وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
University of KusdiMerbahOuargla
كلية الرياضيات وعلوم المادة
Faculty of Mathematics and Sciences of matter

قسم الكيمياء

Département of chemistry

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص: كيمياء المحيط

من إعداد الطالبة : *حساني ريماح *ربوح الهام *عرباوي كوثر

بعنوان:

إزالة بعض الملوثات الكيميائية (الأصبغة) من المحاليل المائية باستخدام الكربون النشط الناتج عن المخلفات الزراعية

نوقشت علنا يوم: 2022/05/22

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

زنخري لويزة	استاذ محاضر" أ "	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيسا
الدراجي هادف	استاذ محاضر" أ "	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقش
بالفار محمدالاخضر	استاذ محاضر" أ "	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مؤطر
زروقي حياة	استاذ محاضر" أ "	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مساعد

الموسم الجامعي: 2022/2021م

الملخص

تعد الأصبغة الصناعية من بين الملوثات الكيميائية المؤثرة على النظام البيئي كونها تتألف من مجموعة كبيرة من الكيميائيات الضارة و ما يزيد المشكلة ان كثير من الصناعات تستنفذ كميات كبيرة من المياه و بالتالي تنتج كمية أكبر من المياه الملوثة.

تتضمن هذه الدراسة تحضير الكربون النشط من المخلفات الزراعية الذي بدوره قادر على إزالة الملوثات الكيميائية من المحاليل المائية (الاصبغة) لإحتوائه على العديد من المجموعات الوظيفية السطحية و المسامات على السطح ،و امتلاكه مساحة امتزاز كبيرة تمكن من استخدامه كمادة مؤثرة فعالة و اقل تكلفة ، كما قمنا بتثمين بعض المخلفات الزراعية و التي تعتبر عبئا على البيئة و بفضل التقنيات الحديثة اصبحت لها اهمية كبيرة .

الكلمات الدالة:المخلفات الزراعية ,الاصبغة الكيميائية, المياه الملوثة ,الكربون النشط ,الامتزاز.*

Summary

Industrial dyes are among the chemical pollutants affecting the ecosystem, as they consist of a large group of harmful chemicals, and what increases the problem is that many industries use large amounts of water and thus produce a larger amount of polluted water.

This study includes the preparation of activated carbon from agricultural residues, which in turn is able to remove chemical pollutants from aqueous solutions (dyes) because it contains many surface functional groups and pores on the surface, and has a large adsorption area that enables it to be used as an effective and less costly active substance. We valued some agricultural waste, which is a burden on the environment, and thanks to modern technologies, it has become of great importance.

Key words:Agricultural residues, chemical dyes, polluted water, activated carbon, adsorption

شكر وعرفان

الحمد لله الذي وفقنا إلى إتمام هذا البحث، وأمدنا بالعون والتوفيق لإنجازه فنحمده سبحانه وتعالى أولا وآخرا.

ونتقدم بوافر الشكر في حق من بذل معنا جهدا، وأفادنا بخبرته وعلمه الواسع الأستاذ المشرف "**بالفار محمد الاخضر**" والذي زاد إشرافه علياً في رسالتنا جمالا وشرفا، ونسأل الله العظيم أن يجزيه عنا كل الخير ويجعل عمله في ميزان حسناته.

ونتقدم بجميل الشكر والتقدير إلى جميع أساتذتنا الكرام الذين علمونا الأدب قبل العلم، نسأل الله أن يبارك فيهم وفي علمهم وأن يرعاهم ويحفظهم بحفظه.

كما لا ننسى أعضاء لجنة المناقشة الذين قطعوا جزءا من وقتهم الغالي للنظر في ما يصلح هذه المذكرة، جعل الله جهدهم في ميزان حسناتهم.

ونتوجه بجزيل الشكر لكل زملائنا الطلبة الذين آزرونا وساندونا في إتمام هذا البحث وفي المسار الدراسي ككل ولكل من ساعدنا في إخراج هذا البحث سواء بالإرشاد والنصح أو بالمراجعة، ونسأل الله للجميع الإخلاص والتوفيق والسداد والقبول.

وصلى الله على محمد وعلى آله وصحبه وسلم.

الإهداء

الحمد الله و كفى و الصلاة على الحبيب المصطفى و أهله ومن وفى أما بعد :

الحمد الله الذي وفقني لتثمين هذه الخطوة في مسيرتي الدراسية بمذكرتي هذه ثمرة الجهد و النجاح

بفضله تعالى مهداة إلى الوالدين الكريمين حفظهما الله و أدامهما نورا لدربي **أمي** و **أبي**

حساني حسين ، حساني نجاح

لكل عائلتي الكريمة التي ساندتني ولا تزال **إخوتي ، أعمامي ، أخوالي**

عائلة **حساني**

إلى رفيقات المشوار اللاتي قاسمنني لحظاته رعاهم الله و وفقهم :

هدى ، كوثر ، الهام

إلى كل من كان لهم اثر على حياتي ، و إلى كل من أحبهم قلبي و نسيهم قلمي .

حساني ريماح

الإهداء

إلى من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهناء الذي لم يبخل بشيء من اجل دفعي في طريق النجاح الذي علمني ان ارتقي سلم الحياة بحكمة وصبر إلى

والدي العزيز **محمد الحافظ**

إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء إلى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها الى والدتي العزيزة **ربوح سعاد**

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي إخوتي وأخواتي **عبد النور، عبد الرؤوف ، ليندة ، عواطف ، منال**

إلى من سرنا سويا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح و الأبداع الى من تكاتفنا يدا بيد ونحن نقطف زهرة تعلمنا الى صديقاتي **شيماء ، صفاء ، هدى ، ريماح ، كوثر**

و إلى كل افراد عائلتي

إلى من صاغوا لي حروفهم ومن فكرهم منارة تنير لنا مسيرة العلم والنجاح استاذتي الكرام

إلى من لم تسعهم مذكرتي ولكنهم سيبقون دائما في ذاكرتي الى كل هؤلاء اهدى هذا العمل المتواضع راجية من الله تعالى ان يجد القبول والنجاح .

ربوح الهام

الإهداء

إلى من بلغ الرسالة و أدى الأمانة ... و نصح الأمة ... إلى نبي الرحمة و نور العالمين

سيدنا محمد صلى الله عليه و سلم

إلى من قال فيهم تعالى "و بالوالدين إحسانا"

أمي أطهر الناس و منبع الصبر و الحنان و العطاء... و **أبي** مدرستي الأولى التي تعلمت منها المزج بين الصبر و العلم و الأخلاق و الكفاح و التضحية ...

إلى إخوتي كل بإسمه: **فاطمة الزهراء، محمد علي، سمية ،محمد الحسن ومحمد الحسين ،شمس الدين**

إلى رفيقات المشوار رعاهم الله و وفقهم: **فردوس، هدى، ريماح، إلهام**

إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم و المعرفة **أستاذتنا الأفاضل**

و إلى أزواج أخواتي : **صالح علاوي** و **محمد خمري**

و إلى كل عائلة عرباوي و علاوي.

عرباوي كوثر

فهرس الأشكال

العنوان	الصفحة
الشكل(I-01) نسبة توفر المياه النقية في قارة افريقيا	11
الشكل(I-02) الصيغة الكيميائية لأصباغ الازو	13
الشكل(I-03) النفثالين ابسط الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات	14
الشكل(I-04) صورة توضح تلوث المسطحات المائية بمياه الصرف الصحي	16
الشكل(I-05) صورة توضح غرق ناقلة بترول بالقرب من سواحل فرنسا عام 1978	17
الشكل(I-06) صورة توضح تلوث مجرى مائي بالمخلفات الزراعية في نيوزيلندا	18
الشكل(II-01) صورة تمثل المخلفات الزراعية	27
الشكل(II-02) صورة تمثل بعض المخلفات الحيوانية ومصادرها	28
الشكل(II-03) مخطط يوضح أنواع المخلفات الزراعية	29
الشكل(II-04) صورة توضح بعض أنواع الفرامات الصغيرة	34
الشكل(II-05) صورة توضح كيفية تقليب الكمبوست ***compost***	36
الشكل(II-06) مخطط يوضح طريقة انتاج الغاز الحيوي	37
الشكل(III-01) الهيكل المسامي للكربون النشط	40
الشكل(III-02) أشكال مختلفة لمسامات الكربون النشط المحضر من مواد مختلفة	42
الشكل(III-03) الكربون النشط المسحوق	43
الشكل(III-04) الكربون النشط الحبيبي	44
الشكل(III-05) الكربون النشط المقذوف	45
الشكل(III-06) الكربون النشط المغلف بالبوليميرات	45
الشكل(III-07) الكربون النشط بشكل مناخل جزيئية	46
الشكل(III-08) الأسطح الأكسجينية التي يحتمل وجودها على سطح الكربون النشط	50
الشكل(III-09) تركيب الكرافيت	51
الشكل(III-10) تركيب الكربون النشط	51
الشكل(III-11) تركيب المسامات في الكربون النشط	52
الشكل(III-12) أكبر مصنع للتنشيط في العالم	54
الشكل (VI– 01) مخطط يمثل ظاهرة الامتزاز	61
الشكل (VI– 02) مناطق وجود المادة الممتزة أثناء الامتزاز على المواد المازة	66

الشكل (VI– 03) أصناف ايزوتارم الامتزاز المعتمد من طرف (*I.U.P.A.C*)	68
الشكل (VI– 04) أنواع مختلفة من ايزوثيرمات الامتزاز وفق تصنيف (*Giles*)	70
الشكل (VI– 05) الشكل النموذجي للانجمير	72
الشكل (VI– 06) الشكل الخطي للانجمير	72
الشكل (VI– 07) الشكل الخطي لفراندليش	73
الشكل(VI– 08) الشكل النموذجي لفراندليش	73

فهرس الجداول

العنوان	الصفحة
الجدول(I-01) امثلة عن الفينولات	15
الجدول(III-01) خصائص المواد الخام المختلفة التي تستخدم في تصنيع الكربون النشط	48
الجدول(III-02) نوع المسامات و قطرها	52

قائمة الرموز

الرمز	التسمية
%	النسبة المئوية
tn	طن
h	ساعة
γ	غاما
m^2	متر مربع
cm	سونتيمتر
m	متر
kg	كيلومتر
c°	درجة الحرارة المئوية
min	دقيقة
mm	ميليمتر
g/m^3	غرام/متر مكعب
KHz	كيلوهرتز
mg/g	ميليغرام/غرام
m^2/l	متر مربع/لتر
g	غرام
w	واط
Ph	الأس الهيدروجيني
K	بوتاسيوم
Ar	الأرغون
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
CO_2	ثاني أكسيد الكربون
$C_5H_4O_2$	الفورفورال
O_2	الأكسجين

الفهرس

العنوان	الصفحة
الإهـــــداء	
شكر وتقديــر	
فهرس الأشكـال	I
فهرس الجــداول	III
قائمة الرمــوز	IV
الفهرس	V
المقدمـــــة	01
مراجع المقدمة	
الفصل الأول : التلوث البيئي و تلوث المياه	
I-1- الملوثات	05
I-1-1- تعريف	05
I-1-2- مصادر الملوثات	05
I-2- التلوث البيئي	07
I-2-1- تعريف التلوث البيئي	07
I-2-2- أنواع التلوث البيئي	07
I-2-2- أ- تلوث الهواء(*Air Pollution*)	07
I-2-2- ب- تلوث التربة (*Soil Pollution*)	08
I-2-3- درجات التلوث البيئي	10
I-3- تلوث المياه (*Water Pollution*)	11
I-3-1- تعريف التلوث المائي	11
I-3-2- أنواع التلوث المائي	12
I-3-2-1- تلوث فيزيائي	12
I-3-2-2- تلوث كيميائي	12
I-3-3- أنواع الملوثات المائية	12
I-3-3-1- الأصباغ	12
I-3-3-2- المركبات الأروماتية المتعددة	14

I-3-3-3- مركبات الفينول	15
I-4-3-3- التلوث بمياه الصرف الصحي	16
I-5-3-3- الملوثات النفطية	17
I-6-3-3- المخلفات الزراعية	18
I-7-3-3- تلوث الماء بالمبيدات	19
I-8-3-3- التلوث المائي بالمخصبات الزراعية	20
I-9-3-3- التلوث المائي بالمخلفات الصناعية	21
مراجع الفصل الأول	23
الفصل الثاني : المخلفات الزراعية	
II -1- مفهوم المخلفات	27
II -2- تعريف المخلفات الزراعية	27
II -3- أنواع المخلفات الزراعية	28
II -1-3- المخلفات الحقلية	28
II -1-1-3- مخلفات حقلية من أصل نباتي (مخلفات المحاصيل)	28
II -2-1-3- مخلفات حقلية من أصل حيواني (مخلفات حيوانية)	28
II -2-3- مخلفات التصنيع الزراعي	29
II -1-2-3- مخلفات التصنيع الزراعي نباتية المصدر	29
II -2-2-3- مخلفات التصنيع الزراعي حيوانية المصدر	29
II -3-3- مخلفات عرضية ومختلطة	29
II -4- مصادر المخلفات الزراعية	30
II -1-4- نفايات من نشاطات الزراعية	30
II -2-4- نفايات الإنتاج الحيواني	30
II -5- تأثير المخلفات الزراعية على البيئة	30
II -6- مفهوم إعادة التدوير	31
II -7- الطرق المستخدمة في معالجة المخلفات الزراعية	31
II -1-7- التقنيات المستخدمة في جمع وتجهيز المخلفات	31
II -1-1-7- الجمع اليدوي	31
II -2-1-7- الجمع الآلي	32
II -3-1-7- التقطيع و الطحن	32

II -7-1-4- النقل	32
II -7-1-5- التخزين	32
II -7-2- التقنيات المستخدمة في معالجة المخلفات الزراعية	33
II -7-2-1- المعاملة الكيميائية	33
II -7-2-2- المعاملة البيولوجية	33
II -7-2-3- طريقة الإشعاع	33
II -7-2-4- المعالجة بالضغط بالبخار	34
II -8- طرق الاستفادة من المخلفات الزراعية	34
II -8-1- طريقة تحضير الأسمدة من المخلفات النباتية بالمزارع	34
II -8-1-1- الطريقة اللاهوائية للمخلفات النباتية	34
II -8-1-2- طريقة التحلل الهوائي للمخلفات الزراعية	35
II -8-2- الكمبوست *compost* (الأسمدة العضوية)	35
II -8-2-1- تعريف الكمبوست *compost* (الأسمدة العضوية)	35
II -8-2-2- طريقة تحضير الكمبوست *compost* من المخلفات الزراعية	35
II -8-1- طريقة تحضير الأعلاف الجافة	36
II -8-1-1- فوائد الأعلاف الجافة	36
مراجع الفصل الثالث	38
الفصل الثالث : الكربون النشط	
III-1- تعريف الكربون النشط	40
III-2- تصنيع الكربون النشط	40
III-3- أنواع الكربون النشط	43
III-3-1- الكربون النشط المسحوق	43
III-3-2- الكربون النشط الحبيبي	43
III-3-3- الكربون النشط المقذوف	44
III-3-4- الكربون النشط المغلف بالبوليميرات	45
III-3-5- الكربون النشط المشكل بشكل مناخل جزيئية	46
III-4- العوامل التي تؤثر على نشاط الكربون النشط	46
III-5- عمليات تصنيع الكربون النشط	47
III-5- 1- المواد الخام	47

III-5- 2- الكربنة	49
III-5- 3- التنشيط	49
III-5-3-1- التنشيط الفيزيائي	49
III-5-3-2- التنشيط الكيميائي	49
III-6- معقدات السطح الأكسجينية	50
III-7- التركيب الجزيئي و البلوري للكربون النشط	51
III-8- طرق إعادة التنشيط	53
III-8-1- إعادة التنشيط الحراري	53
III-8-2- إعادة التنشيط البخاري	53
III-8-3- إعادة التنشيط الكيميائية	53
III-8-4- إعادة التنشيط البيولوجية	53
III-8-5- إعادة التنشيط الكهروكيميائية	53
III-8-6- إعادة التنشيط باستخدام الموجات فوق الصوتية	53
III-9- التطبيقات المختلفة للكربون النشط	54
مراجع الفصل الثالث	55
الفصل الرابع : الامتزاز	
VI-1- نبذة تاريخية	59
VI-2- تعريف الامتزاز	61
VI-3- أهمية الامتزاز	62
VI-4- أنواع الإمتزاز	62
VI-4-1- الامتزاز الكيميائي	62
VI-3-1- الامتزاز الفيزيائي	63
VI-5- أنواع المواد المازة	64
VI- 5 -1- الأطيان (*The Clays*)	64
VI- 5 -2- الزيوليت (*Zeolite*)	64
VI- 5 -3- الالومينا	64
VI- 5 -4- التيتانيا (TiO_2)	64
VI- 5 -5- زركونيا (ZrO_2)	65
VI- 5 -6- السيلكا جل	65

VI-6- آلية الامتزاز	66
VI-7- العوامل المؤثرة على عملية الامتزاز	67
VI– 7- 1- العوامل المتعلقة بالمازات	67
VI– 7- 2- العوامل المتعلقة بالممتزات	67
VI– 7- 3- العوامل المتعلقة بظروف العمل	67
VI-8- تصنيفات ايزوتارم الامتزاز	68
VI– 8- 1- تصنيف *Brunauer et al*	68
VI– 8- 2- تصنيف العالم *Giles*	70
VI-9- المعادلات الأساسية لايزوتارم الامتزاز (نماذج)	71
VI– 10- 1- ايزوتارم الامتزاز للانجمير (*LANGMUIR*)	71
VI– 10- 2- إيزوتارم الامتزاز لفرندليش (*FREUNDLICH*)	72
VI-10- حركية الامتزاز	73
VI– 10- 1- نموذج الرتبة الأولى الوهمية	73
VI– 10- 2- نموذج الرتبة الثانية الوهمية	74
VI-11- تطبيقات الامتزاز	75
VI– 11- 1- في الطور السائل	75
VI– 11- 2- تطبيقات في الطور الغازي	75
مراجع الفصل الرابع	76
الخلاصة	80
مراجع الخلاصة	83

المقدمة العامة

المقدمة العامة

يعد التلوث من المشاكل التي تواجه الكائن البشري والبيئة خاصة بعد التطور التكنولوجي المرافق للحياة المعاصرة، ويحدث التلوث بأشكاله المختلفة سواء كان تلوث الهواء أو الماء أو التربة نتيجة وجود بعض المواد العضوية و اللاعضوية الضارة أو بسبب الازدياد أو النقص في نسب بعض المركبات الأساسية في البيئة عن النسب الطبيعية لها، يحصل ذلك من جراء تدخلات هذا الكائن أو بفعل بعض الظواهر الطبيعية. [01]

يعتبر التلوث المائي من أهم وأخطر الملوثات البيئية وذلك لأجل حاجة الإنسان الماسة للماء، ويرتبط بقائه ببقاء الماء ونقائه. إلا انه على الرغم من ذلك لم يحسن التعامل معه نتيجة ازدياد الأنشطة السكانية والزراعية والصناعية خاصة في المناطق القريبة من مصادر هذه المياه، مما قلل من خواصها الطبيعية والكيميائية نتيجة ازدياد تركيز العديد من الملوثات في هذه المياه .[02]

أصبحت مشكلة تنقية المياه تشغل العديد من الباحثين ومؤسسات حماية البيئة، فقد وجد أن اغلب ما يلوث المياه هي المواد الكيميائية الداخلة في الصناعات المختلفة وخاصة الأصباغ والمواد الكيميائية الناتجة من تحلل الأصباغ المستخدمة في الصناعات النسيجية، إذ تعد الأصباغ واحدة من اكبر وأهم المركبات العضوية المستخدمة في الصناعات الكيميائية في العالم .[03]

إن معظم الأصباغ تصنع لتكون مقاومة لضروف البيئة مثل الضوء ،الرياح ، الامطار... الخ ، لذلك فإن وجودها في المياه يسبب مشكلة حيث تكون لها تاثيرات على حياة الانسان و الحيوان و النبات و بالتالي يعتبر التخلص من مثل هكذا مركبات من المحاليل المائية من العمليات الصعبة. [04]

إن إزالة مثل هذه المركبات من الأنظمة المائية يعد من المسائل الصعبة ، لذلك يعد الإمتزاز من أهم هذه التقنيات لكفاءته العالية في هذا المجال وبساطة التكنولوجيا المستخدمة لهذا الغرض مقارنة مع الطرق الأخرى، فضلا عن كلفته الاقتصادية الأقل، وقد اتجه العديد من الباحثين حديثا إلى تطوير مواد مازه جديدة بالاستعانة ببعض المواد ذات المنشأ الطبيعي . [01]

تعتبر المخلفات الزراعية في المرحلة الراهنة عبئا ثقيلا على البيئة ، خاصة وان التخلص الغير سليم من هذه المخلفات يعكس ممارسة خاطئة تتمثل في إهدار عنصر إنتاجي ثمين ، وقد تساهم في زيادة خصوبة التربة و الدخول في صناعات جديدة و ثمينة إذا أحسن استخدامها . حيث استخدمت المخلفات الزراعية لتطوير مواد مازة لتنقية المياه من النفايات و بالتالي نتخلص من المخلفات الزراعية كمواد نافعة لتطهير البيئة . [05]

انطلاقا من هذا وبالمكافئة مع الأبحاث المتنوعة هنا وهناك على الملوثات الكيميائية (الأصبغة) ، رأينا أن نتناول في هذا البحث تشخيص الكربون النشط الناتج عن المخلفات الزراعية و دوره في إزالة هذه الملوثات ، تتضمن هذه الدراسة فصلا توثيقيا حول التلوث البيئي و الملوثات (تعريفها ، أنواعها ، مصادرها....) و تلوث المياه و فصلا ثانيا حول المخلفات الزراعية (أنواعها ، أشكالها ،مصادرها....) وفصلا ثالثا يتناول الكربون النشط (تعريف ،مصادر، خصائص ،تطبيقاته....) ، وفصلا رابعا حول الامتزاز ثم نختمها بخلاصة .

