-Hill, 1985.

Madar ask ;; believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

هاد الـ chapter تابع لـ water manegment * عشان نوصل المياه الحلوة

Chapter 3

لكن الفرق بينه وبين Chapter 2 انو هناك كنا نحكي عن تلوث المياه أما هون راح نحكي عن نوعية المياه ومعالجتها .

إلى مواصفات مياه الشرب بدنا نفعل معالجة (treatment)

Drinking Water Quality & Treatment

SOURCES:

- Groundwater : Springs ①, Artesian wells ②
- Surface water : Rivers ①, Lakes ②, The sea ③ (Desalination plants)

* مصادر المياه (مياه سطحية وجوفية) ماراح ناخذ عن مياه البحر

① Groundwater

تركيب ثابت

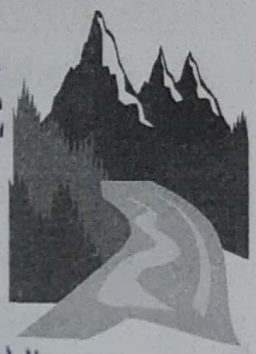
① • constant composition
② • high mineral content ← محتوى عالي من الأملاح المعدنية
③ • low turbidity عكورة قليلة
④ • low color بعيدة عن تأثيرات اللون
⑤ • low or no D.O.
⑥ • high hardness ← Mg & Ca
⑦ • high Fe, Mn

صورة للواء الجوفية تبين الطبقة الثانية الأكثر من الجوفية

② Surface water

تركيب متغير

• variable composition
• low mineral content
• high turbidity عكورة عالية
• colored ملونة بألوان المعادن أو الحولة العضوية فيها والذائبة
• D.O. present
• low hardness ماءها أملاح
• taste and odor ← الرائحة والطعم



Dr. Ahmad AbuYaghi Oct. 2022

Objectives of Water Treatment

الهدف من معالجة المياه الطبيعية جعلها مياه الشرب بدنا نشيل منها الملوثات حتى تصير صالحة للشرب.

* قد تكون أي معالجة للشرب ، آمنة ماءها فطورة ماءها مواد كيماوية أو بيولوجية لكنها غير مستساغة (شكلها ، لونها ، رائحتها)

• The goal of municipal water treatment is **to provide water:** (not palatable)

1. With quality that meets regulatory criteria or standards to be both
   - ❑ **potable** → آمنة ومي معالجة لكن غير مستساغة
     - ○ Safe to drink – protective of human health
     - ○ Not necessarily esthetically pleasing, and
   - ❑ **palatable** → من مستساغة لكن غير صالحة للشرب
     - ○ esthetically pleasing
     - ○ presence of chemicals does not pose a threat to human health
     - ○ includes chloride, color, corrosivity, iron, manganese, taste and odor
2. In sufficient quantity that is continuous without interruption, and
3. At reasonable cost. ← سعرها يكون معقول

* أو ممكن يكون شكلها مستساغ (اللون والطعم والرائحة) مياه صالحة لكن منها رصاص أو زئبق ذائب أنا موشايفتة (غير صالحة) (not potable)

* عشان هيك معهد امي لازم يكون موثوق عشان تشربها بتكون potable & palatable

لازم امي تكون موجودة بكمية كافية ونوعية جيدة

* المياه يلي بعالجها لأغراض الشرب هي المياه الطبيعية ، أما المياه العادمة تكلف كتير وغير مستساغة عادة تستعمل لأغراض زراعية .
* الأصل في المياه أن تكون صالحة للشرب ، الفيلان يقتل الـ microorganism لكن لا يؤثر على الأملاح الذائبة .

ask, believe, receive
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 3 30 / 10 / 2022

Drinking water Quality & treatment :-

* مقارنة بين المياه الجوفية والسطحية :-

surface water	Ground water
① تتغير من مكان لمكان ، تتغير مع حركة المياه ، قد تحمل ملوثات عضوية وغير عضوية (متغيرة بشكل كبير) .	① تركيبها ثابت ، مياه محصورة بين الصخور في باطن الأرض مش معرضة للجو ولا لمياه الأمطار ، بعيدة عن تأثيرات العوامل الجوية والحركة .
* هاد كله كلام نسبي ، ممكن المياه الجوفية تحمل ملوثات بس بتحمل أقل من السطحية .	② محتوى عالي من المواد المعدنية ، المياه الجوفية محصورة بين الصخور بالتالي بتذوب فيها جزء من الصخور بذوب فيها حديد و ألمنيوم وكالسيوم عشان هيك محتواها المعدني عالي (أملاح) ، راح تفضل تذوب لغاية ما توصل للاتزان وتوقف .
③ عكورة عالية ، حتى لو مياه الأمطار صافية إلا أنها معرضة للتلوث والعكورة .	③ مياه صافية ، إذا فيها عكورة بتكون قليلة ، بعيدة عن الملوثات ما بوصلها Suspended solid

* تأثير المياه على المواد العالقة أو الذائبة (من هون بيجي اللون)

color → true (حقيقي)
color → appearant (ظاهري)

Radar ask , believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 3 30 / 10 / 2022

* المواد العالقة بتعطي لون ظاهري ، إذا راح اعصدر و فصلناه بالترشيح مثلاً بروح اللون .

* المواد الذائبة (سواء عضوية أو غير عضوية) اللون يلي بنشأ عنها بكون دائم إلا إذا عملنا معالجة كيميائية .

⑥ ما فيها أملاح

⑥ hardness ← كلما زادت زاد الـ mineral content ، الـ hardness تحديداً هي الـ Ca والـ Mg لهيك هي جزء من المحتوى المعدني .

⑦ فيها Fe و Mn ، أما المياه السطحية ما فيها لأنه لو فيها راح يتأكسد ويتفاعل مع الأوكسجين الجوي .

⑧ taste & odor ← موجودة بس بالمياه السطحية لأن سببه الكلوثات العضوية وغير العضوية

Madar ask :: believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Water Quality

- Defined in relation to intended use
  - Drinking water,
  - irrigation,
  - power generation, etc.
- Water Quality Parameters:
  - A. Physical (Aesthetic or Acceptability),
  - B. Chemical,
  - C. Radioactive,
  - D. Microbiological.

Table 22.2 National Drinking Water Standards

Contaminant	Maximum Contaminant Level (mg/l)
Inorganics	
Arsenic	0.05
Cadmium	0.01
Lead	0.015 action level
Mercury	0.002
Selenium	0.01
Organic chemicals	
Pesticides	
Endrin	0.0002
Lindane	0.004
Methoxychlor	0.1
Herbicides	
2,4-D	0.1
2,4,5-TP	0.01
Silvex	0.01
Volatile organic chemicals	
Benzene	0.005
Carbon tetrachloride	0.005
Trichloroethylene	0.005
Vinyl chloride	0.002
Microbiological organisms	
Fecal coliform bacteria	1 cell/100 ml

[a] Action level is related to the treatment of water to reduce to a safe level. There is no maximum contaminant level for

Source: U.S. Environmental Protection Agency.

A. Physical Parameters

1. Suspended solids (big particles)
2. Turbidity (tiny particles)
3. Odor and Taste
4. Color
5. Temperature.

1. Suspended solids (big particles)

- Organic and inorganic particles in water are generally termed *total suspended solids (TSS).*
- **Imhoff cones** are used to measure for settleable solids, which are larger than TSS.
- TSS are measured by **filtering** a water sample, drying and weighing the filter paper.

Nadar
ask, believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

▸ Subject : Chapter 3 30 / 10 / 2022

عندي ← suspension ← 2phase بكون سهل أفصلهم

suspension → settleable (large size)

suspension → Filterable (after settling ≥ 5%) (medium)

لـ بعد الـ settling مابيقى بنفصل بالترشيح

Suspended solids ← تقسم حسب الحجم وطريقة الفصل

Dispertion (colloides) → Turbidity (tiny (very small))

Dispertion ← 2phase بكون عنا (S & L)

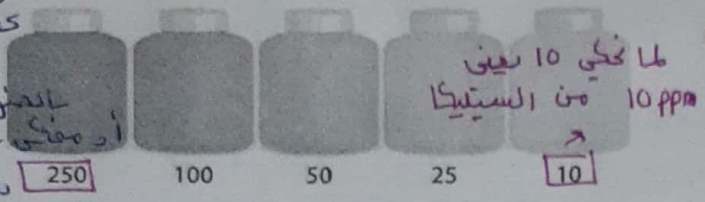
Turbidity ← صعبة جدًا نقرمن مسامات الفلتر (أصغرها solid بس بتعتبر فئة مختلفة

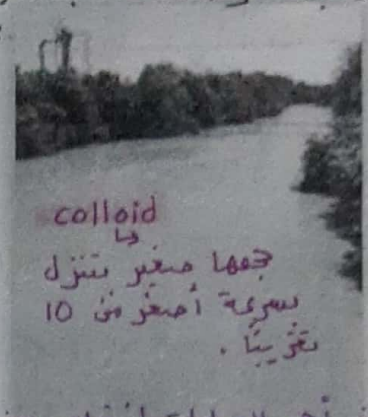
2phase ← من كتر ما هي صغيرة مابقدر أفصلها بطرق ميكانيكية ، بحتاج طرق كيميائية

Madar ask :: believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2. Turbidity

Turbidity (NTU)

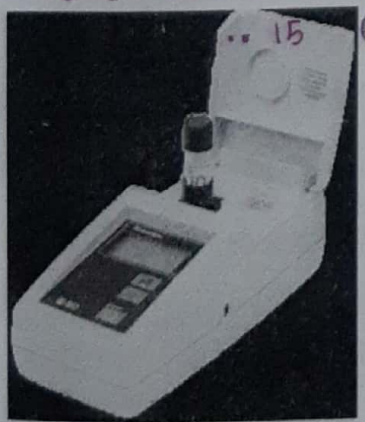


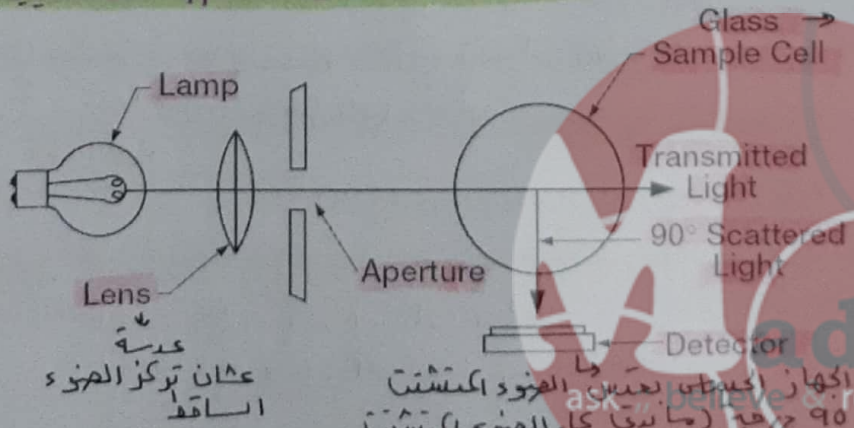


1. Used to assess the clarity of water
2. Due to *colloids* : particles that do not settle readily
3. When colloidal matter accumulates, light is scattered, and the water appeared *turbid.*
4. Substances that cause turbidity include:
   - clay, silt,
   - tiny fragments of organic matter, and
   - microscopic organisms (e.g., bacteria, algae)

Turbidity measurement:

- measured in units that relate the clarity of the water sample to that of standardized suspension of silica (SiO_2).
- The interference in the passage of light caused by a suspension of 1 mg/l of silica is equivalent to one **turbidity units** (TU).
- Measurement: Nephelometers (NTU).





CamScanner المسوحة ضوئيا بـ

الـ odor يعتمد على الإنسان في جهاز اسمه الـ olfactory device وفي أشخاص بجلسو وكل واحد بشم الرائحة ؟

* كيف بعرفوا انو الرائحة معتدلة أو لا (شدة الرائحة والتركيز) ؟
بدنا نفصل quantitative للرائحة ونعبر عنها بطريقة رقمية عن طريق التخفيف ↗ dilution

3. Odor

1. A physical characteristics of drinking water that is impor for *aesthetic reasons.*
2. It may be caused by dissolved or suspended colloidal particles of *organic nature.*
3. It is measured by human panel or **electronic nose (olfac device)** expressed in terms of a threshold odor number (TON).

TON: *It is the ratio by which the sample has to be diluted for odor to become virtually unnoticeable.*

النسبة اللي بخفف فيها أي نوع من اللي حتى تختفي الرائحة.

التخفيف بخفف مرتين او 4 او 6 حتى تختفي الرائحة نختفي الرائحة رقم TON

Example: 50 ml is diluted to vol. of 200 ml.

The dilution # equals 200/50 = 4 = TON

يعني عملنا تخفيف 4 مرات حتى تختفي الرائحة

وهاد تعبير عن الـ TON

3. Taste

* الطعم والرائحة في بينهم ارتباط من ناحية المواد العضوية، يلي بعطي odor بعطي taste أما المواد غير العضوية ما إلها odor بس ممكن يكون إلها taste

1. Taste is an aesthetic water quality parameter.
2. Caused by presence of organic and / or inorganic substances:

- Organics cause both odor & Taste problems.
- Inorganics (e.g., soil components) are usually odorless and *may* be responsible for taste.

* كل هاي ملوثات بعضها طبيعي وبعضها صناعي (مصادر بشرية) عضوية أو غير عضوية، إلها ممكن توصل للي وتعطي فصائص غير مرغوبة زي اللون والطعم والرائحة ...

Odor & Taste:

Most commonly caused by:

algae, decomposed organic matter, and dissolved gase

لا حتى تكون أحد أسباب الطعم والرائحة وجود البكتيريا أو الطحالب أو الجراثيم.

Qadar ask :: believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المياه عادة بنقلها قليل أو مخومات سريعة بالوقت ، المحلل بكون معه ألوان مختلفة للمقارنة ، بقارن اللون يلي طلع معه مع درجات ألوان وبعطيها رقم.

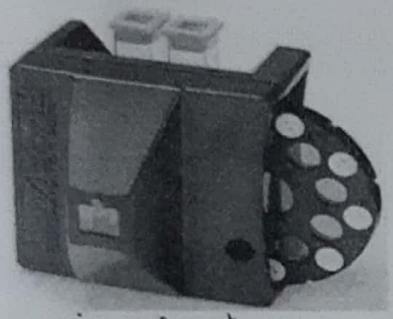
4. Color

- A physical characteristics of drinking water that are important for esthetic reasons.
- It may be caused by dissolved or suspended colloidal particles.
- One color unit is equivalent to the color produced by a 1 mg/L solution of platinum (Pt).

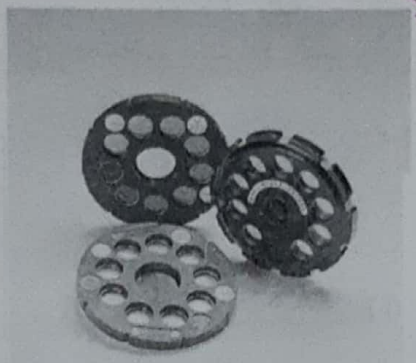
* الـ standard يلي على أساسة بجيد اللون هو البلاتين (Pt) لأنه بنوب في الماي

1 mg/L (Pt) → بعطينا لون مقدارة

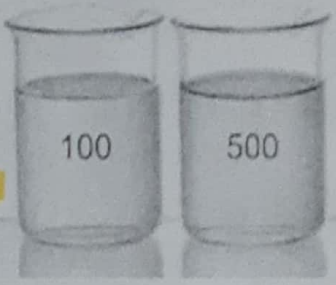
1 TCU (True color unit) لأنه ذائب



جهاز فيه ألوان مختلفة للمقارنة



* ممكن يكون سببة مواد عضوية وغير عضوية .



الإنسان بفضل يشرب الماي على حرارة معينة & potable حكينا أهم اشي الماي تكون palatable لكن

5. Temperature

إذا الحرارة غير مناسبة الإنسان ما راح يحب يشربها .

1. Warm water tastes flat. Cooling suppresses odors and tastes and makes water more palatable.
2. Temperature effects the chlorination and purification of water.
3. Disinfection takes longer when water is colder
4. At lower T, purification capacity is reduced with reverse osmosis treatment equipment.
5. Water having physical characteristics exceeding the limits or making it less palatable should not, as a general rule, be used for drinking.

Madar
ask ;; believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 3 1 / 11 / 2022

5 - Temperature :-

① بتزيد اي ممكن يرمو يؤثر على المواد العضوية يلي فيها ، البترول ممكن يعمل سيطرة على الـ odor وعلى الـ taste (إذا الرائحة والطعم ظاهرات اي بتكون غير صالحة للشرب).

② في تأثير لـ Temp على المعالجة ، التعقيم مثلاً الـ chlorination ، التعقيم عبارة عن تفاعل كيميائي الكلور يتفاعل مع المواد العضوية فإذا كانت اي حرارتها منخفضة جوا الـ reactor زي 10 مثلاً. بدها زمن طويل حتى يتم التفاعل ، أما إذا كانت حرارة اي عالية مثلاً 25 ، 30 .. بكون التفاعل سريع

* إذا التفاعل بطيء بدنا reactor أكبر ، التفاعل السريع الخزان بكون صغير.

⇐ نفس الأشي إذا كنت بتعالج اي عشان تشيل الـ TDS ، ما نشيل الأملاح ، إذا كانت اي باردة حرارتها منخفضة بتكون حركة اي بطيئة بدنا unites أكثر ومساحة أكبر أو surface area أكبر من الـ membrane إذا كانت اي حرارتها أعلى ممكن تكون مسامات الـ membrane أكبر والـ production أسرع.

⇐ الـ Temp تؤثر على حركة الأيونات في اي وتؤثر على الـ pore size الـ membrane ، الـ Temp عالية الـ production of water بكون أسرع ، إذا حرارة أقل بدي مساحة أكبر و membranes أكثر عشان أنتج نفس الكمية من اي.

⇐ الـ Temp يؤثر على الـ water treatment وعلى الـ palatability للي على قابليتها إنها تكون صالحة للشرب مباشرة.

SIGMA NOTE
adar ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

كانت physical para. أما الـ DS مرتبطة بالـ SS

B. Chemical Parameters

الأشياء اللي بتذوب بالمي هي اللي بتكون الخصائص الكيميائية للمي سواء كانت مواد عضوية أو غير عضوية أو heavy metal أو Nutrients أي.

*من أهم الأشياء اللي نقاس بالمي ولها مواصفات وتؤخذ بعين الاعتبار عند المعالجة هي الـ hardness & Alkalinity

Total dissolved solids:

- Alkalinity, Hardness, Fluoride, Metal ions, Organics, Nutrients

هي مجموع تراكيز الـ HCO_3 والـ CO_3 والـ OH^-

* الـ CO_3 والـ HCO_3 هدول هم اللي بعطو للمي Alkalinity أكثر من الـ OH^-

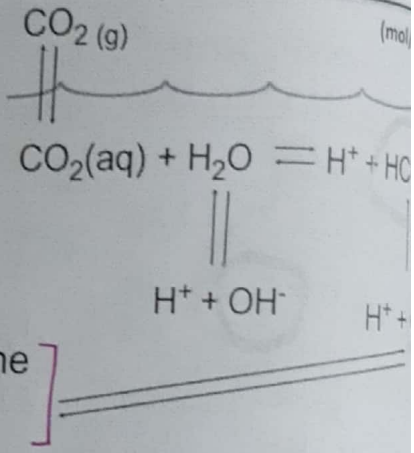
Alkalinity ← Cation

ANALYSIS:

- *Gross: alkalinity, hardness*
- *Specific ions: Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Cl^-, $NO3^-$, pH (H^+ or OH^-)*

The amount of alkalinity present is expressed in terms of CaC

$$Alk\ T = [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H^+]$$



① hardness → Mg & Ca (cation) أيونات موجبة

② Alkalinity → قلوية (الأيونات السالبة) تتفاعل مع الـ acid أيونات قاعدية زي الـ OH لكن باللي الـ HCO_3 أهم من الـ OH^-

Chemical Parameters

Hardness → عبارة عن الـ Ca & Mg

- Multivalent cations, particularly magnesium and calcium, causes hardness. These ions are easily precipitated and form scales espe in heat transfer equipment and a problem arise up.
- Correlated with TDS (as part of it), they represent total concentra of Ca and Mg, and is reported in equivalent CaCO3 (mg/L). Other (Fe2+, Al3+) may also contribute to hardness.

Hard water problems:

- leaves solid deposits in boilers, hot water pipes, heaters, ...) a
- They also react with soap and detergents requiring more soa detergent and form a difficult–to-remove scum

Advantage: hard water is less corrosive than soft water.

* الـ hardness جزء من الـ TDS لانو الـ TDS بشمل كل المواد والأملاح وغيرها.

بعد هيك بقيم اي غير صالحة للشرب

Hardness Classification	Water Hardness measured in Parts Per Million (or mg/L) of Calcium Carbonate
Soft	0 - 100
Moderate	100 - 200
Hard	200 - 300
Very Hard	300 - 500
Extremely Hard	500 - 1,000

Madar ask :: believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

▸ Subject: Chapter 3 1 / 11 / 2022

1- Alkalinity :-

* الـ CO_3 بتيجي من ذوبان الـ CO_2 في الماي ، مياه البحيرات والأنهار في الطبيعة بتلاقي نسبة من الـ CO_2 ذايب في الماي ، بمجرد ما يوصل الـ CO_2 للماي بصير له hydrolises (تقبيه) يتفاعل مع الماي وبعطينا HCO_3 ، الـ HCO_3 بصير له مطرة hydrolysis وبعمل اتزان ، بصير تفكك بالماي وبعطينا CO_3.

⇐ لهيك لو أخذنا عينة مي في أي وقت راح نلاقي جواها H^+ ، OH^- ، CO_3 ، HCO_3 في اتزان بينهم كل واحد له نسبة معينة حسب الـ PH عالية ولا منخفضة بكون عندي نسب منهم كلهم.

* لما يتفاعل anion مع cation مثلاً Ca مع CO_3 بعطينا راسب لو عطينا ثوبة مياه جوفية جواها Ca و CO_3 وسخناها بعدين بخرنا الماي بطلع عنا راسب أبيض بالهوا اسمه limestone ($CaCO_3$)

⇐ هاي هي مشكلة الـ hard water ، الماء العسر والماء اليسر ولبش لازم نعمل softining للمياه ونعالجها لأنو الـ Ca مع الـ CO_3 بكونوا راسب (insduable) ذايبيته بالماي (15 لـ 100000) راسب يعني.

* هل الـ Chloride مادة ملوثة أم لا :-

أي مادة جيدة ومفيدة بنسبة معينة ، بتركيز معين ما بكون over dose بتصير سامة وخطرة الـ chloride مفيد شوي خاصة في معجون الأسنان تقريبًا 2ppm أكثر من هيك بلش يعمل مشاكل.

* الملوثات هي الـ toxic metal كميات صغيرة جدًا جدًا لكنها سامة وخطرة زي الزرنيخ (As) ، الرصاص (Pb) ، الزيبق ، الكادميوم ، الكروم (Cr) ، الـ Ni الـ organic مواد كيماوية تقضي طعم ورائحة ، Nutrients ، لهيك الأحمل في

Nadar ask :: believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject: Chapter 3 1 / 11 / 2022

في المياه ما يكون منها مواد عضوية أما الأملاح على CO_3 عادي
الـ Ca ، Mg معمل كلهم عادي يكونوا باقي

* هاي الكونات كلها دايمة في أي بنعملها تحاليل في المخبر وبنقيسها في عنا standard test ، عنا نوعين من الـ tats :-
① gross (بكون معه أشياء)
② specific (أيون لحاله)

* الـ Alkalinity هو gross لأني بفحص أكثر من شغلة مع بعض
* الـ hardnes عبارة gross test
* إذا بدي مثلاً الـ Ca لحالة حديش ppm هاد بكون specific في طرق لقياسة مثل (atomic absorption) كل عنضر له standard معين بقيس تركيزه (مع بعض بعتبرهم gross) .

⇐ كيف ممكن نعمل determination لـ Alkalinity :-
titration ، لغاية نقطة التعادل بنستخدم عباد الشمس أو Indicators وبنعرف حديش استهلك acid

* الـ PH هو فحص للمكونات الكيميائية الـ H^+ وهكذا .

* الـ Ca أو الـ Mg لحالهم بنقيسهم بوحدة (mg/L)
أما ما حكي عن hardnes أو Alkalinity الهم وحدة مشتركة =>

mg/L as $CaCO_3$
↳ Molar mass = 100 g/mol

SIGMA NOTE POOK
Radar
ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* في مواصفات لأقصى حد مسموح
جنبة من هاي المواد في اكي لحتى تكون
صالحة للشرب

C. Radioactive Parameters (Primary MCLs)

أحياناً اكي يكون جنها مواد مشعة زي الـ Radon Radium Uranium

Radionuclides			
Radium 226	20 pCi/L	Beta particle and photon radioactivity	4 mrem/yr
Radium 228	20 pCi/L	[Radon] → موجود في الطبيعة في التربة لما تحفر بيلاقيه موجود.	300 pCi/L
Gross alpha particle activity	15 pCi/L	Uranium	20 µg/L ← بقياس بـ mass/volume

[1 Ci = decay rate of 1 g Radium-226] (= decay of 3.7x10 10 atoms/s)

بقاس بوحدة الـ Ci (الكوري)

D. Microbiological Parameters

معقود فيها وجود خلايا من الأحياء المجهرية

Microorganisms: بكتيريا، فايروسات، Protozoa زي الأميبا وأغلبها

- Bacteria, Viruses, Algae, Fungi, Protozoa, Parasitic Worms.

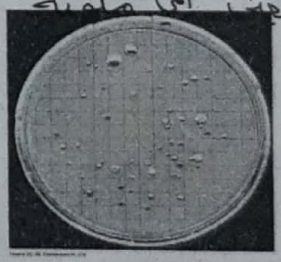
هي الـ pathogenic (مسببة أو ناقلة للأمراض)

Pollution indicators: Coliform bacteria

- E. coli used as an indicator of water quality: normal inhabitant of intestines of humans and many animals.
- Indicator of presence of fecal matter
- Total coliforms are typically reported

* البكتيريا اما nonpathogenic أو pathogenic
↳ coliform bacteria زي
↳ هاي بنعمل عليها

مخومات لأنها أقل خطر من الـ pathogenic وهي indicator للتلوث اذا كنا عينة منها هاد بعض اكي هاملية وأصلها حرف صحي أو شيء (فيها تلوث عضوي يعني).



Microbiological Parameters

Indicator لـ water quality

* اذا موجودة يعني فيه تلوث pathogenic حتى لو ما كانت E-coli → Escherichia coil

من أهم أنواع الـ coliform bacteria

- A **fecal coliform bacteria** test is used to indicate the likely presence of disease-causing bacteria in water.
- Results reported as **Most Probable Number (MPN) per 100 mL.**
- Incubation at moderate temperature (35°C) for 48 hr. → عادة يكون مدرج زي الرسم البياني عشان يسهل الحد في حالة معينة

Micro-organism	Reference Value
Escherichia coli	Absent in 100 mL
Total coliforms	≥ 40 samples of 100 mL monthly collected: absent in 95% → نوعية اي بدها مواصفة مسموح
Heterotrophic bacteria	500 FUC / mL
Cryptosporiduim	99% inactivated and/or removed ← تغير protozoa
Giardia	99.9 inactivated and/or removed ← تتغذى على البكتيريا الكلوريلي بحفظه في E-coli ← 5%
Enteric viruses	99.99% inactivated and/or removed ← اكي عشان التعقيم ويقتلها اي الأشياء بقتل 99.9% ← نفعل الها كلور

Madar ask ;; believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject : Chapter 3 1 / 11 / 2022

Microbiological Parameters :-

ليش الـ (E-coli) تعتبر indicator للتلوث ؟!
لأنهم بطبيعتهم بعيشوا في أمعاء الإنسان والحيوانات بالتالي مرتبطين بالـ waste يلي بمكونات الطعام .

* كيف بعمل فحص لـ Microbiological test <=

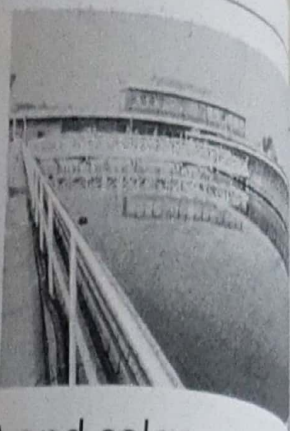
① عنا فحوصات مباشرة بحط العينة تحت المجهر و بيين نوع الـ Microorganism
② إذا كان عدد صغير مو مبين بعملوا زراعة (بعطوه مغذيات و بستنو عليه لحتى يتكاثر) بعدين بحطوه تحت المجهر و بيبين واضح

* إذا شخص مش عارفين إذا الموجود التهاب بكتيري ولا فيروسي بدهم يعملوا زراعة عشان يشوفو نوع الـ Microorganism .

Nadar ask ;; believe & recieve
المسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* التقييم ضروري لكل أنواع المياه لأنه آمن غذائيًا بأي معالجة تكون التقييم .

Drinking Water Treatment



تختلف عن المياه الجوفية بتركيبها والمشاكل الأكثر فيها هي (SS) فيها أتربة وتكون شديدة ولون

I. Surface Water Treatment

لازم نشيلها هي الـ SS بهما settling وبهما Filtration هاد أهم شي لفصل الـ S

- **Primary objectives** are to
  1) Remove suspended material (turbidity) and color
  2) Eliminate pathogenic organisms
- Treatment technologies largely based on coagulation and flocculation ②

① تشيل العكورة (turbidity)

المياه الجوفية أهم طريقة معالجة إلها هي

II. Groundwater Treatment

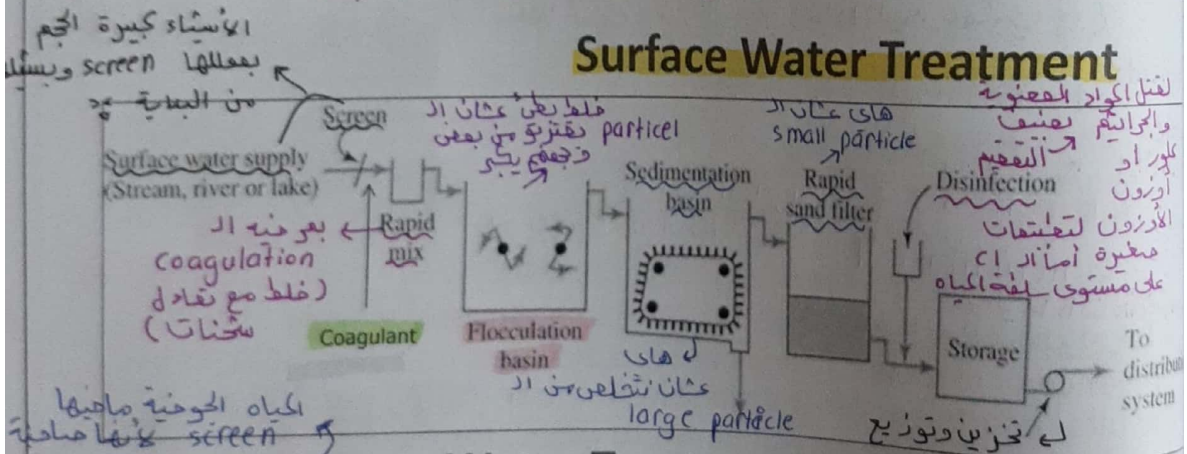
تشيل الأملاح الذائبة ، هي صافية ما فيها SS ولا عكورة مشكلتها بالأملاح لهيك تقابج بالـ softening (التخلية) عشان تشيل الـ hardners

- **Primary objectives** are to
  1) Remove hardness and other minerals
  2) Eliminate pathogenic organisms
- Treatment technologies largely based on chemical precipitatio

لـ بشيل الأملاح الـ Ca بترسب على شكل $CaCO_3$ والـ Mg على شكل $Mg(OH)_2$

لأن الـ $MgCO_3$ ذايب في حين أما الـ $Mg(OH)_2$ أقل ذوبانية .

Surface Water Treatment



الأشياء كبيرة الحجم بمعللها screen وبشيلها من البداية

خلط بطيء عشان الـ particel تقترب من بعض وتجمع بكبر

هاي عشان الـ small particle

بعوفيه الـ coagulation (خلط مع تقادف شحنات)

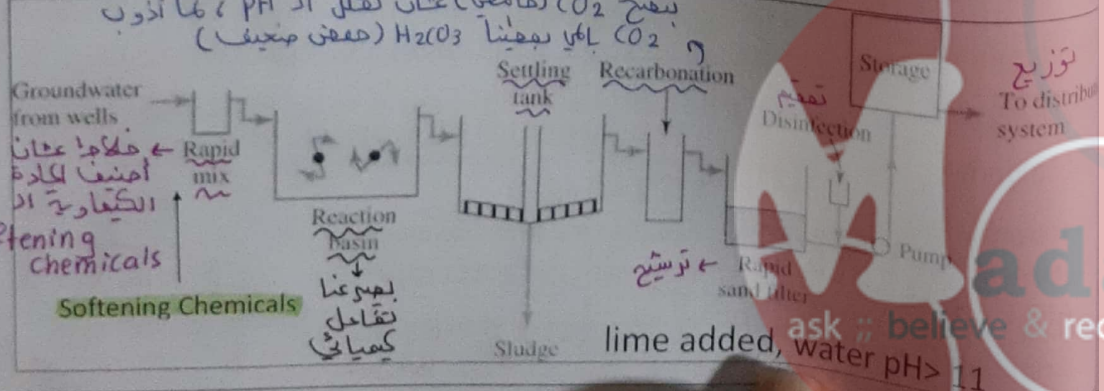
هاي عشان نتخلص من الـ large particle

لقتل الجراثيم المعوية والجراثيم يضيف التقييم كلور أو أوزون الأوزون لتعليمات صغيرة أما الـ Cl على مستوى لفت المياه

لـ تخزين وتوزيع

المياه الجوفية ما فيها screen لأنها صافية

Groundwater Water Treatment



بنفخ CO_2 (هامضي) عشان نقلل الـ PH ، لما أذوب CO_2 بالمي بصيرنا H_2CO_3 (حمض ضعيف)

خلاط عشان أضيف المادة الكيماوية الـ softening chemicals

بصيرنا تفاعل كيميائي

ترشيح

تعقيم

توزيع

adar
ask :: believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

→ softening (lime - soda process)

soda

① $Ca^{+2} + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + Na^+$

↳ lime - stone (حجر جيري)

② $Mg^{+2} + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2 + Ca^{+2}$

↳ lime (جير)

$NaOH$ → صودا كاوية

Madar
ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Subject: Chapter 3 1 / 11 / 2022

* Surface water treatment : (تكملة شرح المحطة)

rapid mix ← خزان صغير بجيرمنيه خلط سريع عشان تضيف الcoagulation زي الشبة أو الferric chloride هدول بنوبوا بالمي وبعطونا شحنات موجبة وبعادل الشحنات السالبة يلي على الparticle .

← المكورة عبارة عن تراب ومواد بكيزية هاي الparticle الصغيرة عليها شحنات كهربائية مابتترسب مو بس لأنها صغيرة عمان لأنها مشحونة

* حاليًا الcolloides أو الجزيئات الصغيرة بتكون مشحونة بشحنات كهربائية في تنافر بينهم لهيك بنضيف مادة مخالفة الها بالشحنة لحتى تعادل الشحنات حتى يروح التنافر حسب قانون كولوم .

* لهيك الهدف من الCoagulation :-
هو انو بعطيها شحنة موجبة مثلًا الAl^{+3} الـ 1mol بعطينا 3mol من الشحنات والFe عمان أحسن من الNa والK %

=> الparticle نفسها يلي بتعمل عكورة عليها شحنة سالبة ، السالب بتعادل مع الموجب هيك بتكون راحت الشحنة لكن الparticle لسا صغيرة .

Floculation ← الparticle راحت عنها الشحنة لكن بعدها صغيرة منحط مادة ثانية بتخليهم يقربوا من بعض على شكل كتلة (floc)

* الCoagulation والFlocubtion بكملو بعض عشان أسيل المكورة مادة بضيفها بتسيل الشحنات ومادة بضيفها بتجمع الparticle مع بعض وبتصير floc حجمها كبيرة وبصير الها settling أو Filtration
الFiltration لحالها غالي % لهيك في جنبه sedimentation لأنه أرخص .