مراجع المقدمة

[01] ز .**إسماعيل حسن** .التخلص من ملوثات المياه بواسطة ظاهرة الإمتزاز . درجة البكلوريوس .جامعة القادسية . 2017

[02] **ن .خضير كاظم** .الخصائص المناخية في محافظة النجف وأثرها في تلوث مياه شط الكوفة خلال سنة . (2008) كلية التربية للبنات.

[03] ر .**محمد الشمري، ن .جواد الزركاني، ح .محمد الشمري، م .كريم عبد علي** .مقارنة امتزاز صبغة السفرانين (Safranine O)القاعدية من محاليلها المائية على سطحي السيليلوز النقي ونخالة الرز .جامعة الكوفة.

[04] **صابر السيد منصور الميامري** و اخرون ، دراسة حركية امتزلز صبغة الميثيلين الازرق على سطح الفحم المنتج من بذور زيت الزيتون و المنشط بحمض الفوسفوريك ،المختار للعلوم ،العدد الخامس و العشرون ،جامعة عمر المختار ، 2010 .

[05] **سمير بيومى** و اخرون ، اساسيات الاحصاء و تصميم التجارب الزراعية ، قسم المحاصيل ، كلية الزراعة، جامعة الازهر.2005 .

الفصل الأول

التلوث البيئي وتلوث المياه

I-1- الملوثات

I-1-1- تعريف

ممكن أن تخرج الملوثات على هيئة صلبة ، قطرات سائلة أو غاز. الحالتين الغازية و السائلة تسمى بالجسيمات آو المواد الجزئية ، و يقصد بها ما يحمله الهواء من رقائق صلبة أو سائلة. و الجسيمات العالقة تعتبر اخطر الملوثات ، و تتوقف خطورة الجسيمات على الصحة و البيئة تبعا لحجمها وتركيزها و طبيعتها الكيميائية . [01]

الجسيمات الملوثة تتكون من تشكيلة من المواد الناتجة عن نشاطات الإنسان التي لا تعد ولا تحصى ، و بسبب حجمها الدقيق فحالتها تؤثر على سلوكها بشكل كبير. كثيرا ما تسمى كالتالي ، عدا أسماءها الكيميائية : [01]

- الدخان *smoke*
- البخار أو الغاز *fume*
- الغبار *dust*
- السديم أو الضباب الدقيق *mist* .

I-1-2- مصادر الملوثات: [02]

- **مركبات الكربون** : بشكل رئيسي غاز أول أكسيد الكربون و غاز ثاني أكسيد الكربون ، الأول يطلق من عوادم السيارات والأخر من عملية الاحتراق التام للوقود الاحفوري .

- **مركبات الكبريت** : هذه تشمل غاز ثاني أكسيد الكبريت ، غاز كبريتيد الهيدروجين و حمض الكبريتيك ، في الأغلب تنبعث من احتراق الوقود الاحفوري (الفحم) ، محطات توليد الطاقة (الحرارية) و الوحدات الصناعية كالمصفي و محطات التكرير .

- **اكاسيد النيتروجين:** تشمل بشكل رئيسي غاز أول أكسيد النيتروجين ، ثاني أكسيد النيتروجين وحمض النيتريك ، و في الأغلب تنبعث من وسائل النقل ، ومحطات إنتاج الطاقة و الوحدات الصناعية.

- **الأوزون** : يلعب هذا الغاز في طبقات الجو العليا المعروفة بطبقة الزمهريري *stratosphere* دورا مهما في حماية الكرة الارضية من الاشعة الفوق البنفسجية . ويوجد هذا الغاز بصورة طبيعية في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي *troposphere* ليشغل نسبة 0.02 جزءا من المليون و لكن زيادة تركيزه في هذه الطبقة تعتبر تلوثا جويا يجب تفاديه .

- **الفلوريدات** : تأتي من الصناعات ، المبيدات الحشرية ، البخاخات .... الخ.

- **المواد الهيدروكربونية** : هذه المواد بشكل رئيسي هي البنزين ، و التي تنفث من وسائل النقل والوحدات الصناعية .

- **المعادن الثقيلة** : تشمل الرصاص ، النيكل ، الزرنيخ، البريليوم، القصدير، التيتانيوم ، الفاناديوم، الكادميوم.... الخ، تتواجد في الهواء كمواد صلبة أو بشكل قطرات سائلة أو غازية. تنتج بشكل رئيسي من خلال عمليات التعدين و وسائل النقل.

- **النفايات الصلبة** : من نفايات منزلية ، مخلفات طبية ، صناعية ، زراعية .... الخ.

- **مصادر أخرى** : تشمل حرائق الغابات ،تبخر البنزين و المذيبات ، التلوث الحاصل عن نفايات الفحم من احتراق ركام الخشب و الغابات . [02]

I-2- التلوث البيئي

I-2-1- تعريف التلوث البيئي :

التلوث البيئي هو عبارة عن وجود مادة أو مواد غريبة في أي مكون من مكونات البيئة يجعلها غير صالحة للاستعمال أو يحد من استعمالها. [03]

كما عرفه العالم البيئي *odum* بأنه: أي تغير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي مميز، ويؤدي إلى تأثير ضار على الهواء أو الماء أو الأرض أو يضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك يؤدي إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة. [04]

I-2-2- أنواع التلوث البيئي :

I-2-2- أ- تلوث الهواء (*Air Pollution*):

تعريف تلوث الهواء

يعرف تلوث الهواء بأنه حدوث أي تغيير في تركيب الهواء سواء كان ذلك عن طريق الغازات أو الأدخنة أو الأبخرة أو الرماد أو الأتربة أو الإشعاعات أو غير ذلك. [05]

يصبح الهواء ملوثا عندما تدخل مركبات ضارة إلى الغلاف الحيوي غازات مثل: أول أكسيد الكربون CO ، وثاني أكسيد الكربون CO_2 ، و كبريتيد الهيدروجين S_2H ، وثاني أكسيد الكبريت SO_2 وثاني أكسيد النيتروجين NO_2 ، والكلور Cl ، والفلور F ، ومركباتهما، وكثير من أبخرة المواد العضوية، والصلبة مثل: ألياف الإسمنت، السيليكات وذرات الكربون . [06]

مصادر تلوث الهواء

هناك العديد من مصادر تلوث الهواء، وتقسم المصادر حسب نوعيتها إلى مصادر طبيعية و مصادر ناتجة عن نشاط الإنسان ويصعب أحيانا الفصل بين هذين المصدرين إذ أن ما يصدر عن نشاط الإنسان في منطقة ما قد يدعمه مصدر طبيعي كالرياح إلى منطقة أخرى فيصعب بالتالي تحديد أصل المصدر ففي البلدان الصناعية تقذف المصانع أنواع عديدة من ملوثات الهواء. [07]

ويختلف النوع باختلاف الصناعة، فمنها ما يقذف بالغازات الضارة ومنها ما يقذفها بالغبار الذي يحتوي على الملوثات الصلبة ومن أمثلة ملوثات المصانع الزئبق Hg، وهباب الفحمC، وغبار مصانع الإسمنت، وغاز فلور الهيدروجين HF ،ومركبات الفلور الأخرى والتي تنتجها مصانع الإسمنت والألمونيوم Al. [07]

أضرار تلوث الهواء : [08]

- أمراض الجهاز التنفسي بما في ذلك انتفاخ الرئة و تهييج الخلايا المبطنة للقناة التنفسية ،و تآكل الغشاء المخاطي مما يؤدي لاحتقان الأنف و السعال الشديد.
- يقلل من مناعة الجسم بحدوث أضرار في الجهاز المناعي و العصبي و الغدد الصماء .
- يؤدي إلى اضمحلال طبقة الأوزون وما يليه من مخاطر .
- يؤدي إلى تغيير المناخ و تشكل المطر الحمضي و الضباب.

الأفاق المستقبلية لمكافحة تلوث الهواء : [09]

وتتمثل أهم عناصرها في :

- تطوير طرق مراقبة وقياس نوعية الهواء.
- معالجة النفايات الغازية وتطوير التقنيات عديمة الانبعاثات الغازية.
- التعرف على أنظمة وآليات تفاعل الملوثات مع مكونات البيئة الهوائية.

I-2-2- ب- تلوث التربة (*Soil Pollution*)

تعريف تلوث التربة :

يعرف تلوث التربة بأنه: دخول أجسام غريبة في التربة، ينتج عنها تغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي لها. [10]

مصادر تلوث التربة :

على الرغم من أن الكوارث الطبيعية كالانجراف و التصحر قد تسبب في تلوث الأرض الزراعية، إلا أن الإنسان يعد المسبب الرئيسي في تلويثها وخاصة في العصر الحديث.

التلوث الذي يصيب التربة بأنه يغير من صفاتها وخواصها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية، أو يغير من تركيبها بشكل يجعلها تؤثر سلبًا بصورة مباشرة أو غير مباشرة على من يعيش فوق سطحها من إنسان وحيوان ونبات. [11]

يتلوث سطح الأرض بوجه عام نتيجة تراكم المواد والمخلفات التي تنتج من المشاريع الصناعية بطرح فضلاتها السائلة والصلبة، والتي قد تكون قريبة منه أو بعيدة، فتصبح مكانًا للحيوانات والحشرات الضارة، وتسبب تشويه لجمال المدينة وعدم الاستفادة من تربة تلك المناطق، كما أن الملوثات التي تختلط بالتربة الزراعية تفقدها خصوبتها وتؤثر تأثيرًا سلبيا فيها حيث تتسبب في قتل البكتيريا المسؤولة عن تحليل المواد العضوية وعن تثبيت عنصر النيتروجين، كما أن ارتفاع نسبة الأملاح في التربة عن المعدل يؤدي ذلك إلى تلويثها وإفسادها ويؤثر على الوسط البيئي الذي يمكن للنبات أن ينمو ويعيش ويتكاثر فيه، وتتحول الأرض إلى مناطق جرداء. [11]

أضرار تلوث التربة : [12]

- تؤثر سلبا على صحة الإنسان.
- تُساهم في القضاء على النباتات والحيوانات و تغيرات في بنية الارض .
- خسارة الأراضي الزراعية لقيمتها الإنتاجية للمزروعات أي انخفاض خصوبة التربة .
- افتقار المنتجات الزراعية للمواد الغذائية الضروريّة لجسم الإنسان.

الأفاق المستقبلية لمكافحة تلوث التربة : [13]

وتتمثل أهم عناصرها في:

- التعرف إلى أنظمة وآليات تجدد الخصائص الذاتية للتربة.
- تطوير طرق مكافحة التلوث وحماية التربة.
- تطوير مواصفات قياسية لنوعية التربة لتقدير صلاحيتها الإنتاجية وفق كل محصول.

I-2-3- درجات التلوث البيئي

تختلف درجات التلوث وتتباين مخاطره تبعًا لحجم ونوعية الملوثات التي تطرح في البيئة و يمكن تقسيم درجات التلوث إلى ثلاث مستويات هي : [14]

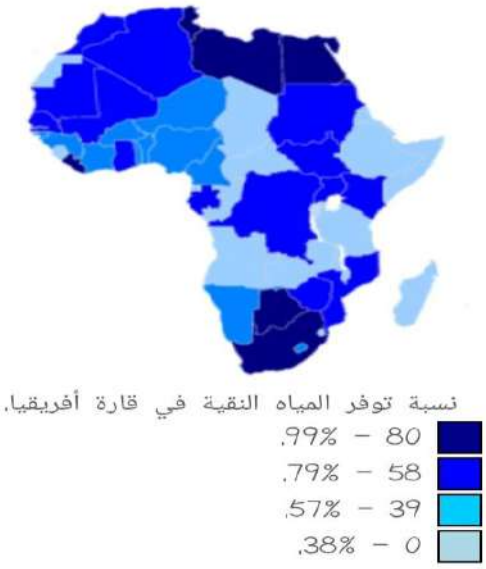
- التلوث غير الخطر: وهو التلوث المتجول الذي يستطيع الإنسان أن يتعايش معه بدون أن يتعرض للضرر أو المخاطر كما أنه لا يخل بالتوازن البيئي وفي الحركة التوافقية بين عناصر هذا التوازن.
- التلوث الخطر: وهو التلوث الذي يظهر له آثار سلبية تؤثر على الإنسان وعلى البيئة التي يعيش فيها ويرتبط بالنشاط الصناعي بكافة أشكاله وخطورته تكمن في ضرورة اتخاذ الإجراءات الوقائية السريعة التي تحمي الإنسان من هذا التلوث.
- التلوث المدمر: وهو التلوث الذي يحدث فيه انهيار للبيئة والإنسان معًا ويقضي على كافة أشكال التوازن البيئي وهو متصل بالتطور التكنولوجي الذي يضمن الإنسان أنه يبدع فيه يومًا بعد يوم ويحتاج إصلاح هذا الخطأ سنوات طويلة ونفقات باهظة.

I-3- تلوث المياه (*Soil Pollution*)

يعتبر التلوث المائي من أهم وأخطر الملوثات البيئية نتيجة الأنشطة السكانية و الزراعية والصناعية المتزايدة خاصة في المناطق القريبة من مصادرها ، مما قلل من خواصها الفيزيائية والكيميائية نتيجة ارتفاع تركيز العديد من الملوثات فيها. [15]

I-3-1- تعريفه

جاء تعريف منظمة الصحة العالمية (*WHO1961*) لتلوث المياه على أنه: هو أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بحيث تصبح المياه اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره. [16]



الشكل (I-01) : نسبة توفر المياه النقية في قارة افريقيا (faris knight own work 13 july 2011)

I-3-2- أنواع التلوث المائي

يمكن تصنيف التلوث المائي إلى:

I-3-2-1- تلوث فيزيائي

ويقصد به التلوث الذي يغير من الخصائص الطبيعية للماء، فيجعله غير مستساغ للاستعمال الآدمي، وذلك عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي .وينتج ازدياد ملوحة الماء في الغالب لازدياد كمية البخار لماء البحيرة أو النهر، خصوصاً في الأماكن الجافة دون تجديد لها، ويؤدي ذلك أيضاً لاكتسابه الرائحة الكريهة أو تغير لونه أو مذاقه. [17]

I-3-2-2- تلوث كيميائي

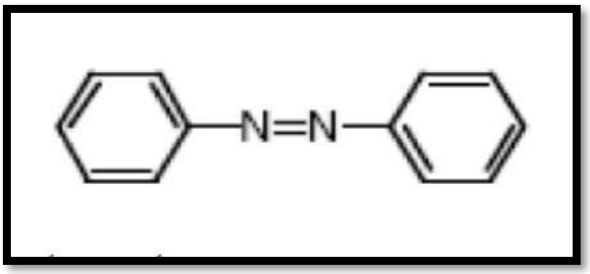
يعتبر التلوث الكيميائي للماء واحد من أهم وأخطر المشاكل التي تواجه الإنسان المعاصر حيث يصبح للماء بسببه – أي الإنسان – تأثير سام نتيجة وجود مواد كيميائية خطرة ، مثل مركبات الرصاص، والزئبق، والكاديوم، والزرنيخ، والمبيدات الحشرية .والتي يمكن تقسيمها إلى نوع قابل للانحلال، ونوع آخر قابل للتراكم والتجمع في الكائنات الحيّة التي تعيش في الماء، مما يمثل خطراً كبيرا عليها، كذلك على متناول الأسماك بسبب تلوثها. [18]

I-3-3- أنواع الملوثات المائية

I-3-3-1- الأصباغ

الأصباغ هي عبارة عن مواد ملونة تستطيع أن ترتبط بطريقة ما بالمواد المراد صبغها وتكسبها ألوانا بحيث لا تتأثر بالغسل والضوء والأوكسجين والحوامض والقواعد . [19]

وتعد أصباغ الازو اكبر مجموعة من الأصباغ المحضرة صناعياً[20] وتمتاز باحتوائها على المجموعة الكروموفورية -N=N- وتختلف أصباغ الازو في ألوانها باختلاف تراكيبها من حيث عدد مجاميع الازو وطبيعة المجاميع المعوضة عليها [21] إذ أن زيادة المجاميع الكروموفورية (الحاملة للون)أو زيادة الوزن الجزيئي تؤدي إلى زيادة شدة اللون. [22]



الشكل(I-02) الصيغة الكيميائية لأصباغ الازو

وتؤثر المجاميع الموضعة على حلقة البنزين الحاملة للمجموعة الكروموفورية على شدة اللون وتسمى هذه المجاميع بالمجاميع الاكسوكرمية، وتعني مقويات اللون وهي مجاميع دافعة للالكترونات وترتب حسب قوة تأثيرها كما يأتي: $-OR < -OH < -NH_2 < -NHR < -NR_2$

وتمنح هذه المجاميع جزيئة الصبغة صفات حامضية أو قاعدية وبذلك تزيد من قدرتها على الاتصال بالمواد المراد صبغها. [22]

وترتبط الأصباغ بالمواد المراد صباغتها إما مباشرة أو بمساعدة مواد تسمى المثبتات .وتتم عملية الارتباط بميكانيكيات مختلفة منها الامتزاز الفيزيائي أو الاحتفاظ الميكانيكي بالصبغة أو قد ترتبط معها بواسطة أواصر تساهمية أو تكون معقدات مع الأملاح أو الفلزات أو بوساطة تكوين المحاليل معها. [23]

ويطلق عادة كلمة صبغة على مصطلحين هما [24] (*Pigments, Dyes*) وتعرف كلمة (*Pigments*) بأنها الصبغات التي تحتفظ بتركيبها البلوري أو الجزيئي خلال عملية استخدامها.

أما كلمة (*Dyes*) فتطلق على الصبغات التي تفقد صفاتها التركيبية خلال عملية استخدامها. [24]

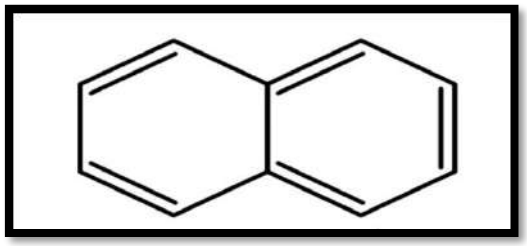
ويستخدم مصطلح (*Dye*) على الأصباغ المستخدمة لتلوين المواد الغذائية والصناعات النسيجية أما (Pigments) فتطلق على الأصباغ المستخدمة في صناعة الحبر ومواد الطلاء و مستحضرات التجميل . [25]

ويوجد نوعان من الأصباغ هما :الأصباغ الطبيعية والصناعية وتعرف الأصباغ الطبيعية على أنها مواد ملونة يتم الحصول عليها من مصادر طبيعية من أصل نباتي أو حيواني أو بصورة مباشرة وتمتاز بضعف ارتباطها بالأنسجة وصعوبة فصلها واستخلاصها من مصادرها الطبيعية . [19] [22]

أما الأصباغ الصناعية فتحضر من مصدرين أساسين هما الفحم والبترول. [23] وتمتاز هذه الصبغات بثباتها وسهولة استعمالها وقابليتها الكبيرة على التلوين كما أنها ارخص ثمناً وأكثر تنوعا . [25] وتنتج هذه الأصباغ سنوياً بكميات كبيرة وبأنواع عديدة تقدر ب (1000) نوع تختلف في تركيبها ومكوناتها، وهي تستخدم بشكل واسع في العمليات الصناعية المختلفة لذلك فان مياه الفضلات الصناعية تحتوي على تراكيز عالية من هذه الأصباغ. [26]

I-3-3-2- المركبات الأروماتية المتعددة

في الكيمياء كلمة العطرية أو الأروماتية , يقصد خاصية كيميائية يكوّن بها الجزيء جزيئا في شكل حلقة ، الحلقة تكون عادة سداسية الشكل حيث تتكون من ستة ذرات من الكربون مرتبطة ببعضها البعض؛ وفي نفس الوقت ترتبط كل ذرة كربون بذرة هيدروجين . أبسط الجزيئات العطرية هو البنزين وصيغته الكيميائية (C_6H_6) وهذا يقال أنه يحدث بسبب حرية دوران الإلكترونات حول ترتيب دائري من الذرات , وتتبادل فيما بينها الوضع الأحادي والثنائي للرابطة التساهمية .(لتوضيح أكثر ,هذه الروابط يمكن أن تلاحظ كتهجين بين الروابط الأحادية والثنائية , فكل رابطة في الحلقة تكون متطابقة مع الأخرى) . ويتكون هذا التصور للبنزين من شكلان بهما رنين , وهما يمثلان تبادل الوضع للروابط الأحادية والثنائية . ويكون البنزين أكثر ثباتا من" الهيكسا ترايين الحلقي " , وهو جزيء نظري . [27]

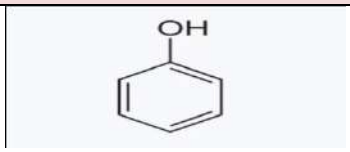
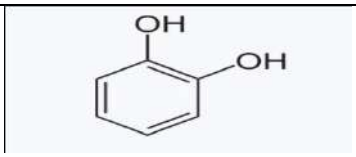
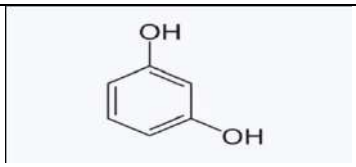
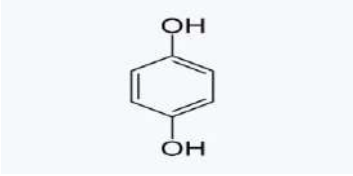