SIGMA NOTE
Nadar ask :: believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

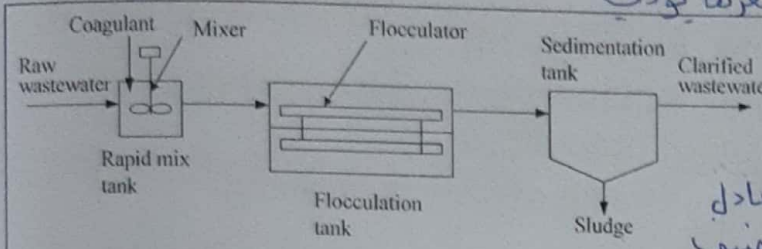
Surface Water Treatment

Removal of turbidity (and suspended solids formed):

1. rapid mix (coagulation) tank
2. flocculation tanks
3. settling (sedimentation) tanks
4. Filtration

* شرح الرسمة اللي تحت عن الـ coagulation :-

الدائرة السالبة عبارة عن حبيبة رمل أو تراب بتعمل عكارة بالمي لأنها صغيرة ما بتترسب ومغرها بيؤذي إلى وجود تنافر كهربائي لأنو الجزيئات كلها نفس الشحنة السالبة ما بيقتربو من بعض لا يمكن يتجمعو فيزيائيا إلا إذا أضفنا مادة كيميائية بشحنات مخالفة بتعمل تعادل سالب مع موجب وبروح التنافر ، لهيك بنضيف مواد زي الـ Al^{+3} والـ Fe^{+3} عشان يعطي شحنة موجبة منجمع عنا مثل طبقة من الأيونات الموجبة حولين الـ particle السالب



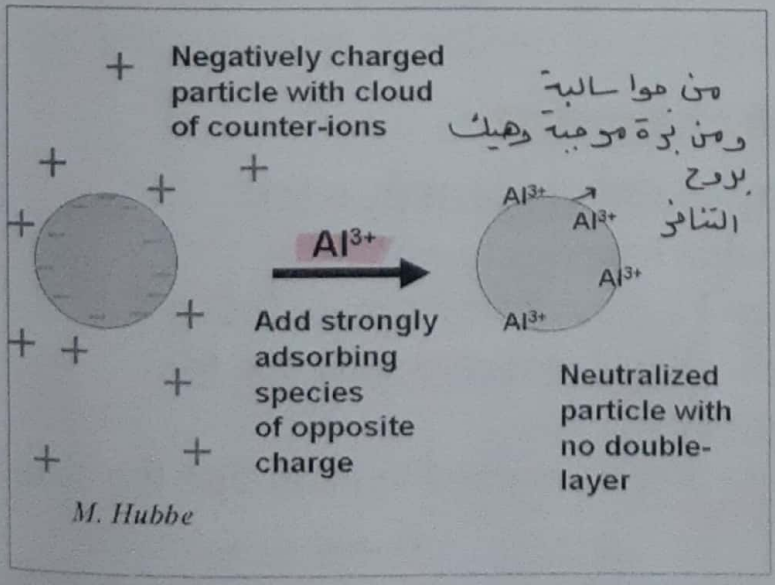
* الـ Flaculation قوانها أكبر من الـ coagulation عشان أكبي قوة لـ particle يتجمعو ويكون بعض أكبر عشان بدي أجمع الـ particle مو أكسرها.

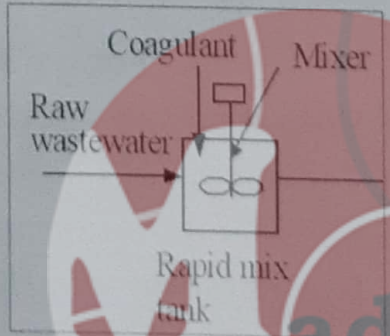
Coagulation → إضافة مواد كيماوية تحتوي على شحنات كهربائية مخالفة للشحنات الموجودة على الـ Turbidity solid

الأشياء اللي بتعمل الـ Rapid mixing

Addition and rapid mixing of a coagulant with the water to:

1) neutralize surface charges
2) collapse the (charged) surface layer around the particles
3) allow the particles to come together and agglomerate
4) allow the formation of floc that can readily settle





Radar
ask ;; believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Good Coagulants

1) Non-toxic and relatively inexpensive
2) Insoluble in neutral pH range
3) Do not leave high concentrations of metals in treated water
4) Trivalent cations are most effective in charge neutralization

Common Coagulants

- **Alum**
  - Hydrated aluminum sulfate $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O]$
  - Alum, when added to water, will be hydrolyzed to form gelatinous hydroxide $[Al(OH)_3]$ precipitate.
  - This will carry suspended solids as it settles by gravity.
  - Optimum pH: 5.5 – 6.5.

- **Anhydrous Fe^{3+}** (as $FeCl_3$)
  - Forms $Fe(OH)_3(s)$ in a wide range of pH 4-11, optimum 4.5-

Aluminum Chemistry

- With alum addition, what happens to water pH?

$$Al_2(SO4)_3.14\ H_2O \Leftrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 8H_2O + 3H_2SO_4$$

- 1 mole of alum consumes 6 moles of bicarbonate (HCO_3^-)

$$Al_2(SO4)_3.14\ H_2O + 6HCO_3^- \Leftrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 6CO_2 + 14H_2O + 3SO_4$$

- If alkalinity is not enough, pH will be reduced greatly

$$Al_2(SO_4)_3.14H_2O \leftrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2SO_4^- + 14H_2O$$

- Lime or sodium carbonate may be needed to neutralize the ac

Iron Chemistry

$$FeCl_3 + 3HCO_3^- \Leftrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2 + 3Cl^-$$

- With iron salt addition, what happens to water pH:
  1 mole of $FeCl_3$ consumes 3 moles of bicarbonate (HCO_3^-)
- If alkalinity is not enough, pH will reduce greatly due to hydrochloric acid HCl formation.
- Lime or sodium carbonate may be needed to neutralize the ac
  Lime is the cheapest.

Madar ask & believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بعد ما أسيئل الشحنات بدي أجمع الـ particle

Flocculation →

- The process that leads to the formation of large voluminous flocs, which are loosely held aggregates of coagulated particles and solids.

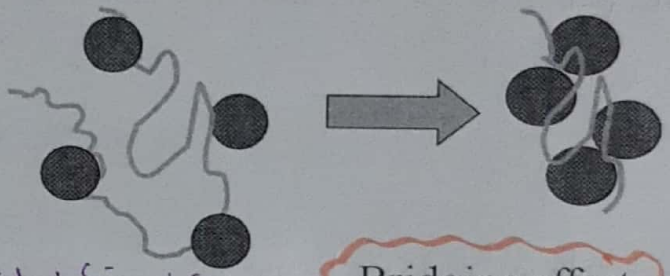
- The slow mixing is one of the fundamentals necessary to promote collisions between particles to form flocs.

Flocculation Chemical (Coagulant-Aids):

1. inorganic: polyaluminum chloride → أشهر المواد اللي بنستعملها

2. Synthetic Polymers (Polyelectrolytes): polyacrylic acid, polyacrylamide derivatives → بعضها anion أو cation وبعضها غير مشحون.

Alum → 5 - 10 ppm
Iron → 10 → 30 ppm
] → عمليات متغيرة.

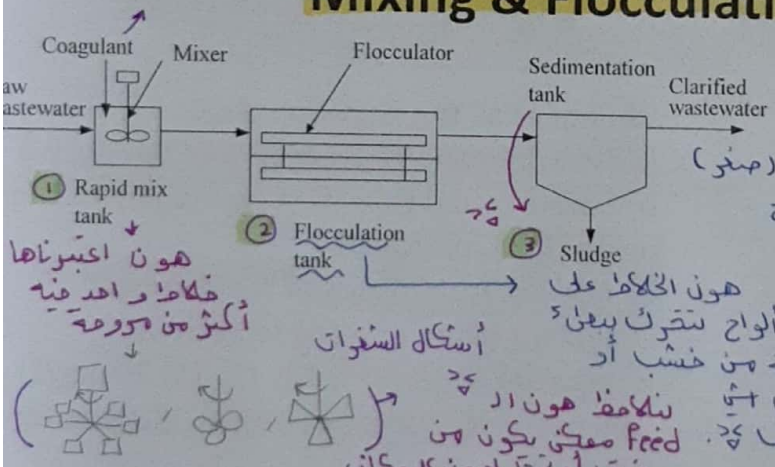


هاي المواد بتكون على شكل مواد خيطية ← Bridging effect

عشان تعمل تجسير للـ particle

خزان متغير فيه خلاط واحد أو أكثر

Mixing & Flocculation Units



* شو الهدف من وجود أكثر من paddle :-
الهدف تقليل السرعة، لأن الـ rapid tank سريع جداً والـ setling tank ما فيه سرعة (صفر) فأنا من سرعة عالية لصفر ما بيجي أروح مرة واحدة لازم يكون فيه تدرج لهيك لازم تقلل السرعة وتضيف أكثر من paddle.

هون اعتبرناها خلاط واحد فيه أكثر من مروحة

أشكال المراوح

هون عنا 2 chamber عشان يكون mixing أحسن.

هون الخلاط على شكل ألواح بتتركب ببعض بالاستيك خفيف لهيك

بنلاحظ هون الـ feed ممكن يكون من فوق أو تحت أو من كل مكان

* لو بدي استغنى عن الـ paddle بحط buffels حواجز تقوم بها (بتطلع وبتنزل) بدون ما بتحتاج متور

paddle

buffels

هاد Floculation tank فيه 3 chamber كل واحد فيه paddles غير التانية على حسب الها خلاط مختلف (بتقدر أتحكم بالرعات).

هول اللي هون أشكال مختلفة لـ rapid tank

ممكن أستغني عن هاد الـ tank نهائياً وأحقن المواد من خلال مكان أو أكثر

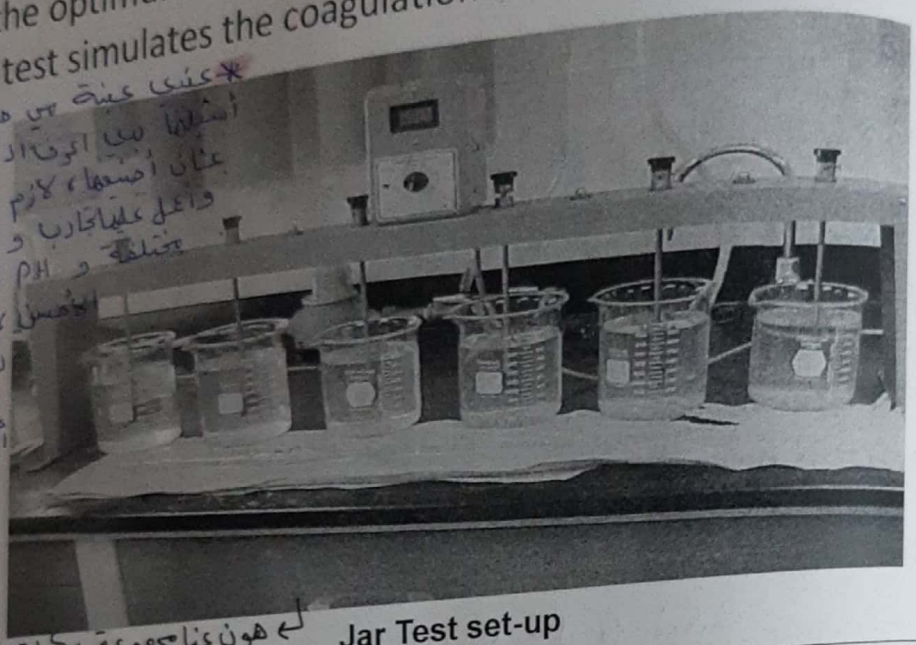
لو بدي أستغني عن الـ paddles اطواني، متواري، مستقيلات ...

ask :: believe :: recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Jar Test

Determining Coagulant Dose & Optimum pH

- The jar test – a laboratory procedure to determine the optimu and the optimum coagulant dose
- A jar test simulates the coagulation and flocculation processes



Jar Test set-up

Jar Test

determining optimum pH

- Fill the jars with raw water sample – usually 6 jars
- Adjust pH while mixing using H_2SO_4 or NaOH (pH: 5.0; 5.5; 6.0; 6.5; 7.0; 7.5)
- Add same dose of selected coagulant to each jar (Coagulant dose: 5 or 10 mg/L)
- **Rapid mix** each jar at 100 to 150 rpm for 1 minute.
- **Reduce the stirring speed** to 25 to 30 rpm and continue mixing for 15 to 20 min.
- Turn off mixers and allow flocs to settle for 30 to 45 mins
- Measure the final residual turbidity in each jar
- Plot residual turbidity against pH.

Optimum coagulant dose

- Repeat all the previous steps
- This time adjust pH of all jars at optimum found from first test while r using H_2SO_4 or NaOH
- Add different doses of the selected coagulant (alum or iron) to each jar (Coagulant dose: 5; 7; 10; 12; 15; 20 r
- Rapid mix each jar at 100 to 150 rp 1 minute.
- **Reduce the stirring speed** to 25 to rpm for 15 to 20 mins
- Turn off the mixers and allow flocs settle for 30 to 45 mins
- Measure the final residual turbidit each jar
- Plot residual turbidity against coag dose.

Qadar
ask ;; believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* بدنا ندرس الـ PH ؟ Alum من الـ (10 ppm) بناخد dose مفترضة مثلاً

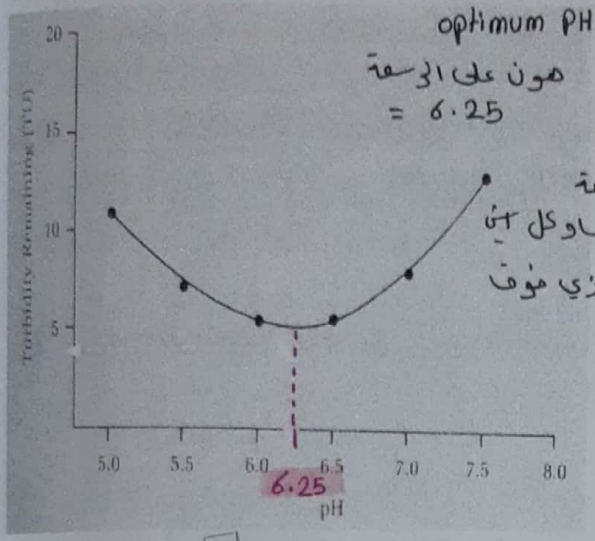
كلهم نفس الـ dose فنعتهم بحجم معين من الماي ع بداية بشغل الخلاط بسرعة عالية جداً

Coagulation Jar Tests

مدة نص دقيقة مثلاً وهيك بتكون خلطنا الـ Alum مع الماي بعدين بنخفض السرعة و بنشغله 10 s Flocculation مدة لربع ساعة وبعدين بعمل stop وبصير بنفس البيكر المكورة راح تنزل وتنزل setting

Jar Test – optimum pH

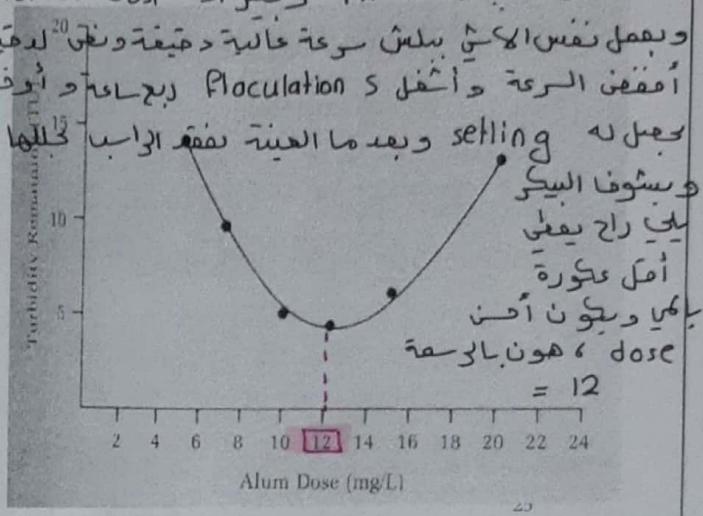
ممها المواد يلي منفتها ع كيفابدي أعرف إذا الـ PH مينح (أحسن PH ؟) باخد عينة وبروح على الـ turbidity meter وبشوف البيكر يلي راح يعطي أقل عكورة بكون الـ optimum pH

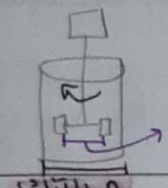


هون على الرسمة = 6.25

Jar Test – optimum dose

هون بثبت الـ PH وبغير الـ dose لـ Alum وبعمل نفس الاشي بدلش سرعة عالية دقيقة ونص لدقيقة أخفض السرعة وأشغل 5 s Flocculation لربع ساعة وأوقفها وكل شي بعمل له setting وبعد ما العينة تفقد الرواسب بشوف البيكر يلي راح يعطي أقل عكورة بالماي وبكون أحسن dose، هون بالرسمة = 12





* الـ design يعني أشوف الحجم وحديش بدي power.

الحاجات يلي راح نحكيها بتنفع لـ coagulation ولـ Flocculation ؟

Coagulation / Flocculation Calculations

Measuring the degree of mixing

الـ G بتعرفنا الـ extent of mixing أو الـ degree of mixing (التفاعل سريع أم بطيء) إذا G عالية يعني الـ mixing سريع وإذا قليلة بكون بطيء.

Velocity gradient: $G = \sqrt{P/(\mu V)}$

- P = power input (W)
- V = volume of basin (cu. m)
- μ = fluid viscosity (Pa.s)

G عالية ← G values for rapid mixing

G أكبر بالـ rapid هاد برضو حسب الـ power أكبر ← كلما كان أكثر وأسمك بدي ← s

Gt$_0$ values for flocculation ← G قليلة بحيث تدريج بالـ mixing شوي

Detention time, t_0 (s)	G (s^{-1})
0.5	3500
10 – 20	1000
20 – 30	900
30 – 40	800
Longer	700

← بعض دقيقة G كانت 900 عالية

Type	G (s^{-1})	Gt$_0$
Low turbidity, color removal coagulation	20 – 70	60,000 – 200,000
High turbidity, solids removal coagulation	50 - 150	90,000 – 180,000
Softening, 10% solids	130 - 200	200,000 – 250,000
Softening, 39% solids	150 - 300	390,000 – 400,000

شوي مش مرة وحدة

ذكرنا الـ turbidity والـ softening لأنو حكينا وحا نحكي بالتفصيل بالمياه السطحية والجوفية (بعد)

Radar ask, believe & recieve
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Power يؤثر على الـ D_i الـ

كلما كان اثقل بدو زيادة power

Coagulation / Flocculation Calculations

Designing a flocculator

Power input:

$$P = \frac{K_T (n)^3 (D_i)^5 \rho}{g}$$

K_T = impeller constant
n = rotational speed (rpm)
D_i = impeller dia (m)

constant ما في نكل impeller

* كل نوع وشكل من الـ impeller له const خاص فيه عشان يدخل في حساب الـ power

عندي 6 شفرات

Values of impeller constant K_T

Type of impeller	$[K_T]$
Propeller, pitch of 1, 3 blades	0.32
Propeller, pitch of 2, 3 blades	1.00
Turbine, 6 flat blades, vaned disc	6.30
Turbine, 6 curved blades	4.80
Fan turbine, 6 blades at 45°	1.65
Shrouded turbine, 6 curved blades	1.08
Shrouded turbine, with stator, no baffles	1.12

Power and rotational speed for some standard mixers

Model	n (rpm)
JTQ50	30, 45
JTQ75	45, 70
JTQ100	45, 110
JTQ150	45, 110
JTQ200	70, 110
JTQ300	110, 175
JTQ500	175

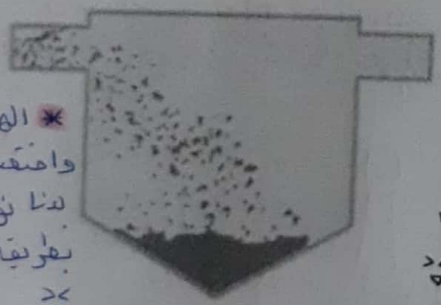
بدنا إياها بـ SI unit بدها تكون rps

JWI, Inc. of

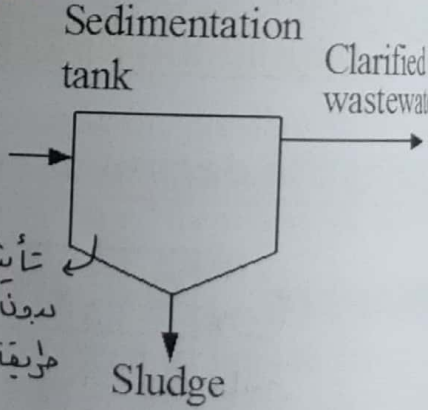
2. Sedimentation:

separation of solid from fluid

الفلوب هون هو الماء.



* الهندسة علم واقتصاد وإدارة بدنا نوقف العلم بطريقة اقتصادية



تأثير الجاذبية بدون حيث ثانيا طريقة رخيصة

- Flocs settle out and is scraped and vacuumed off th bed of large sedimentation tanks.
- Clarified water drains out of the top of these tanks a giant decanting process.

(For settling tank design and details, refer to Pre-requisite cours notes (particulate separation).

Radar
ask :: believe & recieve

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مهمة عشان إزالة الـ SS ، إذا الـ sedmintation غير فعال بعدين بنجما

3. Filtration

مكلفة مقارنة بالـ sedmi.

- Removal of those particles that are too small to be effectively removed during sedimentation.
- Sedimentation effluent: 1 - 10 TU & Desired effluent level: <0.3 TU
- Separate non-settleable solids from water. Combined with coagulation/ clarification, filtration can remove 84%-96% turbidity, over 97-99 Coliform bacteria and Giardia.
- Either **slow or rapid filtration** (depends on size of plant / volume of water considerations):

1) **Rapid-sand filters**: Force water through a 0.45-1 m layer of sand (d_p=0.4-1.2mm) and work faster, needing a smaller area. But they need frequent back-washing

2) **2) Slow-sand filters:** (d_p=0.15-0.35mm) require a much larger area but reduce bacteriological and viral levels to a greater degree. The top 1 inch must be periodically scraped off and the filter occasionally back-washed

Filter لأنو مياه الشرب حسب الكوامنة لازم المكورة تكون أقل من 1 (المكورة: تشمل مواد عضوية وغير عضوية والـ Microorganism)

① ②

بسيط ، بدنا كميات كبيرة

* الـ sand Filtration بيستخدم للكميات الكبيرة ، في أنواع كثير لكنها مكلفة بتشغيل membrane للترشيح أما هون الـ sand نفسه بعمل طبقة بتعمل فلتر بمر اكي من خلاله ويحجز الشوائب العالقة .

من اكي بستخدم رمل خشن particle راح تمر بيقى الـ

coarse particle

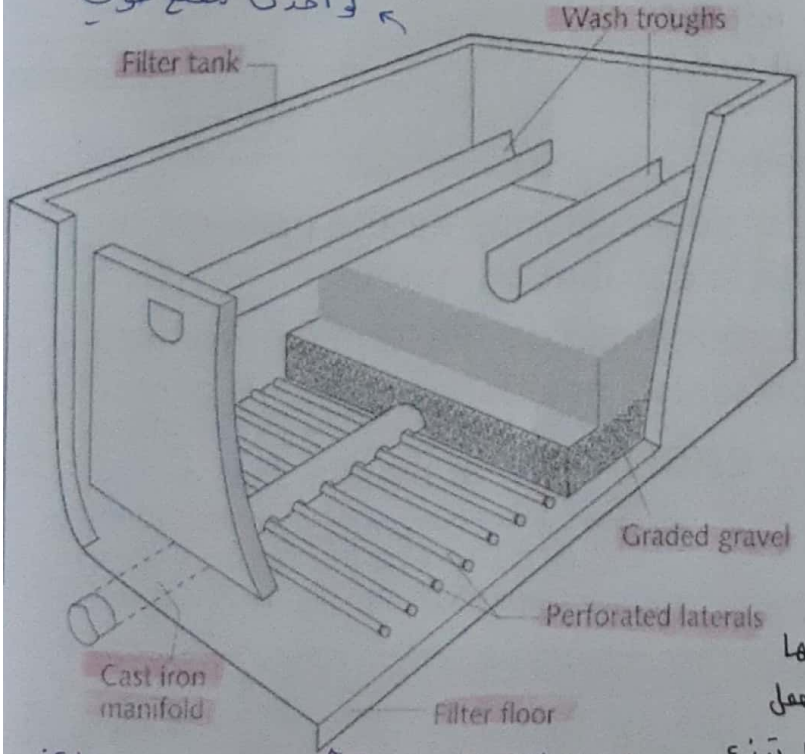
بحتاج area مغيرة بس لكفابل بدها backwash أكثر

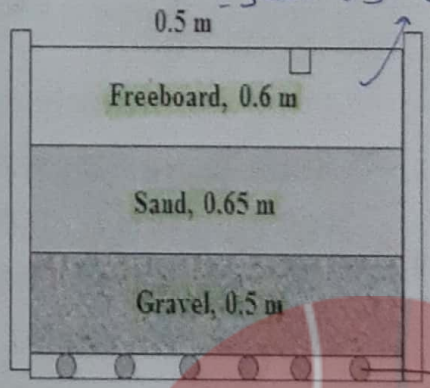
انتاجيته عملية الـ produced water كميتها أقل لكن نوعيتها أحسن الـ pore size بتكون صغيرة الرمل ناعم ما بمر منه كثير بالتالي كمية اكي بيي طلعت قليلة بس نوعيتها أحسن .

3. Filtration

* الطبقة الأولى بعد فترة بتحتاج كشط (scrabe) لأنها شوائب وبدين بتعمل backwash لأن هاي الطبقة اذا خلت بتسكر الفلتر في pressure drop عالي .

لو أخذت مقطع طولي





بحط فوق طبقة من الغرم عشان اكواد العضوية

cross section للصورة عشان بجمع اكي ، حاجتين مواسير كثير عشان بدنا نعمل توزيع متساوي بدنا نخلي اكي بيي بنجابها توزيعها على أكثر من صورة وبرضو بتعمل للقوية وبتعمل support للطبقة وأيضًا توزع اكي

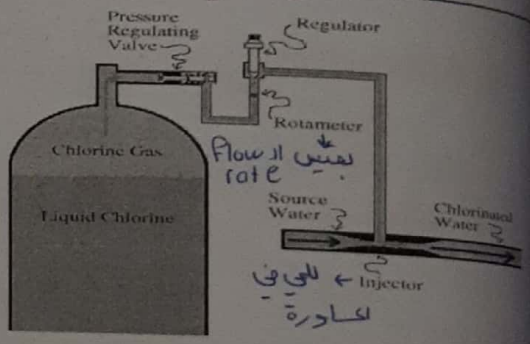
* عما الفلتر (الرمل يتشبع ويصير عندي طبقة من الشوائب عليه بوقف الشغل وبنحول لفلتر ثاني تنظيفها وبتعمل back wash بندخل مي من الأسفل .

Radar ask :: believe & recieve

4. Disinfection:

1) Disinfection is typically the last step in a water (*and waste-water*) treatment system
2) Residual disinfectant is needed in distribution system after water (*or wastewater*) treatment
3) Water completely *free of suspended sediment* is treated with a powerful oxidizing agent usually chlorine gas.
4) A residual of chlorine disinfectant is left in the water to prevent reinfection. Chlorine can form *harmful byproducts* and has suspected links to stomach cancer and miscarriages. Many agencies now residually disinfect with Chloramine.
5) In addition to disinfection, chlorine also has the following functions:
   a. taste and odor control as an oxidizing agent
   b. oxidation of Fe^{2+} and Mn^{2+} in groundwater
   c. ammonium removal in domestic waste treatment
   d. slime, biofouling control

Disinfectants



1. Gaseous Cl_2
   - Most commonly used.
   - Advantage: provide residual chlorine for the protection from bacterial growth in distribution system
   - Disadvantage: The formation of disinfection by-products (trihalomethanes) presents a health risk
2. Hypochlorite: NaOCl or $Ca(OCl)_2$
3. Ozone: generated on site
4. UV lamps: for small applications.

Subject : Chapter 3 6 / 11 / 2022

Disinfectants :-

4- UV lamps =>

الفلاتر الكربونية بعضها بتكون من 3 مراحل :-

① الـ sediment بتحجز وبعد فترة من الزمن بتلاقي صار لونه أحمر أو بني بتكون فيه شوائب (هاي المرحلة للتخلص من الـ SS).

② الـ carbon عشان يشيل الطعم والرائحة (هاي للتخلص من الـ disolved organics).

③ الـ RO بتشيل الـ Ca^{+2} والـ Mg^{+2} (الـ hardness والأملاح).

** بعض الفلاتر فيها مرحلة رابعة وهي الـ UV عشان تقتل الجراثيم وهي بتكون غالية.

Madar
ask :: believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK

كيف الكلور بتفاعل مع ال microorganism

Chemistry of Chlorine in Water

combined

الكلور موجود ويتفاعل مع المواد لكن مو Free بيكون مربوط مع الأمونيا لكن مازال كلور عندو قدرة يتفاعل مع المواد العضوية وهكي يكون احيائي ، ال residual بيكون على شكل Free لفترة من الزمن بعدين يروح ال combined

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow H^+ + Cl^- + HOCl$$

hybochlacic acid ← يتفكك الى

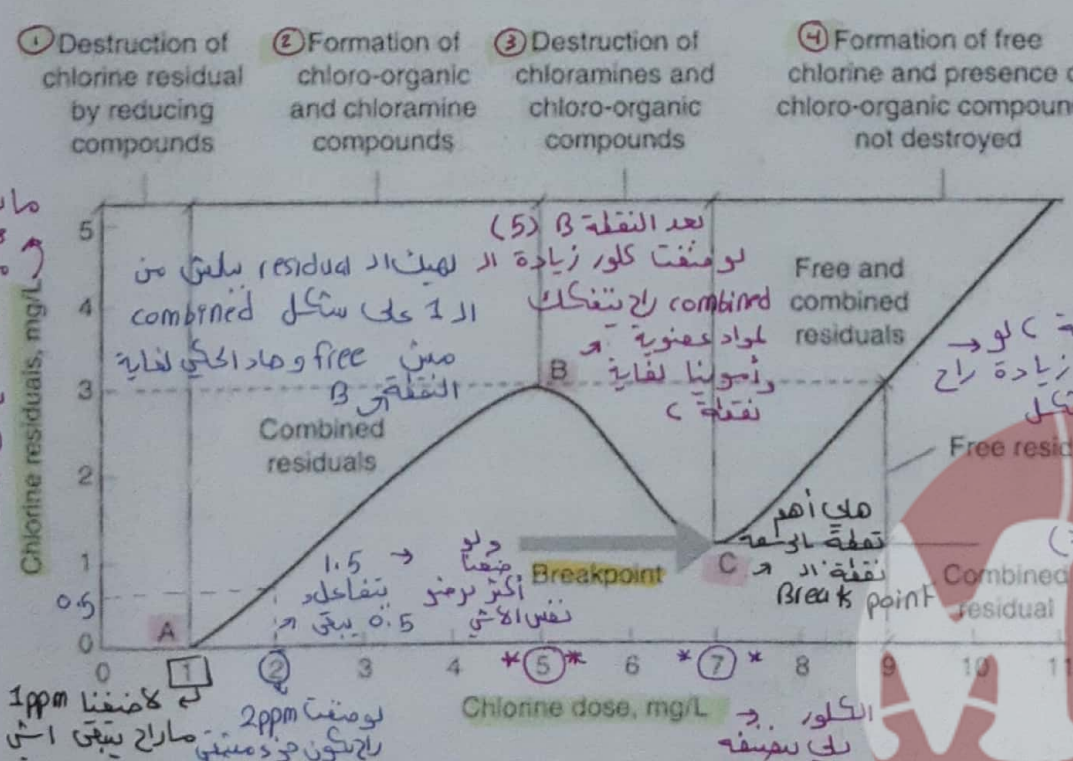
1. HOCl is a weak acid ($HOCl = H^+ + OCl^-$) with $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$
2. HOCl and OCl^- are free available chlorine which are very effective in killing bacteria
   ↳ (Microorg.) يتفاعل مع المواد العضوية سواء solid او dissolved
3. Small amount of ammonium (NH_4^+) in water is *desired* to form Chloramines: NH_2Cl, $NHCl_2$, NCl_3
   - *Chloramines (combined available chlorine) are weaker disinfectants than free available chlorine but are desired residual chlorine to be retained in water distribution system*

   هاد نوع ثاني ال Free يتفاعل مع بعض مشتقات الأمونيا
4. Excessive amount of ammonium (NH_4^+) in water is *undesirable* because it consume excess demand of Cl_2

   الزيادة من الأمونيا لا ينفع بها

Chlorine Demand or Breakpoint Chlorination

* بدنا نضيف كلور بـ dose معينة بحيث لضمن Free residual نستفيد منه



ما يتبقى من الكلور بعد ما تفاعل (زيادة عن التفاعل)

بعد النقطة B (5) لو منضيف كلور زيادة ال residual بيلش من ال combined على شكل free وهاد الحكي لغاية النقطة B

بعد النقطة C لو منضيف كلور زيادة راح يتفكك المواد العضوية والأمونيا لغاية نقطة C

هي أهم نقطة بالرسمة نقطة ال Break point

لو منضيف كلور زيادة راح يتخزن على شكل Free available (OCl^-) (زيادة عن 7ppm)

1.5 → يتفاعل مع 1 ويبقى 0.5

لو منضيف 2ppm راح يتفاعل مع 1 ويبقى 1 ppm

الكلور يلي بعد النقطة C

- Combined chlorine is the proportion that combines with organic matter.
- Free chlorine is the amount that remains to kill microbes in water system.
- Total chlorine is the sum of Combined and Free chlorine.

Radar ask, believe, recieve

العوامل المؤثرة على عملية التعقيم (سريعة، بطيئة، فعالة، غير فعالة)

Disinfection CT* Concept

contact time الـ ← 228
اللازم لإنجاز عملية الـ chlorenation و بإزالة 99.9 من الـ gardia
PH=7.5 T=2C° عند مقداره dose و 1 ppm

$$CT = 0.9847\ C^{**}0.1758\ pH^{**}2.7519\ temp^{**}-0.1467$$

*Inactivation is a function of Contact time, Concentration ← dose, pH, and Temperature.

Gardia نتخلص من الـ 99.9% من التعقيم

To get credit for 99.9% inactivation of Gardia microorganism:

chlorine (mg/L)	Contact Time (min) pH 6.5 2°C	pH 6.5 10°C	pH 7.5 2°C	pH 7.5 10°C
0.5	300	178	430	254
1.0	159	94	228	134

الـ pH الأقل أحسن لأنو أقل حمض الكلور يحيا بالصفة العقل بدنا H^+

الـ acidic أحسن لأنو أقل زمن بإتمام هاي الـ process * given dose * temp

dose معينة ممكن نتغير

هيك الأرقام contact time

***CT: Concentration** (mg/L) **x Contact Time** (minutes)

← الزمن اللازم لإنجاز عملية التعقيم (الزمن اللي بيكون أثناء التفاعل)

Example -1 and Solution

Example 6-2. Given the following analysis of a groundwater, construct a bar chart of the constituents, expressed as $CaCO_3$.

وحدة مشتركة ← الوزن الكافي ← تراكيز الكاتيون

Ion	mg/L as ion	EW $CaCO_3$/EW ion	mg/L as $CaCO_3$
Ca^{2+}	103	2.50	258
Mg^{2+}	5.5 → 5.5 mg	4.12	23
Na^{+}	16	2.18	35
HCO_3^{-}	255	0.82	209
SO_4^{2-}	49	1.04	51
Cl^{-}	37	1.41	52

لو عندي كانو عندي 23 من الـ $CaCO_3$

هاي القيم بدي نرسم بناءً عليها

Solution. The concentrations of the ions have been converted to $CaCO_3$ equi... The results are plotted in Figure 6-11.

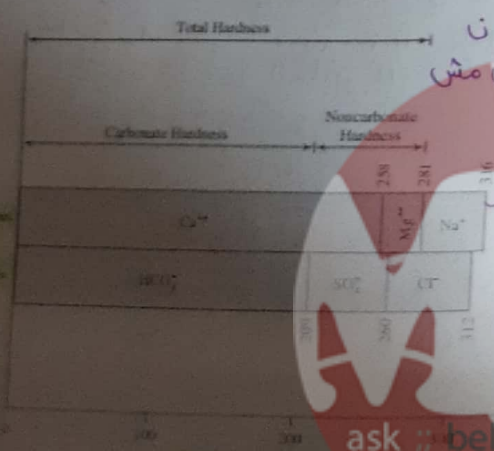


FIGURE 6-11

هون بقترض بكون عنا بقادل هون مش منطيق لأنو في أشياء بتكون أهملناها وهلأ لازم يكونوا متعادلين الموجب يساوي السالب

* General to convert from ion to CaCO3:

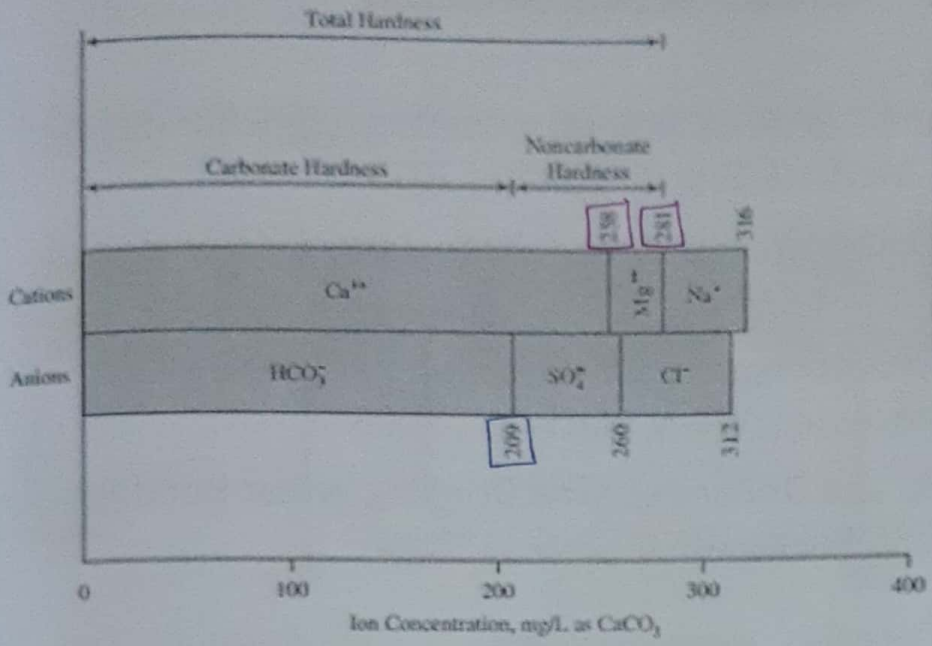
$Ew(CaCO_3)$ / $Ew(Co^{+2})$

Ca: 50/20
Mg: 50/12
Na: 50/23
HCO3: 50/61
SO4: 50/48)
Cl: 50/35.5

* طالب بالسؤال ترسم الـ bar chart يعني ترسم الأيونات السالبة مع بعض وفوقها الأيونات الموجبة مع بعض على شكل bar، عشان أرسم لازم أحول تراكيز كل الكاتيون بالكاتيون لـ $CaCO_3$ (وحدة مشتركة) يعني أعبر عنها كأنها $CaCO_3$

Nadar ask :: believe & recieve

More on Example -1



General to convert from ion to CaCO3:

Ca: 50/20
Mg: 50/12
Na: 50/23
HCO3: 50/61
SO4: 50/48)
Cl: 50/35.5

TH → مجموع ال Ca^{+2}, Mg^{+2}

CH → تركيز ال HCO_3^-

- Total hardness (TH) = 258 + 23 = 281 mg/L as $CaCO_3$
- Carbonate Hardness (CH) = ~~281~~ 209 mg/L as CaCO3
- Non-Carbonate Hardness (NCH) = TH – CH = 281-209 =72 mg/L as CaCO3

قديش كنا hardness بقابل الكربونات الثانية

Example -2 and Solution

Typical design values of the G for coagulation

Detention time (Seconds)	G mps/m, or S^{-1}
20	1000
30	900
40	790
50 or more	700

Example:
A rapid mixer is to be used for coagulation of surface water with high turbidity. If the flow is 720 m^3/h find the volume and dimensions of the tank and the power requirements. Assume that the detention time is 20 seconds and G=1000 S^{-1}, $\mu = 1.518 \times 10^{-3}$ N.m/s^2 at 5 °C.