الشكل(I-03) النفثالين ابسط الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات

I-3-3-3- مركبات الفينول

الفينول هو مركب صلب بلوري عديم اللون ذو رائحة قاريّة لطيفة، وغالبًا ما يشار إليها برائحة المشافي . صيغته الكيميائية المجملة C_6H_6O والتي يمكن أن تكتب بالشكل المفصل C_6H_5OH ، وبنيته عبارة عن زمرة الهيدروكسيل مرتبطة بحلقة فينيل، فهو مركب عطري . [28]

جدول (I-01): أمثلة على الفينولات

أمثلة على الفينولات

فينول

1،2- ثنائي هيدروكسي البنزين (كاتيكول)

1،3- ثنائي هيدروكسي البنزين (ريزورسينول)

1،4- ثنائي هيدروكسي البنزين (هيدروكينون)

I-3-3-4- التلوث بمياه الصرف الصحي

أصبحت قضية التخلص من مياه الصرف الصحي(المجاري) من أكبر المشكلات التي تواجه العالم بأسره، لما يترتب على ذلك من أخطار صحية واقتصادية جمة .فهذا النوع من المياه الملوثة يشتمل على العديد من الملوثات الخطرة، سواء كانت عضوية أو مواد كيماوية(كالصابون والمنظفات الصناعية)، وبعض أنواع البكتيريا والميكروبات الضارة، إضافة إلى المعادن الثقيلة السامة والمواد الكربوهيدراتية. [29]

تحتوي مياه الصرف الصحي على بكتيريا كثيرة جداً تسبب أمراضا عديدة، فمثلاً في الجرام الواحد من مخرجات الجسم (عرق أو بول أو براز) يحتوي على 10 مليون فيروس، بالإضافة إلى مليون من البكتيريا. [18] مثال ذلك بكتيريا السالمونيلا التي تؤدي إلى الإصابة بمرض حمى التيفوئيد والنزلات المعوية .وتسبب بكتيريا الشيغيلا أمراض الإسهال، كما تسبب بكتيريا الإيشيرشيا كولاي القيء والإسهال، وقد تؤدي إلى الجفاف خاصةً عند الأطفال .أما بكتيريا اللبتوسبيرا فيترتب عليها أمراض التهابات الكبد والكلى والجهاز العصبي المركزي، أما بكتيريا الفيبريو فتسبب مرض الكوليرا . [30]

وتسبب تلك أنواع البكتيريا وغيرها الأمراض المختلفة نتيجة للتعامل مع المياه الملوثة بالصرف الصحي، سواء بالشرب أو الاستحمام أو حتى تناول الأسماك التي تم اصطيادها من هذه المياه، عوضاً عن الإقامة بالقرب من المسطحات المائية الملوثة، فإنه يمكن الإشارة إلى أمراض شلل الأطفال والحمى الصفراء والجرب والملاريا. [30]

الشكل (I-04) : صورة توضح تلوث المسطحات المائية بمياه الصرف الصحي (discharge pipe from US department of agriculture website)

I-3-3-5- الملوثات النفطية

تعتبر الملوثات النفطية من أكبر مصادر التلوث المائي انتشارا و تأثيرا رغم حداثتها، ويحدث التلوث بالنفط عندما تتسرب المواد النفطية إلى المسطحات المائية خاصةً البحرية منها والتي لم تقتصر على المناطق الساحلية فقط ، بل تمتد لتصل إلى سطح مياه المحيطات وطبقات المياه العميقة. [30]

تتعدد أسباب التلوث النفطي للمياه ، لتتضمن حوادث ناقلات النفط ومنتجاته ، وحوادث استخراج النفط من الآبار البحرية ، خاصةً أثناء عملية فصل الماء عن الزيت فصلا كاملاً ، أو نتيجة تسرب النفط من الآبار المجاورة للشواطئ البحرية ، أو بسبب تلف أنابيب نقل النفط من آباره البحرية للشواطئ، وأيضاً حوادث إلقاء النفايات والمخلفات النفطية في البحر من ناقلات النفط أثناء سيرها؛ خاصةً تلك المخلوطة بالمياه التي استخدمت في غسيل خزاناتها؛ وخاصةً تلك المصاحبة لتفريغ مياه توازن السفن . [29] أو غرق الناقلات النفطية المحمَّلة بالنفط أو اصطدامها بالسفن الأخرى .يحدث التلوث بالنفط كذلك عند التدمير العمدي لآبار النفط البرية والبحرية، كما في حربي الخليج الأولى والثانية، مما أدى لتلوث مياه الخليج العربي بالبترول، وقد أدلت دراسات أن التلوث بالنفط في الخليج يبلغ أكثر من 47 مرة التلوث على المستوى العالمي بالنسبة إلى وحدة المساحة .ويأتي 77 % من التلوث من عمليات الإنتاج البحري والناقلات. [29]

الشكل (I-05) : صورة توضح غرق ناقلة بترول بالقرب من سواحل فرنسا عام 1978 amoco (cadiz1.jpg:mfield)

ومن أضرار التلوث النفطي نذكر الآتي: [29]

- للنفط تأثير سام على الكائنات البحرية عندما تمتصه، فتتجمع المواد الهيدروكربونية المكونة للنفط في الأنسجة الدهنية وكبد وبنكرياس الأسماك، والتي تقتل بدورها الإنسان بعد إصابته بالسرطان .كما تؤثر سلباً على اللافقاريات والعوالق والمحار والثدييات والطيور البحرية والشعاب المرجانية.
- يمتد تأثير التلوث السلبي على المنتجات السياحية الشاطئية.
- تزداد كلفة الحد من التأثيرات السلبية للنفط، أو ما تدفعه الشركات الملاحية من تعويضات نتيجة للتلوث.

I-3-3-6- المخلفات الزراعية

المخلفات الزراعية هي الأسمدة والمبيدات التي يجري تصريفها إلى المجاري المائية إذا ما تركت دون تدوير ,والتي تؤدي إلى تلويث المياه بالأحماض والقلويات والأصباغ والمركبات الهيدروكربونية، والأملاح السامة والدهون والدم والبكتيريا، وبالتالي يضم هذا النوع من المخلفات خليطاً من الملوثات الكيميائية والمبيدات الحشرية والمخصبات الزراعية. [29]

الشكل (I-06) : صورة توضح تلوث مجرى مائي بالمخلفات الزراعية في نيوزيلندا (alan liefting own work 5december 2003)

I-3-3-7- تلوث الماء بالمبيدات

تستخدم المبيدات الحشرية في مجالات الزراعة والصحة العامة للقضاء على الآفات والحشرات، وبصفة عامة يؤدي استخدام المبيدات إلى اختلال التوازن البيئي من خلال تلويث عناصر البيئة المختلفة من تربة وماء ونبات وحيوان بشكل يصعب إعادة توازنها .وتشمل المواقع المعرضة للتلوث بالمبيدات، عن طريق المياه الجوفية والآبار والينابيع والأنهار والبحيرات والخزانات المائية والبرك .وتتلوث مياه الشرب بالمبيدات بأكثر من وسيلة، منها الانتقال العرضي من المناطق المجاورة أثناء عملية الرش، أو من جراء التسرب من الأراضي التي تتعامل مع مبيدات بالتزامن مع حركة الماء، أو يحدث التلوث المباشر باستخدام المبيدات في القضاء على نبات ورد النيل مثلاً الذي ينتشر على صفحة نهر النيل في مصر، وبالتالي تمثل مخلفات المبيدات مشكلة خطيرة سواء بالنسبة لصحة الإنسان؛ من حيث تأثيره على الجهاز التنفسي والجلد والعين، أو باعتباره مهلك للأسماك وضار بالزراعات؛ خاصةً نبات القطن عند ريه بمياه تم التعامل معها بتلك المبيدات في حالة القضاء على ورد النيل مثلاً .كما أنه ضار بالحيوانات المنتجة للبن عند شربها لمياه ملوثة . [31]

هناك تأثيرات صحية ضارة للمبيدات المذابة في المياه التي قد تنتقل إلى التربة وينتج عنها زراعة نباتات ملوثة أو نتيجة تناول الحيوانات لنباتات تمت سقايتها بالماء الملوث أو شربها من الماء الملوث مباشرةً، وهي: [31]

- ظهور أعراض مظاهر الحساسية الصدرية والربو وتصلب الشرايين، وظهور أعراض السرطان .
- تضخم الكبد، وظهور الأمراض الجلدية وأمراض العيون، وحدوث اضطرابات في المعدة .
- فقدان الذاكرة وبعد مظاهر التبلد والخمول .
- تدمير العناصر الوراثية في الخلايا، وتكوين أجنة مشوهة.

ورغم المآسي التي تحيط بالتعامل مع المبيدات، إلا أنه لا يمكن الاستغناء عنها كليّا، لأن ذلك يعني انتشار الحشرات والآفات بصورة مخيفة .ويمكن الامتناع عن استخدام بعض المبيدات لأكثر من 10 سنوات في بعض الأراضي، إلا أن أي نبات يزرع في هذه الأراضي ما زال يحتوي علي بقايا هذه المبيدات. [31]

I-3-3-8- التلوث المائي بالمخصبات الزراعية

أما بالنسبة للتلوث المائي بالمخصبات الزراعية، سواء كانت آزوتية أو فوسفاتية أو بوتاسية ، والتي يتزايد استخدامها نظرا لمحدودية التربة الصالحة للزراعة [32]، والاتجاه نحو التوسع في الزراعة الكثيفة لزيادة إنتاجية الزراعة من الغذاء مع النمو المضطرد للسكان .فمثلاً ينشأ التلوث المائي بالمخصبات الزراعية في حال استخدامها بطريقة غير محسوبة، مما يؤدي إلى زيادتها عن حاجة النبات، فتذوب في مياه الري التي يتم التخلص منها في المصارف، أو تتراكم بمرور الزمن لتصل إلى المياه الجوفية التي ترتفع فيها نسبة مركبات النترات والفوسفات، كما تلعب الأمطار دورا في حمل ما تبقى منها في التربة ونقلها إلى المجاري المائية المجاورة. [32]

تعد المركبات الفوسفاتية من أهم الملوثات المائية، حيث يترتب على زيادة نسبتها في المياه إلى الإضرار بحياة كثير من الكائنات الحية التي تعيش في المياه، وينجم عن الإفراط في المركبات الفوسفاتية أثارا ضارة، منها: [32]

- يتصف هذا النوع من المخصبات بثباته الكيميائي، يبحث يجعله يستمر في التربة لفترة طويلة، فالنباتات والمحاصيل لا تستطيع أن تمتص كل ما يضاف منها إلى التربة. فضلاً عما تتصف به من سمية يجعل استخدامها من الأكثر ضررا على كل من يتعامل من المياه شرباً وزراعة (الإنسان والحيوان)، مما يستوجب عدم زيادة مركبات الفوسفات في مياه الشرب عن حدود معينة تقررها السلطات المحلية المعنية بالأمر.
- تعمل المركبات الفوسفاتية على النمو الزائد للطحالب وبعض النباتات المائية في المسطحات المائية المغلقة كالبحيرات، والتي تستقبل في أغلب الأحيان مياه الصرف الصحي، حتى تصل لحالة تشبع غذائي يؤدي بمرور الزمن إلى خلوها من الأكسجين، وبالتالي القضاء على ما بها من أسماك وكائنات بحرية أخرى.

تسهم مياه الصرف الزراعي ومياه الأمطار والمياه الجوفية بنسبة مركبات فوسفورية إلى المجاري المائية تفوق بكثير تلك التي تحمله مياه الصرف الصحي والملوثات الصناعية. [32]

أما التلوث المائي بمركبات النترات يعتبر من أكبر وأخطر مشكلات التلوث في العالم، ويأخذ أحد عدة أشكال: [32]

- يؤدي الإسراف في استخدام الحمضيات النيتروجينية في التربة إلى زيادة تركيزها في المجاري المائية لودود فائض عن حاجة النباتات، وتتسرب مع مرور الوقت إلى المياه الجوفية، أو تجرفها مياه الأمطار معها إلى المجاري المائية التي يستخدمها الإنسان.
- وجود نسبة عالية من النترات في عديد من النباتات التي تستخدم في تحضير طعام الإنسان
- التوسع في استخدام مركبات النترات والنيتريت كمادة حافظة، سواء في المعلبات الغذائية، أو في بعض أنواع اللحوم المملحة والمحفوظة، انطلاقاً مما تتصف به من خواص مضادة للجراثيم وإضافتها لوناً خاصاً ورائحة مميزة.
- توجد مركبات النيترات بنسبة عالية في بعض أنواع المشروبات مثل الجعة، نتيجة شمول جزء كبير من أيون النترات المستخلص من الشعير إلى أيون النيتريت السام، أثناء تحضير الشراب عن طريق التخمر.

I-3-3-9- التلوث المائي بالمخلفات الصناعية:

يُقصد بالمخلفات الصناعية كافة المخلفات المتخلفة عن الأنشطة الصناعية، خاصةً الصناعات الكيميائية والتعدين والتصنيع الغذائي .وتمثل مخلفات الصناعة خطرا حقيقياً على كافة عناصر البيئة الذي يعد الماء أهم عناصره، وقد ظهر هذا النوع من التلوث بوضوح في سبعينات القرن العشرين .وتعتبر كل من الصناعات التحويلية والصناعات التعدينية المصدران الرئيسيان لملوثات المياه بالفلزات الثقيلة والكيماويات والمنظفات الصناعية .فالمياه تستخدم في الصناعة بصفة رئيسية في تبريد وتنظيف الآلات ومعالجة المواد الخام أو الطعام وغيرها من العمليات التصنيعية المختلفة، مما ينجم عنه ذلك تلويث المياه بمستويات متباينة، ويتم تصريف كميات هائلة من المياه الصناعية يومياً. [18]

يمثل التلوث بالصناعات التعدينية ذات العلاقة بإنتاج الفلزات الثقيلة(كالزئبق والرصاص والكاديوم والزنك) مشكلة كبرى، نظرا لقدرتها على التراكم في الأنسجة الحية، خاصةً الزئبق الذي يعد أكثرها انتشارا وأشدها سميّة وقدرة على التراكم بالأنسجة، فضلاً عن دورها في استهلاك قدر كبير من الأكسجين يزيد 4 أمثال ما تستهلكه مخلفات الصرف الصحي، وهذا بدوره يؤدي لمزيد من قتل الكائنات الحية بالمياه التي تلقى فيها هذه المخلفات. [18]

تساهم عديد من الصناعات التحويلية الأخرى في التلوث المائي، مثل الصناعات الكيميائية وعامل تكرير النفط، والصناعات الدوائية وصناعة الحديد والصلب، والصناعات الورقية والصناعات الغذائية، بجانب محطات توليد الكهرباء .وما يترتب على ذلك من الإضرار بسلسلة الغذاء، من خلال إصابة الأحياء المائية من الأسماك والثدييات بالسرطان، الذي بدوره ينتقل إلى الإنسان، فضلاً عن التأثير السلبي لهذا التلوث على إنتاجية المسطحات المائية من الأسماك .وبصفة عامة تتضح سلبيات التلوث المائي بمخلفات الصناعات التحويلية في الدول المتقدمة أكثر من الدول النامية، وخاصةً الصناعات التعدينية، بالإضافة إلى المناطق المتقدمة صناعياً مثل دول شرق آسيا. [18] كذلك يؤدي إلقاء المواد بلاستيكية في المسطحات المائية إلى قتل الأسماك والطيور والثدييات البحرية، أو إلحاق ضرر بها . فصغار السلاحف البحرية على سبيل المثال تلتهم الأكياس البلاستيكية العائمة ظناً منها إنها قناديل البحر التي تُشكل وجبات لذيذة لها، ومن ثم تموت نتيجة انسداد أمعائها بهذه الأكياس التي لا تهضم .كما أن الطيور البحرية تصطدم عن طريق الخطأ بالخيوط البلاستيكية المستعملة في أدوات صيد الأسماك، مما يتسبب في موتها خنقا. [18]

مراجع الفصل الأول

[01] الدكتور **عايد راضي خنفر**،التلوث البيئي (الهواء–الماء –الغذاء) ،دار اليازوري العلمية للنشر و التوزيع ص69–70

[02] الدكتور **عايد راضي خنفر**، مرجع سابق ص72–97

[03] **احمد السروري** (2014)، مقدمة في كيمياء التلوث البيئي، دار حامد للنشر و التوزيع، الطبعةالأولى (ص65–68)

[04] **علي طيوب**، مساهمة التكاليف البيئية في تحسين الأداء البيئي للمؤسسة الصناعية– دراسة استطلاعية بمجموعة من المؤسسات الصناعية الجزائرية . ، مذكرة ماجستير ، كلية العلوم القتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة المسيلة، 2016، ص 14–15 .

[05] **د.خالد عبد الرحمن ياسين احمد**، دراسة تحليلية لمشكلة التلوث البيئي ومخاطرها على الفرد و المجتمع، جامعة أم القرى.

[06] **محمد عبد السميع النواوى**، صناعة الاسمنت وبعض الطرق للاستفادة من الملوثات الناجمة عنه، مذكرة ماجستير، كلية المعلمين بالرياض، المملكة العربية السعودية، 1422 هـ، ص1.

[07] **محمد عبد السميع النووي**، مرجع سابق، ص1 – 2.

[09] **عيسى محمد الغزالي**، السياسات البيئية، سلسلة دورية تعنى بقضايا التنمية في الأقطار العربية، العدد الخامس والعشرون كانون الثاني/يناير 2004 ، ص7

[10] **حمزة عبد الحليم درادكه، حمزة عبد الرزاق العلوان، مروان محمد أبو رحمه، مصطفى يوسف كافي**، السياحة البيئية، الطبعة الأولى، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان الأردن، 2014 ، ص24

[11] **بوزغاية باية**، البيئة والتنمية البيئة و التنمية بمدينة بسكرة ، مذكرة ماجستير، كلية العلوم الإنسانية و العلوم الاجتماعية، جامعة منتوري قسنطينة، 2008 ص66

[13] **عيسى محمد الغزالي**، مرجع سابق، ص7

[14] **ناظم شعلان جبار**، تحليل البيانات المحاسبية عن الأداء البيئي وأثره في حماية البيئة ووقايتها من التلوث، مجلة القادسية للعلوم الإدارية والقتصادية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة القادسية، المجلد 13 ، العدد 4 ،2011 ، ص 35

[15] **ب العطرة، ط .الزهرة**،" تحضير و تشخيص مادة مازة انطلاقا من مخلفات النخيل(السعف)و تطبيقها في إزالة تلوث الماء بصبغة ازرق الميثيلين "مذكرة ماستر أكاديمي، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة الشهيد حمه لخضر،الوادي، 2019 .

[16]**ع .إبراهيم**،" معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية "أطروحة دكتوراه، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة،. 2015

[17] **ر .كولاس**، تلوث الماء، ترجمة :محمد يعقوب ، منشورات عويدات، بيروت، 1981

[18] **م.ع . القادر الفقي** ،البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ،2006.

[19] **ع.م .رمضان، خ.أ .الغنام** و **أ.ع .ذنون**،" (1991) الكيمياء والتلوث الصناعي"، مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر ، الموصل.

[23] **ج .ك .الخفاجي**،(1999)" الكيمياء الصناعية"، ط 2، جامعة بغداد، ص 167-225.

[27] الموسوعة العلمية الحرة ويكيبيديا https://ar.wikipedia.org ،تاريخ الاطلاع ،14.02.2022،18:01

[29] **ف.م .مصيلحي**، الجغرافيا الصحية والطبية، دار الماجد للنشر والتوزيع، القاهرة،2008 .

[30] **م.ك .عبد العزيز**، الصحة والبيئة – التلوث البيئي والخطر الداهم على صاحتنا، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة،1999

[31] **م .السيد أرناؤوط**، الإنسان وتلوث البيئة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة،1999 .

[32] **أ.م .إسلام**، التلوث مشكلة العصر ، سلسلة عالم المعرفة(152) ، الكويت، أغسطس1990 .

[08] **adel ghorani-azam،bamdad riahi-zanjani،mahdi balali-mood**،"effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in iran" US national libraryof medicine natoinal institutes of health ،retrieved 26.9.2021،edited.

[13] Effects of soil pollution " conserve – energy – future, retrieved 9.12.2019 , View date 13.5.2022 ,16:55 .

[20] **R.F. McMeeking** and **D. Parking**, (1996), “Cambridge structural database”, J. Chem. Inf. Compound Sct., Vol. 36, p. 746.

[21] **S. Anderson**, **W. Clegg** and **H.L. Anderson** (1998), “Crystal structure of an azo dye rotaxane”, Pergamon Press, Oxford, p. 37.

[22] **Anon**, (1971), “The colour index”, 3rd ed., Society of Dyers and Colourists, English and American Association of Textile Chemists and Colourists.

[24] **T. Papenfuhs**, (1976), “Mixtures of azo methine and diazomethine pigment”, Chem. Abst., Vol. 84.

[25] **T.A. Al–Banis**, **D.G. Hela**, **T.M. Sakellarides** and **T.G. Danis**, (2000), “Removal of dyes from aqueous solutions by adsorption on mixtures of fly ashand soil in batch and column techniques”, Global Nest., The Int. J., 2, 3, 237–241.