Solution:
Q = 720 m^3/h = 0.20 m^3/s
V = 30*0.2 = 6 m^3
Assume the tank cross section is square ,then V = W*W*1.5W= 1.5 W^3
6= 1.5W^3 , W = 1.587 m, d= 1.5*1.587 = 2.38 m.

$P=\mu VG^2$ = 1.518X10^{-3}X6X1000^2 = 9522 Watt = 9.522 Kw

Madar
ask ;; believe & recieve

▸ Subject : Chapter 3 6 / 11 / 2022

Example 1 :-

$$EW = \frac{\text{molar mass (الكتلة الجزيئية)}}{\text{charge (الشحنة)}} = \frac{M}{Z}$$

(EW: الوزن المكافئ)

$M_{Ca^{+2}} = 40\ g/mol$ $\quad EW = \frac{40}{2} = 20\ g/equiv.$

$M_{Mg^{+2}} = 24\ g/mol$ $\quad EW = \frac{24}{2} = 12\ g/equiv.$

$M_{Na^{+}} = 23\ g/mol$ $\quad EW = \frac{23}{1} = 23\ g/equiv.$

$M_{HCO_3^-} = 61\ g/mol$ $\quad EW = \frac{61}{1} = 61\ g/equiv.$

$M_{CaCO_3} = 100\ g/mol$ $\quad EW = \frac{100}{2} = 50\ g/equiv.$

$$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{+2} + CO_3^{-2}$$

$Ca = 50 / 20$ ($CaCO_3$ ← Ca^{+2})

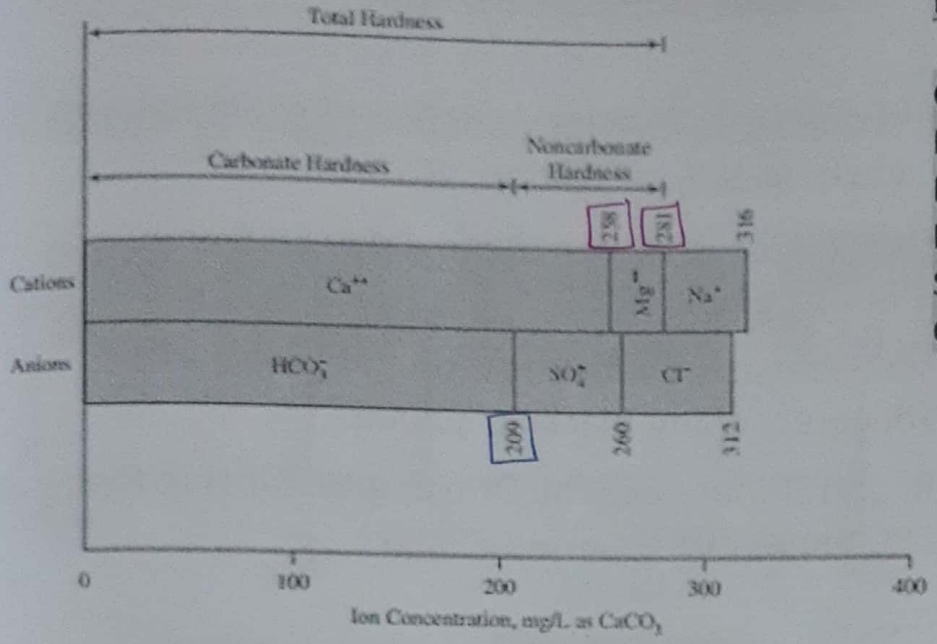
∴

$Ca^{+2} = 103 * \frac{50}{20}$ (إذ $\frac{100}{40}$) $= \frac{258}{258}\ mg/L$ as $CaCO_3$

$Mg^{+2} = 5.5 * \frac{50}{12} = 23\ mg/L$ as $CaCO_3$

Madar
ask ;; believe & recieve

More on Example -1



General to convert from ion to CaCO3:

Ca: 50/20
Mg: 50/12
Na: 50/23
HCO3: 50/61
SO4: 50/48)
Cl: 50/35.5

TH → مجموع ال Ca^{+2}, Mg^{+2}

CH → تركيز ال HCO_3^-

- Total hardness (TH) = 258 + 23 = 281 mg/L as $CaCO_3$
- Carbonate Hardness (CH) = ~~281~~ 209 mg/L as CaCO3
- Non-Carbonate Hardness (NCH) = TH – CH = 281-209 =72 mg/L as CaCO3

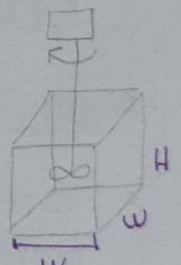
قديش كنا hardness بقابل الكاتيونات الثانية

Example -2 and Solution

كل الوحدات بهدا تكون SI unit

Typical design values of the G for coagulation

Detention time (Seconds)	G mps/m, or S^{-1}
20	1000
30	900
40	790
50 or more	700



H = 1.5 W

Example:

A rapid mixer is to be used for coagulation of surface water with high turbidity. If the flow is 720 m^3/h find the volume and dimensions of the tank and the power requirements. Assume that the detention time is 20 seconds and G=1000 S^{-1}, $\mu = 1.518 \times 10^{-3}$ N.m/s^2 at 5 °C.

① ② ③

① $V = Q * \theta$ (θ → time; Q → volumetric flow rate)

② H & W

$V = 1.5 W^3$

$H = 1.5 W$

Solution:

$Q = 720\ m^3/h = 0.20\ m^3/s$

$V = 30 * 0.2 = 6\ m^3$

Assume the tank cross section is square, then $V = W*W*1.5W = 1.5\ W^3$

$6 = 1.5W^3$, $W = 1.587$ m, $d = 1.5 * 1.587 = 2.38$ m.

$P = \mu V G^2 = 1.518 \times 10^{-3} \times 6 \times 1000^2 = 9522$ Watt $= 9.522$ Kw

خش حلاوة بالوقت بعطينا هيك power

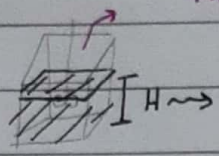
Madar
ask :: believe & recieve

Subject : Chapter 3 8 / 11 / 2022

1 RM tank :- بترك فوق

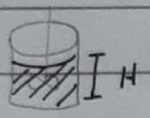
Free space

① $\frac{H}{W} = 1.5$

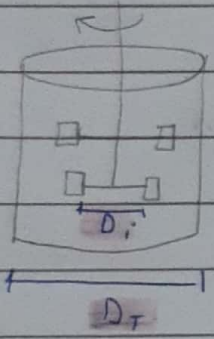


الـ H هي الـ liq depth بس ارتفاع اي مش كل ارتفاع الخزان

② $\frac{H}{D_T} = 1.5$



moter eff $\eta = 0.8$ (80%)



$\frac{D_i}{D_t} = 0.5$

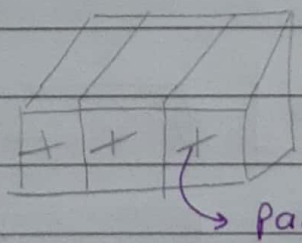
* عشان أضمن انو يتولد الـ power يلي بدي إياه بحط impeller ثانية راح تزيد الـ power لهيك أقل من الضعف بتعطيني هواي 90% زيادة مو الضعف 100%.

↓

Double impeller → (P * 1.9)

2 Flocculater :-

$\frac{\text{Paddle diameter}}{\text{Flocc. width}} = 0.3$



Madar ask ,, believe & recieve

Subject : Chapter 3 8 / 11 / 2022

#Example :-

(R.M)

$Q = 2\ m^3/s$

$\theta = 20\ s$

$G = 1000\ s^{-1}$

$T = 18\ ^\circ C$ ($\mu = 1.053 * 10^{-3}\ Pa.s$)

Design RM tanks :-

V, dimension, Power, arrangement

① $V = Q * \theta = \frac{2\ m^3}{s} * 20 s = 40\ m^3$ > standard

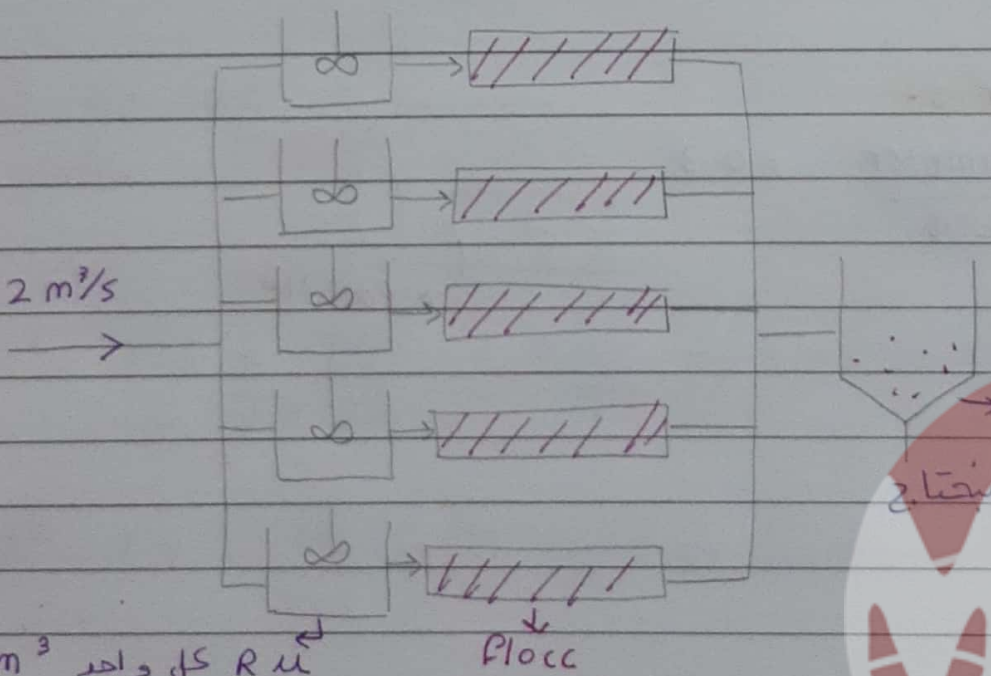
$8\ m^3$ max

لازم نوزعها الـ ($2\ m^3/s$)

على أكثر من خزان

$\frac{40}{8} = 5 \leftarrow$ بنا 5 خزانات

حتى لو ركبنا 2 impeller



Radar
ask , believe & recieve
SIGMA NOTE BOOK

Subject : Chapter 3 8 / 11 / 2022

Available mixers $P_{max} = 3.74$ kw

لأقصى حد عشان نكبرها بخط

2 impeller

$P_{avi} = (1.9) * (3.74) * (0.8) = 5.68$ kw

↳ الـ eff لازم نضرب منها لأنا فعلياً

ما بعطينا 3.74 في 20٪ بجيبو لازم

أعطي أكثر عشان أوصل الـ power المطلوبة.

$$V = \frac{P}{\mu G^2} = \frac{5680\ w}{(1.053 * 10^{-3})(1000)^2} = 5.39\ m^3$$

$$\#tank = \frac{40}{5.39} = 7.4 = 8$$

↳ بدنا 8 خزانات

$$D_i = \left(\frac{P_o g}{K_T n^3 \rho}\right)^{1/5} = \frac{5680 * 9.81}{(6.3)(2.92)^3 (1000)} = 0.81\ m$$

↳ موجودات

بجدول بالسلايدات ↳ $n = 175$ rpm $\Rightarrow \frac{175}{60} = 2.92$ rps

↳ impeller

$D_T = 1.62$ m

↳ للخزان

$H = (1.5)(1.62) = 2.43$ m

$A = \pi/4\ D_T^2 = 2.06\ m^2$

$V/A = H = \frac{5}{2.06} = 2.43$ m

* وحكينا مثال عن مهندس شاب بدو يوقع

اتفاقية انو اي بأي طالعة معالجة للمياه

العشاوية إنها معالجة مع انو فيها مخالفة

واذا الشب ما وقع راح يخسر الوظيفة هل

يوقع؟

الجواب: لا

Nader
ask :: believe & recieve

REFERENCES

1. Davis, M.L. and Cornwell, D.A. Introduction to Environmen Engineering, McGraw-Hill, 5th Edition, 2013.
2. Peavy, H.S.; D.R. Rowe and G. Tchobanoglous. Environmen Engineering, McGraw-Hill, 1985.
3. Parsons, S. and Jefferson, B. Introduction to Potable Water Treatment Processes, Wiley-Blackwell, 2006.
4. Spellman, F.R. and Drinan, J.E. The Drinking Water Handbo 2nd Edition, CRC Press, 2012.

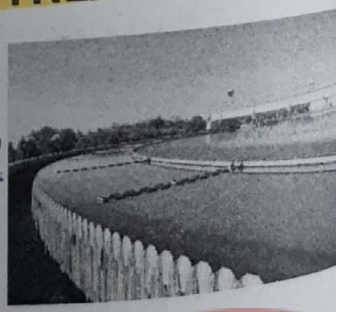
* مواصفة ← 893 مواصفات مياه الشرب الأردنية
مواصفات مياه الصناعة العادمة البلدية بعد المعالجة
BOD ، N_2 ، P ، SS ، CO_2 ... تحتوي الـ microorg.

* زمان كان كلها اسمها هندسة صحية
① desposal of waste water بتنضفن
② collection of solid waste
لكن مع التطور صارلي → أنواع أخرى من الـ waste water

non-conventional ← المياه العادمة الصناعية
(domestic) مياه عادمة منزلية

[CONVENTIONAL] WASTEWATER TREATMENT (1

الأهداف
Main Objectives: هدفها الرئيسي تخفيض تراكيز الملوثات الى حد معين مقبول حسب الـ standard بحيث يصير مقبول رجوعها على البيئة بدون ما يثقل كاهل على الأنظمة الطبيعية



- To reduce the concentrations of pollutants in the water to such a level that the water can be:

الصنف الرئيسي

1. Returned to the environment without causing stress on aquatic life and be of sufficient quality for subsequent users., OR

نرجعها على البيئة ، اذا كانت المياه ممتوفرة مش ملحة نستخدمها مرة ثانية أما على بنفضل نعمل treatment جيدة

لغير استخدامها لهدف محدد وعلى هدف له مواصفة

2. Reused for a regulated purpose certain limits

حتى يعاد استخدامها مرة ثانية بدل ما waste في تهتي مورد

http://www.waj.gov.jo/sites/en-us/SitePages/Waste%20Water%20Re-Use/Standards.aspx

Jordanian Standards 893/
Jordanian Standard 202/

* الأردن من زمان waste water تستخدموا الـ بالزراعة مباشرة.

Dr. Ahmad AbuYaghi Oct. 2022

لـ مواصفات خاصة لمياه الصناعة العادمة بعد المعالجة reclaned waste water

ask recieve

مراحل المعالجة (ممكن نعملها في مرحلة واحدة لأن أنواع الملوثات كبيرة وتراكيزها عالية فبتحتاج عدة أنواع معالجة.

Wastewater Treatment Process Block Diagram

التمهيدية بتشيل منها اد large object يلي ممكن توقف حيز بالخزانات وبتشكر الكواسير (مامتل اد settling) ممكن يكون فيها settling أو مناخل

dissolved org. شلنا اد S مثل هنا اد ثانوية بنفيف باكتيريا تتغذى

بتحتاجها اذا بدنا نعالج المياه العادمة الصناعية ونعقلها reuse

Preliminary Treatment → Primary Treatment → Secondary Treatment → Tertiary Treatment (advanced ثالثية)

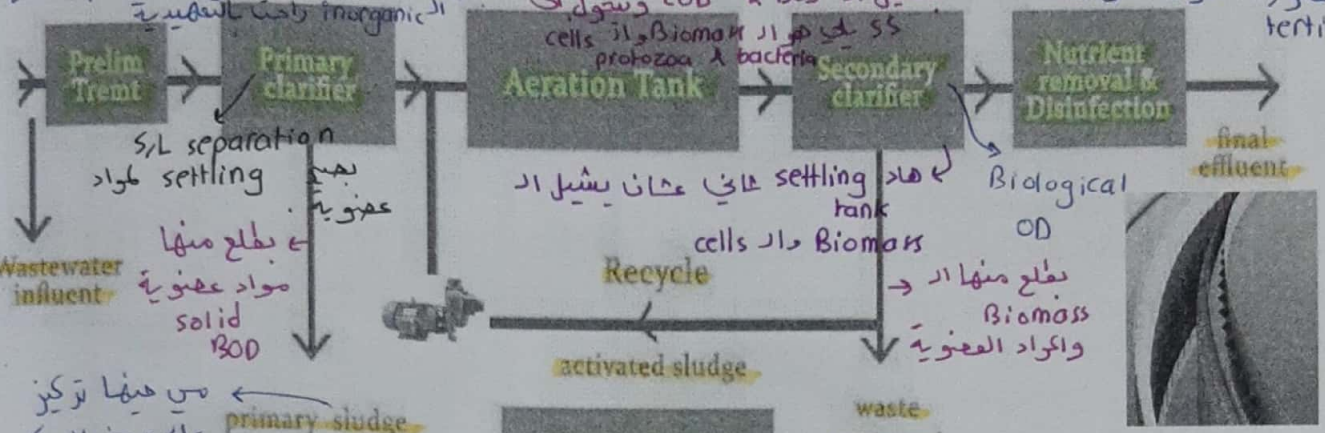
تمهيدية أولية ثانوية

الأولية بعد ماتشيل اد large بالتمهيدية بتشيل organic اد SS بفصل هنا اد inorganic واحت بالتمهيدية

Air

علها وبتكاثر وترجع تنقول لـ SS مرة ثانية بتشيل اد COD & BOD وبتحول لـ SS يلي هو اد cells Biomass protozoa & bacteria

اذا بدنا مواصفات أحسن بتشيل S بتشيل العكورة اللون كل هاد tertiary



بطلع منها مواد عضوية solid BOD

هاد settling tank عاني عشان يشيل اد cells واد Biomass

بطلع منها اد Biomass والمواد العضوية

* اذا بس بدي أعالج عشان أعمل discharge للبيئة بكتفي بالمعالجة الثانوية أما reuse بكمل للثالثية

فيها تركيز عالي من اد S الها معالجة خاصة بروح على sludge digester

* clarifier يعني settling

* ملوثات أقل تراكيزها عالية بتحتاج يكون أكثر من unit وتفصل أكثر من step ورا بعض

* عادة بال conventional يكون 3 مراحل مع اد Disinfection

Wastewater Treatment Design Methods

كيفاش بدنا نعمل design لـ waste water treatment خاصة اد Biological

طريقة نظرية بيكون عنا معادلات مشتقة بنفهمهم مع بعض وبنعمل على معادلات

1. The use of derived equations: Mass balance, chemical kinetics and the principles of reactor design *(see for example Activated Sludge Process, slides 23-26).*

2. The use of loading criteria: Typical hydraulic detention times, unit sizes divided by flow or population; loading factors *(see for example Tables of Activated Sludge Process, slide # 28).*

عنا جداول و range معينة لازم اد design يكون ضمن هاي اد range

3. The use of empirical formulas: From practical experience and years of data *(see for example NRC & Eckenfelder equations for Trickling Filters, slide # 45).*

schultze

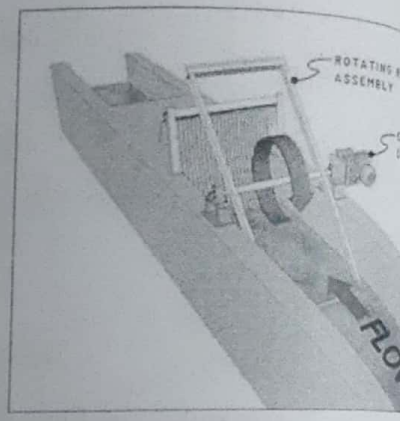
عملوا اشغلوا وطلعوا معادلات مثلاً عشان BOD داخل محدش طالع عند حدود معينة

Radar ask, believe & recieve

screen يكون large particel لـ
بعدها ممكن يكون عندي settling مواد
غير عضوية

① Preliminary Operations: Bar Screens

- Racks of bars placed across the flow passing into a treatmer process through an interceptor prevent large objects from interfering with the treatment equipment.
- These foreign objects can create serious problems for equip at a treatment plant. Possible problems are clogging pumps smaller piping within the plant.
- Bar racks can be cleaned either mechanically or manually. Th spacing : 0.5– 4 cm



الـ Grit جزء من الـ Preliminary عشان نمثل الـ solid
وما يأخذ حيز، دايمًا الـ Grit أسهل نمثلو في البداية settling .

Preliminary Operations: Grit Removal

- **Grit:** Composed primarily of sand, cinders, and gravel
  - It cause excessive wear in pipes and pumps
  - It accumulates in downstream tanks reducing effective tank volumes and thus treatment effectiveness

- **Grit removal**
  - By **gravity settling** (the high specific gravity of grit)
  - Grit chambers are relatively small
    - *Solid material stored in hopper and sent to landfill*
    - *Mechanically or manually cleaned*
    - *Avoid abrasion of pumps and other mechanical devices*

Madar
ask ;; believe & recieve

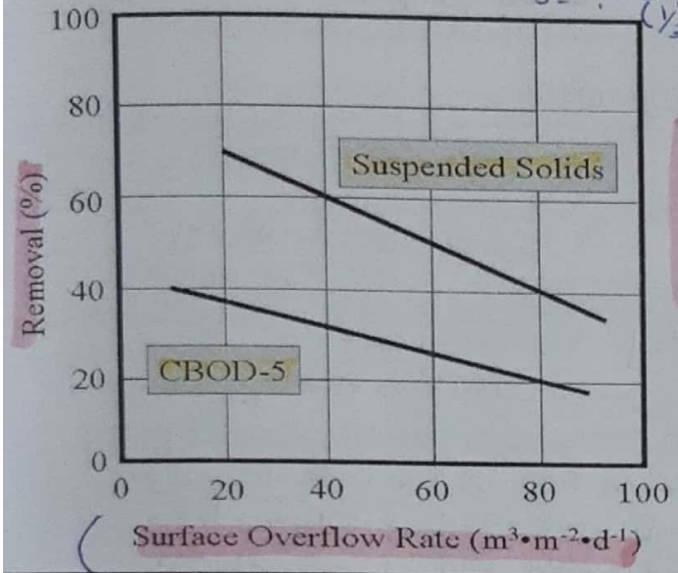
* الـ settleable أكثر من الـ TSS ، الـ eff of removal لـ settleable أعلى من الـ TSS . جهها كبير بتنزل بسهولة

الـ TSS (Filterable) بتتشال بالـ settling بكمن بدها وقت أطول ، الـ BOD جزء من الـ TSS

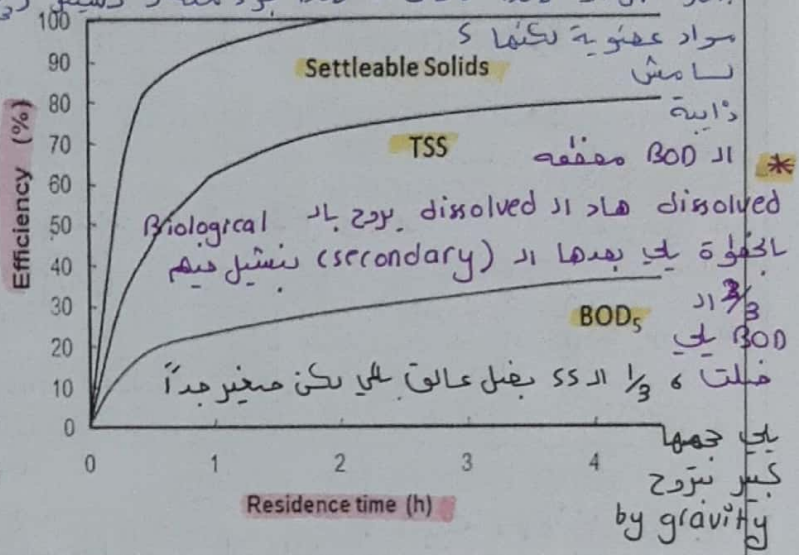
② Primary Sedimentation (Removal of organic)

- It is gravity settling and removal of materials more dense than wastewater including: ① organic matter, ② grit, ③ clay, ④ sand and ⑤ microbes.
- In conventional primary sedimentation, about 1/3 BOD5 and 2/3 SS are usually removed.
- Sludge collected in hoppers and removed.

بتشيل كمية كبيرة من الـ SS حوالي 2/3 (70%) ، المياه اللي طالعة (effluent) راح يضل فيها 30% لو بدي تزيد كمية المنتجة منها لفترة أطول بدي تزيد مدة الاحتجاز بالـ sedimentation tank تعتبر معالجة متقدمة ، لما تشيل الـ SS بنفس الوقت بتكون بتشيل 30% من الـ BOD ، لأن الـ BOD جزء منه كـ suspended solids (1/3) مواد عضوية لكنها كـ نامش ذابة



ما هي أحسن الظروف لإزالة الـ SS ، الـ Removal % عالية لما الـ flow يكون قليل ، كلما كان الـ flow قليل بتعطي فرصة أكثر للي عشان يصير الـ settling أقل residance time



* الـ BOD مخففه Biological يروح بالـ dissolved هاد الـ dissolved بالخطوة اللي بعدها الـ (secondary) بتشيل فيهم

الـ 1/3 الـ BOD اللي خلت ، 1/3 الـ SS بضل عالق للي بكن صغير جداً

اللي جهها كبير بتروح by gravity

Primary Sedimentation

Primary Sedimentation Tank

Detention time	1.5 to 2.5 hours (2.0 hr.)
Overflow rate	
Average flow	30-50 m³/m².day (40) – 24-32 (26)
Peak flow	80-120 m³/m².day (100) – 48-70 (60)
Weir loading	125-500 m³/m.day (250)
Rectangular tanks	أكبر من هيك منهجا جداً بدو
Depth	3-4.9 (4.3)
Length	15-90 (24-40)
Width	3-24 (4.9-9.8)
[Flight speed]	0.6-1.2 m/min (0.9)
Circular tank	
Diameter	3-60 (12-45)
Bottom slope	1 in 16 to 1 in 6 (1 in 12)
Flight speed	0.02-0.05 rpm (0.03)

في حد أقصى لـ D والـ L والـ equib. لـ dimension بشكل عام على أي شي له limit

في ذراع بتشفط الـ sludge إلها سرعة معينة

Advantages

سهل وأسهل من الفلترة

- Simplest technologies
- Little energy input (استهلاك طاقة قليل ، كلفته قليلة مقارنة مع unit ثانية)
- Relatively inexpensive to install and operate (ما بدو خبراء وتدريب مهني عالي)
- No specialized operational skills
- Easily incorporated into new or existing facilities. (سهولة تنفيذه بأي مكان سواء محطة جديدة أو جديدة)

Disadvantages

مضغوط نضل Flowrate بطيء عشان يصير settling بالفلتر أدق Flowrate عالي

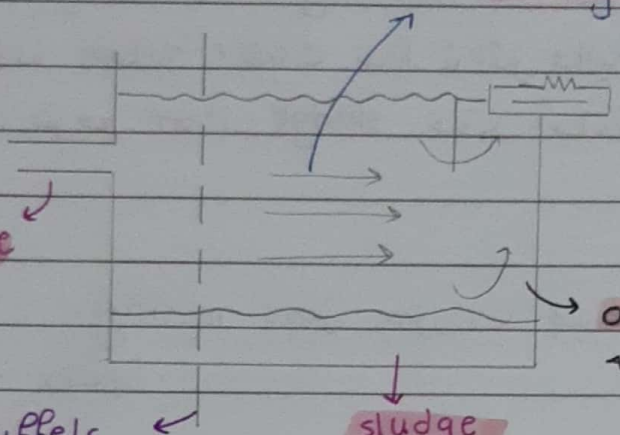
- Low hydraulic loading rates
- Poor removal of small suspended solids (الـ particel كبيرة دوسها وصغيرة بتشيل الكبير وتنيش الزغيط أما الصغير ما بتشيلها بتطلع منه على آخر ان بي بده)
- Large floor space requirements (بدو مساحة أرض كبيرة)
- Resuspension of solids and leaching. (بعد ما يترسب الـ sludge معكن يرجع لأنو مافي حاجز أما الفلترة فيه حاجز بضل واقف ، الـ sludge بصير dissolve يذوب)

Wadaat ask :: believe & receive

Subject : Chapter 4 13 / 11 / 2022

Primary sedimentation :-

* خزان بنقسم إلي 4 أقسام



settling zone هاي المنطقة يلي بصير فيها ترسيب لـ particle بسرعة اكبر يلي طالعة بستخدم design لـ crafteria لـ وبتجارب المختبر

inlet zone بتدخل اكبر منها

outlet zone طالعة نقية اكبر من خلاله

buffels عشان تخفف السرعة

sludge الـ ك بتقدما وصل لقاع الخزان

* شو الفرق بين الـ ك يلي طالع من الـ primary والـ ك يلي طالع من الـ secondary clarifier من ناحية فيزيائية وكيميائية :-

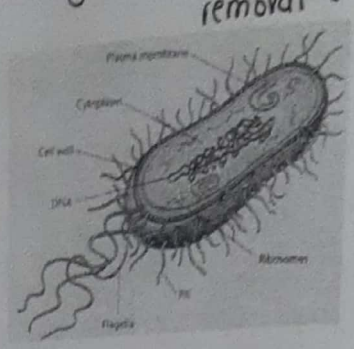
① من ناحية فيزيائية ← كلهم solids .

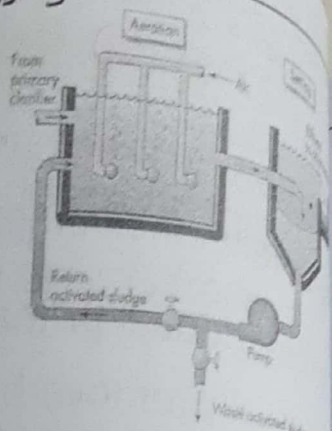
② من ناحية كيميائية ← يلي طالع من الـ sec. عبارة عن SS على شكل cells (كائنات حية) أما الـ primary ما بتكون كائنات حية (كربوهيدرات بروتينات، دهون) ، كلها org . solid بين الـ sec بتكون Biomal .

Madar ask ;; believe & recieve

Aeration tanks (Bio reactor) → growth الكائنات الحية بتعمل منه
removal ← BOD و

معالجة بيولوجية ، خزان تهوية
بنضخ عليه O_2





③ Secondary Treatment

- Provide BOD removal beyond what is achieved in primary treatment: بتشيل الـ BOD سواء dissolved أو على شكل colloids ← S
  - بتشيل بالخزان
  - وبتيجي بالترسيب
  1) removal of soluble BOD &
  2) additional removal of *tiny* (very small) suspended solids *(colloids)*

- Basic approach is to use *aerobic* biological degradation: معادلة تمثيل الـ process اللي
  - بتيجي هوا الـ reactor
  - بنضخ O_2 على شكل bubbles
  - الإنزيمات جاي من الـ cells بتاعة الـ microorg. اللي بتفرزها

$$\text{organic matter (C,H,N)} + [O_2] + \text{enzymes} \rightarrow [CO_2 + H_2O + NH_3] + \text{biomass cells}$$

المادة العضوية بتتأكسد ← معظم الـ CO_2 اللي بيطلع بيروح للـ BOD
Biomass cells جزء قليل منه بيتحول لغاز
Bio catalyst بتساعد الميكروم بتتكسله وتحطم المركبات العضوية

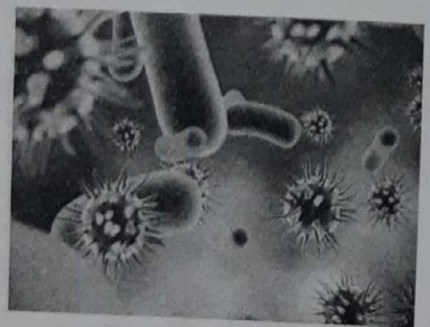
- Objective is to allow the BOD to be exerted in the treatment plant rather than in the stream
  - الخزان عملناه عشان نشيل الـ BOD من المعالجة
  - عشان نحميها ونستهلكها بدل البيئة ، ماسي يطلع للبيئة
  - البيئة ، الأنهار والبحيرات ← reactor
  - جايه يتأكسد وعندي unit مخصصة لتأكسد هوا الـ

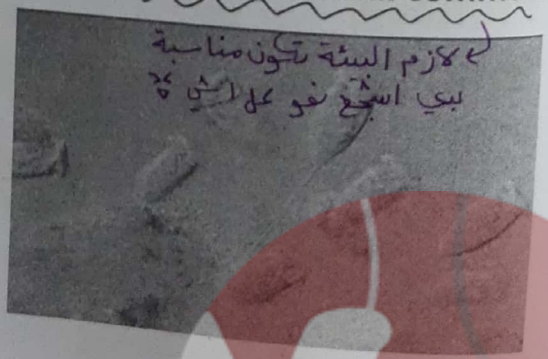
BOD → removal الـ التي تقوم بعملية
microorg. مواد عضوية Bio-treatment بـ
بتأكسد المادة العضوية وبتتغذى منها
منتخلص منها قبل
من البيئة لحمايتها من التلوث ، نتخلص منها قبل
اشرحنا من البيئة على كيفه

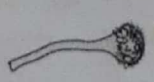
How is this accomplished?

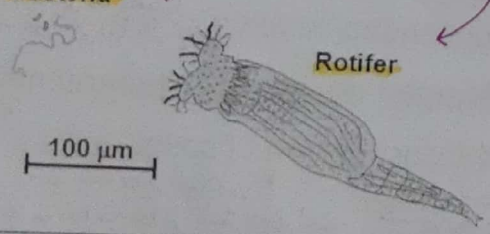
Create a very rich environment for growth of a diverse microbial community.

لازم البيئة تكون مناسبة
عشان اشجع نمو على اشي









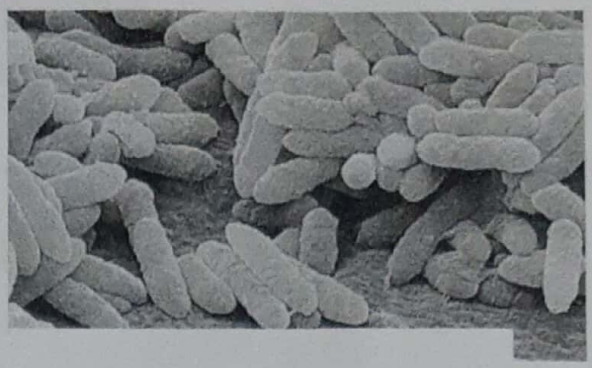
Madar
ask , believe & recieve

* أساسي الـ BOD removal في البكتيريا الـ Fungi ممكن تتغذى مباشرة على المادة العضوية بتساعد البكتيريا

Aeration tank ← بعتبر aerobic

Aerobic conditions

← ما فيش الـ O_2
بتنشأ البكتيريا الهوائية



Aerobic Bacteria

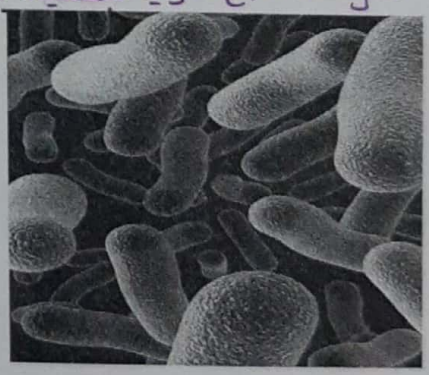
- Aerobic respiration: O_2 must be present as D.O.
- [Electron acceptor: $O_2 \longrightarrow H_2O$] ← الـ O_2 دورة بيكون electron acceptor بتحول لبخار ماء خلال تفاعلات (بسحب الـ H_2O وبحولها لـ H_2O)
- Aerobic Process is good for treatment of: ← متى استخدمها اللي اعرفن
  - large volumes of wastewater ← كمية ضخمة جدًا
  - dilute wastewater (< 500 mg BOD_5/L) ← للهواء المادة اللي بتطلع للمعالجة الـ domestic waste water
- Produce a more stable end product ← ما بيكون تركيز الـ BOD عالي لأن إذا كان عالي بيكون غير فعالة، كميات ضخمة من الهواء وتركيز BOD قليل بيكون الـ aerobic كويسة
- High growth rates, thus high sludge production

* الـ Biolo. treat. غير مكلفة لأنها فزان وبنفخ عليه هواء والبكتيريا كالها بتتكاثر لوحدها أستغل فرق غير عن الـ Biological اللي مكلفة جدًا.

Anaerobic Conditions

sludge digester ← بتعيش anaerobic ما بدها O_2 بتستغل كالها بتطلع الكيان اللي بيطلع Biogas منتج ثانوي بنستفيد منه نعطينا

Anaerobic Bacteria



المادة العضوية نفسها أو النترات بتعمل على إنها election acceptor

- Fermentation ← anoxic
- No oxygen, NO_3^-, NO_2^- or SO_4^{2-} present
- Electron acceptor: generated by the microorganism
- Anaerobic Process Good for concentrated wastes (> 1000 mg BOD_5/L) ← بتستعمل كما الـ BOD > 1000 يعني مركزة أكثر وما بدها فنخ
- Low sludge production ← بتعطينا O_2 gas الغاز الكيوي الـ CH_4 (الكيان والـ CO_2) dense (بتعامل مع waste water)

Complex organic compounds

↓

Low molecular weight fatty acids

↓

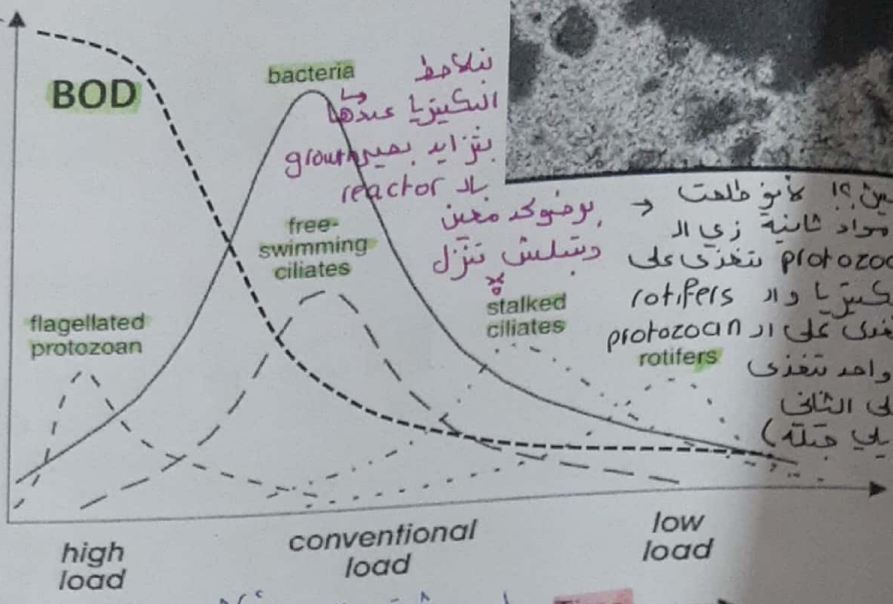
CH_4, CO_2 ← الكيان مختلط مع CO_2 لازم نفصل ثورية تنقية نشيل الـ CO_2

Nadar
ask ; believe & recieve

* البكتيريا والـ Fungi بتتغذى على المواد العضوية
بعدها بتنشط الـ protozoa
البكتيريا بياكل الصغير

Waste BOD Removal & Microbial Growth

بنلاحظ عند زمن 0 الـ BOD بتكون عالية
بعدين بتنزل كما بتنزل الـ BOD
microorg يعني عشي
بستهلك الـ BOD
هاي الكمية اللي بتستهلك
الـ BOD اللي في
bacteria
البكتيريا بتطلع الـ BOD
بتزل



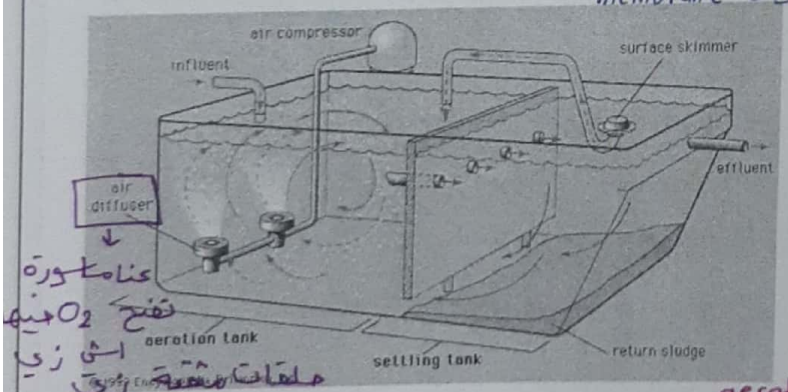
بنلاحظ البكتيريا عندها بتزايد بغير ground reactor بالـ
بوصلوا لمعين وبتلش تنزل
لين؟ لأنو طلعت مواد ثانية زي الـ protozoan تتغذى على البكتيريا والـ rotifers بتتغذى على الـ protozoan
rotifers كل واحد بتتغذى على التاني (على اللي جنبه)
لو مشيت بالزمن أكثر نوعية الـ microorg. بتتغير بحكي الـ steady state نفسها

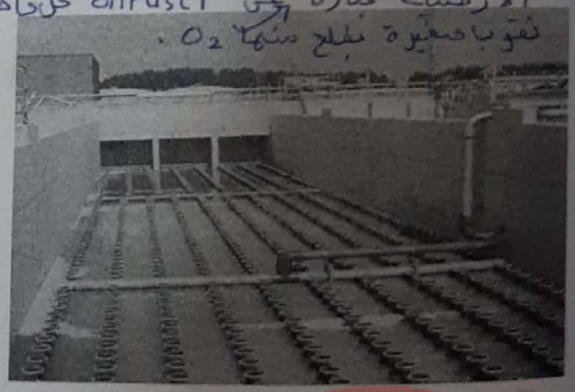
Figure 1.4. Sequence of the relative predominance of the microorganisms in sewage treatment (adapted from König, 1990; Metcalf & Eddy, 1991)

Bioreactor التهوية، بنفخ O_2 لخزان التهوية الـ
microorg. الـ growth أو BOD removal اللي بحصل فيه
(aerobic ← O_2 (بنضيف

Common Aeration Techniques & Equipment:

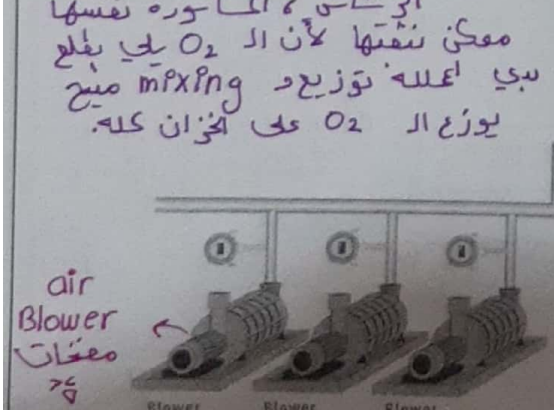
Diffused Bubble ← (الطريقة الفعالة)
membrane كل واحد diffuser يعتبر خزان خاص الـ
جاي موزعينها مواسير مزدوجة
الأرضية عبارة عن
ثقوب صغيرة بطلع منها O_2.

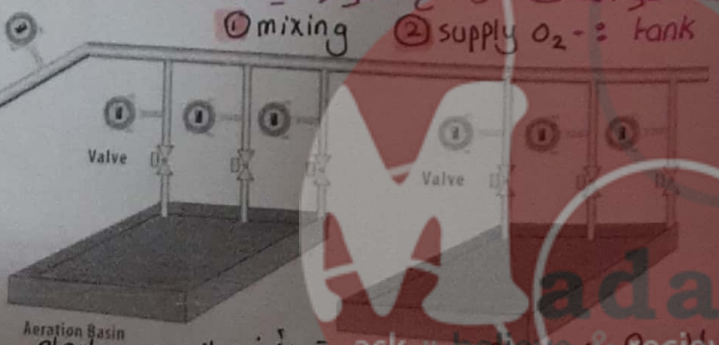




عنا صورة فيه O_2 تفتح
أشي زي
معلقات معلقة
الرشاش، الصورة نفسها
ممكن نشيلها لأن الـ O_2 اللي بطلع
بدي أعمله توزيع
mixing منيح
يوزع الـ O_2 على الخزان كله.

* ماهو الهدف من فتح الهواء في الـ aeration
① mixing ② supply O_2 → tank





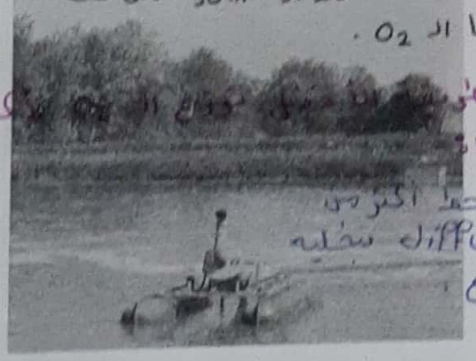
election acceptor لأنو
BOD removal والـ microorg. الهوائية مهم للبكتيريا
مزدوجي جداً الـ
② شغلة فيزيائية (عشان الـ mixing بدل ما أجيب
aeration
mixing الـ (ESTR (بحكي زي
حكاية بحيث الـ

Madar
ask · believe & Recieve

brush ← على السطح بدفعها فوق اللي ورفعها تحت وبتلف وبتعمل mixing بين الهواء واللي بالتالي عملية من الهواء بتذوب في الي تحت مشكلتها انها فعالة على السطح فوق إذا فوان ارتفاعه 20 أو 30m من تحت ما بوصلها الـ O_2.

Common Aeration Techniques & Equipment:

Mechanical / Surface



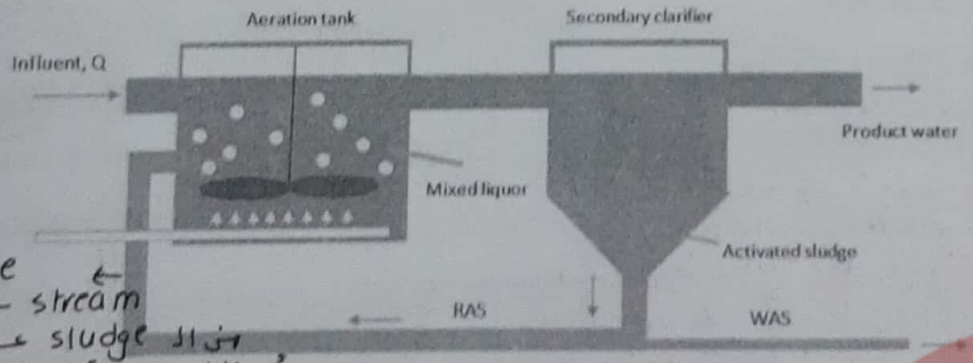
* العلوي مكان لبخط أكثر من diffuser بتخليه بتوزع

منيه aerator بتكون عالية على وجه الأرض بتكون مربوطة بكيبل أو على الطاقة الشمسية (مثال على الـ sustenability):

Basic Ingredients & Conditions in Bioreactor

(Aerobic Biodegradation of Organics in WW)

→ الظروف المثالية داخل الـ Bioreactor



recycle ← stream ← برجع مستم من الـ sludge عشان أحافظ على تركيز عالي من الـ microo مابرميه عليه

1. High density of microorganisms (keep organisms in system)
2. Good contact between organisms and wastes (provide mixing)
3. Provide high levels of oxygen (aeration)
4. Favorable temperature, pH, nutrients (design and operation)
5. No toxic chemicals present (control industrial inputs)

Subject: Chapter 4 15 / 11 / 2022

* Basic Ingredients & conditions in Bioreactor :-

1- الـ sys كلـه بيعتمد على الـ microorg. إذا عددها قليل والمواد العضوية أعلى ما راح تكون فعالة، لهيك بدنا تراكيز عالية من الـ microorg حتى يكون فعال لهيك بنرجع من الـ sludge حتى أحافظ على تركيز عالي.

2- لازم يكون عنا mixing، مش ضروري بنفس الخلط خاص ممكن عن طريق الهوية نفسها.

3- لازم يكون تركيز الـ O_2 أعلى ما يمكن، البكتيريا راح تستهلك أول بأول بدي أوصل لـ 8/7/6، عادة إحنا بنشتغل على steady state الظروف المستقرة (الـ parameter لا يتغير مع الزمن)، الـ O_2 الذايب في لي بدي أحافظ عليه بتراكيز ثابتة.

4- بدنا حسب حساب الـ T تكون مناسبة والـ PH مناسبة والـ Nutrients تكون متوفرة بكميات مناسبة

BOD5	N	P	
100	5	1	→ هاد لـ aerobic

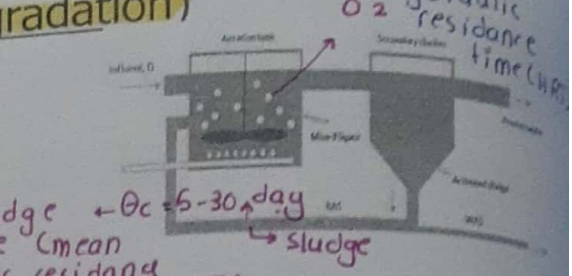
5- المي لازم تكون خالية من المواد السامة، غاز، رصاص، أو مخلفات أدوية كلها ضارة، ما بجيب غلط مياه عادمة صناعية فيها مواد سامة مع المياه البلدية، هل مسموح أعالج بعض المياه العادمة مع الـ domestic؟ حسب الكميات لو ما يكون فيها مواد سامة، زي مصنع مواد غذائية.

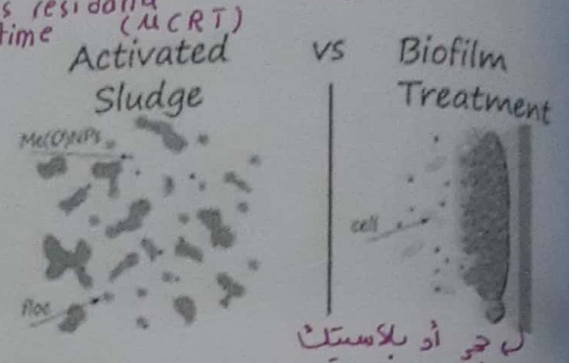
SIGMA NOTE
Nadar ask ;; believe & recieve

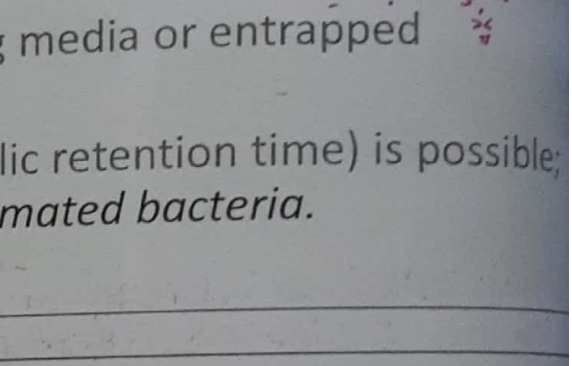
Biological Growth Types (Aerobic Biodegradation)

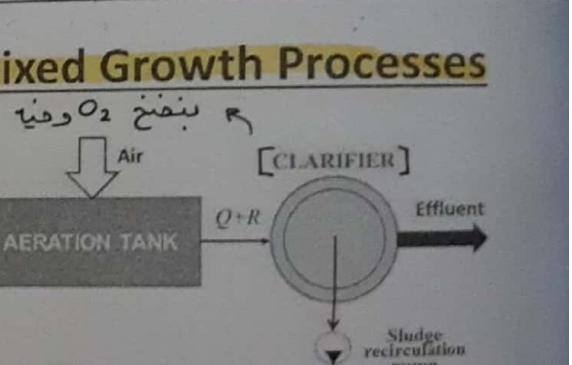
Dispersed (Suspended) Growth

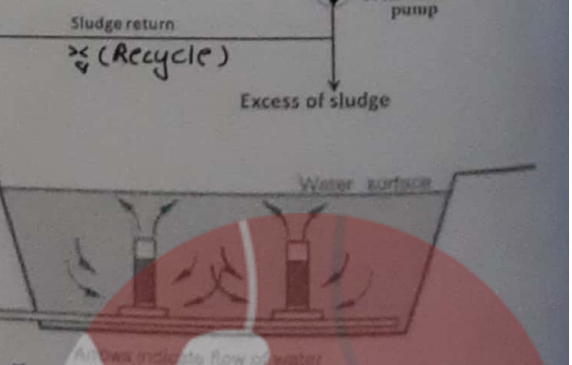
- ✓ Bacteria are kept in suspension by mixing.
- ✓ Sludge age is controlled by reactor volume (size) or biomass recycle following sedimentation.











Fixed (Attached) Growth

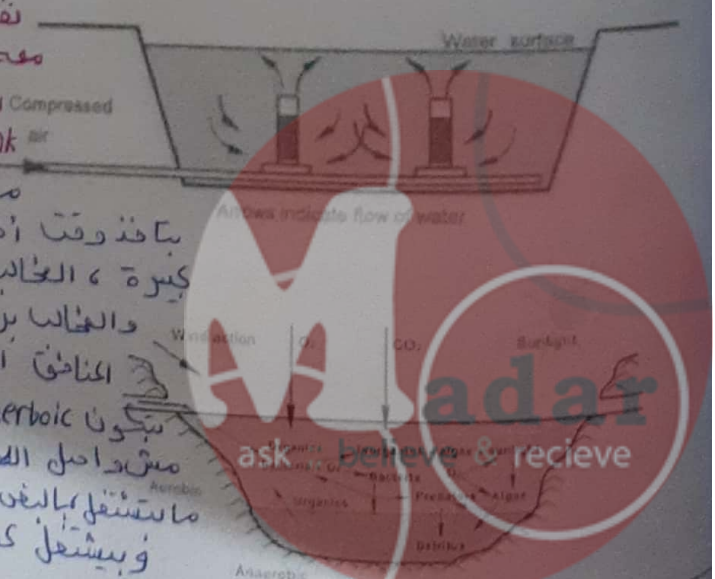
- ✓ Bacteria are attached on supporting media or entrapped between supporting media.
- ✓ Long sludge age at low HRT (hydraulic retention time) is possible; thus, *good for slow growing or acclimated bacteria.*

Common Dispersed growth & Fixed Growth Processes

Dispersed Growth

(suspended organisms)

1. Activated sludge
2. Aerated lagoons
3. Stabilization/ facultative ponds (natural aeration)



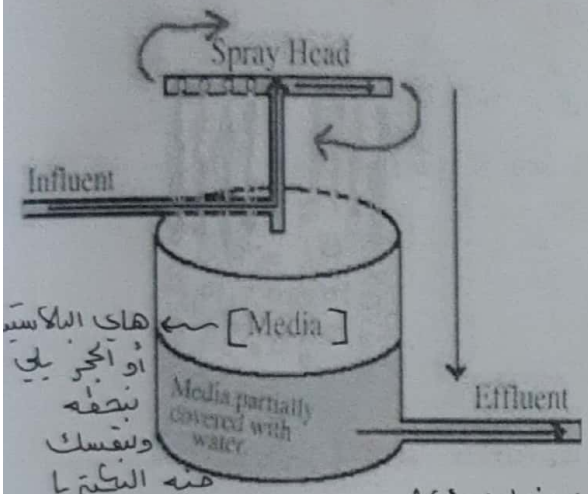
Common Dispersed growth & Fixed Growth Processes

Fixed Growth *(attached organisms)*

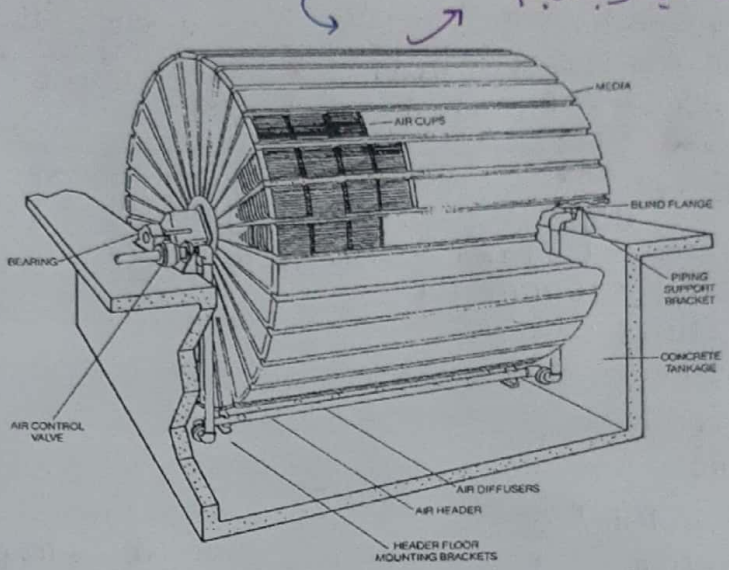
1. Trickling filters
2. Rotating Biological Contactors (RBCs)

أقرامن حوارة بكون الـ surface خشن عشان الـ microorg. يعسك منها (طبقة تنمو على البلاستيك وتتلف بقتها في الهواء وبقتها في الي بتاخذ الـ O_2 من الهواء والـ BOD من الي وبتتوبهم.

Trickling Filter:



هاي البلاستيك أو الحجر يلي بتجمعه وبتعسك فيه البكتيريا والي بتقر من خلاله.



إحدى عمليات المعالجة البيولوجية وهي أفضل طريقة ممكن نحصل فيها على أكثر من 90% removal لـ BOD بتستخدم منها aerobic بتوفر O_2 من الي غالبا

Activated Sludge Process

ويتبعطها ① 3 phase sys فيه complete mixed stirred tanks 5 models اي ومحتويا تها من الكلوثات modling راح نفصله (g-s-L sys) ② الـ microorg عبارة عن solid بتكون SS، والـ O_2 اللي هو غاز عنا ونشوف كيف بنتلوع منه المعادلات اللي بنعمل منها control على الـ reactor لـ design أو الـ operating cond. parameter.

- Developed in England in 1914 and Called "**activated sludge**" because it involves production of *activated mass of microorganisms* capable of stabilizing wastewater aerobically (removing biodegradable organic material by assimilation).

طريقة قديمة موجودة من أكثر من 100 سنة، حتى محطات التنقية الشغالة على طرق أخرى متأثرين بحولها على هاي الطريقة، فربة السوة كان فيها facultative وهما ponds استبدلوها بمحطات حديثة

- Typically, it is a suspended growth process that **can be modelled as a *CSTR (Completely mixed mode) with a recycle stream***, where the biomass from the secondary clarifier is fed-back into the bioreactor. Contact time between waste and biomass controlled by wasting excess biomass.

يعمل oxidation للمادة العضوية ثم يجي فيه microorg. الـ growth مادة ذابة في الي فنقي والـ(s) بتكون لهيك لازم settling tank يكون عنا

Microbial growth functions:

- A) *Oxidize* a fraction of the waste materials to carbon dioxide, nitrate, and water.
- B) *Assimilate* most of the remaining colloidal & soluble organics.

الـ reactor بنفس التركيز بأي مكان جوا الـ (complete mix) ← CSTR * ① BOD الـ ② growth of microorg. & recieve

* الـ PFR شوبي شوبي بتغير التركيز ماشي mixing عنا axial بالـ mixing

الـ PFR هو مجموعة CSTRs موصولين in series كل واحد فيه mixing بالـ radial direction L/D > 50

* وحدة من فوق الـ design في الـ Cmas balance وهاي راح نعتمدها و بدنا نعمل BOD على الـ mass balance و الـ Biomass بدخل الـ growth rate في المعادلة حتى نوصل بالنهاية لمعادلة تحسب الـ sludge age و θc الـ ← وزمن مكثه اكبر و θ ← ميقا الزمن الذي يمكثه الـ microorg. ما نعمل recycle برضو بدنا نحسب الـ X (تركيز الـ biomass في الـ reactor و الـ BOD بالخارج

* هدف الكفاءة كمان انو أشيل 90٪ من الـ BOD

* الكمية اللي بتتغذى عليها بسميها substrate (S) اكوام العضوية اللي بتتغذى عليها البكتيريا وهدف الكفاءة انو تشيلها

* الكمية اللي بتحولها enzaime

* enzaime substrate * connection

هدف الكفاءة تشيلها عشان أحولها كازم الـ micro يعني chlarifier حتى يصير growth

steady state بدنا نفرض ان الـ growth rate ثابت death و growth في

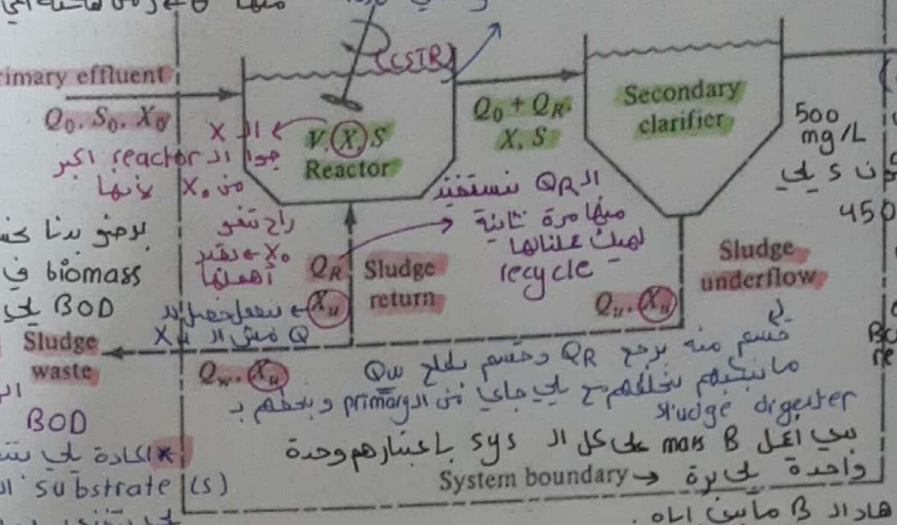
Completely Mixed Activated Sludge (CMAS)

Bioreactor Design Equations

* فوقنا انو الـ BOD removal بتعتمد على الـ reactor اللي S اللي بتطلع في نفسها اللي طالعة من الـ (CSTR)

reactor الـ على هذا الـ

فوقنا انو ماي ← θc



الزمن الذي يمكثه الـ microorg. في الـ reactor

X الـ موجود في الـ reactor أكبر من X_0 لأنها راح تتغذى وتكبر ← X_0 أهملها

Q_R نستفيد منها مرة ثانية لهيك عملناها recycle

Q_w خسم منه برجع Q_R وخسم بطلع Q_w ما بنحكيهم بخلصهم ج اللي جاي من الـ primary وبحطهم بـ sludge digester

اللي اعمل mas B على كل الـ sys باعتبارهم وحدة واحدة بالبرة

هاد الـ B ما بيني إياه.

اذا الـ BOD كان 500 mg/L وشلنا 90٪ بتكون S اللي طالعة منها اي 450

$(90\%) * (500)$

$\text{eff BOD removal} = \frac{S_0 - S}{S_0}$

ممكن نوصل نسبة عالية اذا شغلنا مح

where Q_0, Q_w = influent and waste-sludge flow rate, respectively, m^3/d

X_0, X, X_e, X_u = biomass concentration in influent, reactor, effluent, and clarifier underflow (waste sludge), respectively, kg/m^3

S_0, S = solubl concentration in the influent and reactor, respectively, kg/m^3

V = volume

$\frac{Q_R}{Q_0}$ → recycle ratio (table (10.4))

* الـ X_u أكثر من الـ X اللي بالـ reactor اذا الـ X بالـ reactor 10000 و X_e اللي طالعة منها اي 10

$-\frac{dC_A}{dt} = k C_A^1$ ← A → product first order

Kinetics of Microbial Growth

الـ K في الكيمياء يقابلها μ عنا

K ↔ func of T only

Biochemical reactions

Oxidation and Synthesis البكتيريا المكونة

molecular formula أحلاها

$$COHNS + O_2 + \text{Nutrients} \xrightarrow{\text{Bacteria}} CO_2 + NH_3 + C_5H_7NO_2 + \text{Other end products}$$

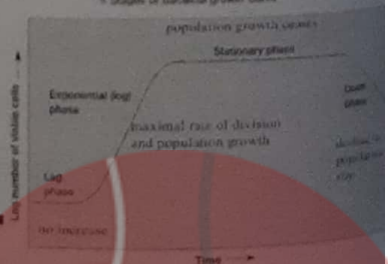
(Organic matter) (New bacterial cells)

Endogenous Respiration

$$C_5H_7NO_2 + 5O_2 \xrightarrow{\text{Bacteria}} 5CO_2 + 2H_2O + NH_3 + \text{Energy}$$

(Cells)

$\mu \rightarrow (day)^{-1}$ ← لأن العملية البيولوجية بتاخذ وقت أطول



The concentration of biomass, X (mg/L), increases as a function of time due to conversion of food to biomass:

(growth) (death) تقريبا $0.05 d^{-1}$

$\mu = (dX/dt)/X$ ← يعني بنقسم على unit conc of biomass

rate of growth per unit variable

first order ← زي زي الـ chemical rxn

$\frac{dX}{dt} = \mu X$ ← تقريبا $5 d^{-1}$

$\frac{dX}{dt} = -k_d X$ ← biological parameter table (9-4)

Where μ is the specific growth rate constant (d^{-1}) or growth rate constant

This represents the mass of cells produced/mass of cells per unit of time.

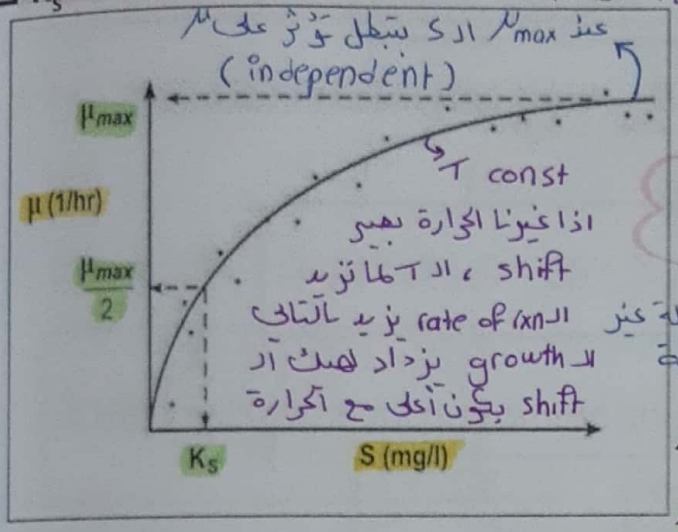
$\left(\frac{dX}{dt}\right)_{net} = (\mu - k_d)X$

1 mg/L تركيز الـ biomass

dar ask :: believe & recieve

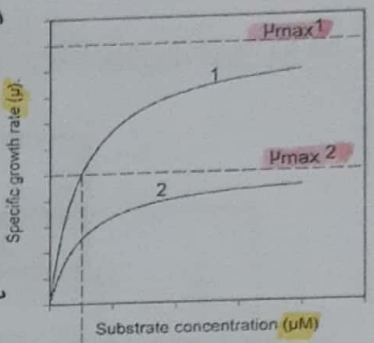
Monod's Kinetics

- Growth rate constant, μ, is a function of the substrate concentration, S.
- Two constants are used to describe the growth rate:
  - μ_m (d^{-1}) is the maximum growth rate constant (the rate at which the substrate concentration is not limiting)
  - K_s = half-saturation constant (mg/L) (concentration of S when $\mu = \mu_{max}/2$)



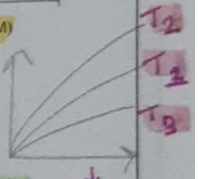
Effect of substrate concentration on growth rate constant

$\mu = \mu_{max}\left(\frac{S}{S+K_s}\right)$ (5)



$\mu = F(S)$ → substrate limited growth

$\mu \neq F(S)$ → inzaim limited growth → micro. ا



Effect of Temperature

$T_2 > T_1 > T_3$

Kinetics of Microbial Growth

organic matter (C,H,N) + O_2 + enzymes → $CO_2 + H_2O + NH_3$ + biomass cells

$S \longrightarrow X$

BOD ⟶ Biomass

$\Delta S \longrightarrow \Delta X$

$$-\frac{dS}{dt} = \frac{1}{Y}\frac{dX}{dt}$$

where Y = decimal fraction of food mass converted to biomass

= yield coefficient, $\frac{mg/L \text{ biomass}}{mg/L \text{ food utilized}} \rightarrow \frac{\Delta X \text{ (product)}}{\Delta S \text{ (reactant)}}$

$$|Y| = \left|\frac{(dx/dt)}{-ds/dt}\right|$$

Combining equations (1) $-\frac{dS}{dt} = \frac{1}{Y}\frac{dX}{dt}$ and (2) $\frac{dX}{dt} = \mu X$ and (3) $\mu = \frac{\mu_m S}{K_s + S}$ we obtain:

$$-\frac{dS}{dt} = \frac{1}{Y}\frac{\mu_m XS}{K_s + S}$$

rate of consum of BOD

$$\left(\frac{dX}{dt}\right)_{net} = \frac{\mu_{max} S X}{K_s + S} - k_d X$$

Equations $\frac{dX}{dt} = \frac{\mu_m SX}{K_s + S} - k_d X$ and $-\frac{dS}{dt} = \frac{1}{Y}\frac{\mu_m XS}{K_s + S}$ are a fundamental part of the development of the design equations for wastewater treatment processes

Awadar ask, believe & recieve

ASP Design Equations

* الـ growth بيعتمد على توفر الكواد الغذائية ، عشان نفهم design نطلع الـ V لـ reactor + الـ residance time اللي بنحتاجه عشان نفهم mass Balance وحدة على الـ cells (X الـ) والثانية على الـ S (الـ BOD) ، عشان نفهم mass Balance فنحتاج إنه يكون عندنا الـ rate الـ kinetic اللي هتكون موجودة في الـ reactor عشان نقدر نتحكم فيها

① Mass balance of biomass production

Influent biomass + biomass production =

in - cons = out

* بالنسبة لـ Biomass البكتيريا اللي هتزيد ($\frac{dx}{dt}$) cells ← increase

effluent biomass + sludge wasted

$$Q_o X_o + \left[V \frac{dX}{dt}\right] = (Q_o - Q_w) X_e + Q_w X_w$$

- $Q_o X_o$: mass/time
- $\frac{dx}{dt}$ عشان نطلع ds $\frac{ds}{dt}$ معينا معادلة Monod's استخدمنا الـ Y اللي بتعمل علاقة بين X والـ S
- التغير في الـ S بتحول إلى تغير في الـ X ، الـ Y ← تكافئ الـ conversion (عامل يربط بين الـ growth والـ BOD removal rates) دايمًا موجبة.

$$Y = \frac{\Delta x}{\Delta s} = \frac{dx}{ds}$$ small change

Substitute biomass production equation

$$Q_o X_o + V\left(\frac{\mu_m S}{K_s + S}\right) X - k_d X = (Q_o - Q_w) X_e + Q_w X_w$$

- $Q_o X_o$: $\frac{m^3}{day}$ × $\frac{mg}{L}$; mg → kg ; L → m^3 → (kg/day)
- (X_w → بعضها X_u)

Assume that influent and effluent biomass concentrations are negligible and solve: (X_o & X_e بنعتبرهم صفر لأنهم قليلين مقارنة بـ X_w)

$$\frac{\mu_m S}{K_s + S} = \frac{Q_w X_w}{VX} + k_d$$

- k_d: death rate constant
- μ_m k K_s Y: Biological parameters بنوجدهم experimentally
- * V $\frac{dx}{dt}$ ↓ m^3 ; ↓ $\frac{mg}{L.day}$ → بنحولها لـ (kg/day)

② Mass balance of Food Consumption

Influent substrate + substrate consumed =

effluent substrate + sludge wasted substrate

- decrease لأنها سالبة برمز بنا نعوض الـ rate of BOD removal

$$Q_o S_o \ominus V\frac{dS}{dt} = (Q_o - Q_w) S_e + Q_w S_w$$

- $Q_o S_o$: mass/time

Substitute substrate removal equation

$$Q_o S_o - \frac{V}{Y}\left(\frac{\mu_m X S}{K_s + S}\right) = (Q_o - Q_w) S_e + Q_w S_w$$

Assume that no biochemical action takes place in clarifier. Therefore the substrate concentration in the aeration basin is equal to the substrate concentrations in the effluent and the waste activated sludge.

Solve: ← شو علاقة هاي المعادلة بالمعادلة اللي فوق (نقدر نساويهم)

$$\frac{\mu_m S}{K_s + S} = \frac{Q_o Y}{VX}(S_o - S)$$

Nadar ask, believe & recieve

Overall AS Design Equations

$$\theta_c \text{ days} = \frac{VX}{Q_w X_w}$$

- Combine the mass balance equations for food and biomass:

$$\frac{Q_w X_w}{VX} + k_d = \frac{Q_o Y}{VX}(S_o - S)$$

سلوتنا المعادلتين وعوضنا θ و θc وحللنا بإعادة ترتيب

- The **hydraulic retention time** is: $\theta = V/Q_o$

- The **mean cell residence time**, MCRT or sludge age is:

$$\theta c = (V.X)/(Qw\ Xw)$$

sludge age زمن مكوث الـ Microorg.

Xw → تركيز الـ Bioman بعد الـ sedling

- Substitute and rearrange:

$$X = \frac{\theta_c}{\theta}\frac{Y(S_0 - S)}{(1 + k_d\theta_c)}$$

$$\frac{1}{\theta_c} = \frac{(S_o - S)}{\theta X}\cdot Y - k_d$$

* إذا أعطانا θc و So و الـ θ بقدر أحسب S أو X ممكن نطلب V

$$Se = So - [(\theta.X)/(\theta c.Y)](1 + kd.\theta c)$$

→ effluent conc

* Se نفسها S بس طالعة

بوجد θ من المعادلات و Qo عنا ومنهم (θ = V/Qo) reactor الـ volume بوجد الـ

الـ BOD الطالع

Other Important Parameters

- **Food to microorganism ratio (F/M)**

نسبة تركيز الـ Food الـ BOD إلى تركيز الـ Microorg الـ cells (ratio) بين

VSS volatile sus. solids

– Represents the daily mass of food supplied to the microbial biomass, X, in the mixed liquor suspended solids, MLSS

– Units are Kg BOD_5/Kg MLSS/day

F/M < 1

* بدنا تركيز الـ Bioman يكون عالي والـ Food محدود عشان نتناغش على كمية محدودة من الـ BOD لو الـ BOD عالي راح تطلع مي غير معالجة

$$\frac{F}{M} = \frac{S_o}{(V/Q_o)X} = \frac{Q_o S_o}{VX}$$

كمية الـ Food الداخلة

θ

So / θX

- **Removal Efficiency**

* بالنهاية الهدف من الـ Bioman انخلص من الـ Bioman انخلص من اكلوثات وبدين أخلص من

– Can be expressed in terms of BOD5 removal or COD removal - dependent on the substrate concentration units

$$Efficiency = \frac{S_o - S}{S_o} \times 100\%$$

– Typical values range from 95 - 99 %

Nadar
ask ;; believe & recieve

Design & Operation Parameters for Activated Sludge Processes

بعد ما نعمل حسابات على check بدنا نعمل الأرقام اللي طلعت معنا range اذا ضمن ال أو لا.