[26] **A. Pala**, **E. Tokat** and **H. Erkaya**, (2003), “Removal of some reaction dyes from textile processing wastewater using powdered activated carbon”, Processing of the First International Conference on Environmental Research and Assessment, Bucharest, Romania, pp. 114–122.

[28] **khaddami‹ A** et **al** ‹(2013) " techniques for analysis of plant phenolic compounds "molecules 18(2) : 2328 – 75.

الفصل الثاني

المخلفات الزراعية

II-1- مفهوم المخلفات :

مخلفات البيئة أو النفايات أو الفضلات أي مواد زائدة غير مرغوب فيها ، ويمكن أن تعني القمامة أو المهملات ، وفي علم الأحياء يقصد بالمخلفات المواد الزائدة أو السموم التي تخرج من الكائنات الحية . [01]

II -2- تعريف المخلفات الزراعية:

توجد عدة تعريفات للمخلفات الزراعية ونذكر منها :

بصورة عامة على أنها كل ما ينتج بصورة عرضية أو ثانوية خلال عمليات إنتاج المحاصيل الحقلية سواء أثناء الحصاد أو أثناء عمليات الإعداد للتسويق أو التصنيع لهذه المحاصيل ،كما يشمل أيضا فضلات الحيوان والدواجن قبل الذبح أو خلال عمليات الذبح ، وخلال عمليات تصنيع وحفظ منتجات هذه الحيوانات والدواجن. [02]

كما تعرف المخلفات النباتية الحقلية بأنها عبارة عن الأجزاء المتبقية بعد حصاد المحاصيل الرئيسية. [02]

تعرف النفايات الزراعية بأنها المخلفات من زراعة وتصنيع الخام ومنتجات مثل الفواكه والخضروات مثل اللحوم والدواجن، ومنتجات الالبان والمحاصيل. [03]

شكل (II-01): صورة تمثل المخلفات الزراعية

II-3- أنواع المخلفات الزراعية:

هناك العديد من انواع المخلفات الزراعية : [02]

II-3-1- المخلفات الحقلية:

وهي جميع المخلفات التي تنتج على مستوى الحقل وتنقسم إلى: [02]

II -3- 1-1- مخلفات حقلية من أصل نباتي (مخلفات المحاصيل):

وهي جميع المخلفات التي تنتج أثناء حصاد أو جمع أو ضم المحاصيل الحقلية أو أثناء إعدادها للتسويق ومعظم هذه المخلفات تنتج علي مستوى الحقل ولدى المزارعين ، ويمثل هذا النوع من المخلفات الكم الأكبر من المخلفات الزراعية على الإطلاق ،وجميع المخلفات من هذا النوع فقيرة من البروتين وفي قيمتها الغذائية إذا استخدمت بصورتها الخام في تغذية الحيوان ومن هذه المخلفات "قش الأرز، وأتبان القمح و الشعير والفول والعدس والبرسيم والحمص، وحطب الذرة ، وعروش نباتات المحاصيل البستانية والخضر . [02]

II -3-1-2- مخلفات حقلية من أصل حيواني (مخلفات حيوانية):

وهي عبارة عن فضلات الحيوانات والدواجن خلال تواجدها بالمزارع أو محطات الإنتاج وتشمل "فضلات الحيوانات (روث الحيوان) ، وزرق وفرشة الدواجن . [02]

وتتميز هذه المخلفات بارتفاع محتواها من البروتين الخام حيث تصل نسبته إلي حوالي20% وإن كان أكثر من نصف العناصر الموجودة بالمخلفات مواد غير بروتينية مما يحد من استخدام هذه المخلفات في أعلاف الدواجن وإن كان يمكن استخدامها في أعلاف المجترات. [02]

شكل(II -02): صورة تمثل بعض المخلفات الحيوانية ومصادرها

II -2-3- مخلفات التصنيع الزراعي :

وهى كل ما ينتج بصورة عرضية أو ثانوية أثناء عمليات حفظ أو تصنيع المحاصيل الزراعية للأغراض المختلفة سواء كانت هذه المحاصيل نباتية أو حيوانية وتشمل هذه المخلفات أنواع عديدة منها: [02]

II -1-2-3- مخلفات التصنيع الزراعي نباتية المصدر:

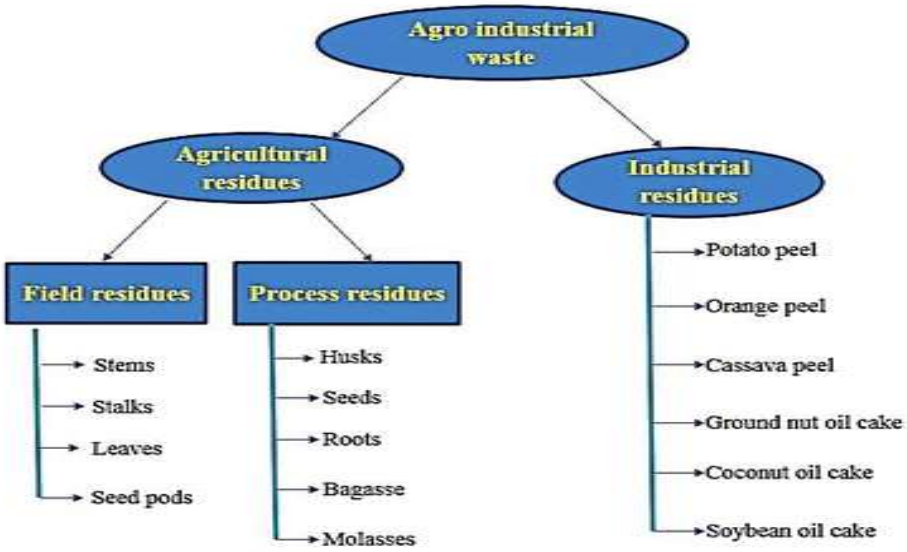
مثل مخلفات المعاصر ومصانع استخلاص الزيوت، ومخلفات المطاحن والصوامع، ومخلفات المضارب و مخلفات صناعة السكر والنشا والجلوكوز. [02]

II -2-2-3- مخلفات التصنيع الزراعي حيوانية المصدر:

وتشمل مخلفات المجازر والسلخانات مثل مسحوق الدم، والعظام، والقرون والحوافر مسحوق اللحوم، والريش، ومخلفات مصانع الألبان ومنتجاتها مثل مخلفات حفظ وتصنيع الأسماك مثل مسحوق السمك. [02]

II -3-3- مخلفات عرضية ومختلطة:

حيث توجد مجموعة أخرى من المخلفات من أصل زراعي ولا يمكن إدخالها ضمن المخلفات الحقلية أو مخلفات التصنيع الزراعي وهى مخلفات أسواق الجملة والمطابخ والمطاعم وهي عبارة عن خليط من المخلفات المتعددة ،والقيمة الغذائية لها غير ثابتة وتخضع لعوامل كثيرة. [02]



شكل(II -03) : مخطط يوضح أنواع المخلفات الزراعية

II -4- مصادر المخلفات الزراعية:

II -4-1- نفايات من نشاطات الزراعية :

إن المناخ الاستوائي مناسب لزراعة المحاصيل ،كما يدعم انتشار الحشرات و الأعشاب الضارة ، وفي هذا الوضع يخلق الحاجة على طلب المبيدات من اجل قتل الحشرات والحماية من انتشار الامراض الوبائية.[04]

هذه النفايات لديها القدرة على عدم التنبؤ بالعواقب البيئة مثل (التسمم الغذائي) ، والأراضي الزراعية الملوثة بسبب المواد الكيمائية التي يحتمل ان تكون دائمة السمية ، وتشكل المحتويات عواقب بيئية خطيرة، التي يتم تخزينها أو دفنها بطريقة خاطئة وبالتالي التاثير على البيئة.[05]

II - 4- 2- نفايات الإنتاج الحيواني :

تشمل نفايات أنشطة الثروة الحيوانية النفايات الصلبة مثل السماد والمواد العضوية ومياه الصرف من الاستحمام الحيونات والحفاظ على الصرف الصحي في المسالخ ، وبالتالي فإن هذا التلوث ناجم عن الإنتاج الحيواني . [05]

عملية نفايات الماشية هي عملية التعفن من المواد العضوية في السماد ، مثل فضلات حيوانية أو الأطعمة الزائدة عن الحاجة. [05]

II - 5- تأثير المخلفات الزراعية على البيئة :

تلعب المخلّفات الزراعية دورًا كبيرًا في انتشار الأوبئة والأمراض لأنها مصدر غذاء لكثير من الكائنات والأحياء الدقيقة المسببة للأمراض مما يُشكل خطرًا على جسم الإنسان وأجهزته مثل نقص مقاومة الجهاز المناعي وأمراض الجهاز التنفسي كالربو وضيق التنفس والاختناق وغيرها. [06]

تعد المخلفات الزراعية مصدر انبعاث الروائح الكريهة، والتي تنتج بفعل تخمّرها من قبل الأحياء الدقيقة وخاصة لأنها تتكون من مركبات وعناصر كيميائية .[06]

يعد الدخان والغبار من نواتج تراكم المخلفات الزراعية الأساسية الأكثر ضررًا على البيئة، إذ يساهم حرقها في تلوث الهواء بنسبة 42% مُشكلًا ما يُعرف باسم السحابة السوداء، وهي إحدى الظواهر

المعاصرة السلبية التي تؤدي إلى الإضرار بتركيبة الغلاف الجوي وتقليل نسبة الأكسجين في الهواء اللازمة لتنفس الكائنات الحية وعيشها. [06]

يُسبب التخلص من المخلفات الزراعية برميها في المسطحات المائية تلوّث مصادر المياه الصالحة للشرب، وذلك لأنها تتسم بفعل المبيدات الحشرية والزيوت والمعادن الثقيلة مشكلة أمراضًا صحية خطيرة بفعل امتصاص الجسم لتلك المركبات. [06]

II - 6- مفهوم إعادة التدوير :

هي عملية إعادة تصنيع واستخدام المخلفات، سواء المنزلية أو الصناعية أو الزراعية، وذلك لتقليل تأثير هذه المخلفات وتراكمها على البيئة، تتم هذه العملية عن طريق تصنيف وفصل المخلفات على أساس المواد الخام الموجودة بها ثم إعادة تصنيع كل مادة على حدى. [11]

II - 7- الطرق المستخدمة في معالجة المخلفات الزراعية:

استخدمت العديد من الطرق الفاعلة والمتطورة في معالجة المخلفات الزراعية مثل التبادل الأيوني، والأكسدة ، وذلك بالاعتماد على بعض من المعدات الخاصة، مثل الفرن الدوار والحرق بالحقن السائل والحرارة المميعة ، وذلك لضمان القضاء على الميكروبات والاحتفاظ بالمادة الممكن الاستفادة منها مجددًا، ولكن ذلك لم يكن بالسهولة المتوقعة فبعد التحديات الكبيرة التي واجهها العالم لمقاومة التلوث والقضاء عليه بكافة أشكاله، كان لا بد من وضع استراتيجيات جديدة تضمن للكوكب الأخضر البقاء على هذه الحال وخاصة بعد أن عرف الإنسان خطورة الأمر، وبالتي سوف نتطرق الى معرفة التقنيات المناسبة لمعالجة هذه المخلفات : [07]

التقنيات المعتمدة:

II - 7- 1- التقنيات المستخدمة في جمع وتجهيز المخلفات:

II - 7– 1-1-الجمع اليدوي:

تتم عملية الجمع في المقام الأول بغرض درس المحصول ، وبذلك تتوفر مخلفات هذا المحصول في موقع معين يمكن تزويده بوحدة التقطيع أو الطحن ،التي يمكن تركيبها على جرار ألة الدراس بعد

الإنتهاء من الدراس أو على أي جرار أخر يمكن توفره ،لكي تتم عملية التقطيع والطحن جنبا إلى جنب مع عملية الدراس ،وبذلك يمكن نقل التبن المطحون بأنواعه المختلفة مباشرة الى مراكز التصنيع . [08]

II - 7– 1-2- الجمع الآلي :

يتم باستخدام آلة جمع الاتبان المربوطة خلف آلة الحصاد الذاتية ، وتقوم برفع بقايا المحصول الناتجة من العملية الآلية كما في حالة القمح أو الفول السوداني وضغطها وكبسها في صورة بالات بالأشكال أبعادها تحددها عملية التخزين ، تمتاز هذه البالات بارتفاع الكثافة الظاهرية لمحتوياتها وانتظام شكل أبعادها ،مما يسهل تدولها ، وزيادة جدوها الاقتصادية . [08]

II - 7-1-3- التقطيع والطحن :

تتم عملية التقطيع والطحن بإستخدام وحدات تعمل بعمود الإدارة الخلفي للجرار الزراعي ،والذي تتروح قدرته بين 40–80 حصانا ، والتي تكون سعتها الإنتاجية من Tn/h(2-0.5) . [08]

وقد تبين أن الوصول بأي من المخلفات الزراعية إلى نهاية مرحلة التقطيع والطحن يعنى تجاوز المرحلة الحرجة التى قد تعوق إمكانية استخدام أي من مخلفات . [08]

II - 7-2-5- النقل:

تعنى الوصول إلى درجة معينة من الكثافة النوعية لمخلفات تختلف تماما عن حالتها الحقلية ،ويمكن اثناء عملية الطحن أن ترفع المواد المطحونة بذات وحدة الطحن مباشرة الى مقطورات التي تقوم بنقلها إلى مراكز التصنيع وحرصا على عدم تكدس المواد المطحونة في مراكز التصنيع وتفاديا لتعرضها للحرائق بسبب التكدس . [08]

II - 7-1-5- التخزين :

يجب توفير مكان المناسب لتخرين المواد عند وصولها لمواقع التصنيع لوقايتها من العوامل الجوية ، كما يجب حمايتها من الأمطار حيث يجب تغطيتها بالمشمعات لتجنب ارتفاع نسبة الرطوبة . ومنه تعتبر هذي مرحلة الأساسية في تحضير المخلفات لإعادة تدويرها واستخدامها مثل صناعة الأعلاف ، صناعة إنتاج طاقة صناعة الورق والكرتون ، صناعة الخشب المضغوط أو الحبيبي . [08]

II - 7-2- التقنيات المستخدمة في معالجة المخلفات الزراعية:

II - 7–2-1-المعاملة الكيميائية:

ومن امثلتها استخدام الأمونيا في تفكيك وحدات الألياف أو المواد الرابطة والصمغية من الخلايا النباتية وبالطبع يمكن إستخدام مواد أخرى كيميائية واكثر فاعلية ، ولكن من سلبيتها الأثار الجانبية ، مثل ما يحدث في حالة استخدام هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$)، وتحتاج هذه المعالجة إلى تقطيع وطحن مبدئي حتى يتساوى التأثير الكيمائي للمياه المستخدمة على أجزاء الألياف والخلايا . [08]

II - 7–2-2- المعاملة البيولوجية:

تعتمد اساسا على استخدام انواع معينة من البكتيريا والخمائر لها القدرة على افراز انزيمات تقوم بهضم المواد اللاصقة بين وحدات الالياف او الخلايا النباتية وبالتالي تصبح المخلفات اسهل في استخدامها كغذاء لمجموعات اخرى من البكتيريا كما انها تعتمد على عدة عوامل منها درجة الحموضة والحرارة ونسبة تركيز الاوكسجين في الوسط الماني الذي تتم فيه المعالجة ألبيولوجية وبالإضافة الى عدة عوامل اخرى مثلا عدد مرات تغير الوسط الماني ونسبة المادة المطلوبة معالجتها بالنسبة لوسط المعالجة ، وسلبية هذه الطريقة محدودية الانتاج والمسطحات الكبيرة التى تحتاجها والمنشات التى يجب ان تتوفر. [08]

II - 7–2-3- طريقة الإشعاع :

تتم المعالجة هذه الطريقة باستخدام مصدر لأشعة (Γ)، وقد وجد أن لها تأثيرا على تفكيك المواد الرابطة بين اوحدات الخلايا ولزيادة كفاءة تأثيرها يتم تفكيك أو طحن مبدئي للمادة المعرضة للإشعاع ، وفي نفس الوقت يتم تحريكها او تقليبها حتى يتساوى تأثر اجزائها بما تتعرض له من اشعاع اي انه يجب ان تخضع الى معالجة ميكانيكية قبل وأثناء تعريضها للإشعاع وهذا بالإضافة الى تحتاجه من عمليات جمع و تقطيع وكبس لرفع كفاءة نقلها الى مواقع المعالجة . [08]

II - 7-2-4- المعالجة بالضغط بالبخار:

تعتبر هذه الطريقة من ابسط الطرق في تكنولوجياتها عن طريقة الإشعاع ، ولكن تتفق معها في أنه لزيادة كفاءة المعالجة يجب أن يتم تفكيك أو طحن مبدئي حتى يتساوى تأثير الضغط والبخار على الأجزاء المختلفة ، ولتقليل الفترة الزمنية المطلوبة ،وبالمثل يجب أن يسبق ذلك كافة عمليات التقطيع والكبس اللازمة لرفع كفاءة نقلها وتخزينها لحين معالجتها . [08]

بعض أنواع الفرامات الصغيرة

شكل(II -04): صورة توضح بعض أنواع الفرامات الصغيرة

II - 8 – طرق الاستفادة من المخلفات الزراعية :

يوجد العديد من مجالات الاستفادة من المخلفات الزراعية :

II - 8 – 1- طريقة تحضير الأسمدة من المخلفات النباتية بالمزارع :

تتم طريقة تحضير الأسمدة من المخلفات بإحدى الطرق الآتية :

II - 8 – 1-1- الطريقة اللاهوائية للمخلفات النباتية :

وفيه تحلل المخلفات النباتية بمعزل عن الهواء في وسط خالي من الأوكسجين حيث يتحول الجزء العضوي من المخلفات النباتية وبواسطة البكتريا اللاهوائية إلى غاز وإلى سماد عضوي وتعتبر عملية التحلل بهذه الطريقة من العمليات البطيئة مقارنة بعملية التحلل عن طريق التحلل الهوائي ويتم الاستفادة من المخلفات الناتجة عن هذا التحلل في عملية التسميد المزارع . [09]

II - 8 – 1-2- طريقة التحلل الهوائي للمخلفات الزراعية :

في هذه الطريقة تحلل المخلفات الزراعية في وجود الهواء وفي وسط غني بالأوكسجين (*O*) الى سماد عضوي ، وفي هذه الطريقة تتحلل المخلفات الزراعية من خلال وضعها في كومات على مساحة $6m^2$ وتترك لمدة 4-6 شهور مع التقليب المتكرر من حين الى الأخر ليتخلل الهواء إلى داخل الكومة وبعد إنقضاء فترة التحلل تستخدم نواتج التحلل في تسميد وتحسين خواص التربة الفيزيائية . [09]

II - 8 – 2- الكمبوست *compost* (الأسمدة العضوية):

II - 8 – 2-1- تعريف الكمبوست *compost* (الأسمدة العضوية):

الكمبوست هو عبارة عن الناتج من التحلل الحيوي(البيولوجي) للمادة العضوية سواء كانت من أصل نباتي أو حيواني بفعل البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة النافعة تحت ظروف بيئية معينة من الدفئ والرطوبة والتهوية الجيدة ، وهناك نوعان من الكمبوست بحسب نظام وطريقة إنتاجه الكمبوست الهوائي الكمبوست اللاهوائى. [10]

II - 8 – 2-2-طريقة تحضير الكمبوست *compost* من المخلفات الزراعية:

تتم بإختيار المساحة المخصصة للكومة على أساس أن 01 طن من السماد يشغل مساحة حوالى $(3\times2)m^2$ وبارتفاع حوالى $1.5m^2$ بالقرب من مصدر مياه الرى وتدك الأرض جيدا لمنع الرشح ويحفر حولها قناة بعرض 20cm عمق 10cm وذلك لتجميع الراشح من الكومة حتى يمكن إعادة استخدامه في رش الكومة مرة اخرى . [12]

توضع طبقة من المحلفات النباتية ومنها قش عرضها m (3-2) وبسمك cm(60-50) ثم توضع فوقها طبقة من المخلفات الحيوانية بسمك cm (15-10) ، أو ترش بخليط من الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية (20 kg سلفات نشادر +5kg سماد فوسفات +100kg سماد عضوي) أو اللقاحات الميكروبية ،ويداس عليها بأقدام العمال لضغطها وتقليل من الحجم . [12]

تكرر هذه العملية مع تناوب المخلفات والضغط حتى يتم كمر كل المخلفات لإرتفاع m (2-1.5) ثم ترش من الخارج . [12]

ترش هذه الطبقة حتى الطبقات بالماء ويلاحظ أن يكون توزيع الماء متجانس . [12]

تكرر هذه الطبقات بالتبادل طبقة مخلفات نباتية فوقها مخلفات حيوانية ثم طبقة مخلفات نباتية فوقها وهكذا حتى ارتفاع m (2-1.5) ، على أن تكون الطبقة الأخيرة من المخلفات الحيوانية أو التربة الزراعية، مع ضرورة ترطيب هذه الطبقات بكمية من الماء المناسب ، ثم بعد الإنتهاء من بناء الكومة ترطب كالكل بكميات مناسبة من الماء مرة كل اسبوع شتاءا ، ومرتين الى ثلاثة مرات صيفا ، كلما لزم الأمر . [12]