Table 10.4

Design parameters for activated sludge treatment processes

Type of process	Mean cell residence time (days)	F/M (kg BOD_5/ kg MLSS)	Loading (kg/BOD_5/ m^3-d)	Hydraulic retention time (hr)	Biomass بار reactor MLSS (mg/L)	Recycle
Conventional	5 - 15	0.2 - 0.4	0.3 - 0.6	4 - 8	1500 - 3000	0.25 - 1
Step aeration	5 - 15	0.2 - 0.4	0.6 - 1.0	3 - 5	2000 - 3500	0.25 - 0.7
Completely mixed	5 - 30	0.1 - 0.6	0.8 - 2.0	3 - 6	2500 - 4000	0.25 - 1
Contact stabilization	5 - 15	0.2 - 0.6	1.0 - 1.2	0.5 (contact) 3 - 6 (stabil.)	1000 - 3000 4000 - 10000	0.50 - 1
High-rate	5 - 10	0.4 - 1.5	1.6 - 16	2 - 4	4000 - 10000	1.0 - 5.0
Extended aeration	20 - 30	0.05 - 0.15	0.16 - 0.4	18 - 36	3000 - 6000	0.75 - 1.5
Pure oxygen	8 - 20	0.25 - 1.0	1.6 - 3.2	1 - 3	3000 - 8000	0.25 - 0.5

Kinetic Parameters

- It is possible to estimate the kinetic parameters (K_s, k_d, μ_{max}, Y) from bench-scale CSTR process data in order to design biological waste treatment facilities
- Perform tests starting with a known limiting substrate concentration S_o
- Measure X and S at various residence times (θ)

parameter اذا * هدول هاي اللي بيعتمدو عليها theory بس حيتعلم بوجهها من التجارب بمعدل راحة في waste water اختبر على اذا اللي بدي اعمل تصميم اليها وهم specific بيعتمد على نوع اذا waste water و اذا Microorg اذا غيرتهم بتغير الصيم مش ثابتة بتغير حسب

Table 9-7 Typical kinetic coefficients for the activated-sludge process[a]

Coefficient	Basis	Value[b]	
		Range	Typical
μ	d^{-1}		
K_s	mg/L BOD_5	2–10	5.0
	mg/L COD	25–100	60
Y	mg VSS/mg BOD_5[c]	15–70	40
	mg VSS/mg COD	0.4–0.8	0.6
k_d	d^{-1}	0.25–0.4	0.4
		0.04–0.075	0.06

[a] Derived in part from Refs. 28, 41, 42, 43.
[b] Values reported are for 20°C.
[c] VSS = volatile suspended solids.

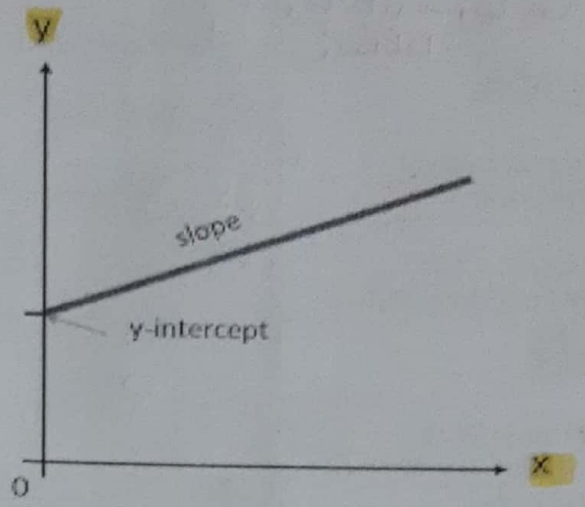
Nadar ask :: believe & recieve

Estimation of Y and k_d

* نفعل تجارب ونرسم العلاقة على شكل خط مستقيم ومن الـ slope والـ intercept نطلع صول الميم.

$$\frac{1}{\theta_c} = \frac{(S_o - S)}{\theta X} \cdot Y - k_d$$

Plot $\frac{1}{\theta_c}$ versus $\frac{(S_o - S)}{\theta X}$



Equation is of the form:

y = mx + b

Slope = Y

Intercept = $-k_d$

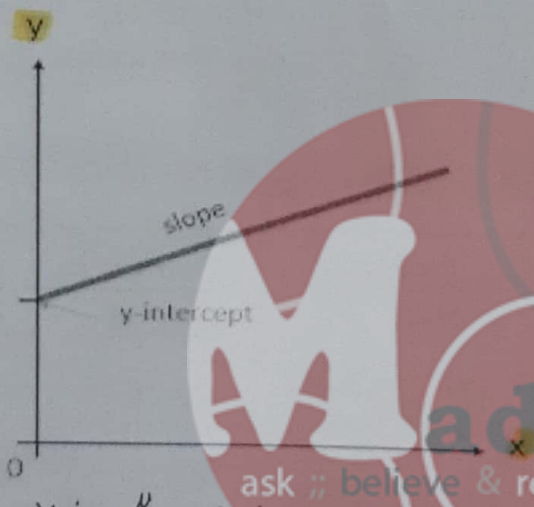
Estimation of μ_{max} and K_S

$$\frac{\theta X}{Y(S_o - S)} = \frac{K_s}{\mu_{max}} \cdot \frac{1}{S} + \frac{1}{\mu_{max}}$$

→ Y يلي جبناها من المعادلة يلي بالسلايد فوق ؛؛

S يلي طلعت نفسها Se

- Plot $\frac{\theta X}{Y(S_o - S)}$ versus $\frac{1}{S}$



Equation is of the form:

y = mx + b

Slope = K_s/μ_{max}

y-intercept = $1/\mu_{max}$

→ يوجد μ_{max} من الـ intercept بعدين بقسمها فوق

عند الـ slope ويوجد K_S.

Madar
ask ;; believe & recieve

Exercise-1

SOLUTION:

$Q_o = 0.275 \times 60 \times 60 \times 24$
$= 23760 \text{ m}^3/\text{d}$

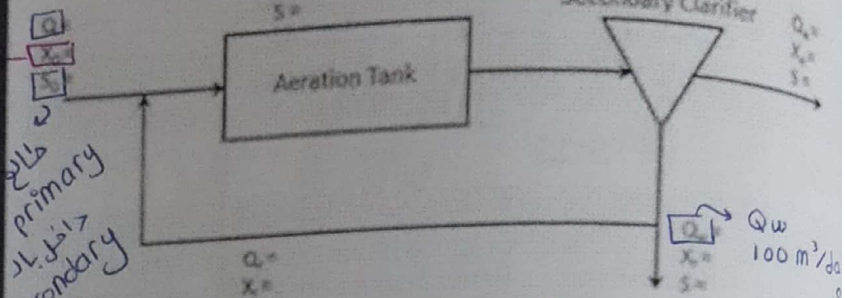
$\Theta c = V.X / (Q_w.X_u)$
$= (8000).(3) / [(100).(15)]$
$= 16 \text{ days}$
(ANS: c)

$F/M = Q_o.S_o / (V.X)$
$= (23760).(0.25) / (8000).(15)$
$= 0.2475 \text{ day}^{-1}$
(ANS: a)

Note: 1000 mg/L = 1 kg/m3

Questions 13-14. These parameters apply to a wastewater treatment process: primary treatment effluent flow = 0.275 m³/s; primary treatment effluent substrate concentration = 250 mg BOD₅/L; aeration tank volume = 8000 m³; mixed liquor volatile suspended solids = 3000 mg MLVSS/L; waste activated sludge flow = 100 m³/d; the concentration of biomass in the waste activated sludge is 5 times greater than the MLVSS in the aeration tank.

13. Calculate the solids retention time (in days) for the following activated sludge treatment process.



a. 7 days
b. 12 days
c. 16 days
d. 20 days

14. Calculate the food to microbe ratio (in units of mg BOD_5/mg VSS * d^{-1}) for this activated sludge treatment process.

a. 0.25 mg BOD_5/mg VSS * d^{-1}
b. 0.30 mg BOD_5/mg VSS * d^{-1}
c. 0.45 mg BOD_5/mg VSS * d^{-1}
d. 0.50 mg BOD_5/mg VSS * d^{-1}

Final (secondary) Settling

- **Overflow rates** at average and peak design flows: 15~32 and 40~48 $m^3/m^2 \cdot day$
- **Solids loadings** at average and peak design flows: 49~144 and 100~220 $kg/m^2 \cdot day$
- **Tank shape**: circular, rectangular, or square
  - *Circular tanks: 10~60 m in diameter (< 5xSWD)
  - *Depth: 4~6 m for circular and rectangular tanks

Activated Sludge Secondary Clarifier Design Parameters - Typical Values

Activated Sludge Process	Overflow Rate, m^3/m^2-d		Solids Loading, kg/m^2-hr		Depth, m
	Average	Peak	Average	Peak	
Air Activated Sludge (except Ext. Aer)	16 - 28	40 - 64	4 - 6	8	3.5 - 6
Oxygen Act. Sludge	16 - 28	40 - 64	5	9	3.5 - 6
Extended Aeration	8 - 16	24 - 32	1 - 5	7	3.5 - 6

Madar
ask :: believe & recieve

عملية تصفية للي وبفصل فيها الـ ، اللي بيطلع clear ← ① clarification ← waste water
② thickening → conc sludge (التخثير) فاصل بخطها أكثر تزيد الـ sludge تتكون لـ
وبنفس الوقت بنفس الوقت

Final (secondary) Settling

* كيف أعبر عن الـ performance بالأرقام؟

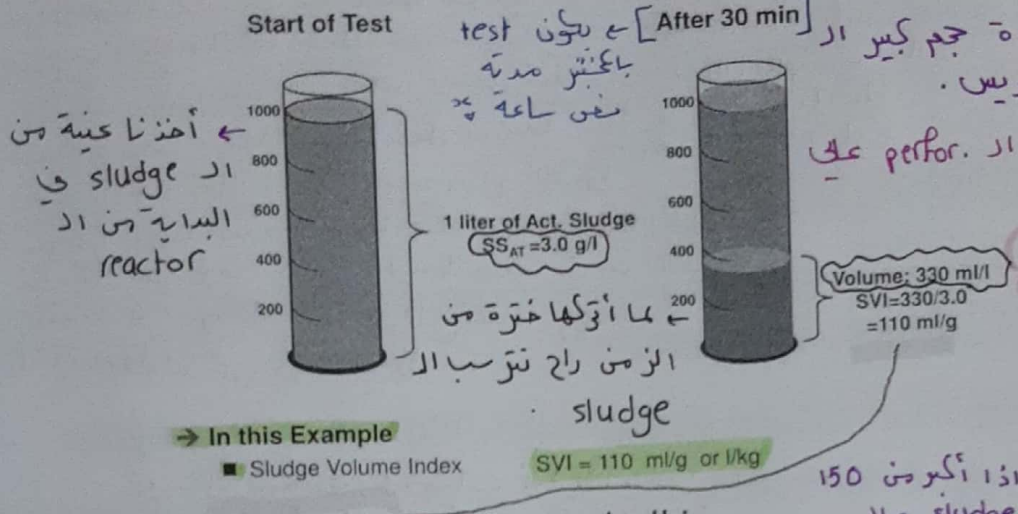
Functions: clarification AND thickening

Sludge settleability is determined by the **Sludge volume index (SVI)**

هاد الـ SVI هو اللي بعبر عن الـ parameter في الـ settling لـ performance الـ secondary clarifier.

Test time for settling is 30 min.

$$\text{SVI (mL/g)} = \frac{\text{Settled Sludge Volume (mL/L)}}{\text{Mixed Liquor Suspended Solids (g/L)}}$$

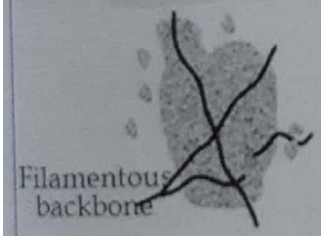


* إذا كنت ماخذة حجم كبير الـ test بيكون بالمختبر مدته نص ساعة ← settling مش كويس.
* إذا الحجم قليل الـ perfor. عالي
SVI↓ ↓ V
paf ↑ بالتالي
← أخذنا عينة من الـ sludge في البداية من الـ reactor
← بما أنكها فترة من الزمن راح تترسب الـ sludge

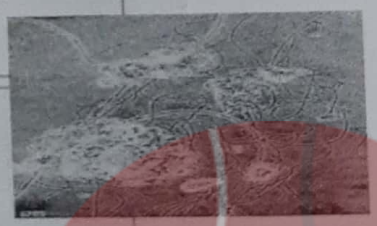
- A high SVI (>150 ml/g) indicates bulking → اذا أكبر من 150 منيه bulking والـ sludge clarifier مش شغال منيح.

Microscopic pictures of activated sludge

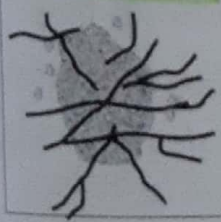
Ideal, Non-Bulking Activated Sludge Floc



- Filamentous organisms and floc forming organisms in balance
- Strong, large floc
- Filaments do not interfere
- Clear supernatant
- Low SVI



Filamentous Bulking Activated Sludge Floc



- Filamentous organisms predominant
- Strong, large floc
- Filaments interfere with settling, compaction
- Clear supernatant
- High SVI

Pin Point Floc

- Low filamentous organisms
- Weak, small floc
- Turbid supernatant
- High SVI

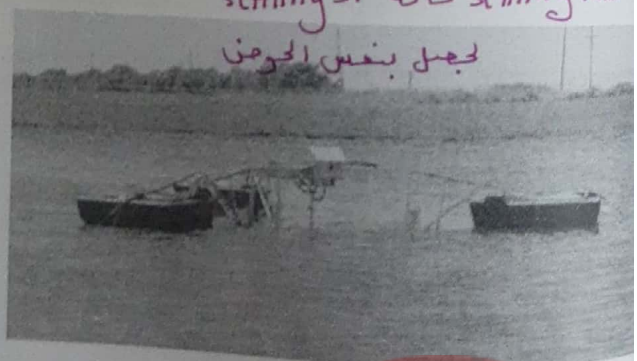
Madar
ask ; believe & recieve

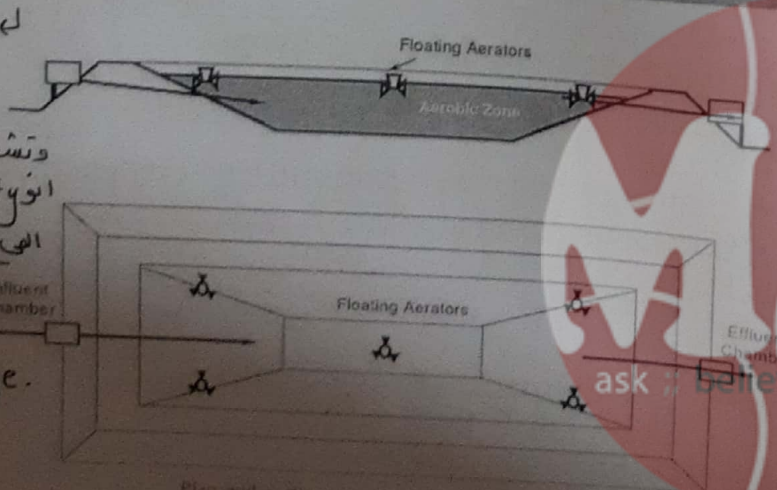
Filamentous Bulking

- Defined as slow settling and poor compaction of solids in the clarifier
- Caused by excessive growth of long-chain filamentous bacteria (*Nocardia spp., actinomycetes*)
- Causes
  a) Low F/M
  b) Low dissolved oxygen
  c) Low nutrient
  d) High sulfide concentrations
- Treatment: Treat return sludge with chlorine or hydrogen peroxide to kill filaments

Aerated lagoon

- Suspended growth system
- Completely mixed mode
- Contact time limited to hydraulic retention time due to no recycle of sludge
- Limited effluent quality





Plan and section of a typical mechanically aerated lagoon

Madar
ask ; believe & recieve

* عادة بنستخدم أكثر من خزان ورا بعض لأنو الواحد كفاءته مو كافية

Design/Operation Equations for Aerated lagoon

يحتاج أوصل أكثر من خزان in series يطلع الطالع من واحد يدخل على الثاني عشان تحسين الكفاءة ، ال effluent الطالع من خزان بيكون influent داخل للخزان اللي بعده .

It is also common to predict the performance of aerated lagoons using first order kinetics for BOD (or COD) reaction:

C → S اختلاف
K → k بس رموز
t → θ

$$C_e = \frac{C_0}{[1 + (K_T)(t)/n]^n}$$

Where:
- C_e = effluent BOD (or COD) (mg/L)
- C_0 = influent BOD (or COD) (mg/L)
- K_T = temperature dependent rate constant = $K_{20}\,\theta^{(T-20)}$
- K_{20} = rate constant at 20 °C
- θ = temperature coefficient (1.036 for domestic wastewater)
- T = temperature of water (°C)
- t = total detention time in system
- n = number of equal sized cells in system

* ponds, cells, lagoon → عليهم نفس الاشي

If other than a series of equal volume ponds are to be employed and varying reaction rates are expected, the following general equation should be used:

المعادلة اللي فوق فيها K_T → بس لأنو فرضنا كل الخزانات نفس بعض أما هاي المعادلة في اختلاف كل خزان له K .

هاي ال effluent الطالع من آخر خزان

$$\frac{C_n}{C_0} = \left(\frac{1}{1 + k_1 t_1}\right)\left(\frac{1}{1 + k_2 t_2}\right)\cdots\left(\frac{1}{1 + k_n t_n}\right)$$

Where $k_1, k_2, \ldots k_n$ are the reaction rates in cells 1 through n (all usually assumed to be equal without additional data) and $t_1, t_2, \ldots t_n$ are the hydraulic residence times in the respective cells.

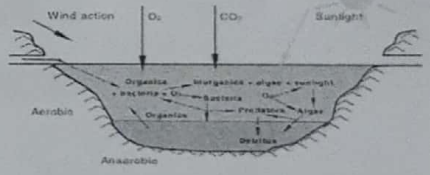
* بصير فيها Biological deg و settling

بطلع غاز الميثان ومركبات الكبريت .

ما فيه settling tank ولا recycle ولا aeration

Facultative Ponds

بتكون على القوية المبنية وهاد مش منقال ، بتكون فيها 2 zones أو 3
① aerobic
② anaerobic ← في الأسفل



- Facultative ponds can be used for wastewater treatment from small communities or biodegradable industrial effluents.
- Long retention times facilitate the management of large fluctuations in wastewater flow and strength with no significant effect on effluent quality.
- Capital, operating, and maintenance costs are comparatively lower that of other biological systems of equivalent treatment efficiency.
- Both aerobic and anaerobic microorganisms and reactions occur.
- Raw wastewater enters at the center of the pond, suspended solids settle to the pond bottom, where an anaerobic layer develops.
- Both acid fermentation and methane fermentation occur in the bottom sludge deposits.

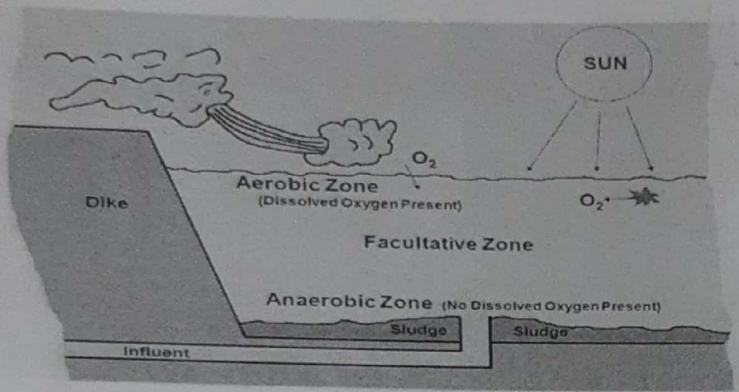
المادة العضوية بتحول carboxilic acid ↓ وبمرحلة لاحقة ال carboxilic بتحول لـ CO_2 و ميثان

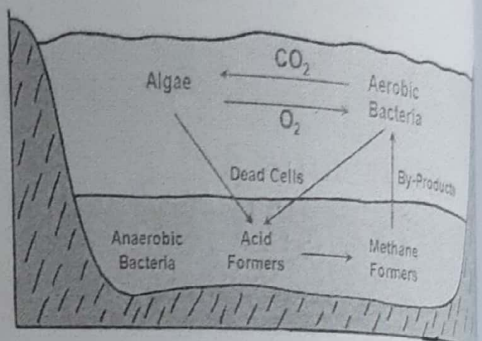
Acid fermentation: * $C_xH_yO_z \rightarrow CH_3COOH$
Methane fermentation: * $CH_3COOH \rightarrow CO_2 + CH_4$

بعض الـ 2stage وكل stage له نوع بكتيريا (بكملوا دور بعض)

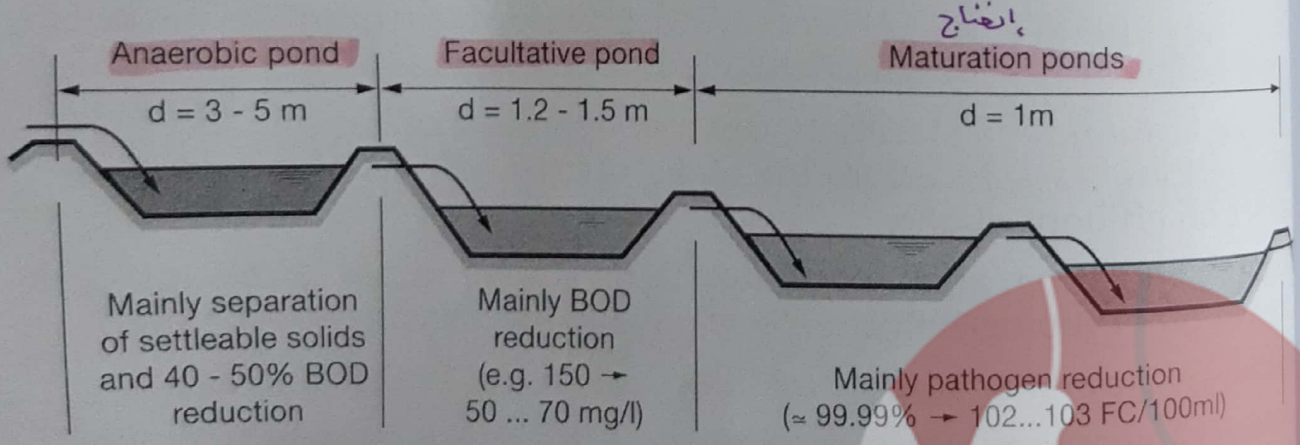
Facultative Ponds

- The **facultative zone** exists just above the anaerobic zone.
- This means that molecular oxygen will not be available in the region at all times. Above the facultative zone, there exists an **aerobic zone** that has molecular oxygen present at all times.
- Oxygen is supplied to the aerobic zone at the top from two sources. A limited amount is supplied from diffusion across the pond surface. However, the majority is supplied through the action of algal photosynthesis.





Ponds System for Waste Stabilization Ponds in Warm Climates



- 1 Anaerobic pond, 2 parallel facultative ponds + 2 maturation ponds in series
- t_{tot} = 20 - 30 days
- t_{tot} = 2 - 3 m^2/cap (net surface)

Sedar
ask ;; believe & recieve

* الهدف من الـ trickling filter يلي هو معالجة بيولوجية الهدف منها نتخلص من الـ BOD

Attached Growth Systems
Biofilm Systems

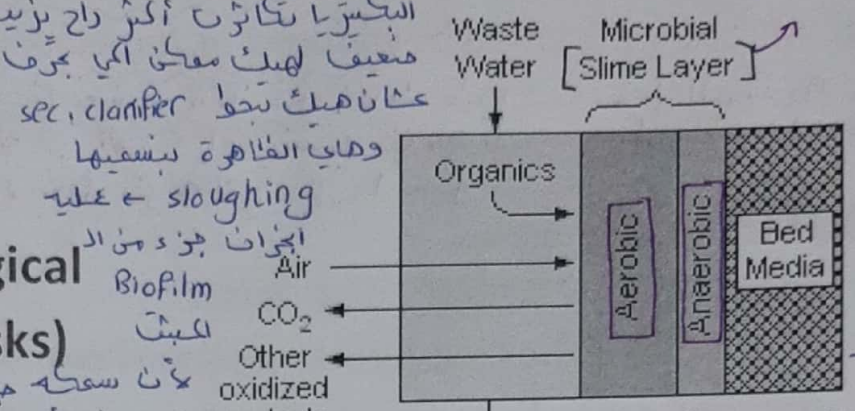
filter لهيك سميناه filtration لأنو بتعمل أو remove لـ BOD من المي عن طريق الـ microorg المثبتة (الفلترة ← إزالة مواد ذابتة).

- **Biofilm:**

a biological slime layer, bacteria in biofilm degrade organics, biofilm will develop on almost anything.

Biofilm نفسه الـ مقسم لقسمين ←

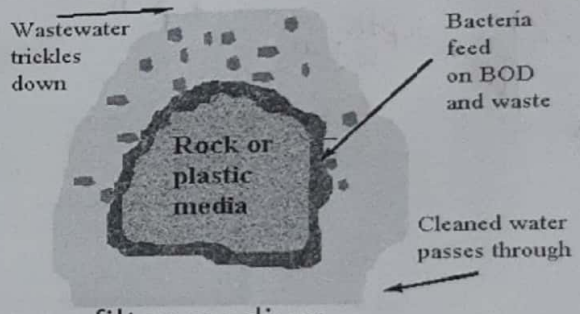
1. **Trickling Filters (packed bed)**
2. **Rotating Biological Contactors (Disks)**



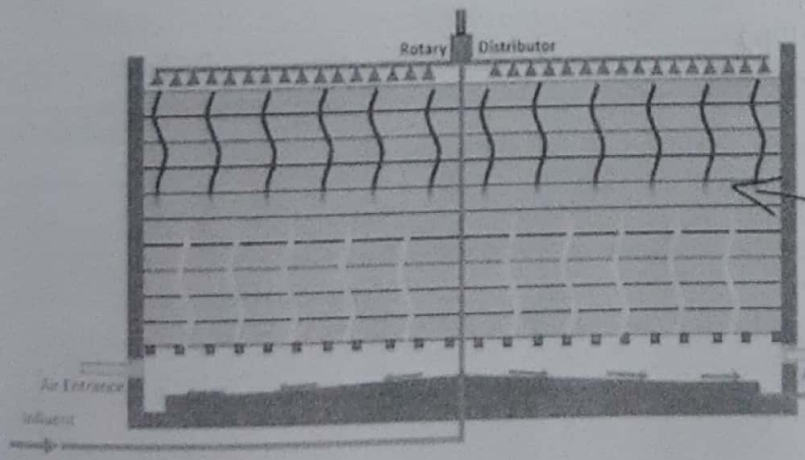
كلما Biofilm كتر ← clarifier بعده بكون عنا البكتيريا تكاثرت أكتر راح يزيد سمكه وطبعا يزيد بصير ارتباطه ضعيف لهيك ممكن اللي بصير شي منه عشان هيك بنحط sec. clarifier وهاي الظاهرة بنسميها sloughing ← عملية انجراف جزء من الـ Biofilm للخلف بسبب سمكه كبير لهيك بنحط sec clarifier بعد الـ Trickling Filters

هاي العملية الأصل فيها إنها aerobic بس ممكن في الطبقة البعيدة عن الـ O_2 جوا تكون مزوحها anaerobic

Trickling Filter (TF) → ممكن أعتبره PFR



1. TF consists of:
   - A rotating arm that sprays wastewater over a filter medium.
   - Filter medium: rocks, plastic, or other material.
2. The water is collected at the bottom of the filter for further treatment.



Microorganisms are attached to a fixed bed surface

Plastic fil

Radar
ask & believe & recieve

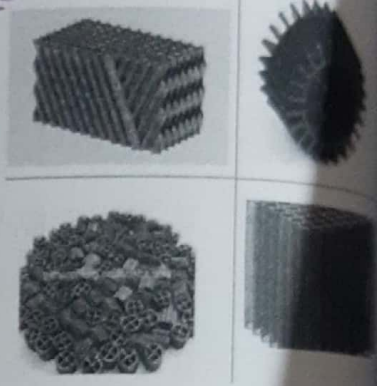
Trickling Filters (packed towers)

1) Attached growth system
2) Plug flow mode
3) Contact bed: 6 hrs of contact (fill) and 6 hrs of resting (drain)
4) *Design based on specific surface area*
5) Aeration provided by induced or forced draft

حكينا بعتبره PFR مش خلاط طيب كيف بزود الهواء والـ O_2 بزود في الحي ، إما بنسحبه في الهواء سحب أو بنفخ عليه هواء للحي (بندخل تهوية للحي قبل ما تدخل .

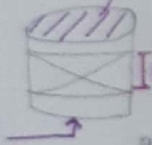
Media:

- distributed by a rotary distributor
- Plastic-filled trickling filters: vertical-flow packing, cross-flow packing, and a variety of random packings; circular, square, or other shapes; depth: 4-12 m → Bio-tower



A → cross section area

top



D → depth bed

Trickling Filters

By considering the change in BOD concentration in the filter with time for depth as a first-order reaction, the following equation is derived:

$$\frac{ds}{dt} = -kS \qquad (9\text{–}17)$$

The commonly accepted temperature correction for k is as follows:

$$k_T = k_{20}(1.035)^{T-20}$$

where k = an experimentally determined rate constant
S = BOD concentration at time t

and using Eq. (9–15) to determine the time in the filter, Schulze derived the following equation:

يلي طالع

$$\frac{S_e}{S_i} = e^{-kD/Q_L}$$

الداخل للفلتر

Flowrate per unit area (loading) ← $Q_L = Q_o/A_c$ — يختلف عن الـ Q_o

Q_o=Inlet flowrate

A_c = top cross-sectional area of medium

($A_c.D$ = medium volume, cylindrical) (9–18)

Ref. Schulze, 1988

where S_e = BOD concentration of settled filter effluent, mg/L (g/m³)
S_i = influent BOD concentration, mg/L (g/m³)
k = an experimentally determined rate constant
D = packing depth, m
Q_L = hydraulic application rate, m³/m²·d
n = constant, characteristic of packing used

ثوابت بتوجدهم من التجربة

عنا TF في مختبر وبنفعل دراسة وبنوجد القيمة

The values of k and n determined by Schulze at 20°C were 0.692 d and 0.5

عمليا 0.68

25 0.68

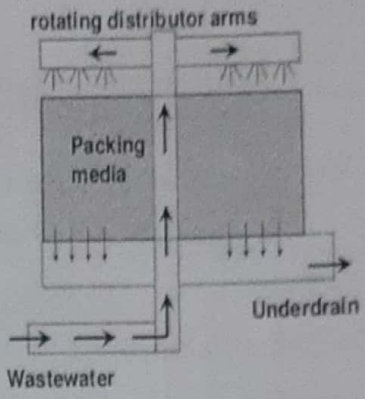
Radar
ask ;; believe & recieve

Exercise-2

Example 8-13. Determine the BOD_5 of the effluent from a low-rate trickling filter that has a diameter of 35.0 m and a depth of 1.5 m if the flow rate is 1,900 m^3/d and the influent BOD_5 is 150.0 mg/L. Assume the rate constant is 2.3 $(m/d)^n/m$ and $n = 0.67$.

Solution. We begin by computing the area of the filter.

$$A = \frac{\pi(35.0)^2}{4}$$
$$= 962.11\ m^2$$



This area is then used to compute the loading rate.

$$\frac{Q}{A} = \frac{1{,}900\ m^3/d}{962.11\ m^2}$$
$$= 1.97\ m^3/d \cdot m^2$$

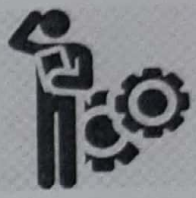
Use Shultze equation

Now we can compute the effluent BOD using Equation 8-46

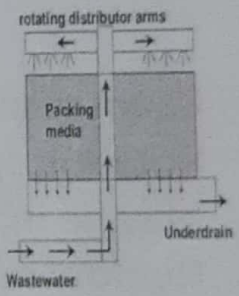
$$\frac{S_e}{S_o} = e^{-kD/Q_L^n}$$

$Q_L = Q/A$

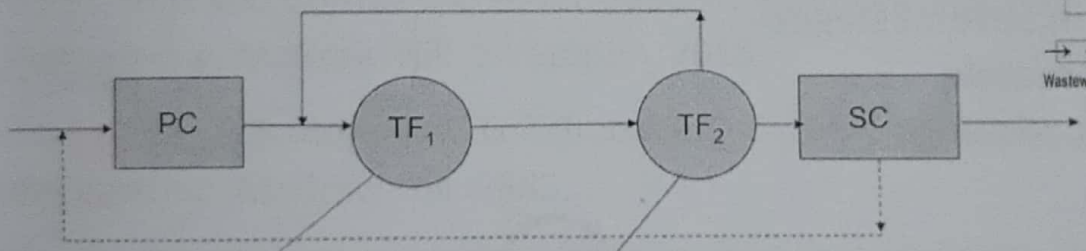
$$S_t = (150)\exp\left[\frac{-(2.3)(1.5)}{(1.97)^{0.67}}\right]$$
$$= 16.8\ mg/L$$



Trickling Filters (packed towers)



NRC design equation for single or 2-stage TF:



$$E_1 = \frac{100}{1 + 0.4432\sqrt{\frac{w_1}{VF}}}$$

$$E_2 = \frac{100}{1 + \frac{0.4432}{1 - E_1}\sqrt{\frac{w_2}{VF}}}$$

$$F = \frac{1 + R}{(1 + R/10)^2}$$

NRC formula:

- E_2 = BOD removal efficiency for second-stage filter at 20°C, %
- E_1 = fraction of BOD removal in the first-stage filter
- w_1 and w_2 = BOD load applied, kg/day
- V = volume of filter media, m^3
- R = recycle ratio
- F = recirculation factor

The effect of temperature on the BOD removal efficiency

$$E_T = E_{20}(1.035)^{T-20}$$

- E_T = BOD removal efficiency at T°C, %
- E_{20} = BOD removal efficiency at 20°C, %

Qadar
ask & believe & recieve

* أكثر ملوثات الجو بتطلع من الاحتراق.

* زراعة الأشجار طريقة كتير مفيدة لمقاومة تلوث الهواء، لأن الشجر بياخذ الـ CO_2 وبعطينا O_2.

راح نحكي عن الـ air pollution science

Chapter 5(A)

AIR POLLUTION AND CONTROL (I)

أكثر مشكلة تؤثر على صحة الإنسان

مفهومنا الجهاز التنفسي هي مشكلة تلوث الهواء بسبب عمآن تغير المناخ وهاد بيؤثر على الحاصيل

كيف أتحكم في الهواء هاد يعتبر control لـ الـ engineering

Air Pollution Types, Sources & Pollutant Characterization

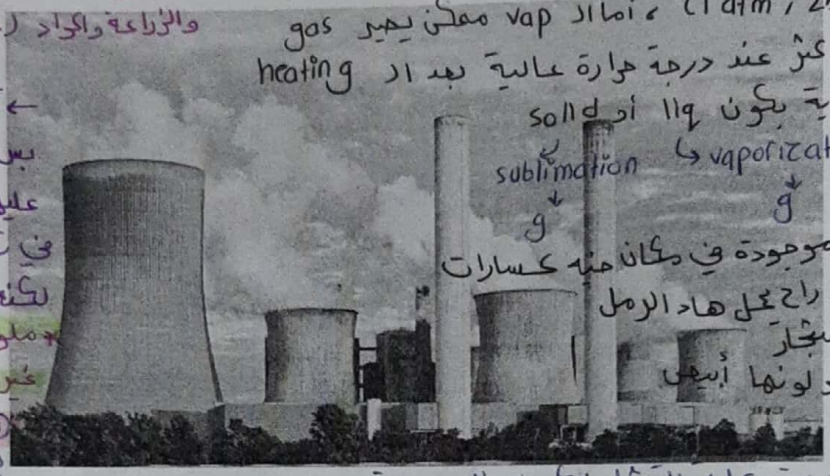
* الفرق بين الـ gas والـ vap انه الـ g بيكون at standard (1 atm, 25°C) condi.

إذا سخناه أكثر عند درجة حرارة عالية بعد الـ heating gas ممكن يصير vap، أما الـ vap في الظروف العادية بيكون sol أو liq

sublimation ← g ← vaporization

* إذا عنا أبخار موجودة في مكان مغلق فيه كسارات وفيه رمل الهواء راح يحمل هاد الرمل ويودي على الأبخار فبتكون زرقة الشجر لونها أبيض هاد شو تأثيره على الإنتاج:- راح يعيق عليه التمثيل الكلوروفيلي ويعيق وصول أشعة الشمس للورقة ويرموا اذا فيه غازات ومنفقه زراعيه راح تحرق النباتات

والزراعة والجو (على مستويات مختلفة)



← تلوث بيولوجي زي الـ microorg بس الظروف الجوية بتكون قاسية عليها، الجو مو محمول الأشعة تؤثر في تلوث الـ microorg في الجو لكنه محدود

* ملوثات جوية من أصل بيولوجي غيرال microorg :-

① حساسية الربيع، غبار الطلع يعتبر تلوث بيولوجي.

② شجر الصنوبر بطلع منه غازات (التربنتين) مادة عضوية volatile بتطلع على الجو.

Dr. Ahmad AbuYaghi Oct. 2022

والـ acid rain مادة حامضية برجع بسبب حرائق تغير بيلبق في مخازن الهواء كيف يؤدي إلى تأثيرات صحية على الإنسان والكائنات الحية الأخرى وعلى الأبنية والآثار القديمة، وهاد التلوث بيكون جزيئي أو كيميائي أو بيولوجي للنباتات.

Definition & Problem

- **Air pollution** is contamination of the indoor or outdoor environment by any chemical, physical or biological agent that modifies the natural characteristics of the atmosphere (WHO).
- **Problem:**
  - Air pollution is considered to be the world's largest environmental health threat, accounting for 7 million deaths around the world/ year. Air pollution causes and augments several diseases, ranging from asthma to cancer, pulmonary illnesses and heart disease.
  - In accordance with recent estimates by the WHO, exposure to air pollution is thus a more important risk factor for major non-communicable diseases than previously thought. Air pollution is the largest contributor to the burden of disease from the environment.
  - Air pollution is causing global environmental problems, mainly climate change. Local and reginal impacts include environmental damages and significant economic losses.

* تلوث الهواء إما بسبب أمراض أو بزيد الوفيات .

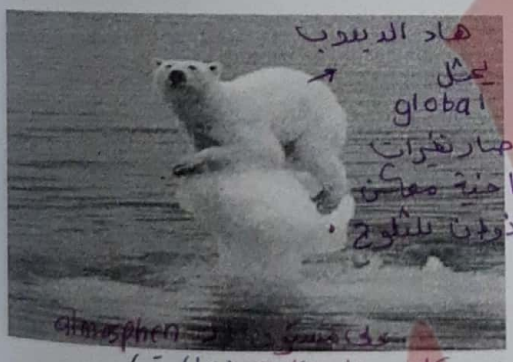
Types of Air Pollution

1. **Personal air exposure**: It refers to exposure to dust, fumes and gases to which an individual exposes himself when he indulge himself in smoking. This is part of "Indoors Pollution" problems.

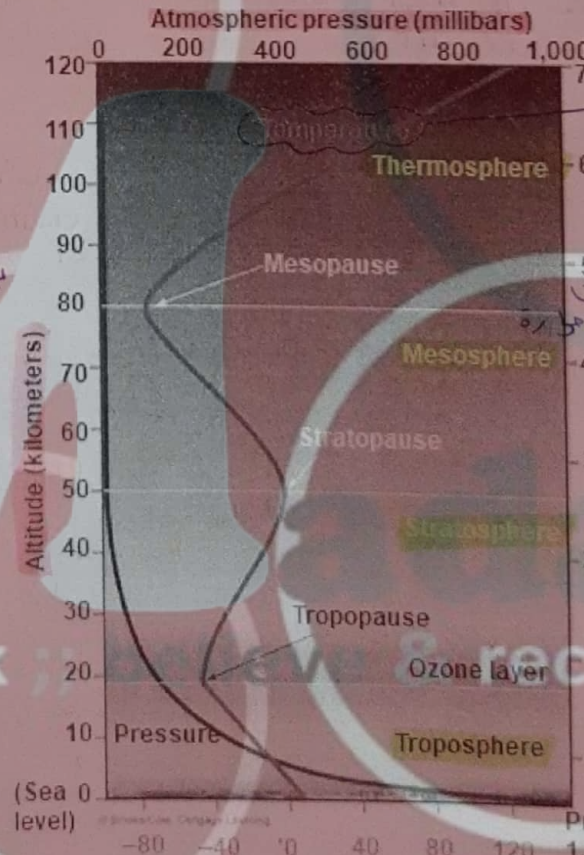
2. **Occupational air exposure**: It represents the type of exposure of individuals to potentially harmful concentration of aerosols, vapors, and gases in their working environment. This is part of the "Occupational Health" issues.

3. **Community air exposure**: This is most serious, complex, consists of varieties of assortment of pollution sources, meteorological factors, and wide variety of adverse social, economical and health effects.

Scales of Air Pollution Problems



1. Global: Climate change (GHGs effect)
2. Stratospheric: Ozone-layer depletion
3. Regional: acid rain
4. Local: smog
5. Indoors: smoke



ask ; discover & receive

effect أو sub هو التلوث

أنواع الملوثات وتقسيماتها ومصادرها.

Nature & Sources of Air Pollutants

تتكث في الجو فترة معينة طويلة أو قصيرة ولها تأثيرات ضارة لأن التلوث يغير في مقاييس البيئة.

- It is a **substance or effect** dwelling temporarily or permanently in the air, which adversely alters the environment ضارة على صحة الإنسان ممكن ما تقل أمراض بس الغبرة مزعجة بعير مواد ث وتأخير بسبب الضباب ← أذ الغبار وغيره.
  - by interfering with the health, the comfort or the food chain, prop. اذ تشمل الزراعة والصناعة والثروة الحيوانية والسياحة والآثار وغيرها.
  - by interfering with property valued by people.
- A pollutant can be gas تشمل اذ كواد ٧ وممكن تكون particulate أو vap عند حرارات عالية (أصلها liq تحول لغاز بسبب التبخير) أو at normal cond
  - A **substance**: Solid (large or sub-molecular), Liquid, Gas or Mixture of the above, as well as ← الملوثات لا تعني مواد لأن مش كل الملوثات مواد في اشي اسمه ← معامل طاقة، مزارع
  - An **energy or physical effect** (noise, sound, heat, radiation, etc.) ← الطاقة، الحرارة، الإشعاع الصوت المفيد هدول كلهم ← نوع من الطاقة سببها اختلاف درجة الحرارة. رياح بتاخذ معاها كميات كبيرة من الأرض
- It may originate from a natural source, an anthropogenic source or both. ملوثات

* الهواء مش بيئة مشجعة لـ microorg بتكون محترمة بكنها موجودة ملوثات بيولوجية ثانية مثل غبار الطلع.

* اذ smoke طبيعته الفيزيائية ليس و٧ vap، الدخنة عبارة عن كربون غير محترق على شكل دقائق جداً صغيرة

* لغاز الكبريت، يطلع SO_2 من المصنع

Sources of Air Pollution

في الجو بتفاعل مع O_2 وبعطي SO_3 فانتشق بنزل مع المي على شكل H_2SO_4، ونفس الشي اذ NO_2 يطلع من المصنع وبنزل مع المطر على شكل HNO_3

primary ← SO_2 & NO_2
sec ← HNO_3 & H_2SO_4

- **Sources**
  - **Natural**
    - Volcanic Eruptions, Forest Fires, Sea Salt Sprays, Biological Decay, Pollen Grains, Marshes, Photochemical Oxidation of Terpenes
  - **Anthropogenic** (man made source) علم الانسان بحل في تاريخ الانسان وأصله (مصدر تلوث سببه الانسان)
    - ① Thermal Power Plants,
    - ② Vehicular Emissions,
    - ③ Industrial Units

Biological Decay ← الها البكتيريا تحلل المواد العضوية الحيوانية CO_2 والنباتية CO_2 بنفس CH_4 بعير التحلل البيولوجي في سكب النفايات والـ sludge

Volcanic Eruptions, Forest Fires, Sea Salt Sprays, Biological Decay, Pollen Grains, Marshes, Photochemical Oxidation of Terpenes ← بطلع من أشجار الصنوبر. ← غبار الطلع ← زعي ثوران البراكين وحرائق الغابات الأمواج العالية بتكون زعي مقوان ملحية

معظمات توليد الكهرباء مواد بحي بتشتغل على الفحم الحجري أو البترول أو الغاز الطبيعي.

المواصلات (وسائل النقل) الإبنعاثات الصناعية بأشكالها وبطلع منها مصادر تلوث سواء من الأحواض أو التخزين.

في غيرهم أمثلة زي حرق النفايات، المبيدات الدخنة ...

Air Pollutants are classified as:

1. **Primary** (pollutant injected into air directly by human activities, e.g., stack). طالعة من مصدر طبيعي أو صناعة.
2. **Secondary** (pollutants resulting from chemical reactions, often in presence of sunlight and particulates as catalyst). هاي بتكون في الجو من تفاعل أكثر من primary اللي طالعة مباشرة من مصادر في الأرض بتفاعلوا مع بعض في الجو بسبب وجود ظروف للتفاعل، الطاقة الشمسية و catalyst،

Ask ; believe & recieve

Nature & Sources of Air Pollutants

- **Natural pollutant sources**
  - Volcano eruption: emitting smoke, other particles, SO_2, H_2S, CH_4…
  - Forest fires: emitting smoke, hydrocarbons (VOCs), CO, CO_2, NO_x…
  - Desert sandstorms dispersing dust
  - Oceans are emitting corrosive salt aerosols (spray)
  - Lightning produces NO_x and O_3
  - Normal human (and animal) respiration produces CO_2

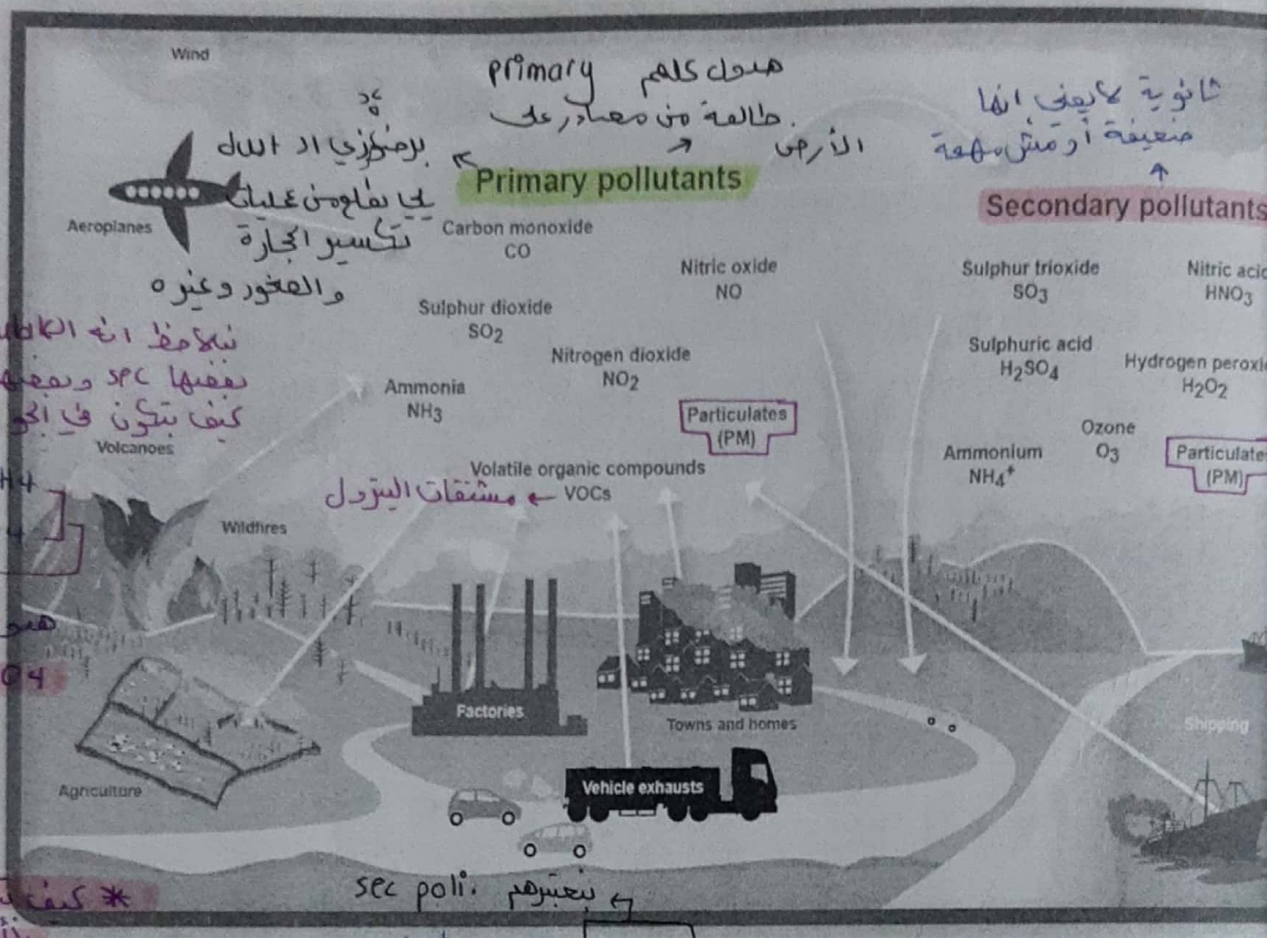
Nature & Sources of Air Pollutants

Anthropogenic (man-made) sources

1. **Stationary sources**: mining and industrial processes, power generation, all fuel usage, waste incineration, *agrochemicals* and livestock farms [include point and area sources].
2. **Mobile sources**: all emissions and exhausts from transportation.

ask , believe & recieve

Nature & Sources of Air Pollutants



$NO_2 + C_2H_2 \xrightarrow{cat} PAN + O_3 \rightarrow (bad\ O_3)$

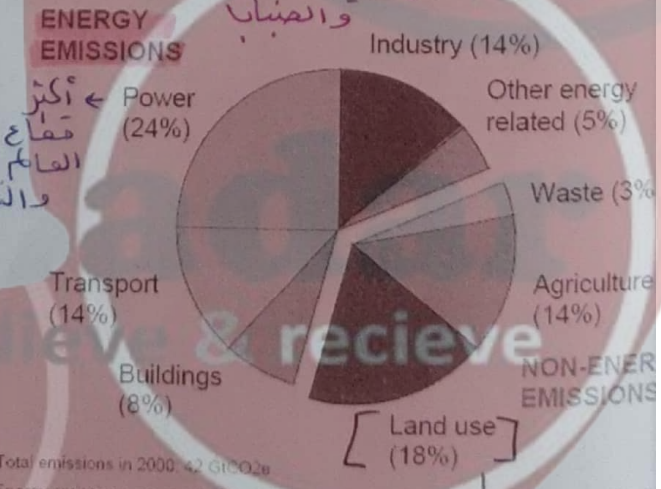
peroxy acetyle nitrate

MAJOR AIR POLLUTION SOURCES

- ***Power generation and consumption*** is a major source that affe the environment and particularly the air, causing adverse impa

- Pollutants emitted during the combustion of fossil fuels are responsible for *[smog], acid rain and global warming.*

- Environmental pollution from such sources has reached such high levels that it became a serious threat to *human health, vegetation, wildlife and economy.*



primary ← SO_2
sec ← SO_3
تفاعل في الجو

* ما هي أكاسيد النيتروجين وشو ممكن تعمل في الجو؟!
acid rain هو الـ sec أما الـ primary هدول NO, NO_2, N_2O_5 يلي بطلع منهم HNO_3

Regulated Air Pollutants

Table 20.1 Major Air Pollutants

Pollutant	Composition	Primary or Secondary	Characteristics
Particulate matter			
Dust	Variable	Primary	Solid particles
Lead	Pb	Primary	Solid particles
Sulfuric acid	H_2SO_4	Secondary	Liquid droplets
Nitrogen oxides			
Nitrogen dioxide	NO_2	Primary	Reddish-brown gas
Sulfur oxides			
Sulfur dioxide	SO_2	Primary	Colorless gas with strong odor
Carbon oxides			
Carbon monoxide	CO	Primary	Colorless, odorless gas
Carbon dioxide*	CO_2	Primary	Colorless, odorless gas
Hydrocarbons			
Methane	CH_4	Primary	Colorless, odorless gas
Benzene	C_6H_6	Primary	Liquid with sweet smell
Ozone	O_3	Secondary	Pale blue gas with acrid odor
Air toxics			
Chlorine	Cl_2	Primary	Yellow-green gas

hydrocarbons زي البنزين والميثان
* الفرق بين البنزين والفارولين هو: البنزين (C_6H_6 (Benzene) الفارولين ← mix of hydrocarbons (مشتقات البترول)

الـ CO ممكن يعمل أعطال تؤثر على الصحة
CO_2 أكثر من الـ CO مشكلة بشكل عام هي
ما بيكون تراكيز كبيرة على حساب الـ O_2 ما بيطلع CO يعني احتراق مش كامل

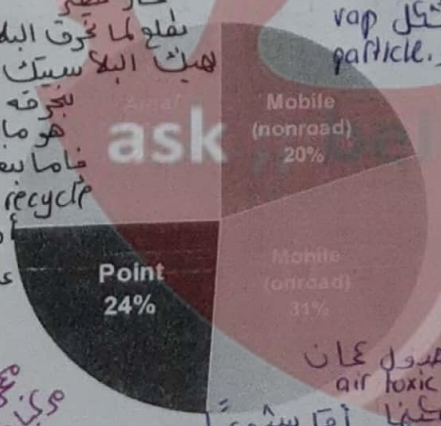
* Discussed in Chapter 21.
Source: Environmental Protection Agency.

* شو الفرق بين الـ good O_3 والـ bad O_3:
الـ good هو الأوزون الموجود في طبقة الـ strato. على بعد 30km، طبقة الأوزون الطبيعية
يلي بتحمينا من الأشعة فوق البنفسجية، أما الـ bad عبارة عن sec بتكون من الـ NO_2 مع hydrocarbon (حكينا معادلة قبل)

Toxic Air Pollutants

ملوثات هواء خطيرة وهي خليط من مجموعة مواد سامة تسبب أمراض خطيرة زي السرطانات والولادات وغيرها

- **Air toxics** (hazardous air pollutants) are known or suspected to cause cancer or other serious health effects.
- EPA's hazardous air pollutants include:
  - Benzene (motor fuel, oil refineries, chemical processes)
  - Perchlorethylene (dry cleaning, degreasing) → منظف واستشاقه خطير
  - Chloroform (solvent in adhesive and pesticides, by-product of chlorination processes) ← $CHCl_3$
  - BTEX*, Dioxins, PAHs, Metals (Hg, Cr) → Poly aromatic hydrocarbons



National air toxics emissions sources in 1996.
U.S. Environmental Protection Agency, 1998

غاز خطير بطلع لما تحرق البلاستيك هيك البلاستيك ما بتحرقه هو ما بتحلل فما بنعمل recycle وبنودعه على مكب النفايات.

1. *m*- and *p*-Xylene
2. Ethene
3. Acetaldehyde
4. Toluene
5. Formaldehyde
6. *i*-Pentane
7. Propene
8. *o*-Xylene
9. Butane
10. Methylcyclopentane

* زمان السيارات كانت الجيش والكو بارد ما بتشغل فكانوا يحطو رابع ايثيل الرصاص (Tetra ethil lead) بخليطها للبنزين لتحسن خواصه كوقود وبحترق السيارة تشتغل، بس المشكلة انو الرصاص بعد الاحتراق بطلع على الجو وبرجع بنزل على الأرض وإذا مائيًا بحاولو يسربو على بر على زي المعلبات الأمراض المعوية.

هدول عنا air toxic بتكنها أقل سوءًا في الجو، من مواد ثانية.

*BTEX: benzene, toluene, ethylbenzene and xylene

Classes of Particulates

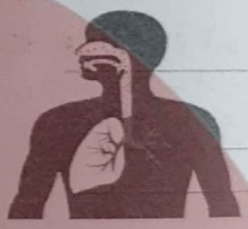
أكبر من 100 ماراح يتكون by gravity راح تنزل
أصغر من 100 يتكون ك يستنشقها الإنسان.

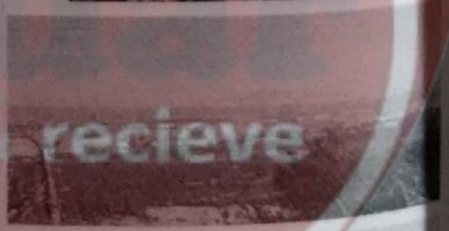
Solid or liquid particles with sizes from 0.005 – 100 µm. Generally termed **aerosols.**

1. ***Dust*** originates from grinding or crushing
2. ***Fumes*** are solid particles formed when vapors condense
3. ***Smoke*** describes particles released in combustion processes
4. ***Smog*** used to describe air pollution particles.

1. Suspended particulate matter (PM) consists of a variety of *solid particles and liquid droplets* small and light enough to remain suspended in the air for long periods.
2. EPA classifies particles as fine, or PM-10 (with diameters less than 10 micrometers), and ultrafine, or PM-2.5 (with diameters less than 2.5 micrometers). (*Both are respirable, see next*)

Effects of Air Pollution





1) Damage to human health and welfare.
2) Damage to vegetation and animals.
3) Damage to the atmosphere, soil, and water.
4) Damage to materials and structures:
   - Abrasion
   - Deposition and spoiling
   - Direct chemical attack
   - Electrochemical corrosion
5) Visibility problems.

Health Effects of Air Pollution

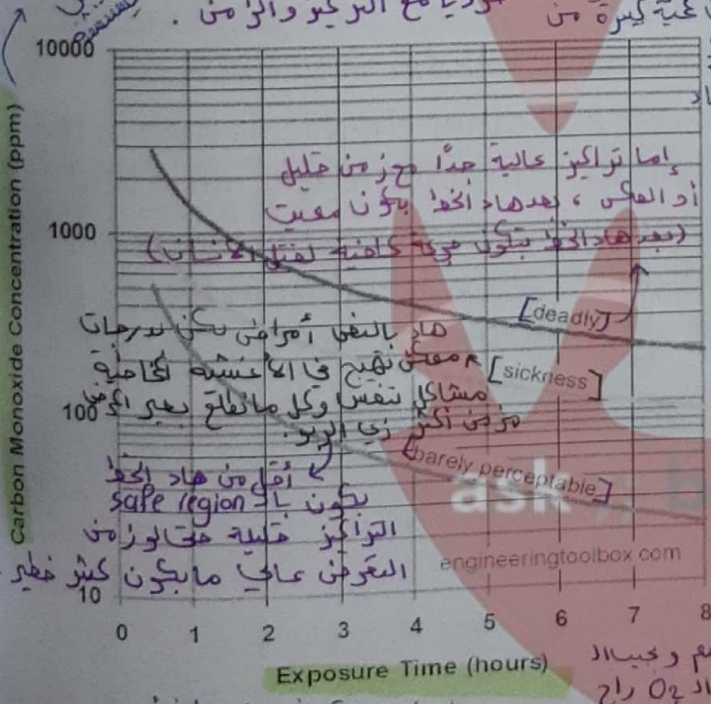
- Low level exposure irritates eyes and causes inflammation of respiratory tract
- Can develop into chronic respiratory diseases
- Can develop serious non-respiratory diseases

Table 20.2 Health Effects of Several Major Air Pollutants

Pollutant	Source	Effects
Particulate	Industries, electric power plants, motor vehicles, construction, agriculture	Aggravates respiratory illnesses; long-term exposure may cause increased incidence of chronic conditions such as bronchitis; linked to heart disease; suppresses immune system; some particles, such as heavy metals and organic chemicals, may cause cancer or other tissue damage
Nitrogen oxides	Motor vehicles, industries, heavily fertilized farmland	Irritate respiratory tract; aggravate respiratory conditions such as asthma and chronic bronchitis
Sulfur oxides	Electric power plants and other industries	Irritate respiratory tract; same effects as particulates
Carbon monoxide	Motor vehicles, industries, fireplaces	Reduces blood's ability to transport oxygen; headache and fatigue at lower levels; mental impairment or death at high levels
Ozone	Formed in atmosphere (secondary air pollutant)	Irritates eyes; irritates respiratory tract; produces chest discomfort; aggravates respiratory conditions such as asthma and chronic bronchitis

Health Effects of CO in Blood

Pollutant Dose = Pollutant Concentration X Exposure Time

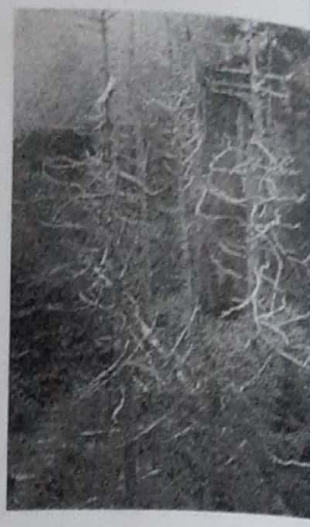


Acute Effect:
Exposure to high concentration for short time (e.g., accidental inhalation of toxic vapor).

Chronic Effect: →
Exposure to low concentration for long time (e.g., occupational respiratory diseases).

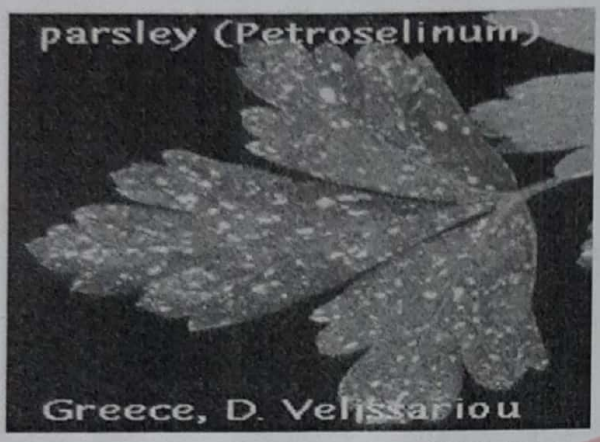
في أمراض تصيب النباتات نتيجة تعرضها للملوثات

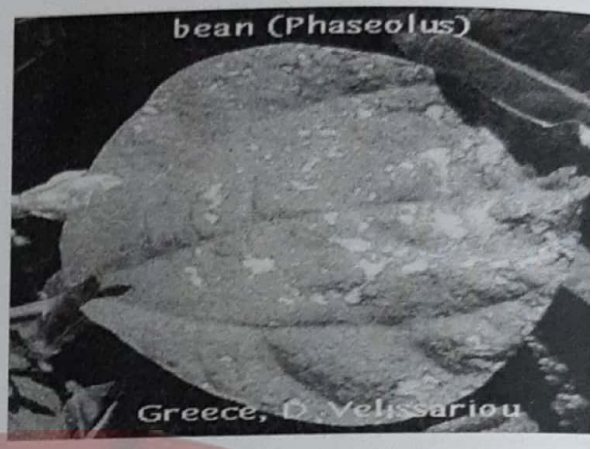
Effect on Plants & Crops



- Pollutants enter through stomata (leaf pores), destroy chlorophyll and affect photosynthesis تدمير تركيب الورقة
  - Necrosis – Damage to Leaf Structure
  - Chlorosis - Loss/ reduction of Chlorophyll
  - Abscission - Dropping of leaf سقوط الأوراق
  - Death. موت النبات بشكل كامل

بقع، زي نقط بيضاء





Acid Rain

- Sulfur in the fuel reacts with oxygen to form SO_2, which is an important air pollutant. Main source of SO_2 is the electric power plants that burn high-sulfur coal or oil.
- Motor vehicles also contribute to SO_2 emissions since gasoline and diesel fuel also contain small amounts of sulfur.
- SOx and NOx react with water vapor and other chemicals high in the atmosphere in presence of sunlight to form sulfuric and nitric acids.
- Acids formed usually dissolve in the suspended water droplets in clouds or fog. These acid-laden droplets are washed from the air onto water bodies or soil by rain or snow (Acid rain).

particle ... فقط تنطبق على الغازات

Units of Measurement of Air Pollutants

* بنعبر عن الملوثات إما بـ أو بـ ppm / µg/m³

❑ Concentration:

- mass: volume (**µg/m³**) — per volume
- parts per million (**ppm or ppmv**)

[(volume/ volume) or (mol/mol);] ← حكينا مثل انو حجوم بنفس الظروف ← V = n R T/P

e.g. 1 m³ pollutant/ 10⁶ m³ air,] ← جزء من المليون

OR 1 mol pollutant/ 10⁶ mol air]

$$C(ppm) = C(\mu g/m^3)\frac{(22.4\ L/mol)(T_2 K/273\ K)(1.0 atm/P_2 atm)}{(MW g/mol)(1000\ L/m^3)}$$

لـ التحويل من ppm لـ µg/m³ أو بالعكس.

* عادة بنستخدم ref Tem تكون موالي 20 °C أو 25°C

Particle size: **µm**

MW: molecular weight (molar mass) of pollutant (g/mol)

Units of Measurement of Air Pollutants

Example 9-1. A one-cubic-meter sample of air was found to contain 80 $\mu g/m^3$ of SO_2. The temperature and pressure were 25°C and 103.193 kPa when the air sample was taken. What was the SO_2 concentration in ppm?

Solution. First we must determine the GMW of SO_2. From the chart inside the front cover, we find

$$\text{GMW of } SO_2 = 32.07 + 2(16.00) = 64.07$$

Next we must convert the temperature to absolute temperature. Thus,

$$25°C + 273\ K = 298\ K$$

Now we may make use of Equation 9-7.

$$ppm = \frac{\frac{80\mu g}{64.07} \times 22.414 \times \frac{298}{273} \times \frac{101.325}{103.193}}{1.00\ m^3 \times 1{,}000\ L/m^3} = 0.0300 \text{ ppm of } SO_2$$

ask ... believe & recieve

Air Pollution Standards*

❑ Ambient Air Quality Standards

Primary standards: designed to protect *human health* with an "adequate margin of safety."

Secondary standards: intended to prevent *environmental and property damage* (including animals, plants and materials).

Pollutant	Averaging time	Primary Std. ($\mu g/m^3$)
Carbon Monoxide	[8 h]	10,000 (9ppm)
	[1 h]	40,000 (35ppm)
Hydrocarbons	[3 h]	160 (0.24ppm)
Lead	Monthly	1.5
Nitrogen Dioxide	Annual	100 (0.05ppm)
	1 h	500 (0.25ppm)
Photochemical Oxidants	1 h	240 (0.12ppm)
Sulfur dioxide	Annual	80 (0.03ppm)
	24 h	365 (0.14ppm)
Total suspended particulates	Annual	75
	24 h	260

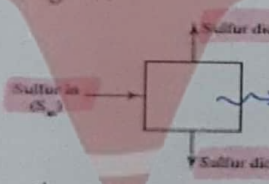
WHO Air Quality Guidelines:

- **PM2.5**
  - 10 $\mu g/m^3$ annual mean
  - 25 $\mu g/m^3$ 24-hour mean
- **PM10**
  - 20 $\mu g/m^3$ annual mean
  - 50 $\mu g/m^3$ 24-hour mean
- **Ozone**
  - 100 $\mu g/m^3$ 8-hour mean

Source: World Health Organization (2008)

Example 9-2. An Illinois coal is burned at a rate of 1.00 kg per second. If the analysis of the coal reveals a sulfur content of 3.00 percent, what is the annual rate of emission of SO_2?

Solution. Using the mass balance approach, we begin by drawing a mass balance diagram:



* The mass balance equation may be written as

$$[S_{in} = S_{ash} + S_{SO_2}]$$

From the problem data, the mass of "sulfur in" is

$$S_{in} = 1.00 \text{ kg/s} \times 0.030 = 0.030 \text{ kg/s}$$

* In one year,

$$[S_{in} = 0.030 \text{ kg/s} \times 86{,}400 \text{ s/d} \times 365 \text{ d/y} = 9.46 \times 10^5 \text{ kg/y}]$$

* The sulfur in the ash is 5 percent of the input sulfur:

$$[S_{ash} = (0.05)(9.46 \times 10^5 \text{ kg/y}) = 4.73 \times 10^4 \text{ kg/y}]$$

* The amount of sulfur available for conversion to SO_2:

$$[S_{SO_2} = S_{in} - S_{ash} = 9.46 \times 10^5 - 4.73 \times 10^4 = 8.99 \times 10^5 \text{ kg/y}]$$

The amount of sulfur dioxide formed is determined from the proportional weights of the oxidation reaction (Equation 9-14):

$$[S + O_2 \rightarrow SO_2]$$

$$[\text{GMW} = 32 + 32 = 64]$$

The amount of sulfur dioxide formed is then 64/32 of the sulfur available for conversion:

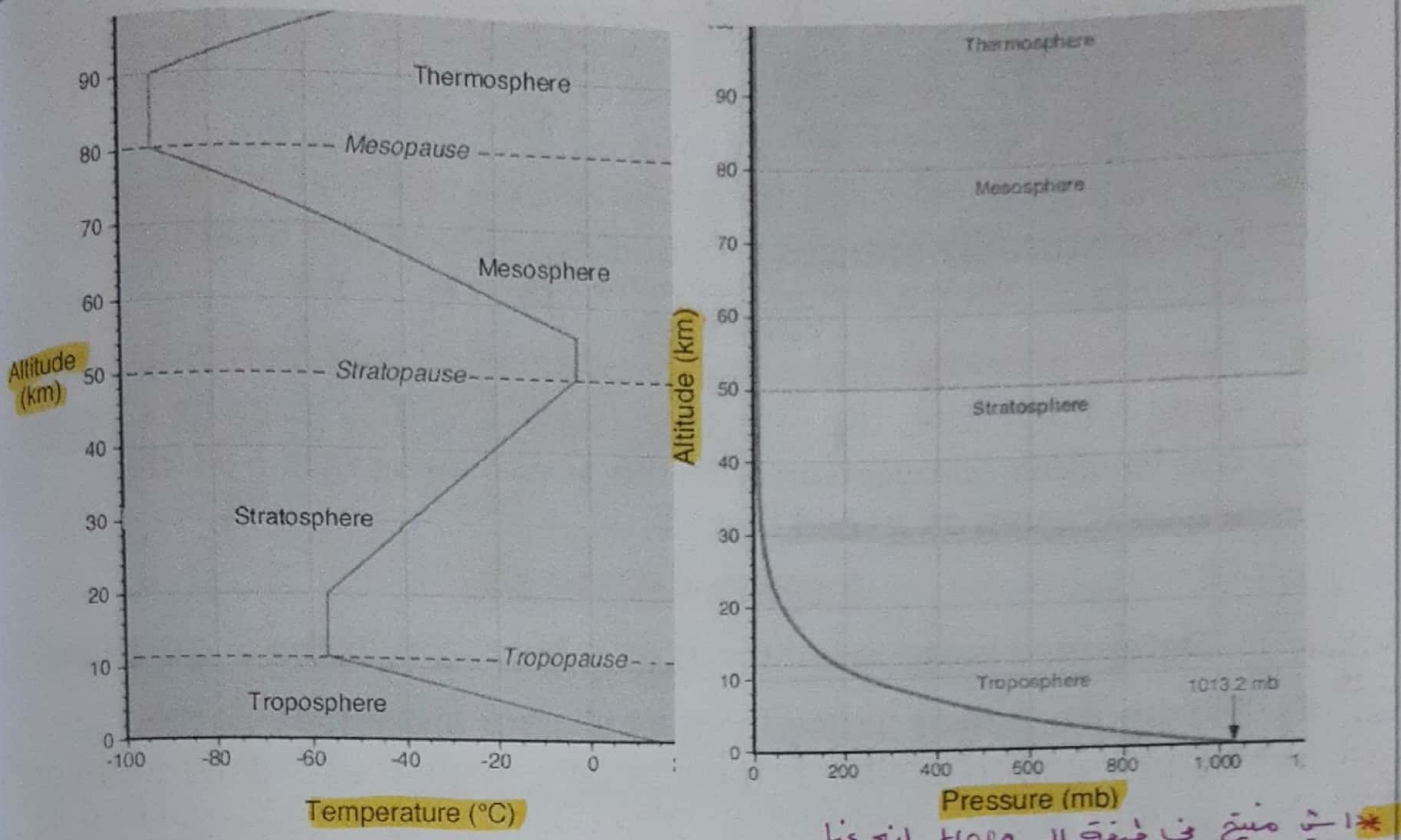
* $S_{SO_2} = \frac{64}{32}(8.99 \times 10^5 \text{ kg/y}) = 1.80 \times 10^6 \text{ kg/y}$

Pollutant Emission Rate:

ask, share & recieve

Global Atmospheric Issues

Layers of the Atmosphere



* اشي منتج في طبقة الـ Hopo انه عنا dispersion ← (mixing, dilution, transport)

3- الغازات وهي طالعة بحيي لهنا الملوثات تختلط مع الهواء وتتخفف (واكسافة) وتنتقل من مكان إلى آخر وهذا الـ 3 بنسميهم dispersion (تشتت) بتختلط مع الهواء وبتخفف بكون فيه sep للهواء على ارتفاعات مختلفة وهذا اشي جيد إنو الملوثات تتخفف الهواء يحملها بعيد عن الأماكن السكنية.

Characteristics of the Troposphere layer

1. Ground level to 10-15 km.
2. Temp. normally decreases with altitude.
3. Strong vertical mixing (of gases). ممكن تنزل مرة ثانية على الأرض للي بيجي أمطار وثلوج.
4. Pollutants may be washed back to earth. الملوثات بتغير في هاي الطبقة، وبالأمطار الصناعية مياه الإنتيان مرتبطة فيها
5. Important for transportation
6. All weather and climate take place in the troposphere منها تغيرات الطقس والمناخ، المناخ أطول من الطقس.