يفضل تقليب الكومة مرة كل ثلاثة اسابيع على الأكثر مع ضبط الرطوبة وإعادة بناء الكومة لضمان خلط المكونات وزيادة التحليل ، وهذا يساعد في تهوية قلب الكومة ورفع درجة حرارتها بيولوجيا بعد (72-48)h الى أكثر من(75-55)C° مما يساعد في القضاء على الطفيليات والميكروبات الممرضة وبذور الحشائش . [12]

تأخذ الكومة في الظروف العادية من (3-4) شهور . [12]

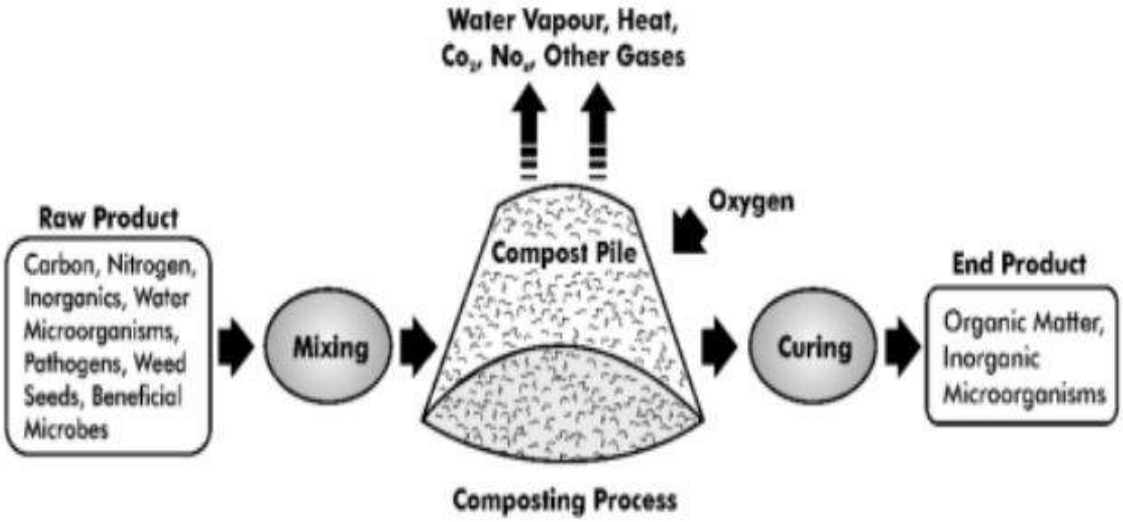
شكل(II -05):صورة توضح كيفية تقليب الكمبوست ***compost***

II - 8 – 3- طريقة تحضير الأعلاف الجافة :

يتم تحضير الأعلاف الجافة بالمزارع بعد انقضاء مرحلة النمو الحضري لمحصول العلف حيث يقوم عمال المزارع بحش الأعلاف وفرشها بالحقل مع تقليبها باستمرار لكي تجف قبل أن يتم جمعها في خطوط متوازية ثم يتم بعد ذلك تجميعها في شكل حزم (بالات) دائرية الشكل تزن كل منها مابين (180- 600) ككجم وبذلك تكون جاهزة للبيع أو حفظها بالمواقع التخزين . [09]

II - 8 – 3-1- فوائد الأعلاف الجافة :

- تحتوي الاعلاف الجافة على نسبة عالية من الألياف والتي تساعد في عملية الهضم بالحيوانات.
- تحتوي الأعلاف على نسبة قليلة من الرطوبة مما يساعد في عملية حفظ وتخزين الأعلاف لفترات طويلة من غير تلف . [09]
- تجميع الأعلاف الجافة وربطها في حزام يساعد في استغلال مساحات التخريب بصورة مثلى. [09]



شكل(II -06): مخطط يوضح طريقة إنتاج الغاز الحيوي

مراجع الفصل الثاني

[01] موسوعة العلمية ويكبيديا https://ar.wikipedia.org/wik 10:30 2022.05.14

[02] **دكتور محمد خليل – دكتور هيثم بيومي على حسن** ، كتاب كفية الاستفادة من المحلفات الزراعية 3. 08:09

[08]المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة تدوير المخلفات الزراعية للاستعمالات الصناعية ومنزلية في دول العربية ، جمهورية سودان – الخرطوم 2006- صفحة 34-36

[09] جهاز ابوظبي للرقابة الغذائية دليل الممارسة رقم 16/2011 ،بشأن إدراة مخلفات المزارع اعتمد من مجلس الإدارة 2011

[10] **م سلطان بن محمد العيد** ، السماد المخمر ، مركز ابحاث العضوية بمنطة القصيم

[12] الموسوعة العلمية المعرفة https://www.elaard.com/64652 تاريخ الاطلاع 14.05.2022 13:30

[03] -Agamuthu, P. Challenges and opportunities in Agrowaste management: An Asian perspective. Inaugural meeting of First Regional 3R Forum in Asia 11 -12 Nov., Tokyo, Japan. 2009

[04] -Dien, B. V. and Vong, V. D.. Analysis of pesticide compound residues in some water sources in the province of Gia Lai and DakLak. Vietnam FoodAdministrator. 2006.

[05] - Hai, H. T. and Tuyet, N. T. A.. Benefits of the 3R approach for agricultural waste management (AWM) in Vietnam. Under the Framework of joint Project on Asia Resource Circulation Policy Research Working Paper Series. Institute for Global Environmental Strategies supported by the Ministry of Environment, Japan, 2010.

[06] How do agricultural wastes harm the environment?", quora Retrieved 2019.11.2. Edited

[07]Treatment, Storage, And Disposal", britannica, Retrieved 2019-11- Edited.

[11] professor **ibrahim saliman**, professor of Agrioultual, Eoonomics faculty of ageiaulture zagazig, Univeresity, Zagazig, Egypt,2017/02/13 .

الفصل الثالث

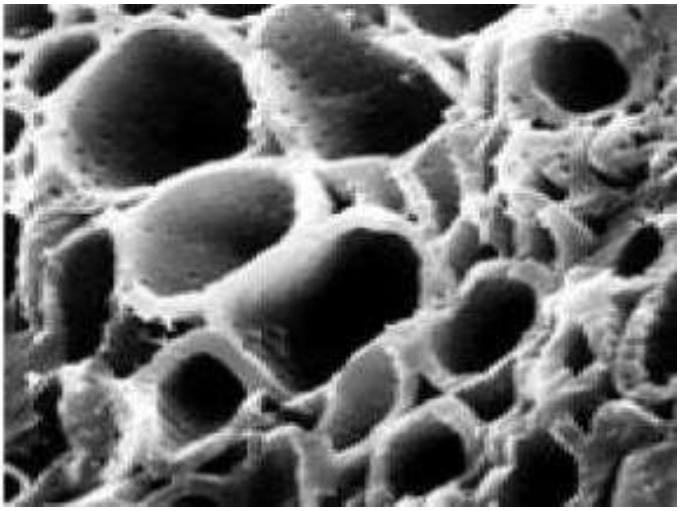
الكربون النشط

III-1- تعريف الكربون النشط:

يحتل الكربون النشط موقعا متقدما في الأسواق التجارية بسبب الخصائص الفريدة التي يتمتع بها و كلفة إنتاجه المنخفضة إذا ما قورن مع المواد المازة اللاعضوية.[01]

ويعرف الكربون النشط بأنه مادة صلبة مسامية تمتلك مساحة سطحية داخلية كبيرة و تركيبا مساميا متطورا و إن إمتلاكه لهذه الصفات جعل منه مادة ذات سعة امتزاز عالية للعديد من المواد الكيميائية الغازية منها و السائلة.[02]

و حضر الكربون النشط بداية القرن العشرين من قشور جوز الهند، إلا أن ازدياد الطلب عليه و محدودية الكميات المتوفرة من هذه القشور دفع المصنعين إلى محاولة تصنيعه من مواد عضوية أخرى حيث استخدم كل من الفحم الحجري و قطران الفحم و أنواع مختلفة من الأخشاب و البوليميرات و المواد الإسفلتية فضلا عن مواد أخرى مختلفة.[02]



الشكل(III-01):الهيكل المسامي للكربون النشط. [02]

III-2- تصنيع الكربون النشط:

يستخدم لتحضير الكربون النشط أنواع متعددة من المواد العضوية الكربونية كمواد أولية و منها الخشب، العظام، الفحم البني الداكن، قشور جوز الهند، الرماد الورقي الأسود، المخلفات النفطية الثقيلة، المواد نصف المتفحمة، السكر، و الترسبات العضوية الناتجة من معاملة مياه الصرف الصحي ، فضلا عن إنتاجه من بعض المواد المصنعة مثل البوليميرات العضوية المختلفة و تفضل المواد ذات المحتوى الكربوني العالي في صناعة الكربون النشط ، أما المواد الأخرى ذات المحتوى الكربوني القليل و الواطئ

فتمر بعملية كربنة حيث تسخن المواد الأولية بمعزل عن الهواء إلى درجة حرارة بين (400 −500C°) لتخلص الكربون من بعض المواد الداخلة في تركيبه التي تتحول بدورها إلى مواد متطايرة ، بعد عملية الكربنة تأتي عملية التنشيط التي تعمل على زيادة الكفاءة الإمتزازية للكربون.[03]

فقد تمكن (**Poirre et eol**)[04] من تحضير الكربون النشط من الفحم الحجري، و ذلك بمفاعلته مع محاليل قاعدية من *NaOH* و *K* ، و بعد ذلك يتم تنشيط الكربون الناتج عند درجة حرارة تتراوح بين (950−1000C°) بوجود غاز الارغون *Ar* ، وأظهر الكربون النشط المحضر صفات إمتزازية و مساحة سطحية جيدة.

و درس (**Zhougfu**)[05] تحضير الكربون النشط من الفضلات الناتجة من صناعة الفورفورال(هو مركب عضوي ألدهيدي سائل عديم اللون لونه يتحول للأصفر عند تعرضه للهواء و يدخل في صناعة البلاستيك... ، صيغته الكيميائية $C_5H_4O_2$ و رائحته تشبه رائحة اللوز)، اذ أخذ هذه الفضلات و جففها عند (80−200C°) لمدة 2−8h ، بعد ذلك أجرى عليها عملية الكربنة عند (300−500C°) لمدة 1/2−2h ، ثم تنشيط الناتج عند (800 −1000C°) باستخدام بخار الماء.

و حضر (**Hong et al**)[06] الكربون النشط من مخلفات النبتات الفطرية بواسطة التنشيط الحراري بالميكروويف و باستخدام كاربونات البوتاسيوم K_2Co_3 بطاقة إشعاع 530*W* بزمن 16min.

و حضر (**Lin et al**) [07] الكربون النشط من المخلفات الصلبة لمياه الصرف الصحي بالتنشيط الكيميائي بدرجة 600C° و بوجود هيدروكسيد البوتاسيوم *KOH* و كلوريد الزنك $Zn\ Cl_2$ مع حامض الفوسفوريك .

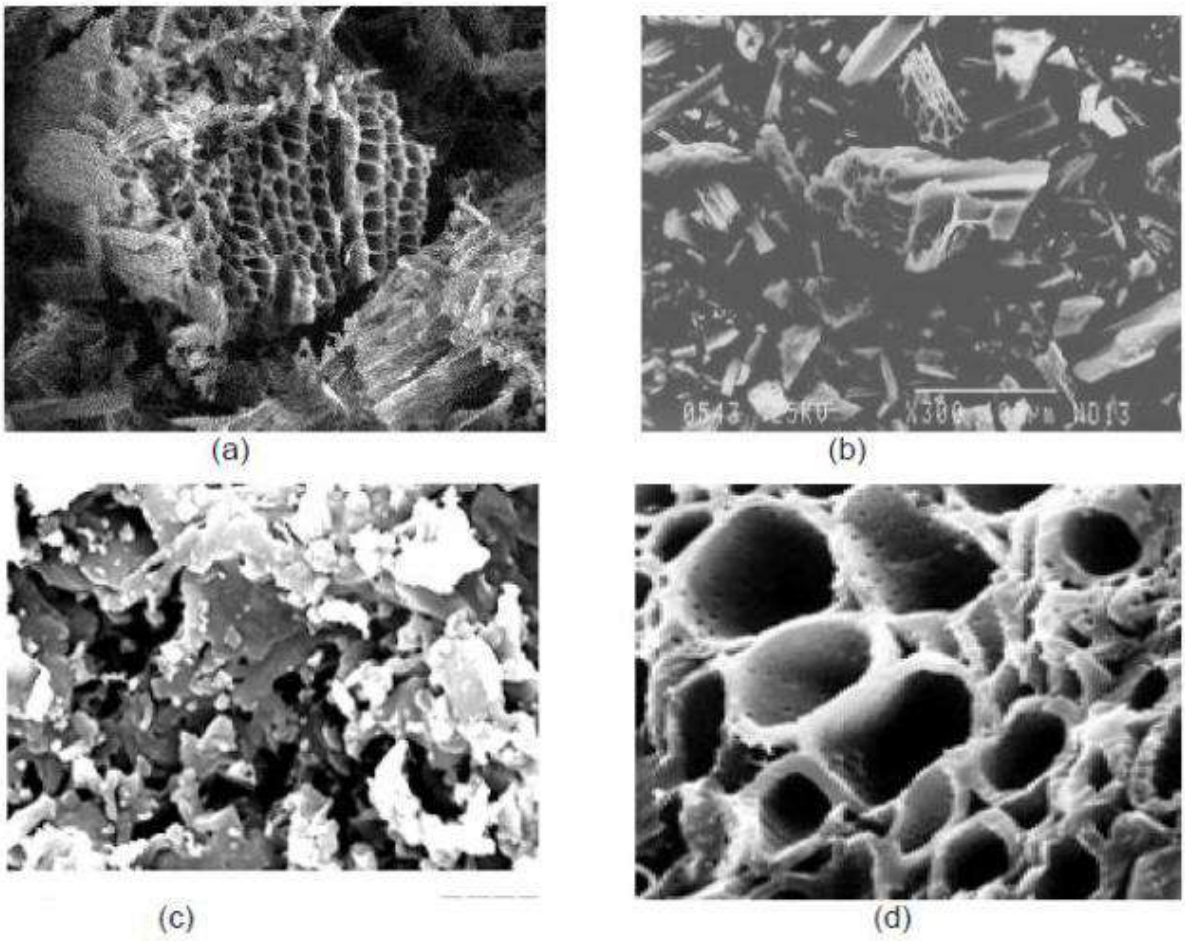
و حضر (**Zhong et al**)[08] الكربون النشط من قشور الفول السوداني بالتسخين بالميكروويف بطاقة 500.7w بزمن 9.8min و بوجود حامض الفوسفوريك.

و حضر (**Foo**)و(**Hameed**)[09] الكربون النشط من المخلفات الصلبة لصناعة الديزل الحيوي(وقود يعتمد على الزيت النباتي) *Biodiesel* باستخدام التسخين في الميكروويف و باستخدام هيدروكسيد البوتاسيوم *KOH* كعامل تنشيط.

في حين حضر **الغنام و جماعته** الكربون النشط من أشجار التوت عن طريق استعمال نسب مختلفة من هيدروكسيد الصوديوم عند درجات حرارة (50 ±550c°) لمدة 3h و اظهر الكربون النشط المحضر خواص امتزازية جيدة.[10]

و في دراسة اخرى تمكن ***(Jaguarbe et a/)*** من تحضير الكربون النشط من مخلفات قصب السكر و خشب البابا سو و قشور جوز الهند و ذلك بكربنتها بدرجات حرارية مختلفة و تنشيط الكربون الناتج حراريا.[11]

كما حضر **رمضان** و **جماعته** الكربون النشط من مخلفات أشجار الكوكس الحاوية على كميات كبيرة من المركبات الفينولية و اللكنينية ، اذ ان الأشجار تمتاز بصلابة فائقة و تم اختيار هذا النوع من المصادر لغرض انتاج كربون نشط ذي قابلية امتزاز عالية يصلح للأغراض الطبية.[12]



الشكل(III-02): أشكال مختلفة لمسامات الكربون النشط المحضر من مواد مختلفة.[02]

(a)الفحم ،(b)الخشب ،(c)قشور الأرز،(d)جوز الهند

III-3- أنواع الكربون النشط:

III-3-1- الكربون المنشط المسحوق :

عبارة عن كربون منشط مطحون حجم الجسيمات أقل من 1mm و متوسط القطر يتراوح (0.15−0.25mm)، يستخدم عادة في تطبيقات المرحلة السائلة كإزالة الدهون و الزيوت و السوائل العضوية و التحضيرات الدوائية[13] ،كما يستخدم بشكل أفضل لمعالجة السوائل من الملوثات المسؤولة عن اللون ، الذوق و الرائحة... من سلبياته أنه يصعب التعامل معه و استعادته.[14]

الشكل(III-03):الكربون النشط المسحوق.[15]

III-3-2-الكربون المنشط الحبيبي:

عبارة عن جزيئات ذات أشكال غير منتظمة يتراوح حجم دقائقها بين (1.5−2.5mm) و قطر مسام صغير يستتخدم لإمتزاز الغازات و الأبخرة السامة لذلك يستخدم في الأقنعة الواقية من الغازات ،هذا النوع قابل للتجديد. [16]

الشكل(III-04):الكربون النشط الحبيبي.[15]

يتم تطبيق الكربون المنشط الحبيبي بشكل أساسي في الحالات التالية:

- ✓ المعالجة بامتصاص ملوث معين: المبيدات الحشرية ، المذيبات المكلورة
- ✓ إزالة الكلور
- ✓ التقليل من الطعم والروائح
- ✓ الوسط البيولوجي: النترتة، إزالة الحديد ، إزالة المغنيز[17]

III-3-3-الكربون النشط المقذوف:

يحضر هذا الصنف من قذف كمية من الكربون النشط بشكل مسحوق داخل شكل اسطواني فتنتج كتلة من الكربون النشط بقطر يتراوح بين (1.30−0.8mm) ويستخدم في تطبيقات الامتزاز في الطور الغازي.[18]

الشكل(III-05):الكربون النشط المقذوف.[15]

III-3-4-الكربون النشط المغلف بالبوليميرات:

يحضر من تغليف الكربون المنشط المسامي بمواد بوليمرية لتعطي غلافاً صقيلاً ناعماً نفاذا بحيث لايسمح بحدوث انسدادات للمسامات.ويستخدم في عمليات الترشيح.[18]

الشكل(III-06):الكربون النشط المغلف بالبوليميرات.[15]

III-5-3-الكربون النشط بشكل مناخل جزيئية:

يمتلك هذا الصنف من أصناف الكربون النشط هيئة على شكل مناخل جزيئية ويحوي هذا النوع على نسبة عالية من حجوم المسامات الصغيرة مقارنة مع المسامات الأخرى، ويستخدم هذا النوع في فصل الغازا ت مثل فصل النتروجين و الأوكسجين في درجة حرارة الغرفة. [19]

الشكل(III-07):الكربون النشط بشكل مناخل جزيئية. [15]

III-4-العوامل التي تؤثر على نشاط الكربون النشط: [17]

- ✓ تركيز المركب المراد إزالته (كلما زاد لتركيز زاد إستهلاك الكربون)
- ✓ وجود مركبات عضوية أخرى تنافس مواقع الامتزاز المتاحة
- ✓ درجة الحموضة الماء *pH* (يتم إمتصاص المركبات الحمضية بشكل أفضل)
- ✓ درجة حرارة الماء (كلما انخفضت درجة الحرارة كانت قدرة الإمتصاص أفضل)

III–5-عمليات تصنيع الكربون النشط:

الكربون النشط يصنع بالتحلل الحراري للمواد الكربونية من مصادر نباتية مثل الخشب, الفحم، وأغلفة الثمار الصلبة أو البوليميرات المصنعة مثل الحرير الصناعي ... [20]

وتشمل عمليات تصنيع الكربون المنشط أساساً على اختيار المواد الخام والكربنة والتنشيط:

III-5-1-المواد الخام:

معظم المواد العضوية الغنية بالكربون التي لاتنصهر في عملية الكربنة يمكن أن تستخدم كمادة خام لتصنيع الكربون النشط، وهنالك عدة عوامل يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار المادة الأولية للتحضير من الناحية الصناعية وهي:

- ✓ محتوى كربوني عالي
- ✓ تحتوي كميات قليلة من المواد اللاعضوية (أي بمعنى محتوى الرماد واطئ)
- ✓ عالية الكثافة وكميات قليلة من المواد المتطاير
- ✓ موادة ومتوفرة و رخيصة الثمن
- ✓ قابلة لتنشيط

و تتفاوت خواص الكربون المحصل عليه من عملية التحليل الحراري باختلاف طبيعة المواد الأولية المستخدمة في تحضيره و الجدول **(III-01)** يوضح خصائص المواد الخام التقليدية التي تستخدم في تصنيع الكربون النشط. [21]

الجدول (III-01): خصائص المواد الخام المختلفة التي تستخدم في تصنيع الكربون النشط.