Characteristics of the Stratosphere layer

إذا الملوثات وصلت لهاي الطبقة بتضل زي ما هي ما فيه تخفيف ما في رياح، حركة الملوثات محدودة إذا طلعت لـ strato

1. 15-50 km
2. Temp. increases with altitude صحيح ترجع مرة ثانية لـ Hopo
3. Little vertical mixing, very slow diffusion exchange of gases with troposphere ملوثات بتبقى عالهي إلا إذا صار إلها تفاعلات كيميائية بسبب وجود طاقة عالية وحرارة
4. Pollutants entering remain here unless attacked by light or other chemicals
5. Isolated from troposphere by tropopause العقس الأكثرية ممكن تقل Chem. rxn
6. Ozone layer (belt) at height of about 30 km

ask, borrow & recieve

Air Quality and Meteorology

1. **Air quality** depends on: *wind, sunlight, temperature, precipitation and humidity, energy from the sun and earth's rotation* drive atmospheric circulation
2. Circulation and the resulting interactions with water and temperature differences produce the climate and weather we observe.
3. The rate of temperature change with height is known as the **Lapse rate.** In each case, the **reference lapse rate, Γ,** is given as a broken line to allow comparison with the **actual lapse rate (-dT/dZ),** which is given as a solid line:

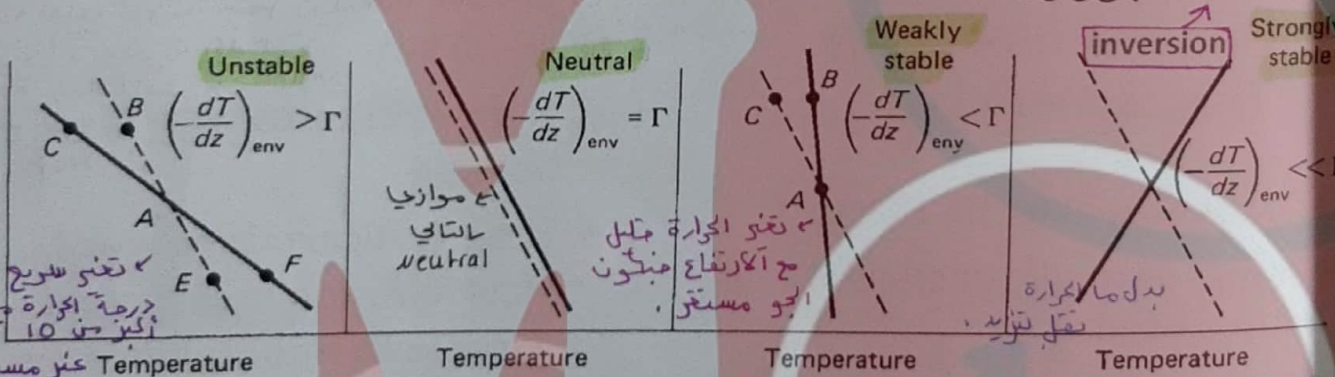
$$(-dT/dZ) < \text{or} = \text{or} > \Gamma$$

Reference lapse rate: $\Gamma = -0.01°C/m = -1°C/100m = -10°C/km$

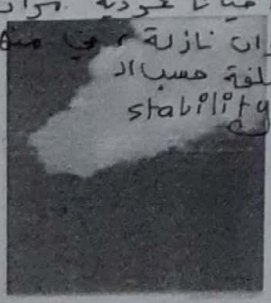
4. The smoke trail or plume from a tall stack located on flat terrain has been found to exhibit a characteristic shape that is dependent on the stability of the atmosphere.

Atmospheric Stability Conditions

Adiabatic lapse rate ——— Environmental (actual) lapse rate



Different plumes



ask, believe & recieve

Atmospheric Stability Conditions

Example 9-4. Given the following temperature and elevation data, determine the stability of the atmosphere.

Elevation, m	Temperature, °C
2.00	14.35
324.00	11.13

حل ح الارتفاع

Solution. Begin by determining the existing lapse rate:

$$\frac{\Delta T}{\Delta Z} = \frac{T_2 - T_1}{Z_2 - Z_1}$$

$$= \frac{11.13 - 14.35}{324.00 - 2.00} = \frac{-3.22}{322.00}$$

$$= -0.0100°C/m = -1.00°C/100\ m$$

Now we compare this with Γ and find that they are equal. Thus, the atmospheric stability is neutral.

* الاشياء يلي بتشتغل في ال model

mixing with air & dilution & transport

بعض الكواد بجيبر الها تفاعلات كيميائية وبعضهم بفضل مثل ما هو

من النقاط يلي تحت ③ ، ②

تشتغل سرعة الرياح ال wind

Factors Affecting Dispersion of Air Pollutants

- The factors that affect the transport, dilution, and dispersion of air pollutants can generally be categorized in terms of:
  1. the nature of the pollutant material,
  2. the emission point characteristics (flow rate, temperature),
  3. meteorological conditions,
  4. effects of terrain and anthropogenic structures.
- The second and third factors are integrated in the Gaussian Model to calculate the pollutant concentrations distances and levels from point source.

الملوثات تركيزها عالي بس كل ما بعدنا عن المركز بصير التركيز أقل لأنو في هواء حوليها فبصير dilution

مادة particle ولا شوائب gas

سلا بنقتها

كل مادة تختلف عن الثانية في الخواص الكيميائية والفيزيائية .

في اتجاه y

في اتجاه z

كمية المادة الملوثة ع g/s ، الـ آخذين بتعتبر ال Q يلي طالع من المدخنة ، هوا

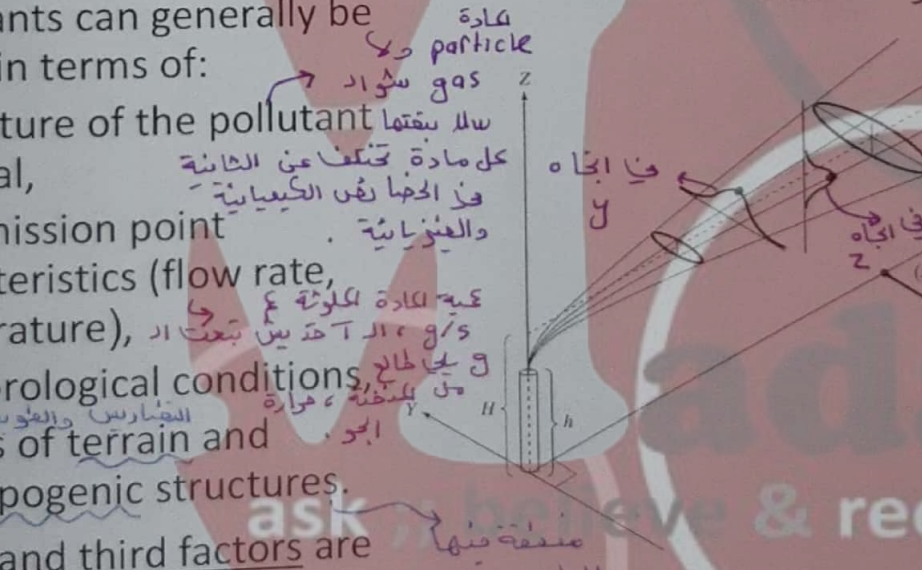
زي سرعة الرياح

البخار

البخار والدخان بغراضها

man made source

منطقة فيها تلال تحاب دمبا في عالية كلها راح تخفف سرعة الرياح



Point Source

Gaussian Plume Model

Radar
ask, believe & recieve

* كل الأشعة بتدخل جوا الـ Gh . * شو علاقتها في التغير المناخي ، الباحثين توصلوا إن الغازات وأهمها الـ CO_2 والـ CH_4 والـ CFCs وغيرها بتعمل طبقة شفافة للأشعة الشمس منها للأرض بس مو كلها بترجع فبتضل جزء منها بتتحبس في الطبقة الغازية وجزء منها بيرجع للفضاء

The Greenhouse Effect

لـ ظاهرة البيت الزجاجي وهي وجود من الغازات الطبيعية

- Glass allows the solar radiation to enter freely but blocks the infrared radiation emitted by the interior surfaces. This causes a rise in the interior temperature as a result of the thermal energy buildup in a space.
- Earth surface, which warms up during the day due to absorption of solar energy, cools down at night by radiating part of its energy into deep space as infrared radiation.
- Carbon dioxide (CO_2), water vapor, and trace amounts of some other gases such as methane and nitrogen oxides ***act like a blanket and keep the earth warm at night*** by blocking the heat radiated from the earth.
  - The result is global warming.
  - These gases are called "greenhouse gases," with CO_2 being the primary component.
  - This phenomenon is the main responsible for **Climate Change.**

* الغازات الدفيئة تعترض أشعة الشمس فترتفع حرارة الهواء القريب من سطح الأرض .

* مش كل مكان في العالم ارتفعت منه الحرارة في بلدان صار نقصان بس صار تغيرات . .

* التأثيرات السلبية للـ climate change (ارتفاع حرارة الأرض بشكل عام) : ممكن يسبب ذوبان الأقطاب ، فيضانات ، جفاف ، تصحر (نقصان أمطار) وهاد بيؤثر على الأراضي الزراعية وبقلل الإنتاج بالتالي بيؤثر على

The Greenhouse Effect: Global Warming

1. Carbon dioxide is relatively transparent to *shortwave ultraviolet light* from the sun. It does absorb and emit *longwave radiation* at wavelengths typical of the earth and atmosphere.
2. Hence, *CO_2 acts much like the glass on a greenhouse*: it lets in shortwave radiation from the sun that heats the ground surface, but restricts the loss of heat by radiation from the ground surface. The more CO_2 in the atmosphere, the more effective it is in restricting the outflow of radiative energy.
3. Other gases have now been recognized as contributing to the greenhouse effect. *Methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O) and CFCs are similar to CO_2* in their radiative behavior. Even though their concentrations are much lower than CO_2, these gases are now estimated to trap about 60 percent as much long-wave radiation as CO_2.
4. Carbon Dioxide is the major one (50%); while others include methane (18%) and CFCs (14%).
5. Greenhouse effects is the major cause for climate change recently encountered on the Earth planet.

مشكلة عالمية ، نحتاج تعاون كل الدول

* الـ CO_2 يأتي من الاحتراقات والحيوان يأتي من التحلل البيولوجي ، البكتيريا اللاهوائية لا تشتغل على الـ org waste سواء نفايات صلبة او sludge هاي كلها تؤثر.

بدنا نعمل control على الـ emissions.

The Greenhouse Effect: Global Warming

- **A 1995 report**: The earth has already warmed about **0.5°C** during the last century, and they estimate that the earth's temperature will rise another **2°C** by the year 2100.
- A rise of this magnitude can cause **severe changes in weather patterns** with storms and heavy rains and flooding at some parts and drought in others, major floods due to the melting of ice at the poles, loss of wetlands and coastal areas due to rising sea levels, and other negative results.

* كيف ممكن نخفف الـ emissions عن طريق رفع كفاءة الطاقة

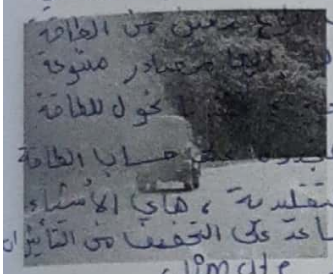
(1) كفاءة استخدام الطاقة.

(2) المحافظة على الطاقة المختلفة

(3) زيادة مساهمة الطاقة المجددة في خليط الطاقة ، ما في دولة في العالم تعتمد على

- ***Improved energy efficiency, energy conservation, and using renewable energy sources*** *help minimize global warming.*

هاي ممكن تكون في الأجهزة أو الـ process (العمليات) ، لازم نصمم الأجهزة تكون كفاءتها عالية بدنا نقلل من الـ emissions ولازم نحافظ على الطاقة للغاية اللي بدنا إياها ، زي التدفئة مثلاً بنصرف كمية طاقة جبارة بدنا يكون الضياع أقل ما يمكن.



The average car produces several times its weight in CO_2 every year (if driven 20,000 km a year, consumes 2300 liters of gasoline and produces 2.5 kg of CO_2 per liter or 5.75 tons /year).

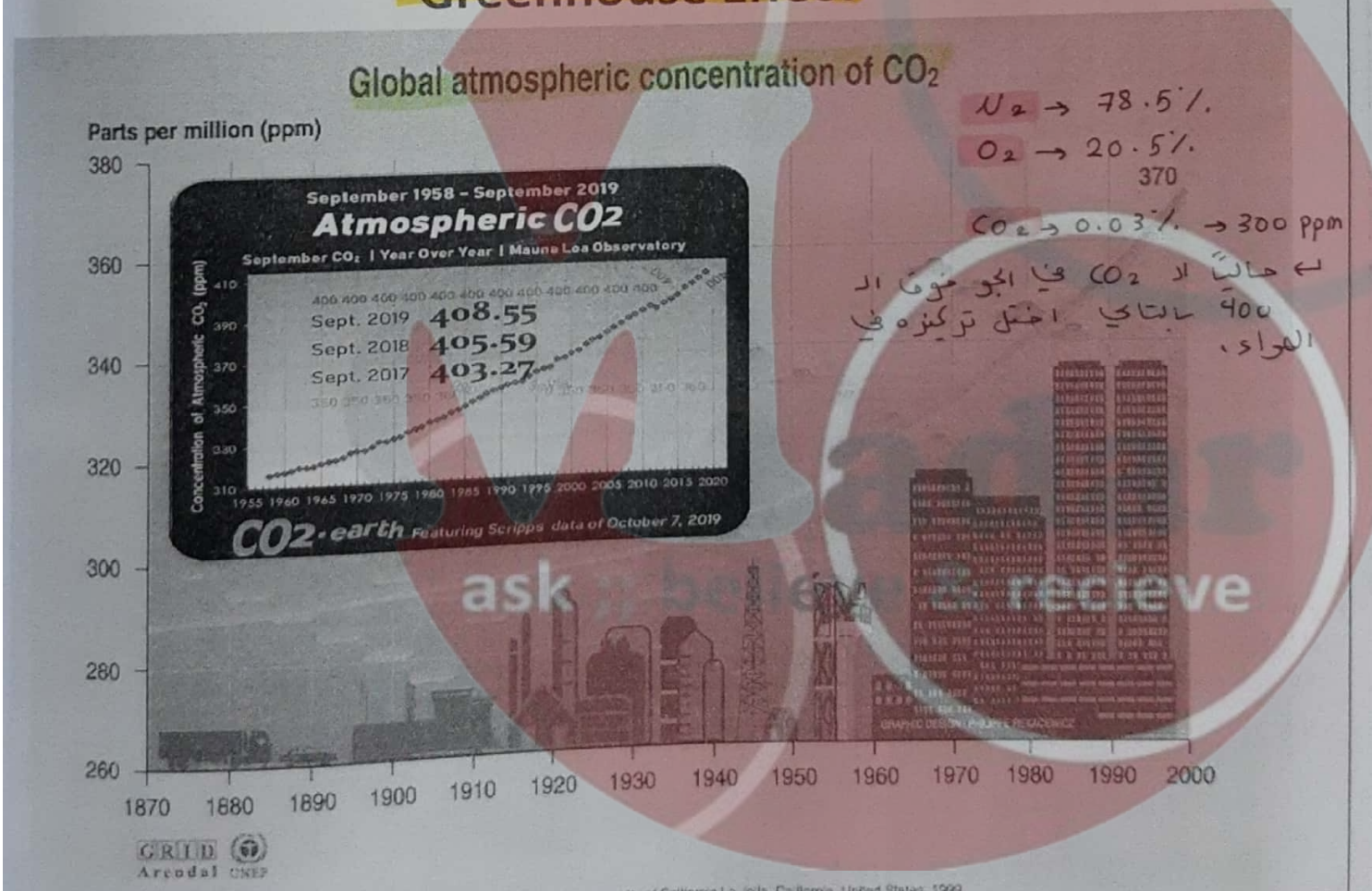
سيارة تستهلك 2300 وتنتج

2.5 × 2300

2.5 CO_2 ← احتراق كامل

← السيارة 3 أضعاف وزنها من CO_2.

Greenhouse Effect



N_2 → 78.5%.

O_2 → 20.5%.

370

CO_2 → 0.03% → 300 ppm

← حالياً الـ CO_2 في الجو فوق الـ 400 بالتالي اختل تركيزه في الهواء.

ask, be, ve

* أمثلة على الوقود الأحفوري:
① coil ، ② Natural gas
③ oil shall ، ④ tarasone

Major Sources of CO_2:

1. Combustion of fossil fuel.
2. Burning of timber & plant residues → الخشب والمخلفات الزراعية
3. Bacterial degradation activities → البكتيريا اللاهوائية تطلق CO_2 و CH_4
4. **Deforestation:**
   - This reduces the efficiency of the natural mechanism for removing CO_2 from the atmosphere. CO2 is fixed in the biomass by photosynthetic processes.
   - A rapidly growing rain forest can fix 1- 2 kg of carbon per square meter of ground surface. Cultivated fields fix only 0.2-0.4 kg/m^2.

Global CO_2 emissions by sector (2004 data)

• Electricity generation, heat	41%
• Transportation	20%
• Industry	18%
• Residential/Commercial	13%
• Other	8%

Harmful Effects of Global Warming

- Excessive heat
- Drought → جفاف
- Ice and snow melt
- Rising sea levels
- Extreme weather → حار جداً أو بارد جداً
- Threat to biodiversity → تؤثر على الكائنات الحية الأخرى
- Food production may decline → مجاعة
- Change location of agricultural crops
- Threats to human health

* كيف نفعل تقليل للملوثات في الـ landFills: هنيه مواسير بتجمع الغاز وهو طالع وبتستخله كطاقة وتطلع منه الغاز الجيوي.

تقليل الغازات الدفيئة

Climate Change Mitigation (GHG reduction)

or control

1) Increased use of renewable energy (wind, solar, biomass) and combined heat and power installations;
2) Improved energy efficiency in buildings, industry, household appliances; الوقود نفسه أحياناً بيكون ملوث منخلا الوقود الأقل تلوث.
3) Use of alternative fuels
4) reduction of CO2 emissions from new passenger cars (hybrid, electrical cars); المشاركة أكثر من حدا بتشارك في السيارة عشان نقلل الـ emission، الـ bike بنفع في الأماكن القريبة
5) Carpool, bike or use public transportation
6) Abatement measures in the manufacturing industry;
7) Measures to reduce emissions from landfills.
8) Geologic carbon sequestration (into deep underground rock formations) ما إلو استخدام بحقن المواسير بتفتح في باطن الأرض في مواقع معينة التكوينات الجيولوجية القاعدية اللي ممكن تعقن الـ CO_2، عن طريق الـ Ca capture.
9) Government **regulations and monitoring** (Regulate carbon dioxide and methane as pollutants plus Carbon taxes). شغل الحكومة، قوانين وتشريعات ومراقبة، دائرة ونظام حماية البيئة (الهواء ...)

السيارات فاخل نتوجه لـ hybrid وبعدين electrical عملية shift حتى نقلل الاعتماد على الوقود (البترول ومشتقاته).

نتخذ إجراءات لتقليل الـ emission في الصناعات

الـ CO_2 إذا CH_4 و CO_2 المكبات تطلع

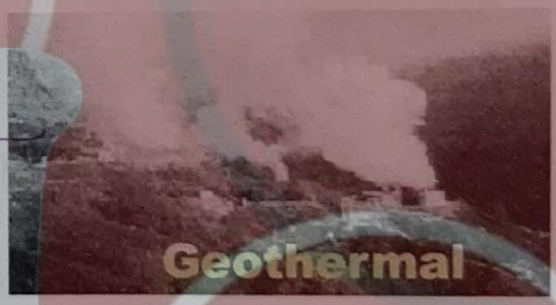
هدول براجعوا موضوع الـ emission وبياخذو عينات ويشوفوها إذا مخالفة أو لا وكل غاز شو تركيزه في الجو.

Climate Change Mitigation (GHG reduction)

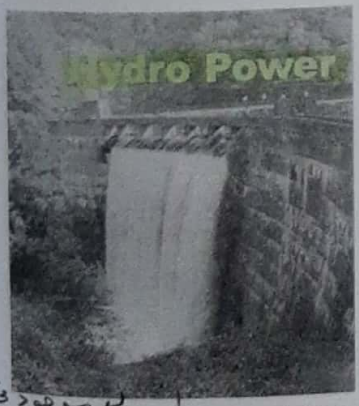
أنواع الطاقة المختبرة

تخزن الطاقة الشمسية بعدين بستعملها في أشي ثاني

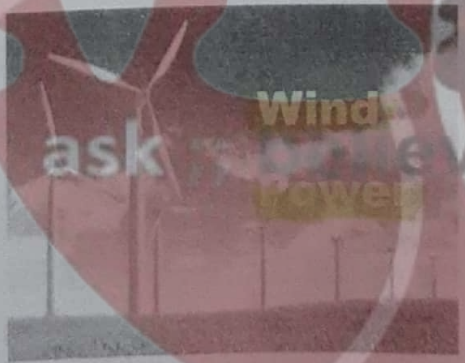
في بعض الأماكن منها hot water في باطن الأرض والمياه العذبة، ممكن نستعملها عن طريق انه الـ cold water ننزلها في انابيب تسخن وترجع

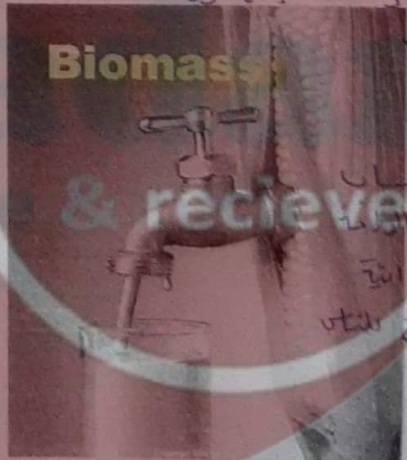


السيارات في البرازيل بستعملوا الذرة بدل ما بزرعوها في الأكل بتستعمل للطاقة فعملوا عليها إيثانول من الذرة فوقود السيارة مصنع يشتغل على الإيثانول



موجود في نستغل قوة المياه مما يكون شلال بيكون عنا Potential E فوق الارتفاع العالي بحرك التوربينات وبولد كهرباء





مستعملتها إنها على حساب الخشب، الفحم والمواد الثانية الأفضل ترجع للناس للأكل.

ask & recieve

Climate Change Mitigation (GHG reduction)

نستعمل سيارات الكهرباء
... hybrid و الـ

Changes in Vehicle Systems

مركبات بتوصل لـ CFCs ← stratosphere وهنا بترجع مرة ثانية ، بتهاجم الـ O_2 و الـ ozone .

Ozone Depletion

* مصادر الـ CFCs :-
① غازات أو سوائل البترول .
② غاز محفوظ فـ وبدنا نخول الـ liq لـ vap ، وزاد بشكل عام spray (معطرات، مبيدات، مقفات، ...).

Ozone (O_3) :

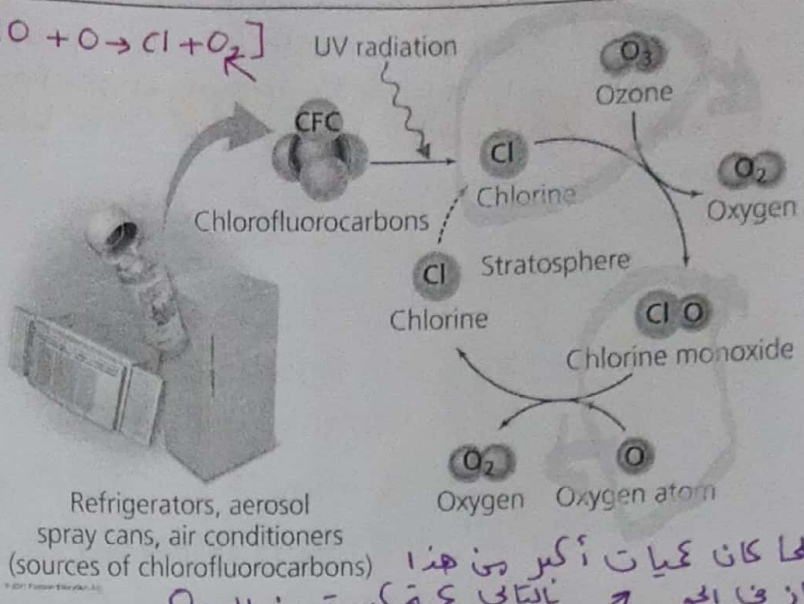
- **Triatomic form of oxygen** in which three atoms of oxygen are bonded.
  - ✓Strong oxidant and chemically reacts with many materials in the atmosphere.
  - ✓Highest concentration of ozone in the stratosphere.
- In the troposphere, ozone is a pollutant (part of local "smog").
- Ozone in the stratosphere absorbs most of the ultraviolet radiation from the Sun.
  - ✓Ozone screens all of the most UV radiation.
  - ✓Excessive UV-b and UV-a radiation can cause sunburn and can lead to skin cancer and eye damage.
- Increased levels of human-produced gases such as CFCs (chlorofluorocarbons) have led to increased rates of ozone destruction, upsetting the natural balance of ozone and leading to reduced stratospheric ozone levels.

ask , believe & recieve

CFCs destroy Ozone

$[ClO + O \rightarrow Cl + O_2]$

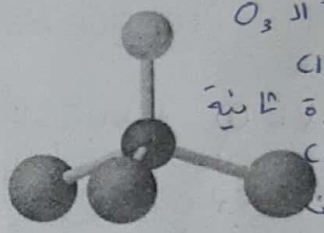
- CFCs are inert (don't react)
- CFCs remain in the stratosphere for a century
- UV radiation breaks CFCs into chlorine and carbon atoms
- The chlorine atom splits ozone
- **Ozone hole** = decreased ozone levels over Antarctica



كلما كان عمليات أكبر من هذا الغاز في الجو ← بالتالي عملية كبيرة من الـ O_3

Principal CFCs			
Systematic name	Common/trivial name(s), code	Boiling point (° C)	Formula
Trichloro fluoromethane	Freon-11, R-11, CFC-11	23	CCl_3F
Dichlorofluoromethane	Freon-12, R-12, CFC-12	−29.8	CCl_2F_2
Chlorotrifluoromethane	Freon-13, R-13, CFC-13	−81	$CClF_3$
Chlorodifluoromethane	R-22, HCFC-22	−40.8	$CHClF_2$
Dichlorofluoromethane	R-21, HCFC-21	8.9	$CHCl_2F$
Chlorofluoromethane	Freon 31, R-31, HCFC-31		CH_2ClF
Bromochlorodifluoromethane	BCF, Halon 1211, H-1211, Freon 12B1		$CBrClF_2$

One chlorine atom can destroy 100,000 ozone molecules



Freon-11, CCl_3F

* ذرة الـ Cl تهاجم جزيء الـ O_3 وتحوله لـ O_2 و ClO ← O
الـ ClO هايا بترجع مرة ثانية تتفاعل مع O وتعطي Cl و O_2 وال Cl بترجع تهاجم الـ O_3 ، حرارة عالية وأشعة فوق بنفسجية البيئة محفزة للتفاعلات.

استبدال الـ CFCs بـ HFC

hydro Flouro carbon

بدل الـ Cl تستبدله بـ H

Ozone Depletion Control

- **Scientists confirm Ozone Layer healing, due to implementation of Montreal Protocol.**

World's best environmental treaty, doing heavy lifting to protect climate.

Montreal Protocol

- The only treaty with universal membership of all UN countries - is continuing to heal the protective stratospheric ozone layer and also protecting the climate, a key scientific assessment concludes.
- The quadrennial assessment of ozone depletion by the treaty's Scientific Assessment Panel (SAP), published at the start of its annual Meeting of Parties in Quito, confirms that:

"for the first time, there are emerging indications that the Antarctic ozone hole has diminished in size and depth since the year 2000",

and that it is expected to gradually return to safe levels by the 2060s, thanks to the mandatory reduction of CFCs and related ozone depleting chemicals.

* اتفاقية مونتريال من أحسن الاتفاقيات على حارتنا ، والدول ملزمة تلتزم بالاتفاقيات
* الدول الحينا عية مؤودة عن استنزاف الجو .

ask & believe & recieve

* في فرق بين تلوث الهواء والماء من حيث قدرتنا على التحكم أو إزالة الملوثات :- المي بتكون limited و incompisible أما الهواء comp. و unlimited ، يعني إذا التلوث وصل للهواء بنقدر السيطرة عليه ما بقدر أعالج الهواء بعد ما يتلوث (unlimited) أما المي مهما كانت كميتها بعالجها ، الهواء بنعمل له control treatment ، بدي أمنع تلوث الهواء من الأساس أعالجه من المصدر قبل لا يطلع على الجو.

REFERENCES

1. Peavy, H.S.; D.R. Rowe and G. Tchobanoglous. Environmental Engineering, McGraw-Hill, 1985.
2. Cooper, C. D. & Alley, F. C., "Air Pollution Control - A Design Approach", 3rd ed, Waveland Press, 2002.
3. De Nevers, N., "Air Pollution Control Engineering", 2nd ed., McGraw-Hill, 2000.
4. Heinsohn, R. J. and Kabel, R. L. "Sources and Control of Air Pollution", Prentice Hall, 1998.

* كيف نمنع التلوث :-
1- ① نعمل modification على الـ process بحيث يطلع أقل ما يمكن ملوثات.
② نغير الـ Row material.
③ الصيانة mantinance.
④ الـ operating cond. نحدد التشغيل تكون مناسبة بدنا نعمل optimization.

* كيف نحسن جو احنا الـ dispersion :-
1- tall stack ، نستخدم مداخن عالية.
2- timing ، في أوقات غير مناسبة للعمل من ناحية إدارية بدنا ننظم الوقت بحيث نسمح للـ emission بأوقات معينة.
3- المكان ، الجو بغير احنا لها تأثير ، إذا حطيناه في وادي مشكلة ، الأفضل يكون مكان مرتفع أو مكان بعيد عن الهواء والناس.

بدنا نستخدم أجهزة تقنيات وتكنولوجيا للحد من التلوث.

Chapter 5(B)

AIR POLLUTION AND CONTROL (II)

عنا 3 خيارات لكيف نتحكم بتلوث الهواء وممكن يكون عنا خيار رابع الـ combination

AIR POLLUTION CONTROL:

- [ ] If we have an air pollution problem, we have three control options available:
  1) Improve Dispersion to Atmosphere ← أقل تكلفة فاعل تحسن الـ dispersion حتى الملوثات بتبعد وتخفف وبتقل تأثيرها ، بدي أحسن عملية التخفيف وانتشارها في الهواء.
  2) Pollution Prevention (Reduce Emissions) → بدي أقلل من الغازات قبل ما تطلع
  3) Installation of *Downstream Control Devices.* → نمنع التلوث من المصدر

ملي زي الفلاتر الـ cyclone

Control classified based on type of pollutants:

- *Control of Gaseous Pollutants* (g, v)
- *Control of Particulates Pollutants* (s, L)

الـ vap قابل للتكثيف أما الـ gas يكون at standard conditions

بدي أتخلص من الـ dust أو الـ particle والـ ash أو الـ gas abs. بطريقة أو بفعل تكثيف للبخار.

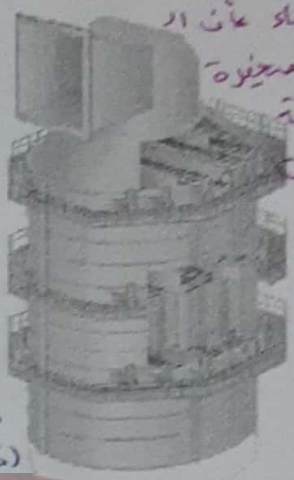
فيكون أحلت الملوثات بالجو جنبي أعامل أعالجها ، بدي أجهزة تجمع الـ particle والغاز قبل ما يطلع للجو.

Downstream Control Devices

أهم الطرق المستخدمة بإزالة الملوثات من الهواء.

Control of Particulate Pollutants:

1) Settling chambers
2) Cyclone
3) Bag house filter
4) Wet scrubbing
5) Electrostatic precipitation (ESP)
6) Hybrid systems (combinations).



Downstream Control Devices

•Control of Gaseous Pollutants

- Applicability of a given technique depends on the ***physical and chemical properties*** of the pollutant and the exhaust stream.
- More than one technique may be capable of controlling emissions from a given source; thus, we have alternatives.
- Techniques used to control gaseous emissions are:

1. **Absorption (Wet Scrubbing).**
2. **Adsorption**
3. **Condensation**
4. **Incineration (waste gas combustion)**
5. **FLUE Gas Desulfurization (FGD), which includes removal of SO_2 by (a) Absorption (b) Adsorption**

ask ;; believe recieve

Gas Absorption

لـ ال gas بدخل من تحت
و ال liq بطلع فوق بدخل فوق
و ال gas النظيف بطلع فوق

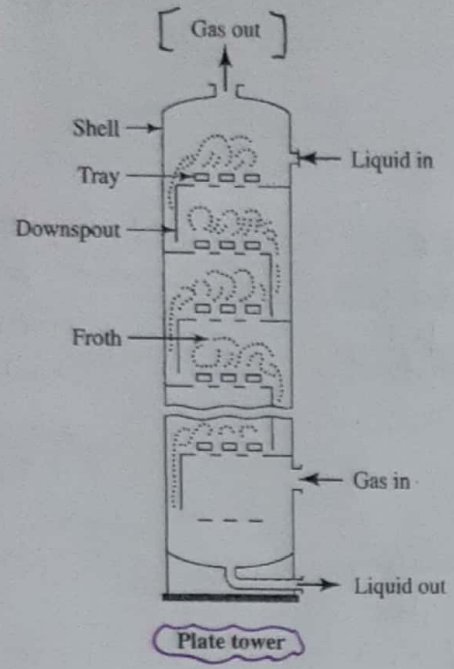
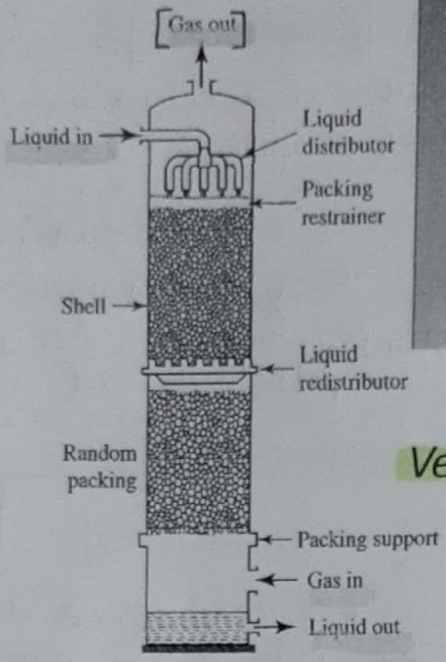
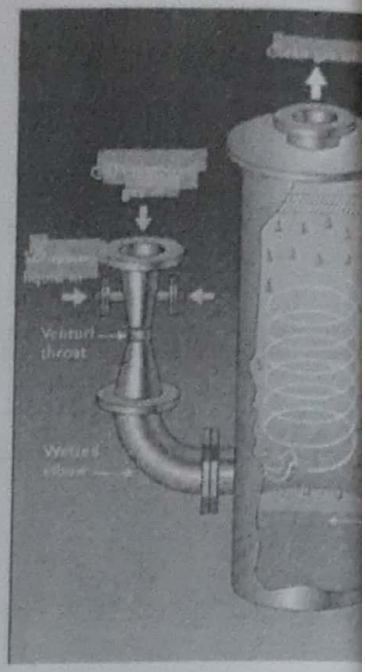


Plate tower



Packed tower

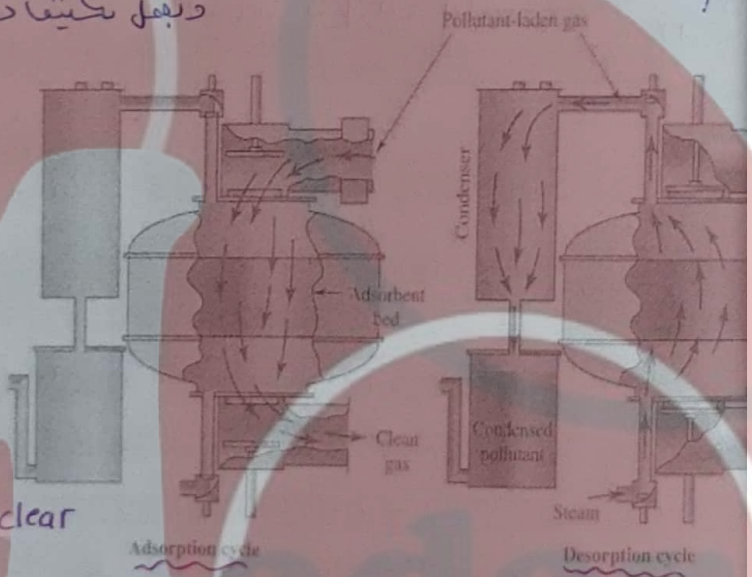


Vertical Venturi Sc

ال desorption ← لو جينا stream بخرج ال vap اللي مع ال carbon
ويفصل تكثيفا برجعه مرة ثانية .

Adsorption

لـ ال adsorp. بحيث
على سطح ال
بكون activated carbon
عالية surface area وال porak
ال carbon بسحب ال vap ويطلع الهواء clear



- Adsorption System:

1. consist of a bed of adsorbing material (*activated carbon*)
2. adsorbing material is housed within a *pressure ves* through which the contaminated air passes
3. pollutants are transferred from air to adsorber
4. Used for gases and vapors. Vapors are condensed & recovered.

الاحتراق يلي بصير في الصناعة

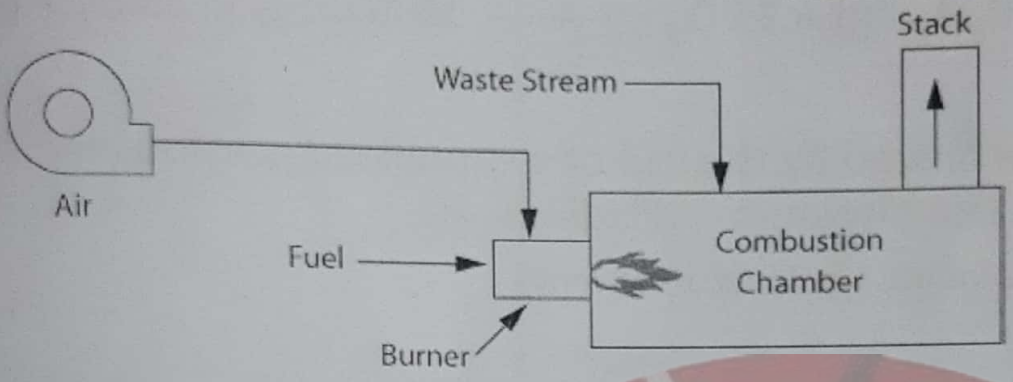
Incineration in Industry

* الـ VOCs هي جزء من الـ hydrocarbon بس فيها عناصر أخرى غير الـ C والـ H يعني أشمل

الغازات اللي ممكن حرقها

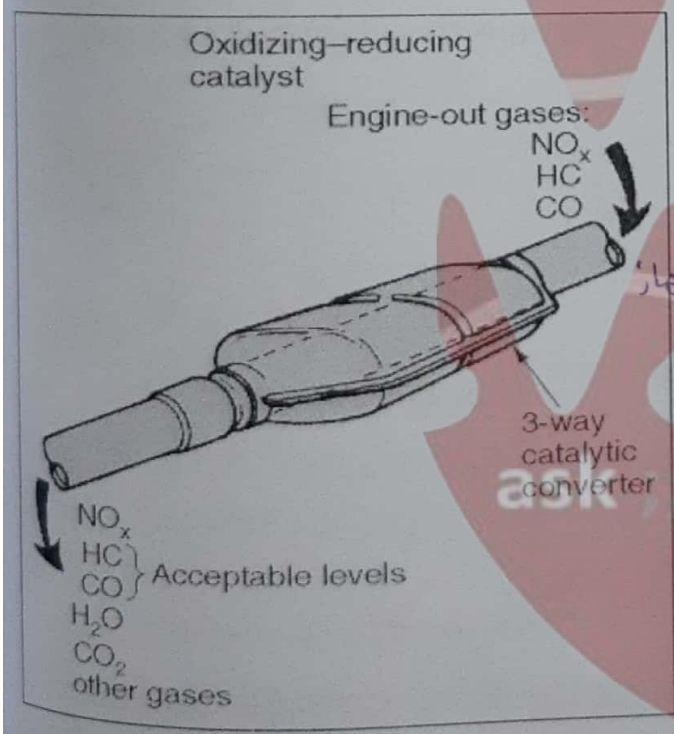
- Incineration or flaring is used to oxidize:
  - Carbon monoxide
  - Organic air pollutants (VOCs)
  - Organics containing chlorine, sulfur, and nitrogen to: carbon dioxide and water
- Direct flame combustion and catalytic combustion are employed.