المادة الخام	محتوى الكربون %	المواد الطيارة %	الكثافة(g/cm^3)	محتوى الرماد %	بنية الكربون النشط
الخشب اللين	45–40	60–55	0.5–0.4	1.1–0.3	لين،حجم مسامي كبير
الخشب الصلد	42–40	60–55	0.8–0.55	1.2–0.3	لين،حجم مسامي كبير
اللكنين	40–35	60–58	0.4–0.3	–	لين، حجم مسامي كبير
أغلفة جوز الهند	45–40	60–55	1.4	0.6–0.5	صلب، حجم مسامي كبير
ليكنايت	70–55	40–25	1.35–1	6–5	صلب، حجم مسامي صغير
الفحم الطري	80–65	30–25	1.5–1.25	2.12	متوسط الصلابة
الفحم شبه صلب	75–70	15–1	1,45	15–5	صلب، حجم مسامي كبير
الفحم الصلب	95–85	10–5	2–1.5	2,15	صلب، حجم مسامي كبير

III-5-2-الكربنة:

إن الخطوة الأولى في المعالجة الحرارية للمواد الخام هي إزالة الهيدروجين و إزالة العناصر غير الكربونية و المواد المتطايرة و تتم عملية الكربنة بتعريض المادة الأولية إلى مصدر حراري عند درجة حرارة تتراوح بين(400−850C°)، و تؤدي إلى تغيير غير متجانس في التركيب الداخلي مما يؤدي إلى ترك مسامات.[22]

III-5-3-التنشيط:

تتم عملية التنشيط عادة في درجات حرارة تتراوح بين(600−1200C°) إذ تعمل على زيادة الكفاءة الإمتزازية للكربون النشط ، و دائما يستخدم التنشيط كدلالة إلى العمليات التي تنتج كربونا نشطا او فعالا تكون له قدرة على إمتزاز بعض المواد فيزيائيا أو كيميائيا ، و إن الهدف الرئيسي لعمليات التنشيط هو زيادة عدد المسامات بالنسبة لوحدة المساحة و ينتج عنه زيادة المساحة السطحية النهائية و يقسم إلى التنشيط طريقتين : [23]

III-5-3-1-التنشيط الفيزيائي:

تتم عبر تعريض المادة الكربونية إلى درجات حرارة تتراوح بين(600−1000C°) و بوجود غازات منشطة و مناسبة مثل: بخار الماء أو CO_2 أو الهواء إذ تؤدي هذه العملية إلى فتح مسامات الكربون نتيجة طرد المواد الملتصقة بسطحه.[23]

III-5-3-2-التنشيط الكيميائي:

تتم بتشبيع المادة الكربونية بنوع واحد أو أكثر من عوامل التنشيط الكيميائي مثل (كلوريد الزنك، الكربونات القلوية ، الكبريت ، حمض الكبريتيك ،حمض الفوسفوريك .....) بعد ذلك تعامل المادة الكربونية معاملة حرارية إذ تؤدي هذه العملية إلى إزالة الماء كما تؤدي إلى إحداث بعض التغيرات في التركيب الكيميائي للكربون نفسه مؤديا إلى تكوين كربون ذو فعالية تجاه بعض أنواع المواد الكيميائية المعينة. [24]

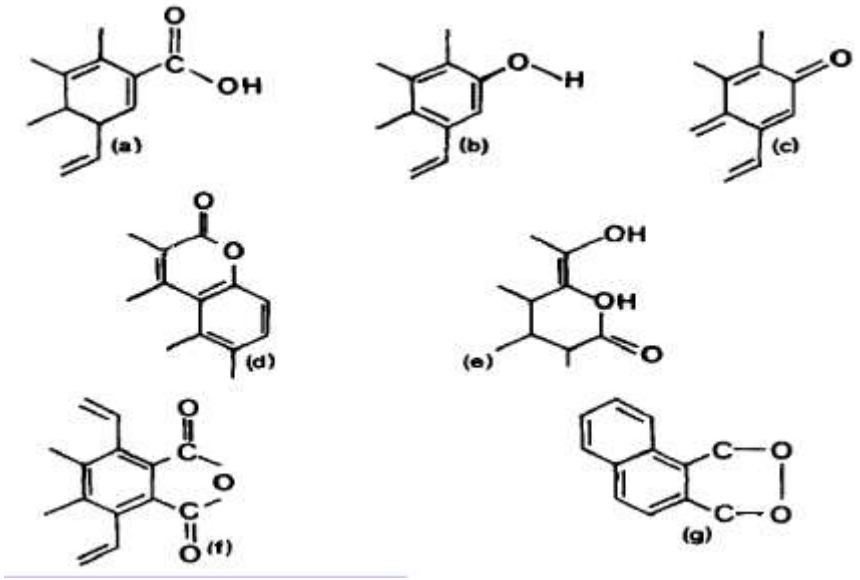
III–6-معقدات السطح الأكسجينية:

يتميز سطح الكربون النشط بامتلاكه نسبة من المواقع الفعالة غير المشبعة عند حافة الطبقات الكرافيتية وكذلك فإن وجود العناصر الهجينية *(O,S,N)* تقدم مواقع فعالة على سطح الكربون. [25]

هناك العديد من الغازات يمكن أن تمتز على سطح الكربون النشط إمتزازا فيزيائيا كالنتروجين ، على عكس الإمتزاز الكيميائي للأوكسجين الذي يصعب إزالته من السطح و تتم الإزالة عادة بالتسخين الشديد لطرد الأكسجين على شكل أكاسيد CO, CO_2 و تؤدي هذه الإزالة إلى خسارة في الكربون ، حيث ينتج من اتحاد الأوكسجين و الكربون معقدات ذات الصيغة (C_xO_y) . [26]

تقسم معقدات السطح الأوكسجينية إلى نوعين رئيسين هما: [27] [28]

- ✓ اكاسيد حامضية والتي تتكون عند تعرض سطح الكربون إلى غاز الأوكسجين عند درجة حرارة بين (200–500C°) او بفعل المحاليل المؤكسدة و يسمى هاذ النوع من الأكاسيد ب *L-Carbon*.
- ✓ اكاسيد قاعدية و التي تتكون عند تعرض الكربون إلى غاز الأكسجين أثناء عملية التبريد في درجة حرارة مختلفة بعد عملية التنشيط و يسمى *H-Carbon*.

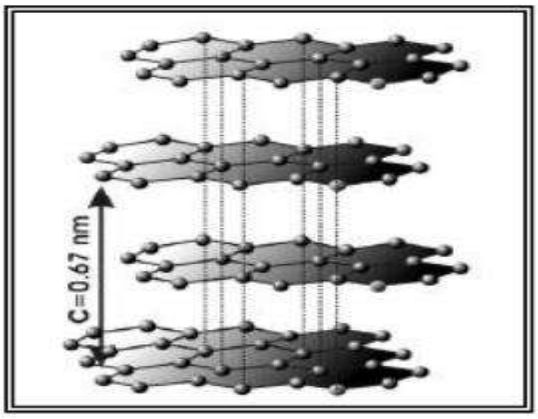


الشكل(III-08):الأسطح الأكسجينية التي يحتمل وجودها على سطح الكربون النشط.[29]

(a) carboxylic acid (b) phenolic hydroxyl (c) quinone-type carbonyl groups (d) normal lactone (e) fluoreacein-typ lactones (t) carboxylic acid anhydrides (g) cyclic peroxides

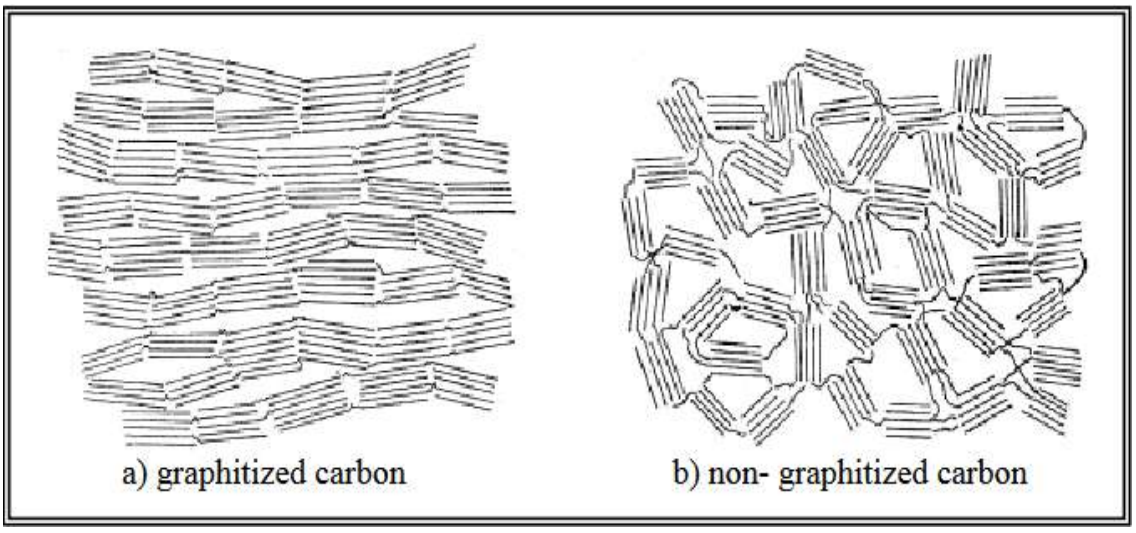
III -7- التركيب الجزيئي والبلوري للكربون النشط:

يتشابه التركيب الجزيئي لكل من الكربون المنشط والكرافيت من حيث عدد الطبقات إذ أن كل طبقة بحد ذاتها مكونة من حلقات سداسية مندمجة مع بعضها.



الشكل(III -09):تركيب الكرافيت.[30]

كما يوجد تركيباً معيناً للكربون المنشط وبنوعيه المتشابه والمختلف عن تركيب الكرافيت وكما هو مبين في الشكل التالي.



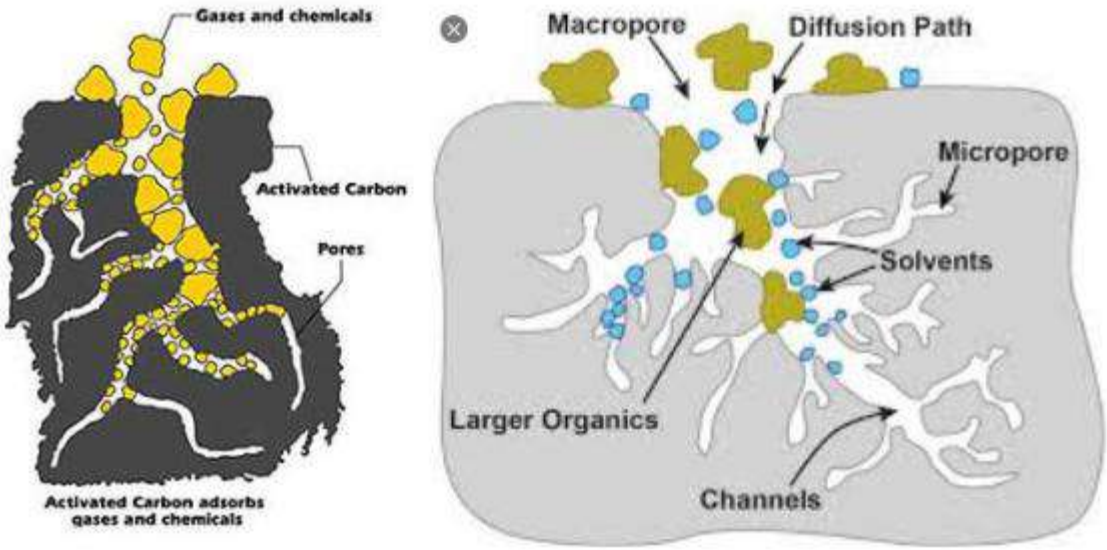
الشكل(III-10):تركيب الكربون النشط.[30]

و قد أوضحت دراسات عدة أن الكربون النشط غير منظم بسبب عدم التجانس في طول الرابطة *(C-C)* على سطح البلورة و التي تنهدم و تنهار خلال عملية التنشيط التي تتم تحت ظروف قاسية تؤدي إلى تكسير الروابط أي من خلال الانقلاب من الحالة المنتظمة البلورية إلى الحالة غير البلورية منتجة بذلك مركباً يحتوي على تراكيب مسامية ذات مساحة سطحية كبيرة. [30]

و يمكن تقسيم التراكيب المسامية في الكربون النشط إلى ثلاثة أقسام كما موضح في الجدول الآتي و الأشكال:

الجدول(III-02): نوع المسامات و قطرها. [29]

نوع المسامات	القطر
المسامات الدقيقة *Micro pores*	<2nm (20A°)
المسامات الانتقالية *Meso pores*	50−2nm (500−20A°)
المسامات الكبيرة *Macro pores*	>50nm (>500A°)



الشكل(III-12): يوضح تركيب المسامات في الكربون النشط. [29]

III-8-طرق إعادة التنشيط:

III-8-1-إعادة التنشيط الحراري:

تتم هذه العملية عبر تسخين الكربون النشط المستهلك في فرن دوار خاص و باستخدام درجات حرارة تتراوح بين(870-980C°) و لمدة 30min مع إمرار تيار من بخار الماء.[31]

III-8-2-إعادة التنشيط البخاري:

تستخدم في حالة كون المادة الممتزة تتطاير بسهولة من سطح الكربون النشط ، و تتم هذه العملية عبر إمرار البخار ، إذ يحصل تطاير للمواد العضوية الممتزة من بخار الماء.[32]

III-8-3-إعادة التنشيط الكيميائية:

يتم فيها غسل الكربون النشط المستهلك بمواد كيميائية أو بأحد المذيبات العضوية ، تستخدم لتجديد حبيبات الكربون النشط عدة مرات مع فقدان القليل من سعة الإمتزاز.[33]

III-8-4-إعادة التنشيط البيولوجية:

تستعمل هذه الطريقة للتخلص من البكتيريا الممتزة على سطح الكربون النشط ، و هي قليلة الإستعمال. [34]

III-8-5- إعادة التنشيط الكهروكيميائية:

إن إعادة التنشيط الكهروكيميائية للكربون النشط المستهلك هو ممكن عملياً على نطاق المختبر كما تم تحقيق كفاءة تجديد تصل إلى 80% للكربون المحمل بالفينول أو المواد العضوية الطبيعية. [35]

III-8-6-إعادة التنشيط باستخدام الموجات فوق الصوتية:

هذه الدراسة قام بها (***Lim et al***) حيث تم تسليط موجات فوق صوتية بحدود ($20kHz$) لتجديد الكربون النشط الحبيبي و لمدة ساعة و كانت كفاءة التجديد حوالي (34-43%) و هي مشابهة للنتائج التي أعطتها إعادة التنشيط الكيميائية و الحرارية. [36]

الشكل(III-13):أكبر مصنع للتنشيط في العالم (بلجيكا). [29]

III-9-التطبيقات المختلفة للكربون النشط:

- إزالة الرائحة واللون والطعم بالإضافة إلى إزالة الشوائب العضوية الغير المرغوب فيها من المياه المعالجة الناتجة عن معالجة المياه المنزلية والصناعية.
- استعادة المذيبات.
- تنقية الهواء في المناطق المزدحمة كالمطاعم والمشافي.
- التحكم بتلوث الهواء عن طريق إزالة الغازات والأبخرة الضارة وإزالة بعض الملوثات المعقدة مثل المبيدات والفينول والزيوت المعدنية.
- في صناعة السكر لتنقية محلول السكر من الشوائب والألوان والحصول على بلورات نقية.
- يستخدم بشكل فعال لأغراض العزل.
- يستخدم الكربون المنشط لإزالة الأمونيا من حمض الخليك.
- ويستخدم بشكل واسع لامتزاز انبعاثات الزئبق من محطات الطاقة العاملة بالفحم ومحارق النفايات الطبية.[30]

مراجع الفصل الثالث :

[10] **الغنام خ.أ.، حمدون ع.أ.؛ عويد خ.أ.**،(2004)،"تحضير كاربون منشط من أشجار التوت (Morus nigra) بالمعالجة الكيميائية" ، المجلة القطرية للكيمياء ، العدد13.ص26-33.

[12] **رمضان ع.م.؛ غزال ر.ي.؛ الحيالي ق.س.**،(2005)،"تحضير الكاربون المنشط من مخلفات أشجار الكوكس باستخدام الكربنة المحورة و التنشيط الحراري الكيميائي "المجلة القطرية للكيمياء ، مجلد 18، العدد19، ص 161-169.

[13] **عمر موسى رمضان ، قيدار سالم جرجيس ، رغيد يوسف غزال**، تحضير الكربون المنشط من مخلفات أشجار الكوكس باستخدام الكربنة المحورة و التنشيط الحراري الكيمياوي ، قسم الكيمياء / كلية التربية،جامعة الموصل،2005،ص162.

[24] **الدبوني ع.ع.**،(1991)،"مقدمة في البتروكيمياويات"ط1،جامعة الموصل،ص322-307.

[31] **ياسين ل.ق.**،(1991)،"إنتاج الكاربون المنشط من مصادر نباتية"،رسالة ماجستر، جامعة الموصل.

[32] **داؤد أ.ح.**،(1990)،"تحويل المخلفات المطاطية إلى كاربون منشط بمفاعلتها مع عنصر الكبريت و إجراء بعض الدراسات على الكربون المحضر "،رسالة ماجستير،جامعة الموصل.

[1] **Marsh,h.**,(2006),"ActivatedCarbon"1st. ed FranciscoRodriguez_Reinoso, pp 16, 182, 183

[2] **Jabit N.B.**,(2007),"The Production and Characterization of Activated carbon Using Local Agricultural Waste Through Chemical Activation Process ",M.Sc Thesis,University of USM.

[3] **Baharudin, B. V**. and **Hoi, W. K.**, (1987), "The Quality of Charcoal From Various Types of Wood", Fuel, Vol.66, p.1305.

[4] **PoirreE.,Addoum A., Addoun F., Donnet J**. **and Ehrburger P**., (1986), "Activated carbon from carbonization of coal'', J. Fuel, Vol. 85, p. 1447-1449.

[5]**ZhongfuL**., (1989), "Baqi activated carbon factory'' Faming ZhunliShenqingGonkaishoumingshuCN87,103,293(C1.C01B31/08) Chem. Abst. 1571066, 110,18.

[6] **Hong Xiao** , **Hong Peng**, **Shihuai Deng**, **Xinyao Yang**, **Yanzong Zhang**, **Yuanwei Li** , (2012) "Preparation of activated carbon from edible fungi residue by microwave assisted K2CO3 activation- Application in reactive black 5 adsorption from aqueous solution" Bioresource Technology Vol.111 , P. 127–133.

[7] **Q.H. Lin, H. Cheng**, **G.Y. Chena** , (2012) , "Preparation and characterization of carbonaceous adsorbents from sewage sludge using a pilot-scale microwave heating equipment" , Journal of Analytical and Applied Pyrolysis , Vol.93 , P. 113–119.

[8] **Zhuo-YaZhong, Qi Yang, Xiao-Ming Li , Kun Luo, Yang Liu**, and **Guang-Ming Zeng**, (2012), "Preparation of peanut hull-based activated carbon by microwave-induced phosphoric acid activation and its application in Remazol Brilliant Blue R adsorption" , Industrial Crops and Products , Vol.37 , P.178– 185.

[9] **K.Y. Foo**, **B.H. Hameed**, (2012), "Microwave-assisted preparation and adsorption performance of activated carbon from biodiesel industry solid reside: Influence of operational parameters" , Bioresource Technology , Vol.103 , P. 398–404

[11] **Jaguaribe, E.E.**, **Medeiros L.L.**, **Barreto M.C.S.** and **Araujo L.P.**,(2005) "The Performance of Activated carbon from Sugar Cane bagasse, babassu and coconut Shells in removing residual Chlorine" Brazilian J.Chemical Engineering Vol.22 No .1, pp. 41-47

[14] **J. A. Menéndez-Díaz**[a] and **I. Martín-Gullón**[b], [a]**Instituto Nacional de Carbón** , CSIC, PO box 73, 33080 Oviedo, Spain. [b]Chemical Eng. Dept Universidad de Alicante, PO box 99, 03080 Alicante, Spain Published in Activated carbon surfaces in environmental remediation (Interface science and technology series, 7) T. Bandosz Ed. ELSEVIER، 2006،p34.

[15]https://www.indiamart.com/proddetail/powdered-activated-carbon-18196438530.html, 19avril2022,22:54

[16]https://www.amazon.com/FoodGradeActivatedCharcoalPowder/dp/B00LT296A8,6avril2022,00:03

[17] **LU Jinyan**, Février 2005, ETUDE COMPARATIVE SUR LESCHARBONS ACTIFS , ECOLE NATIONALE DU GENIE RURAL DES EAUX ET DES FORETS.

[18**] Pradhan S.**,(2011),"Production and characterization of Activated carbon produced from asuitable Industrial Sludge",Che.Eng.National Institute of Technology Rourkela,pp.9-16

[19] **Inagaki M.**,(2000),"New carbon control of structure and functions", Elsevier, pp.126-146

[20] **Suzuki M.**,(1994),"Active Carbon Fiber:Fundamentals and Application" , Carbon 32, pp.577-586.

[21] **Salleh Z.N.B.M**.,(2010),"To Produce the Activated Carbon From Matured Palm Kernel Shell ", Faculty of Chemical&Natural Resources Engineering Universiti Malaysia Pahang. pp.8-14

[22] **Aznar J.S.**,(2011),"Characterization of activated carbon produced from coffee residues by chemical and physical activation",M.Sc Thesis, Che. Eng.Stockholm

[23] **Guan B.T.H.,Latif P.A.,Yap T.Y.H**,(2013),"Physical Preparation of Activated Carbon from Sugarcane Bagasse and Corn Husk and Its Physical and Chemical Characteristics", Int.J.Engg.Res.and Sci&Tech. Vol.2,No.3,pp.1-14.

[25] **Tanake Y.,Hoshi K.,Ishibashi M.,Akatsu T.**,and **Yasuda E.**,(2001), "Effect of the size and Amount of Surface Functoonl Groups of Inclusios on Microstructure Development in Furan Resin derived Carbon" Carbon 39(14),pp.294-297.

[26] **Honsowetz N.**,(2005),"Porous Carbon for Environmental Clean up" NN,N REU Researal Accomplishments,pp.50-51.

[27] **Steenberg B.**,(1994),"Adsorption and Exchange of Ions by Active Charcoal",WPPS sals,Alquist and Wik sells,Sweden.

[28] **McDougallG.J.**,(1991)," The physical nature and manufacture of activated carbon",J.S.Afr.in st.Min.Metall., Vol.91,No.4,app. 109-120.

[29]https://www.nitsri.ac.in/Department/Chemical%20Engineering/BRTL11.pdf،19avril,2022 ,02:08.

[30] **Manocha**, S. M. Porous carbons.Sadhana,Department of Materials Science, Sardar Patel University, VallabhVidyanagar 388 120, India, 28(1-2), 335-348,February/April 2003.

[33] **Martin R.J.,Wj N.**,(1987),"The repeated exhaustion and chemical regeneration of activated carbon",Water Research,21(8):961-965.

[34] CLAUDE CARDUT : «Génie de l'environnement , les traitement de l 'eau , procédés physico – chimique et biologiques , cours et problèmes » , Edition Euipses2005 .

[35] **Narbaitz R.M.,Karimi-Jashni A.**,(2009),"Electrochemical regeneration of granular activated carbons loaded with phenol and natural organic matter",Environmental Technology,30(1):27-36

[36] **Lim JL.,Okada M.**,(2005),"Regeneration of granular activated carbon using Ultrasound", Ultrasonic-sono-Chemistry,12(4):277-285.

الفصل الرابع

الامتزاز

VI-1- نبذة تاريخية

أدى تزايد التعامل مع الكربون النشط واتساع مجالات استخدامه إلى بروز الصفات الامتزازية له مما زاد من أهميته بشكل كبير، وكانت أولى التطبيقات الصناعية لعملية الامتزاز في بريطانيا نهاية القرن الثامن عشر وبالتحديد عام 1794 م ، إذ استخدم في قصب السكر و إزالة الألوان منه. [01]

واستخدم الكربون النشط والكربون الخام في عام 1971 م كمواد مازة لإزالة بعض الأصباغ الحامضية والقاعدية من المحاليل المائية. [02]

وتستخدم اغلب أنظمة الامتزاز التقليدية الكربون النشط كمادة مازة، فلقد اثبت *robert* سنة 1996 م أن السبب في كفاءة استخدام الكربون المنشط كمادة مازة لإزالة المواد المذابة في الماء يعود إلى الأعداد الكبيرة من المسامات السطحية التي تجعل المساحة السطحية المعرضة للامتزاز واسعة نسبة إلى الحجم الفعلي المؤثر فضلاً عن إمكانية استعادته .إذ أن كفاءة الامتزاز تتناقص بمرور الزمن، وبذلك يتطلب استبدال الكربون النشط أو إعادة تنشيطه بواسطة الحرارة أو التركيز. و ان سعة الامتزاز تتناقص مع زيادة درجة الحرارة . [03]

وقد توسع الاهتمام بالامتزاز بالكربون النشط بشكل كبير حديثاً ففي دراسة جديدة تم تطوير نوع آخر من الكربون النشط يدعى الكربون المغناطيسي، وحضر هذا النوع من الكربون عن طريق تحميل جسيمات صغيرة من الكربون النشط على سطح كبريتات الحديد المائية كمادة ساندة .كان الهدف من تطوير هذه المادة المازة عزل المواد ذات الصفات المغناطيسية، و أثبتت الدراسة أن لهذا النوع من الكربون النشط كفاءة عالية في امتزاز أنواع مختلفة من المركبات العضوية الذائبة في المحاليل المائية .واستخدم الباحثون بعض أصباغ الازو الذائبة في الماء كنموذج للدراسة. [04]

لقد دفعت الحاجة العديد من الباحثين إلى تحضير مواد مازة جديدة لاستخدامها في الأغراض البحثية المختلفة وكان الهدف من تحضير هذه المواد الحصول على مواد مازة يمكن استعمالها في تطبيقات خاصة أو مواد مازة من مصادر طبيعية رخيصة الثمن. [04]

و في دراسة أخرى لجأ بعض الباحثين إلى تحوير الكربون النشط عن طريق تكوين مركبات اوكسجينية على سطوح أنواع متعددة من الكربون باستخدام عوامل مؤكسدة مختلفة تستخدم لهذا الغرض

وقد استخدم الكربون المحور بهذه الطريقة لإزالة بعض ايونات الفلزات من مخلفات المياه الصناعية عن طريق الامتزاز. [05]

واستخدم باحثون اخرون نوع من الرماد الطائر *Fly ash* و بعض أنواع الأطيان الرملية ذات المحتوى الواطئ من المواد العضوية في امتزاز مجموعة من الأصباغ التجارية العالقة في المحاليل المائية بطريقة الدفعة الواحدة(*Batch*). [06]

وقد أنجز هذا البحث في ظروف متوازنة وفي مدى من التراكيز يتراوح بين mg\l (5-60) و أظهرت نتائج الدراسة أن سعة الامتزاز تتناقص مع ازدياد تركيز المحلول، كما أعطت النتائج علاقات خطية جيدة عند تطبيق معادلة فرندلج (*Freundlich equation*) . [06]

و درس الجرجري 2005م العوامل المؤثرة على امتزاز عدد من أصباغ الآزو المحضرة مخبرياً وبعض معقداتها على الفحم النشط واشتملت هذه العوامل على كل من التركيز وال *pH* ودرجة الحرارة. [07]

وأوضحت الدراسة أن سعة الامتزاز لمحاليل الأصباغ والمعقدات المدروسة تتناقص مع زيادة درجة الحرارة، وأعطت البيانات العملية المحصل عليها من الدراسة معادلات خطية جيدة عند تطبيق ايزوثيرمي فرندليش ولانجمير فضلاً عن ذلك فقد تم حساب عدد من الأبعاد الهندسية والكثافة الالكترونية للصبغات المدروسة ودراسة علاقتها بكفاءة الامتزاز. [07]

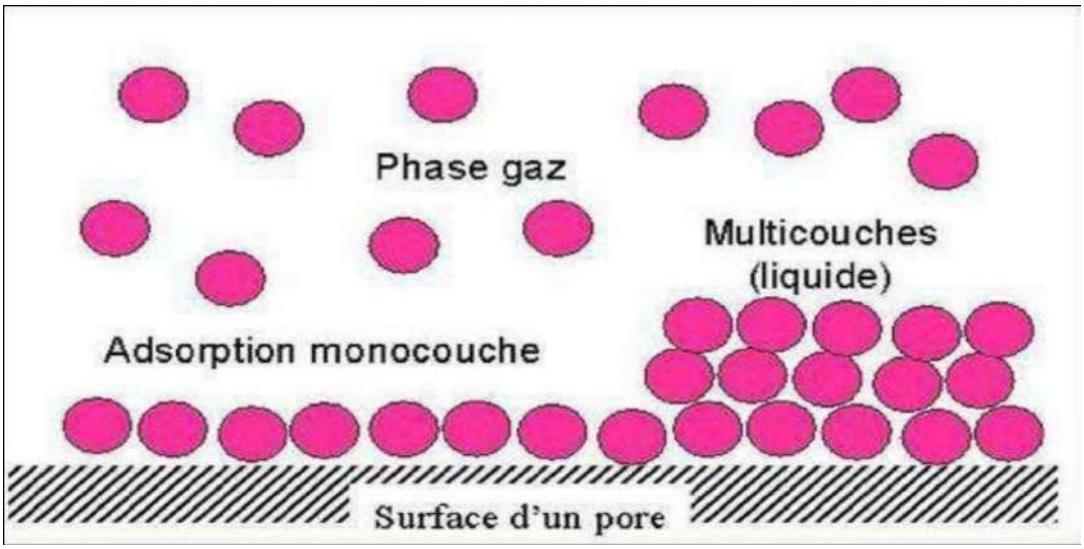
VI-2- تعريف الامتزاز

وهو ظاهرة تجمع مادة بشكل جزيئات أو ذرات أو أيونات على سطح مادة أخرى .[08] أو هو ظاهرة فيزيوكيميائية تحدث عموما لمواد سائلة أو غازية تكون في احتكاك مع مادة صلبة، حيث تجذب المواد الممتزة من طرف الذرات السطحية للماد الصلبة(الماز) .[09]

والأمثلة على الامتزاز كثيرة نذكر منها امتزاز حامض الخليك على الفحم الحيواني وفيه تتجمع جزئيات الحامض على سطح دقائق الفحم، و امتزاز الهيدروجين على أسطح بعض الفلزات كالنيكل و الحديد.[08]

أو هي تثبيت لجزيئات الغاز على السطح الصلب نتيجة لقوى ذات طبيعة فيزيائية أو كيميائية مما يؤدي لوجود نوعين من الامتزاز.[10]

وتسمى المادة التي تعاني امتزاز على سطح بالمادة الممتزة (*Adsorbate*) ويسمى السطح الذي يتم عليه الامتزاز بالسطح الماز (*Adsorbent*).[10]



الشكل (VI– 01) : مخطط يمثل ظاهرة الامتزاز

VI-3- أهمية الامتزاز

على الرغم من أن الامتزاز يعد من التقنيات القديمة فانه يمتلك من الأهمية ما يجعل أي صناعة في الوقت الحاضر لا تستغني عنه في تطبيقاتها واستخدامها، فهو يستخدم في صناعات البترول والأصباغ والصناعات الغذائية كالزيوت والألبان وغيرها من الصناعات التي لا مجال لحصرها هنا . [09] [10]

وتستخدم عملية الامتزاز لانجاز العديد من عمليات الفصل. [11] خاصة تلك التي يتعذر انجازها أو أن انجازها يكون غير عملي وغير مجد باستخدام الطرق التقليدية مثل عملية التقطير أو الامتصاص أو حتى باستخدام النظم ذات الأساس الغشائي. [12]وربما تكون أكثر التطبيقات المعروفة لعملية الامتزاز شيوعاً هي عملية معالجة وتنقية المياه. [13]

وقد توسعت عمليات تطبيق الامتزاز في الآونة الأخيرة في هذا المجال بسرعة كبيرة جداً بسبب الحاجة المتزايدة إليها وارتفاع المتطلبات البيئية بصورة واسعة كماً ونوعاً. [12]

و سهل هذا الاخير التطور التكنولوجي الكبير في تحضير وتوفير العديد من المواد المازة المتنوعة وساعد هذا الأمر بدوره على انجاز الكثير من التطبيقات المهمة في عمليات الامتزاز و لأغراض المختلفة. [12]

VI-4- أنواع الإمتزاز

اعتمادا على أنواع و طبيعة التفاعلات بين النظام (الممتز – الماز) ، تخضع ظاهرة الامتزاز إلى نوعين رئيسيين من القوى المؤثرة و التي تقوم بربط المادة الممتزة بالمادة الممتزة ، وبهذا فان الامتزاز ينقسم إلى نوعين : [14] [15]

VI-4-1- الامتزاز الكيميائي

يحدث هذا النوع على السطوح النشطة الغير مشبعة الكترونيا ،اذ تميل هذه السطوح إلى تكوين روابط تساهمية مع المواد الممتزة ، وتحدث هذه العملية بصورة كبيرة مع المواد الصلبة ، و يعد هذا النوع من الامتزاز الخطوة الأولى في التفاعل الكيميائي. [16]

VI-3-1- الامتزاز الفيزيائي

يحدث هذا النوع على سطوح المواد الخاملة نتيجة تشبع ذراتها الكترونيا ، وذلك نتيجة للروابط التي ترتبط بها تلك الذرات مع الذرات المجاورة للمادة نفسها ، ويتم الامتزاز على هذه السطوح من خلال قوى التجاذب الطبيعي أو ما يسمى بقوى فاندرفالز *Vander waals forces* ، ويغلب هذا النوع من الامتزاز في حالة الأنظمة الغير قطبية . [16]

و يمكن إجمال الفروق بين الأمتزاز الكيميائي والفيزيائي بالاتي:

- تعد قيمة حرارة الأمتزاز الكيميائي عالية مقارنتاً مع الأمتزاز الفيزيائي فالأواصر الكيميائية التي تتكون في الأمتزاز الكيميائي تكون عادةً أقوى من قوى التجاذب الطبيعي. [17]
- يعد الأمتزاز الكيميائي الخطوة الأولى في التفاعل الكيميائي لذا فانه يحتاج إلى طاقة تنشيط، أما الأمتزاز الفيزيائي فانه لا يحتاج إلى طاقة تنشيط. [17]
- الأمتزاز الكيميائي يتميز بالخصوصية إذ يحدث في ظروف معينة و قد لا يحدث عند تغيير الظروف، أما الأمتزاز الفيزيائي فلا يمتلك مثل هذه الخصوصية. [18]
- تتكون في الأمتزاز الكيميائي طبقة واحدة من المادة الممتزة على السطح الماز وذلك كحد أقصى لعملية الأمتزاز ، أما الأمتزاز الفيزيائي فقد يتعدى الطبقة الواحدة. [17]
- حرارة الامتزاز الفيزيائي اقل من 10 *kcal/mol* اما الأمتزاز الكيميائي اكبر من 10 *kcal/mol*. [19]
- نوع الروابط في الأمتزاز الفيزيائي هي روابط فاندرفالس (*Vanderwaals Links*) اما نوع الروابط في الأمتزاز الفيزيائي هي روابط كيميائية . [19]

VI-5- أنواع المواد المازة

VI- 5 -1- الأطيان (*The Clays*)

الأطيان هي من المواد والمعادن واسعة الانتشار والتي استعملت من قبل الإنسان منذ القدم حيث تم تصنيف الأطيان إلى ثلاث أصناف هي: [20]

- الأطيان المتبقية *Residual Clays*
- الأطيان المتغيرة *Alteration Clays*
- الأطيان المنتقلة *Transported Clays*

VI- 5 -2- الزيوليت (*Zeolite*)

الزيوليت هو مجموعة من العناصر الكيميائية متكونة أساسا من السيليكات والالمينات المميهة للمعادن القلوية والمعادن الأرض القلوية ذات الصيغة العامة ($AlO_2M,nSiO_2$) ، وهي أجسام صلبة تتواجد على شكل مسحوق أبيض ويمكن أن يتغير اللون إذا استبدل الايون الموجب بأحد العناصر الانتقالية ذات السطح النوعي بين (m^2/g) 500 و 800. [22] [21]

VI- 5 -3- الالومينا

أكسيد الألومنيوم هو أكسيد أمفوتيري للألومنيوم، صيغته الكيميائية AL_2O_3 ويشيع الاشارة اليه بأسماء الألومينا أو الزفير أو ألوكسيت [*aloxite*] في أوساط التعدين والسيراميك و علم المواد. [23]

ومن اهم خصائصها : (لا تملك بنية بلورية ، معتدلة القطبية و محبة للماء ، ذات سطح نوعي بين (m^2/g) 150 و 300 . [22]

VI- 5 -4- التيتانيا (*TiO_2*)

ثاني أكسيد التيتانيوم (*Titanium dioxide*) أو أكسيد التيتانيوم الرباعي أو تيتانيا هو أكسيد يتكون طبيعياً للتيتانيوم، وله الصيغة الكيميائية TiO_2 عندما يستخدم كخضاب، فإنه يسمى التيتانيوم الأبيض، الأبيض الصابغ رقم 6 (CI 77891) و ثاني أكسيد التيتانيوم مشهور بسبب استخداماته الكثيرة بدئاً من

الدهان و واق من الشمس إلى استخدامه في تلوين الطعام و عند استخدامه كملون في الطعام يكون له رقم (*E*171). [21]

VI- 5- 5- زركونيا (ZrO_2)

أكسيد الزركونيوم الرباعي(أو ثنائي أكسيد الزركونيوم)والذي يعرف أيضاً باسم زركونيا عبارة عن مركب كيميائي له الصيغة ZrO_2 ويكون على شكل مسحوق بلوري أبيض .تكون حالة أكسدة الزركونيوم في هذا المركب 4 + إن الشكل البلوري المكعب من المركب يعرف باسم الزركون ويستخدم في مجال الأحجار الكريمة كبديل رخيص الثمن للألماس. [23]

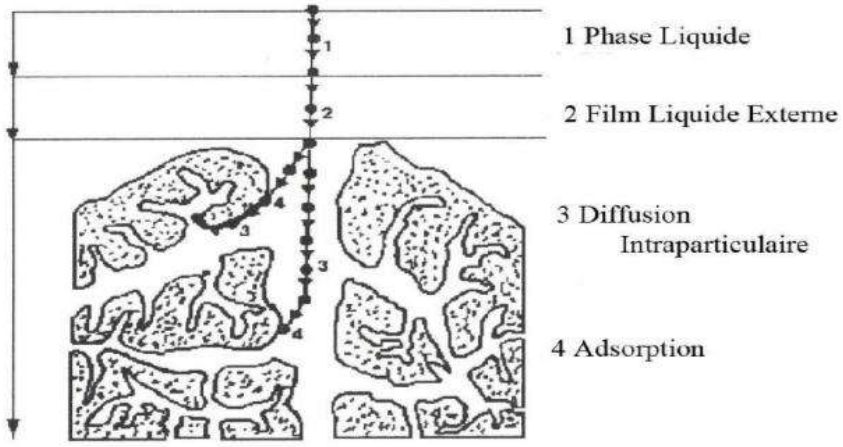
VI- 5- 6- السيلكا جل

هلام السيليكا هي مادة حبيبية، لها بريق زجاجي، مسامية وهي شكل من أشكال ثاني أكسيد السيليكون تخلق اصطناعيا من سيليكات الصوديوم ويكون صعب وقاسي. [24]

السيليكا جل يتكون من مادة السيليكا و هي مادة شديدة الامتصاص للرطوبة ، و ذات درجة حموضة عالية ، الأمر الذي يبين لنا الغرض من وضعها في الأحذية ،حقائب اليد، و كذا داخل علب الأجهزة الإلكترونية و ذلك للحفاظ على هذا النوع من السلع لمدة أطول لكونها معرضة للتلف من الرطوبة خاصة السلع الجلدية الالكترونية و الغذائية أيضا، إذ يتم إضافته بنسب مدروسة إلى بعض المواد الغذائية بحيث لا يسبب أي أمراض أو تسمم ،كما أن بعض حبوب الأدوية تحوي على كمية من جل السيليكا ليحميها من الرطوبة التي تؤثر عليها بشكل ضار، إلا أن هذه المادة تبقى سامة نوعا ما لذا وجب إبعادها عن متناول الأطفال. [24]

VI-6- آلية الامتزاز

الإمتزاز يحدث بشكل رئيسي في أربع مراحل، يمثل الشكل (VI– 1) المواد الممتزة مع المناطق المختلفة التي يمكن العثور عليها للجزيئات العضوية أو غير العضوية التي من المحتمل أن تتفاعل مع المادة المازة. [25]



الشكل (VI– 02) : مناطق وجود المادة الممتزة اثناء الامتزاز على المواد المازة [25]

قبل عملية الإمتزاز تمر المادة الممتزة عبر عدة مراحل :[25]

1. انتشار المادة الممتزة من الطور السائل الخارجي إلى المنطقة القريبة من سطح المادة المازة.
2. انتشار خارجي للحبيبات من المواد(انتقال المادة الممتزة من خلال شريط السائل نحو سطح الحبيبات).
3. انتقال داخلي للحبيبات من المواد(انتقال المادة داخل البنية المسامية للسطح الخارجي للحبيبات نحوى المواقع النشطة).
4. تفاعل الإمتزاز في اتصال مع المواقع النشطة، مرة واحدة في المحلول، والجزيء يعتبر غير متحرك.

VI-7- العوامل المؤثرة على عملية الامتزاز

تتاثر عملية الامتزاز بعدة عوامل ، و تتعلق اما بالممتزات ، المازات او ظروف العمل وهي كالتالي : [26] [16] [27]

VI– 7- 1- العوامل المتعلقة بالمازات

- **المساحة النوعية** : هي مساحة سطح الماز على وحدة الكتلة ويعبر عنه ب (m^2/g) ، العلاقة بين السطح النوعي وسعة الامتزاز علاقة طردية ، أي عندما يكون السطح النوعي كبير ، كمية المذاب الممتز تكون كبيرة .
- **المسامية** : ترتبط بتوزيع حجم المسام ، وهي تعكس البنية الداخلية للمازات الدقيقة .
- **القطبية** : إن أهم ما يميز المادة المازة من حيث تأثيرها على عملية الامتزاز هو قطبية السطح إذ أن السطوح التي تتضمن مجموعات قطبية تميل إلى المكونات الأكثر قطبية في المحلول .

VI– 7- 2- العوامل المتعلقة بالممتزات

- **الذوبانية** : تتناسب قيمة الامتزاز عكسيا مع ذوبانية المادة الممتزة في المذيب ، وفقا لقاعدة لوندينيوس *Lundenius* : " كلما كانت المادة اقل قابلية للذوبان في المذيب ، كلما كان امتزازها أفضل " .
- **القطبية** : المذاب (المادة الممتزة) القطبي يكون أكثر ألفة بالنسبة للمذيب أو للمادة المازة الأكثر قطبية.
- **الكتلة الجزيئية** : بصورة عامة ان زيادة الكتلة الجزيئية للمادة الممتزة تؤدي إلى زيادة سعة الامتزاز .

VI– 7– 3– العوامل المتعلقة بظروف العمل

- **الرقم الهيدروجيني** : تؤثر درجة الحموضة عند تغيير قيمتها على اداء و كفاءة عملية الامتزاز ، وذلك لتأثيرها في كل من المادة الممتزة و السطح الماز ، يتم الحصول على افضل النتائج عند pH الحمضي للممتزات الموجبة وعند pH الأساسي للممتزات الانيونية .مع الأخذ بعين الاعتبار نقطة تساوي الكهربائية للماز .