هنا شعلة عشان تحرق الغازات الضارة هلأ بصير complete combustion



الاحتراق يلي بصير في السيارات

Incineration in Automobiles



أي سيارة حديثة بتحتوي على هذا الجهاز

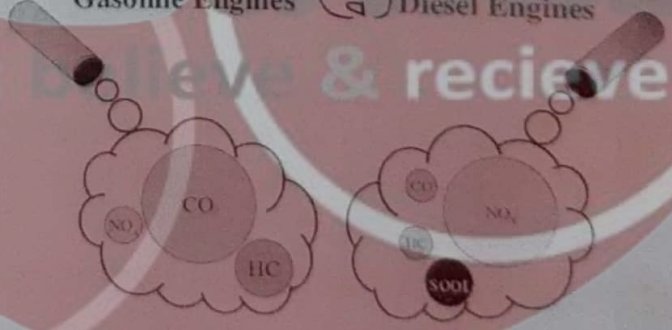
وظيفته يحول الـ CO لـ CO_2

Tailpipe Emissions

لأن الماتور ما بصير بعض المواد العضوية لا تحترق

احتراق كامل

Gasoline Engines (بنزين) Diesel Engines (ديزل)



ask, believe & receive

Incineration in Autos

3-way Catalytic converter in automobile exhaust syste

- Reduction of nitrogen oxide:

$$2NO\,(g) + 2CO\,(g) \longrightarrow 2CO_2\,(g) + N_2\,(g)$$

- Oxidation of CO:

$$2CO\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2CO_2\,(g)$$

- Oxidation of unburnt hydrocarbons (VOCs):

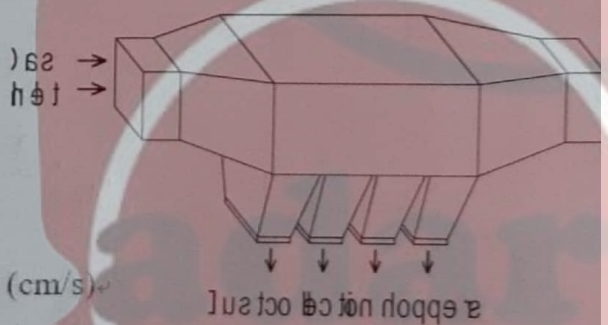
$$2\,C_8H_{18}\,(g) + 25\,O_2\,(g) \longrightarrow 16\,CO_2\,(g) + 18\,H_2O\,($$

- This is achieved by the use of a supported precious meta catalyst like platinum, palladium, etc.

(Q: compare inputs & outputs of cat-conv)

Settling Chambers

- based on Stokes's Law
- practical lower limit is 50 µm
- relies on the terminal velocity of a particle to settle out of a stream



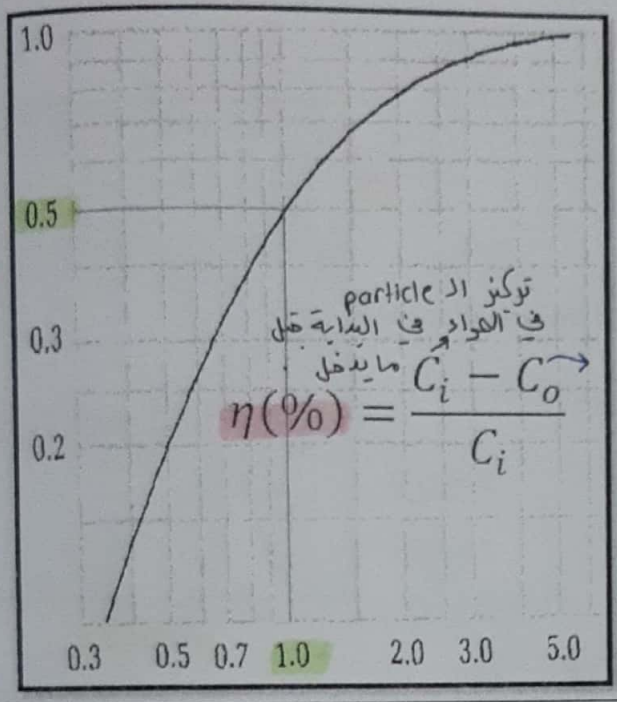
$$v_s = \frac{g(\rho_s - \rho)d_p^2}{18\mu}$$

v_s	- settling velocity of the particle (cm/s)
ρ_s	- density of the particle (g/cm³)
ρ	- density of the water (~1 g/cm³)
d	- particle diameter (cm)
g	- acceleration of gravity (980 cm/s²)
μ	- dynamic viscosity of the fluid (~0.001 N.s/m²

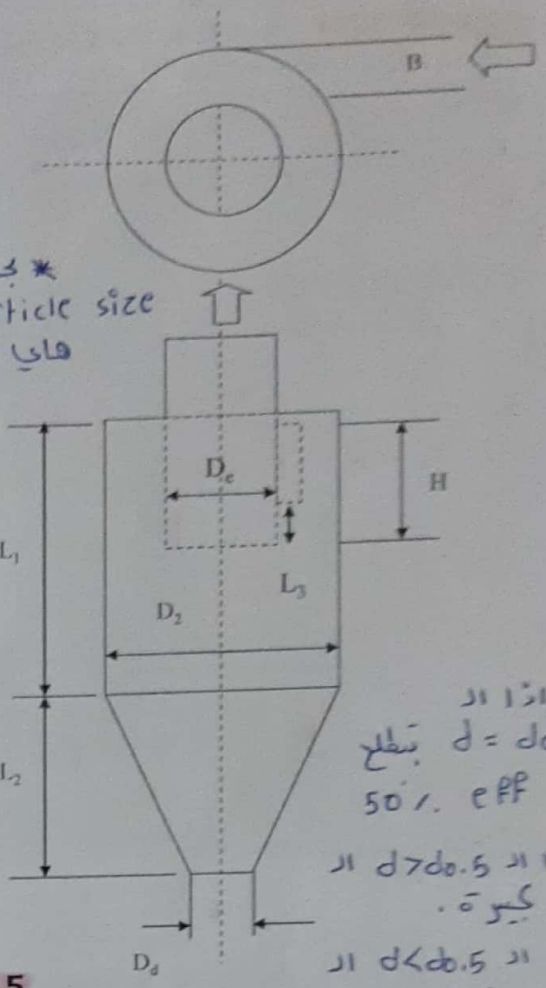
- A conventional design based on flow cross section expansion dust collection hoppers.

Cyclones

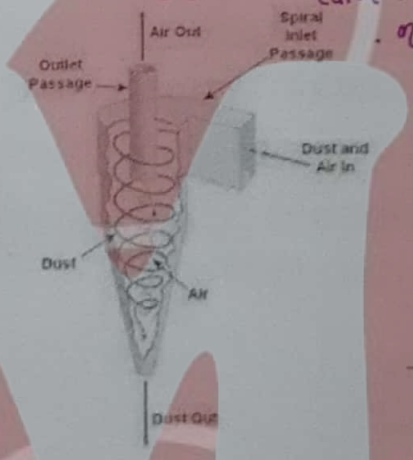
- Can be used for 10-50 μm size particles
- Simple economical unit:
  - ✓ no moving parts
  - ✓ relies on inertial effects



$$\eta(\%) = \frac{C_i - C_o}{C_i}$$

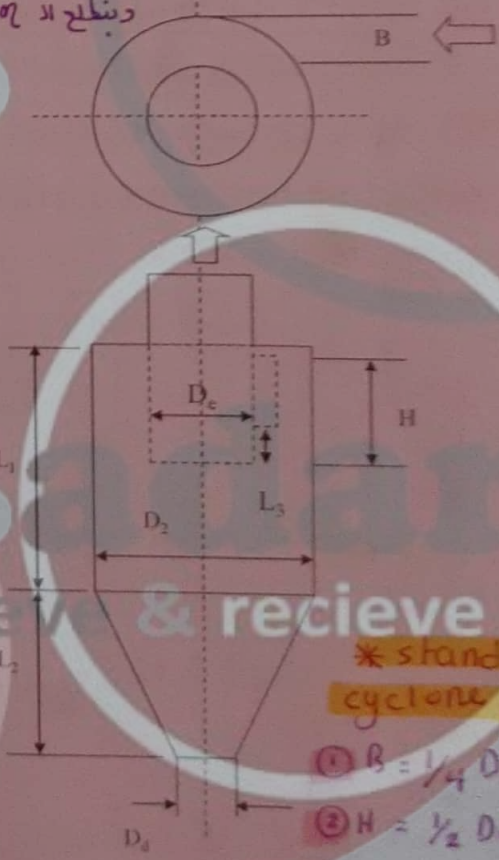


Cyclones



$$d_{0.5} = \left[\frac{9\mu B^2 H}{\rho_p Q_g \theta}\right]^{1/2}$$

$$\theta = \frac{\pi}{H}(2L_1 + L_2)$$



$d_{0.5}$ = cut diameter at 50% removal
m = dynamic viscosity of gas, Pa-s
B = width, m AND H = height, m
ρ_p = particle density, kg/m3
Q_g = gas flow rate, m3/s
θ = effective number of turns

start ask ... believe & recieve

Example 9-13. Determine the efficiency of a "standard" cyclone having the following characteristics for particles 10 μm in diameter with a density of 800 kg/m³:

* Cyclone barrel diameter = 0.50 m
* Gas flow rate = 4.0 m³/s
* Gas temperature = 25°C

Solution. From the standard cyclone dimensions we can calculate the following:

$B = (0.25)(0.50\text{ m}) = 0.13\text{ m}$

$H = (0.50)(0.50\text{ m}) = 0.25\text{ m}$

$L_1 = L_2 = (2.00)(0.50\text{ m}) = 1.0\text{ m}$

The number of turns θ is then

$$\theta = \frac{\pi}{0.25}[2(1.0) + 1.0] = 37.7$$

From the gas temperature and Table A-4 of Appendix A, we find the dynamic viscosity is 18.5 μPa · s. The cut diameter is then

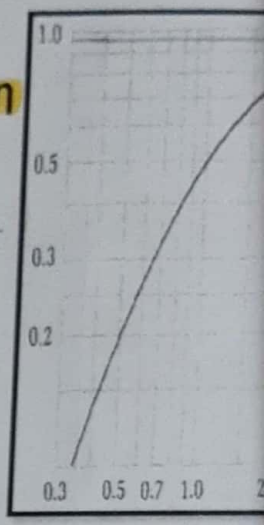
$$d_{0.5} = \left[\frac{9(18.5 \times 10^{-6}\text{ Pa} \cdot \text{s})(0.13\text{ m})^2(0.25\text{ m})}{(800\text{ kg/m}^3)(4.0\text{ m}^3/\text{s})(37.7)}\right]^{1/2}$$

$$= 2.41 \times 10^{-6}\text{ m} = 2.41\ \mu\text{m}$$

The ratio of particle sizes is

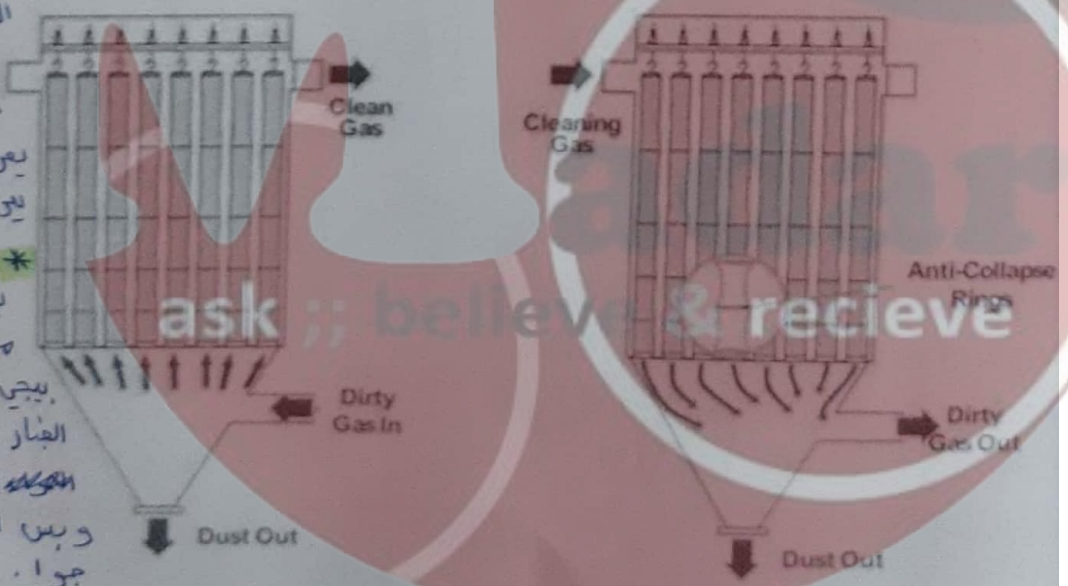
$$\frac{d}{d_{0.5}} = \frac{10\ \mu\text{m}}{2.41\ \mu\text{m}} = 4.15$$

From Figure 9-39 we find that the collection efficiency is about 95 percent.



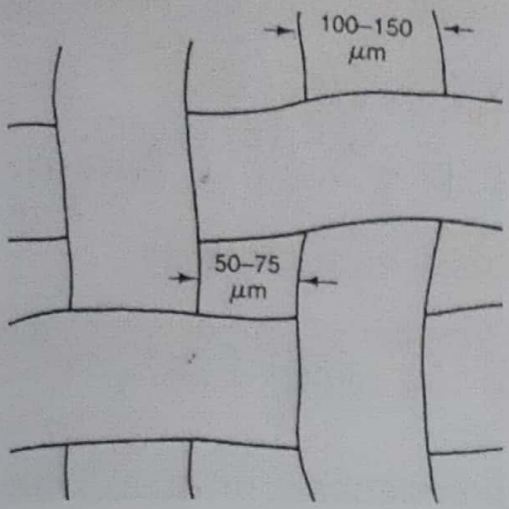
Baghouse Filter

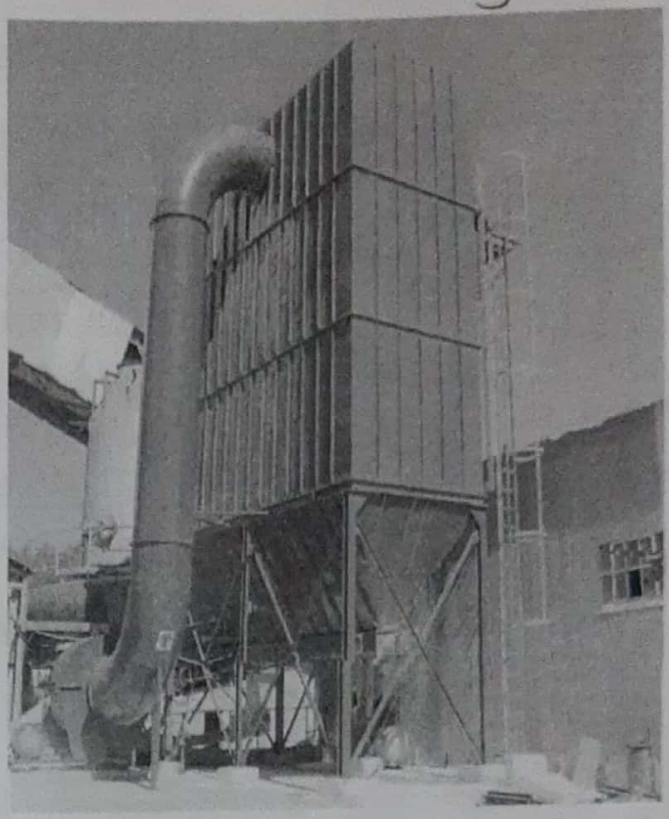
- A baghouse or fabric filter consists of numerous vertically han tubular bags, 4 to 18 inches in diameter and 10 to 40 feet long
- Similar to conventional home vacuum cleaner.
- Used to removes particle sizes smaller that 10μm.



* الو تنظيف زي ما كنا نعمل backwash
نغسل بطريقة عكسية ، بندفه في ثلاثو حتى ينتفظ
أو بنعمل shaking .

Baghouse Filter





Cannot be used for

1. wet air systems ← بشوفاهم جل ما
2. corrosive gases
3. gases above 260°C

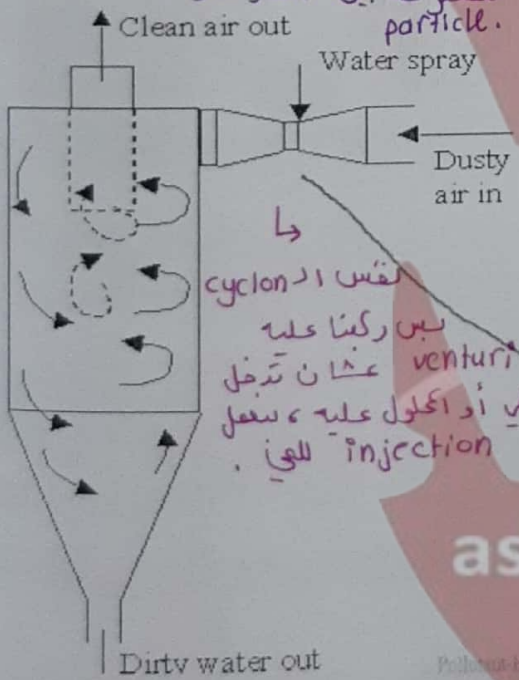
* الغاز بدخل من فوق و الي من منطقة الـ
throat الصيتر باد venturi عشان يصير mixing عالي والسرعة
يزيد وبعدها بصير فصل الـ بين فوق واد particle لتت .

Wet Scrubber

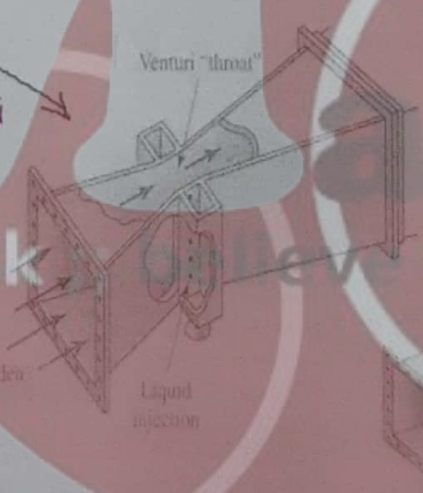
hydro cyclones مرات بنسميه

- Can be used where baghouse can not be used: *(air is wet, corrosive & hot)*
- For higher efficiencies, a combination of a venturi scrubber and cyclone and can be used.

هي الطريقة ← مشتركة بين الغازات واد particle.



← لقس الـ cyclon بس ركبنا عليه venturi عشان تدخل لفي أو اكلول عليه ، بنعمل injection للي .



ask & recieve

* الجيوم والهباب كلها بخار متكثف
بين الفرق انو الهباب البخار المتكثف اذ particle صغيرة .

معادلات مبنية على التجارب

Scrubber Collection Efficiency

- The most popular equation is proposed by Johnstone, Field and Tassler (JFT):

$$\eta = 1 - Exp\,(-KR\sqrt{\psi})$$

تعبر عن قدرتش تشلناس من الـ particle
لـ ideal = 1
وهاد تأثير الـ parameter اللي بتخلي الـ η أقل من 1

Where:

- K = Scrubber coefficient ← بناخذه من الشركة المصنعة (معطاة)
- R = Liquid flow rate (Q_L, m3) / Gas flow rate (Q_G, m3) ← كمية المي اللي بدي أغسل فيها مقارنة مع كمية الغاز
- ψ = internal impaction parameter *(function of several parameters)* ← مجموعة متغيرات بتكون تؤثر .

$$\psi = \frac{C\,\rho_p V_g (d_p)^2}{18\,d_d \mu}$$

dimensionless الداخل

Where:

- C = Cunningham correction factor ← لما settling الـ تأثير
- ρ_p = particle density (kg/m3)
- V_g = speed of gas at throat (m/sec) ← الغاز لما يدخل من الـ throat بتبع الـ venturi . $V = Q/A$
- d_p = diameter of particle (m)
- d_d = diameter of droplet (m)
- μ = dynamic viscosity of gas, (Pa.s)

$$C = 1 + [(6.21 \times 10^{-4}\ T)/d_p]$$

where:

T (Kelvin) & d_p (μm)

المي بتتحول لقطرات كلما كانت الـ particle اللي أصغر كلما كان تأثيرها أكبر .

طالب بالسؤال لنفهل علاقة بين الـ η والـ dp بحيث لو أعوض أي حيقة للـ dp أحسب الـ eff

Scrubber Collection Efficiency

Example 9-15. Given the scrubber described below, write an expression for collection efficiency that is a function of particle size. Assume the particles are fly ash with a density of 700 kg/m³ and a minimum size of 10 μm diameter.

أعطانا اياها بس عشان نحسب الـ

Venturi characteristics:

- Throat area = 1.00 m²
- Gas flow rate = 94.40 m³/s
- Gas temperature = 150°C
- Liquid flow rate = 0.13 m³/s
- Coefficient κ = 200
- Droplet diameter = 100 μm

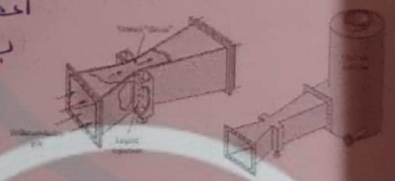


FIGURE 9-41

* كل الـ parameters راح نعوضها في المعادلة مكانها ماعدا الـ dp

Solution. We begin by determining the value of the Cunningham correction factor for the smallest particle to see if the d_p term in the denominator must be retained.

$$C = 1 + \frac{6.21 \times 10^{-4}(423\ \text{K})}{10\ \mu\text{m}}$$

$$= 1 + 0.0263$$

For this we can see that the term containing d_p will be small for all particles greater than 10 μm and we can use the approximation:

$$C = 1$$

Before we can proceed to calculate a value for ψ, we must determine the gas velocity at the throat:

$$V_t = \frac{Q_s}{A_t}$$

where A_t = cross-sectional area of throat

$$V_t = \frac{94.40\ \text{m}^3/\text{s}}{1.00\ \text{m}^2} = 94.40\ \text{m/s}$$

ask ;; believe & recieve

The dynamic viscosity of the gas is determined from Table A-4 of Appendix A and from the temperature of the gas (150°C). It is 25.2 μPa · s.

Now we can calculate in terms of d_p in μm. Note that $C = 1$ and that 18 is a constant.

$$\psi = \frac{(1)(700\ \text{kg/m}^3)(94.40\ \text{m}^3/\text{s})(1 \times 10^{-12}\ \mu\text{m}^2/\text{m}^2)(d_p)^2}{(18)(100 \times 10^{-6}\ \text{m})(25.2 \times 10^{-6}\ \text{Pa} \cdot \text{s})}$$
$$= (1.46)(d_p)^2$$

Taking the square root of ψ and computing R as 0.13/94.40, the expression for efficiency as a function of diameter is then

$$\eta = 1 - \exp[-(200)(1.38 \times 10^{-3})(1.21)d_p]$$
$$= 1 - \exp[-0.33(d_p)]$$

هاي العلاقة تصلح لهاي الـ condition اللي بالسؤال أما لو تغيرت راح تتغير الـ η الفائون

Scrubber Collection Efficiency Example:

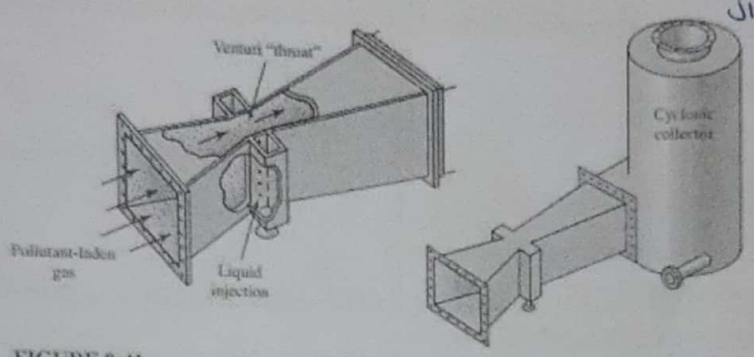


FIGURE 9-41
Venturi scrubber.

كيف نشيل الكبريت من الغازات اللي طلعت بعد الاحتراق

Flue Gas Desulfurization (FGD)

Wet & Dry Scrubbing

wet → g/L, g/L/s

dry → g/s

هاي الكلمة لازم نحكي تحت كيف بنشيل الـ SO_2 من الغازات العادمة هاي طريقة الـ scrubbing

- Non-regenerative: Non-recovery and reuse of chemical reagents ← بس يصير التفاعل الـ product النهائي بتكبه
- Regenerative: Recovery and reuse of chemical reagents ← برجع الـ product بستفيد منها أكثر من مرة

- **Chemicals**: lime, limestone, caustic soda, soda ash, ammonia

limestone (بجيبه) ↑ gypsum ↑

$$SO_2 + CaCO_3 \text{ ---> } CaSO_3 + CO_2$$

lime (جير مطفى) ↑

$$SO_2 + Ca(OH)_2 \text{ ---> } CaSO_3 + H_2O$$

$$CaSO_3 + 1/2\ O_2 \text{ ---> } CaSO_4$$

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

- **Types**: Wet & Dry FGD systems

TABLE 6-6
Commercial non-regenerative FGD systems

System	% Capacity[a]
Limestone	47.3
Lime	23.8
Lime/flyash	9.2
Lime spray dry	3.8
Limestone/flyash	3.0
Dual alkali	2.4
Na_2CO_3 scrubbing	1.9
Lime/limestone	1.5
Na_2CO_3 spray dry	0.9

[a] % MW operating and committed, 1981.

Source: C. E. Jahnig and H. Shaw, "A Comparative Assessment of Flue Gas Treatment Processes, Part I—Status and Design Basis," *Journal of the Air Pollution Control Association*, vol. 31, pp. 421–428, 1981.

graduate ask ; share & recieve

Dry Scrubbing using Spray Dryer

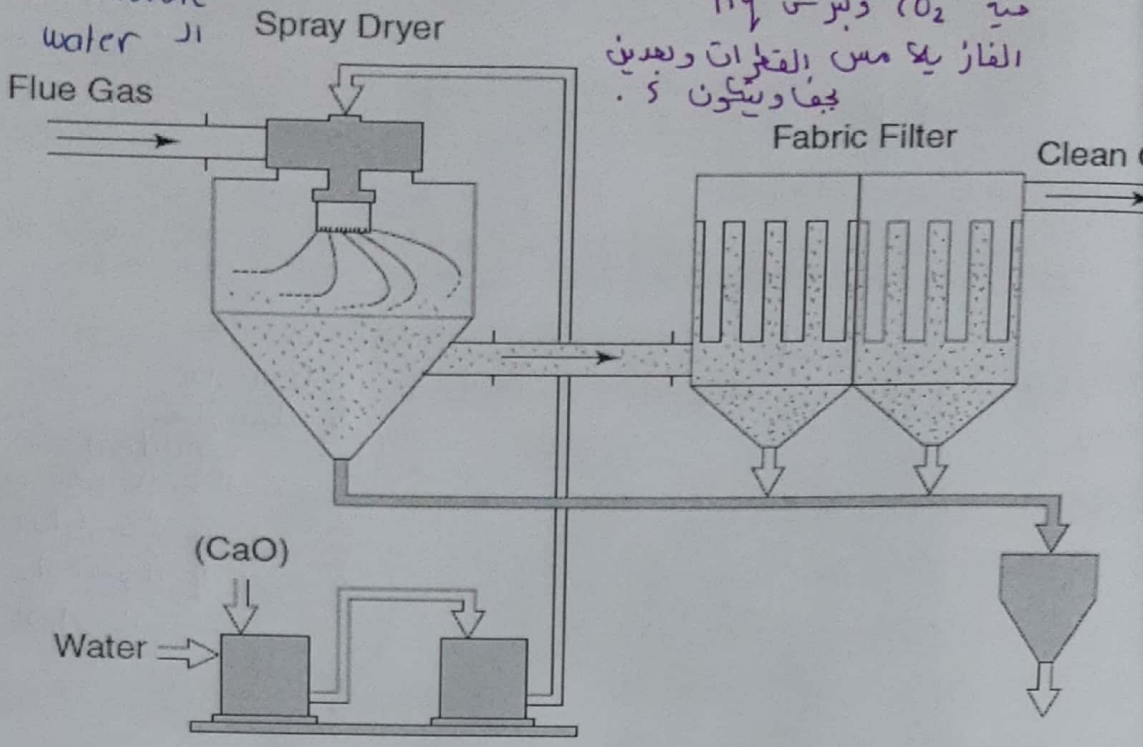
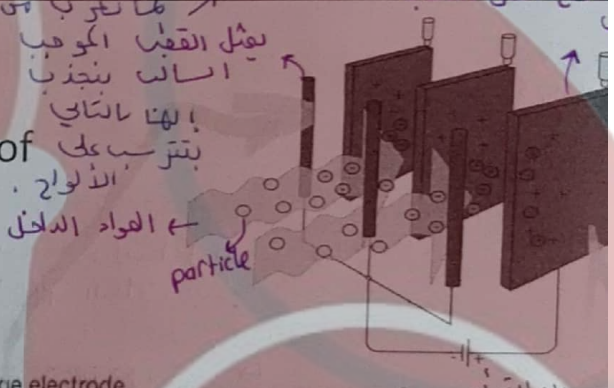
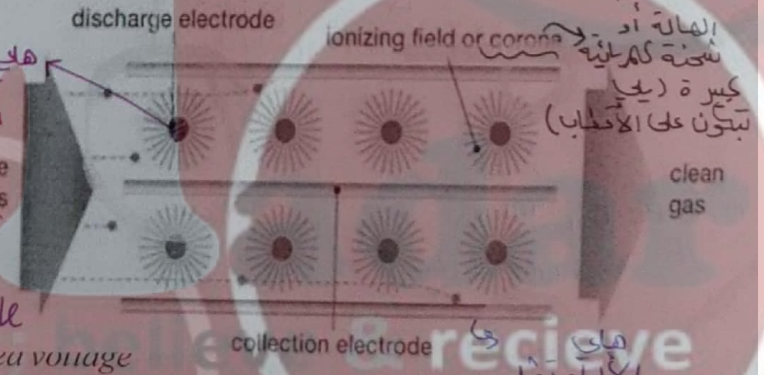


FIGURE 13C.7 Spray-dry absorber tower with baghouse, lime slurry supply system, fabric filter, and ash collection.

Electrostatic Precipitator

- high efficiency, dry collector of particulates
- high electrical direct current potential (30-75 kV)





$$\text{Field strength, } E = \frac{\partial V}{\partial x} \quad \frac{\text{applied voltage}}{\text{distance}}$$

$$e.g. \frac{40\,kV}{0.1\,m} = 400\,\frac{kV}{m}$$

$$\text{Higher at the wire, because of geometry } (5-10\,\frac{MV}{m})$$

Removal Efficiency of ESP

Electrostatic precipitators are capable very high efficiency, generally of the order of **99.5 - 99.9%.**

The classic ESP efficiency equation is the one proposed by Deutsch.

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{Aw}{Q_g}\right)$$

where

A = collection area of plates, m^2

w = migration velocity of particles, m/s

Q_g = gas flow rate, m^3/s

The migration velocity of the particles is a function of the electrostatic force. The migration velocity is described by the following equation:

$$w = \frac{qE_pC}{(6\pi)r\mu}$$

where

q = charge, coulombs (C)

E_p = collection field intensity, volts/m

r = particle radius, m

μ = dynamic viscosity of gas, Pa · s

C = Cunningham correction factor

- *Step 1:*

Efficiency of an Electrostatic Precipitator is given by

$$\eta = 1 - e^{\left(-\frac{wA}{Q}\right)}$$

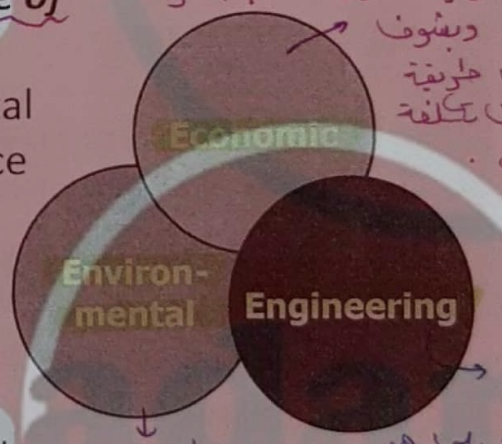
$$A = -[(Q/w) * \ln(1-\eta)]$$

- *Step 2:*

Number of plates = total area/plate area

APC Selection Factors

- The final choice in equipment selection is usually dictated by that ***equipment capable of achieving compliance with regulatory Standards at the lowest annual cost*** (capital investment plus operation and maintenance costs).



- In order to compare specific control equipment alternatives, knowledge of the *particular application and site* are essential.

- A preliminary screening, may be performed by reviewing the *advantages and disadvantages of each type* of air pollution control equipment.

ask ;; believe ;; recieve

Comparison of Air Pollution Control Device

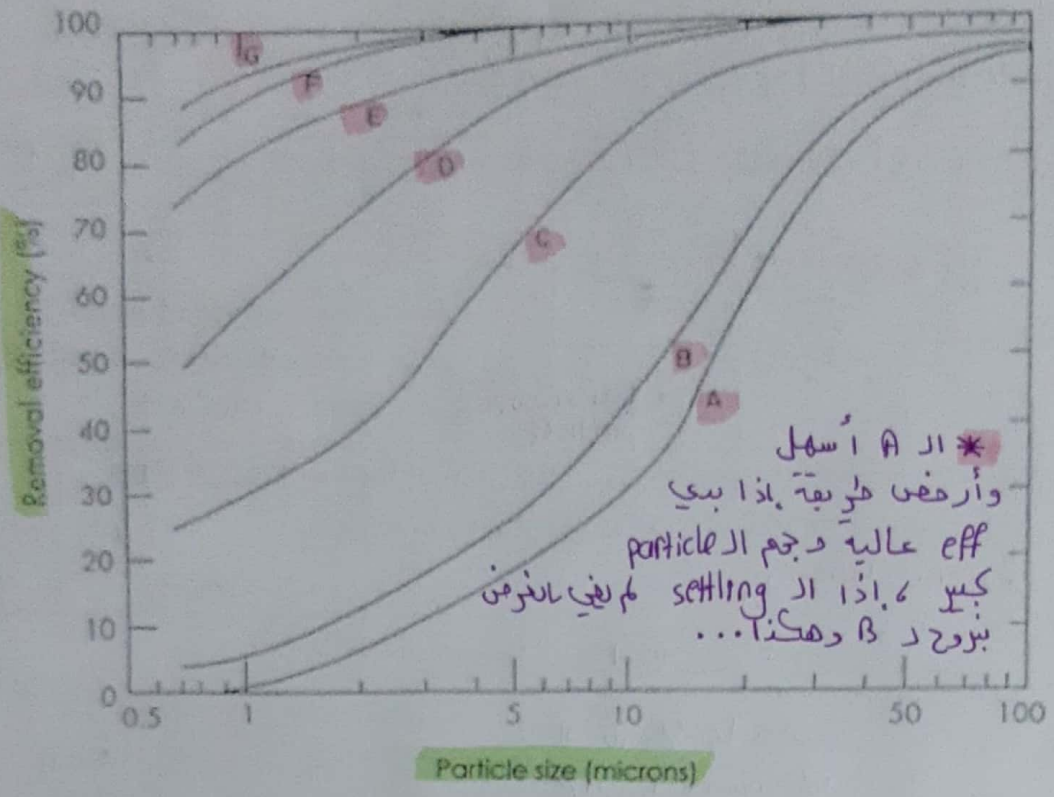


FIGURE 21-8. Comparison of removal efficiencies: (A) baffled settling c
(B) cyclone "off the shelf," (C) carefully designed cyclone, (D) electrosta
precipitator, (E) spray tower, (F) venturi scrubber, (G) bag filter

REFERENCES

1. Peavy, H.S.; D.R. Rowe and G. Tchobanoglous. Environmen Engineering, McGraw-Hill, 1985.
2. Cooper, C. D. & Alley, F. C., "Air Pollution Control - A Desigr Approach", 3rd ed, Waveland Press, 2002.
3. De Nevers, N., "Air Pollution Control Engineering", 2nd ed. McGraw-Hill, 2000.
4. Heinsohn, R. J. and Kabel, R. L. "Sources and Control of Air Pollution", Prentice Hall, 1998.