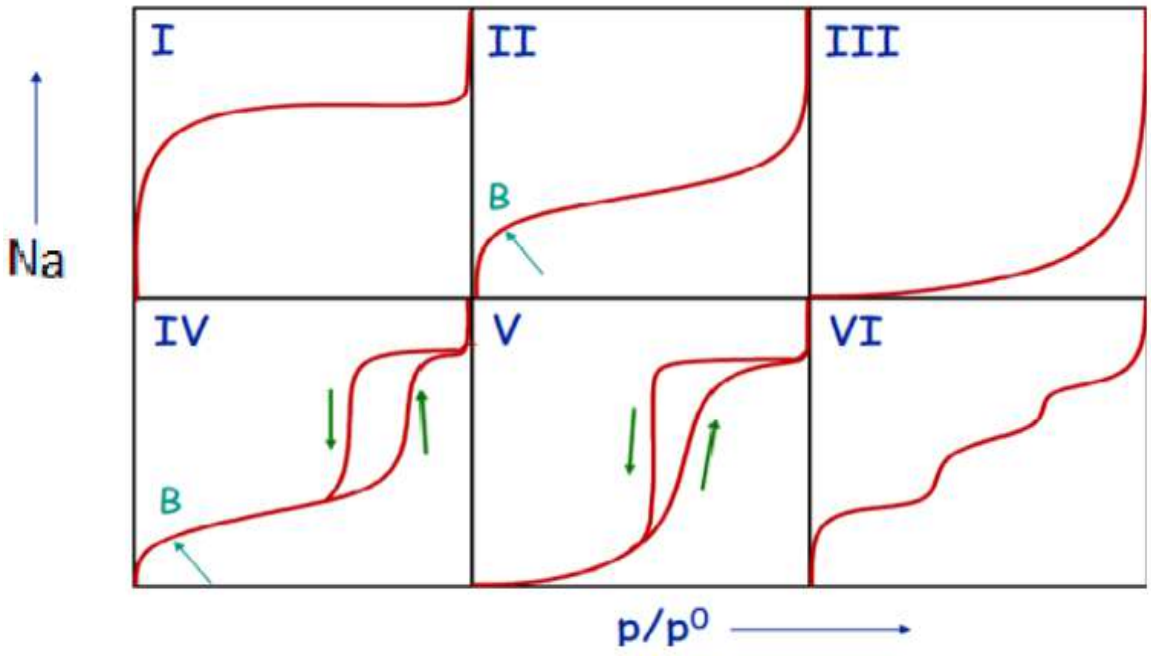
- **درجة الحرارة :** يعتبر الامتزاز بشكل عام ظاهرة طاردة للحرارة ، و بالتالي يكون معدل الامتزاز أفضل عند درجة الحرارة المنخفضة . أما إذا كانت عملية الامتزاز ماصة للحرارة فان معدل الامتزاز يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة .

VI–8– تصنيفات ايزوتارم الامتزاز

أن رسم العلاقة بين كمية المادة الممتزة على سطح ما مقابل تركيز أو ضغط هذه المادة عند الاتزان مع ثبات درجة الحرارة يعطي منحنياً هو منحنى الامتزاز ، أو ما يطلق عليه أيزوتارم الامتزاز. [18]

صنف ايزوتارم الامتزاز الى صنفين رئيسيين هما :

VI– 8- 1- تصنيف *Brunauer et al* : إذ صنفوا ايزوتارم الامتزاز إلى خمسة أصناف رئيسية و الصنف السادس اقترحه الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة و التطبيقية (I.U.P.A.C) كما هو مبين في الشكل (VI– 03) [28]



الشكل (VI– 03) : أصناف ايزوتارم الامتزاز المعتمد من طرف (I.U.P.A.C)

- حيث : Na : الكمية الممتزة
- P_0 : ضغط التشبع
- P : ضغط الغاز
- B : النقطة الممتزة

VI– 8- 1-1- الصنف I

يمثل امتزاز احادي الطبقة (*monocouche*) على الماز، يكون فيزيائيا أو كيميائيا حيث تكون المادة الصلبة أي الماز عديم المسامات أو ذات ميكرومسامات قطرها حوالي أو أقل من 5°A ، تكون في هذه الحالة المسامات لها أبعاد الجزيئات الممتزة نفسها . [29]

VI– 8- 1-2- الصنف II

امتزاز على السطوح الصلبة ذات مسامات أكبر من 200 A° حيث يشكل طبقة وحيدة متبوعة مباشرة بتشكل طبقات أخرى على الطبقة الأولى. [30]

VI– 8- 1-3- الصنف III

هذا النوع من الامتزاز متعدد الطبقات (*multicouche*) حيث يعد سلوك هذا النوع نادرا اذ ما قورنت بباقي الأنواع. [30]

VI– 8- 1-4- الصنف IV

في هذا الصنف يكون للماد الصلبة مسامات من 2 nm−5 غالبا تبدي المواد الصناعية والحفازات سلوك من هذا النوع. [30]

VI– 8- 1-5- الصنف V

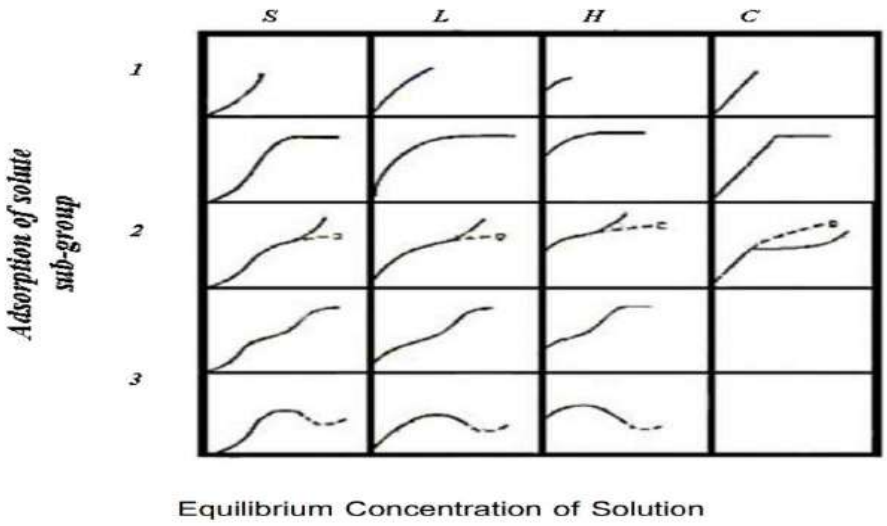
هذا النوع متعدد الطبقات ونادرا ما يحدث . [30]

VI– 8- 1-6- الصنف VI

حيث يمثل عدة امتزازات أحادية . [30]

VI– 8- 2- تصنيف العالم *Giles* : فلقد صنف ايزوثيرمات الامتزاز إلى أربعة أصناف رئيسة هي: [31]

(S, L, H, C) وتوجد ضمن هذه الأصناف الرئيسة مجاميع ثانوية هي (*max* ,4 ,3 ,2 ,1) كما موضح في الشكل (VI– 04): [31]



الشكل (VI– 04) : أنواع مختلفة من ايزوثيرمات الامتزاز وفق تصنيف (*Giles*)

VI– 8- 2-1- الصنف (*S*) يشير هذا الصنف الى أن المذيب قد يعاني امتزازاً شديداً على السطح الماز و يكون توجه الجزيئات الممتزة فيه بشكل عمودي أو مائل على السطح الماز.

VI– 8- 2-2- الصنف (*L*) في هذا الصنف يكون توجه الجزيئات الممتزة بصورة أفقية على السطح كما إن الامتزاز يكون أحادي الطبقة.

VI– 8- 2-3- الصنف (*H*) يلحظ هذا الصنف في المحاليل المخففة جداً وكذلك عند امتزاز جزيئات كبيرة مثل البوليمرات .

VI– 8- 2-4- الصنف (*I*) يشير هذا الصنف الى حصول امتزاز كيميائي اذ يوجد في هذا الصنف حاجز ثابت (*Constant partition*) بين المادة الممتزة من جهة وبين المحلول مع السطح الماز من جهة اخرى. [31]

VI-9- المعادلات الأساسية لايزوتارم الامتزاز(نماذج):

يمكن وصف عملية الإمتزاز باستخدام إيزوتارم الإمتزاز، لهذا فإن الإيزوتارم هو منحنى يمثل العلاقة بين كمية المادة الممتزة وتركيز المذاب في المحلول عند التوازن، يتم الحصول على هذا المنحنى من نتائج الإختبارات العملية التي أجريت في وقت معين في درجة حرارة ثابتة، يتم حساب كمية المادة الممتزة باستخدام المعادلة التالية [32] :

$$X = (C_0 - C_e).\ V/m \quad \text{..... (1–VI)}$$

C_0 : يمثل التركيز الابتدائي للمادة الممتزة (mg/l)

C_e : يمثل تركيز الممتز عند الاتزان (mg/l)

X : كمية الماد الممتز(mg/g)

m : كتلة المادة الممتزة (g)

V : حجم المحلول (l)

VI– 10 -1- ايزوتارم الامتزاز للانجمير (*LANGMUIR*)

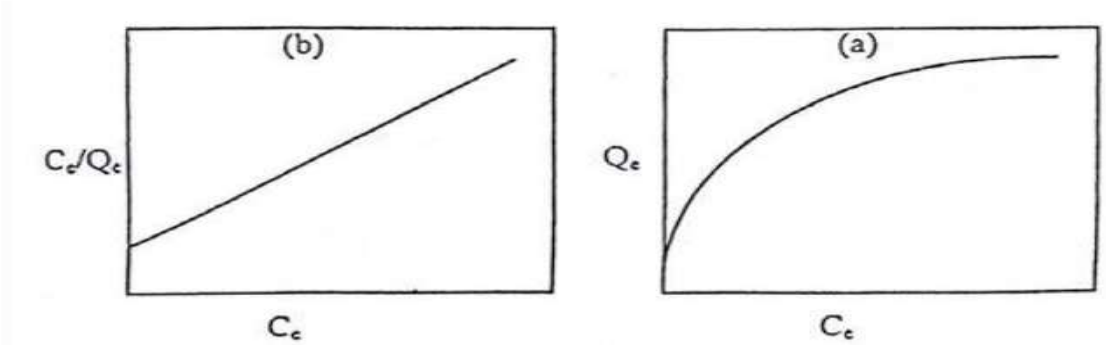
تعتمد نظرية لانجمير على الافتراضات التالية: [33]

- تشكيل طبقة وحيدة الجزيئة على السطح الصلب
- يحدث الامتزاز على مراكز فعالة موزعة بشكل متجانس على السطح ويتلقى كل مركز فعال جزئ (أو ذرة) واحد من الغاز
- تتمتع كافة المراكز الفعالة بخواص ترموديناميكية متطابقة

تكتب معادلة لانجمير بالشكل التالي : [33]

a و b ثوابت تعين تجريبيا ، و بإجراء تعديل على المعادلة السابقة تصبح :

تحدد $\frac{1}{a}$ عن طريق الاسقاط على محور التراتيب و $\frac{1}{ab}$ ميل المستقيم



الشكل (VI– 05) :الشكل النموذجي للانجمير **الشكل (VI– 06) :**الشكل الخطي للانجمير

VI– 10- 2- إيزوتارم الامتزاز لفرندليش (*FREUNDLICH*)

تم أقتراح ايزوتارم الامتزاز لفرندليش وفقا للافتراضات الآتية : [33]

- عدد المواقع الفعالة غير محدود.
- المواقع النشطة لها مستويات طاقة مختلفة .
- كل موقع نشط يثبت عدة جزيئات .

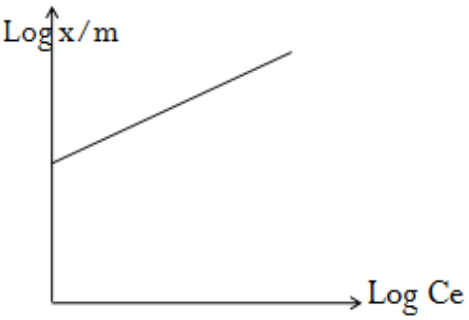
تطبق معادلة فرندليش عند الضغوط المنخفضة . ولكن عند الضغوط المرتفعة يحدث حيود، تكون معادلة لانغمير اكثر ملائمة في هذه الحالة

تكتب معادلة فرندليش بالشكل التالي : $\frac{x}{m} = KC\, e^{1/n}$ ..... (4–VI)

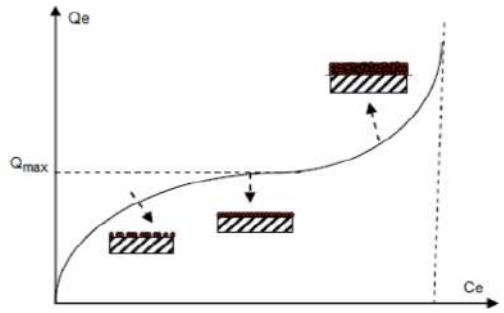
حيث n و k ثوابت تعتمد على طبيعة الصلب والغاز ودرجة الحرارة و x/m الكمية الممتزة .

و باخذ لوغاريتم للعلاقة السابقة

حيث يمثل $\frac{1}{n}$ ميل المستقيم logk تقاطع المستقيم مع محور التراتيب



الشكل (VI– 07) :الشكل الخطي لفراندليش



الشكل(VI– 08) :الشكل النموذجي لفراندليش

وعموما هذا النموذج يتوافق مع الإمتزاز في المحاليل المخففة كما هو الحال للمبيدات في الماء وأيضا فهو متعدد الطبقات مقارنة مع نموذج لنجمير. [34]

VI-10- حركية الامتزاز :

تتم دراسة حركية الامتزاز بهدف معرفة ميكانيكية عملية الامتزاز ، التي لها اهمية كبيرة في معرفة كفاءة المادة المازة ،وهناك العديد من النماذج المستخدمة في هذه الدراسة [35]، من بينهما :

VI– 10- 1- نموذج الرتبة الأولى الوهمية :

اقترح العالم *Lagergren* عام 1898م نموذج حركي من الدرجة الاولى عبر عنه بالعلاقة التالية : [36]

$$dq_t/dt = K_1 (q_e - q_t) \text{ .....(6–VI)}$$

حيث :

- K_1 : ثابت سرعة امتزاز الرتبة الأولى الوهمية (min^{-1})
- t : زمن الامتزاز (min)
- q_t : كمية المادة الممتزة عند اللحظة t (mg/g)
- q_e : كمية مادة مرجعية عند الاتزان (mg/g)

يمكن أن تأخذ المعادلة (6–VI) الشكل :

$$dq_t/(q_e - q_t) = K_1 \, dt \text{ .....(7–VI)}$$

تكامل المعادلة (7–VI) يعطي :

$$Ln\ (\ q_e - q_t\ ) = Ln\ q_e - K_1 t \quad \text{.....(8–VI)}$$

اذا كان هذا النموذج يصف بشكل صحيح حركية الامتزاز ، فان التمثيل البياني للمعادلة (8– VI) سيكون خط مستقيم مع K_1 ميل هذا الخط و التقاطع عند $Ln\ q_e$.

VI– 10- 2- نموذج الرتبة الثانية الوهمية :

يشير الى وجود امتزاز كيميائي ، تبادل ايوني على سبيل المثال بين الجزيء الممتز و الماز الصلب ، يتم تمثيله بالعلاقة التالية : [36]

$$dq_t/dt = K_2\ (\ q_e - q_t\ )^2 \quad \text{.....(9–VI)}$$

حيث :

- K_2 : ثابت سرعة امتزاز الرتبة الثانية الوهمية (min^{-1})
- t : زمن الامتزاز (min)
- q_t : كمية المادة الممتزة عند اللحظة t (mg/g)
- q_e : كمية مادة مرجعية عند الاتزان (mg/g)

يمكن أن تأخذ المعادلة (9–VI) الشكل :

$$dq_t/(\ q_e - q_t\ )^2 = K_2\ dt \quad \text{.....(10–VI)}$$

تكامل المعادلة (10–VI) يعطي :

$$t/q_t = 1/\ K_2\ q_e^{\ 2} + t/\ q_e \quad \text{.....(11–VI)}$$

إن رسم t/q_t بدلالة الزمن t يجعل من الممكن تحديد ثابت السرعة الظاهري و قدرة الامتزاز للمادة عند التشبع q_e .

VI-11- تطبيقات الامتزاز :

VI– 11- 1- في الطور السائل : [37]

تصنف تطبيقات امتزاز الطور السائل إلى مجالين لفصل المواد الكيميائية :

VI– 11- 1-1- مجال معالجة المحاليل المخففة

في هذا النوع من العلاج، يجب التمييز بين التخلص من المواد المذابة التي تعتبر شوائب وهو مجال تنقية المذيبات بالامتزاز أو استعادة المواد المذابة وهو مجال الاستخلاص بالامتزاز ، لهذا الغرض التطبيقات الصناعية عديدة وأهمها :معالجة المياه، تغير لون العصائر السكرية، تنقية المنتجات البترولية والدهون الحيوانية والنباتية . [37]

VI– 11- 1-2- مجال تجزئة المخاليط السائلة

هناك عدد قليل من العمليات الصناعية التي تسمح بالتجزئة على نطاق واسع عن طريق الامتزاز من خلائط مهمة اقتصاديا كالمنتجات البترولية، فإن الكروماتوغرافيا السائلة عالية الضغط (*HPLC*) تحتل المرتبة الأولى من حيث كفاءتها وأدائها . [37]

VI– 11- 2- تطبيقات في الطور الغازي :

أهم التطبيقات في هذا الطور تتعلق بالتجفيف وتنقية الغازات . [37]

مراجع الفصل الثاني

[07] أ.ع.م .**الجرجري**، (2005) " دراسة العوامل المؤثرة على امتزاز بعض اصباغ الازو ومعقداتها"، رسالة ماجستير، جامعة الموصل.

[08] أ.د.**محمد وجدي واصل**" أسس كيمياء السطوح"،الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي،القاهرة (2007) ،ص09.

[11] ر .ك .**يوسف**، (1988) ،" تحضير الفحم المنشط من تفاعل المخلفات النفطية الثقيلة مع الفضلات الصناعية الناتجة من تنقية كبريت المش ا رق"، رسالة ماجستير، جامعة الموصل.

[15] **عمر موسى رمضان** و اخرون ، تحضير الكربون المنشط من مخلفات اشجار الكوكس (Cocus Spp) باستخدام الكربنة المحورة و التنشيط الحراري الكيمياوي ، جامعة الموصل ، المجلة القطرية للكيمياء ، المجلد الثامن عشر ،2005، ص 161، 169 .

[16] **قدوري زيدان خلف** واخرون ، ازالة التلوث بالبنزالديهايد من المياه الصناعية باستخدام بعض المواد الطبيعية ، الجامعة العراقية ، 2017.

[21] الموسوعة العلمية الحرة ويكيبيديا https://ar.wikipedia.org تاريخ الاطلاع 24.04.2022 22:02 .

[23] الموسوعة العلمية المعرفة http://www.marefa.org تاريخ الاطلاع 24.04.2022 22:02 .

[27] **سراء محمد توفيق** ، دراسة قابلية و حركة امتزاز بعض الصبغات العضوية على سطح مسحوق الصخور السيليسية العراقية ، ماجستير كيمياء دفعة 2019 .

[30] **غاري أتار** و **كولين بارنس**": السطوح"، سلسلة أكسفورد لمبادئ الكيمياء ، 1997 ، ص17 .

[31] **ف.م .مصيلحي**، الجغرافيا الصحية والطبية، دار الماجد للنشر والتوزيع، القاهرة،2008 .

[33] **د . حسن أحمد شحاتة**": كيمياء السطوح والحفز"، دار الفجر الطبعة الأولى ،القاهرة ،(2004) ص45 – 55 .

[35] **صابر السيد منصور المسامري** و اخرون ، دراسة حركية امتزاز صبغة الميثيلين الازرق على سطح الفحم المنتج من بذور زيت الزيتون و المنشط بحمض الفوسفوريك ، المختار للعلوم ، العدد الخامس و العشرون ، جامعة عمر المختار ،2010.

[01] **A. M. Samuel** and **B. Land Jerom**, (1974), "Fundamental of physical chemistry", 1st edition, London, p. 753.

[02] **S. P. Nandi**, **P. L. Walker** and **Jr**, (1971), "Adsorption of dyes from aqueous solution by coals, chars, and active carbons", Fuel., 50, 4, 345–366.

[03] **C.H. Robert**, (1996), Class Notes, CE 4104 Water and Wastewater Design, Virginia Tech., 37, 48.

[04] **I. Safarik**, **K. Nymburska** and **M. Safarikova**, (1997), "Adsorption of water soluble organic dyes on magnetic charcoal", J. Chem. Tech. Biotechnol., 69,1–4 .

[05] **S.D. Lambert**, **N.J.D. Graham** and **C.J. Sollars**, (1999), "Potential of inorganic adsorbents for dye adsorption and chemical regeneration", 6th Intern. Conference on Environmental Science and Technology, Samos, Greece, 30 August– 2 Septemper.

[06] **T.A. Al–Banis**, **D.G. Hela**, **T.M. Sakellarides** and **T.G. Danis**, (2000), "Removal of dyes from aqueous solutions by adsorption on mixtures of fly ash and soil in batch and column techniques", Global Nest., The Int. J., 2, 3, 237–241.

[09] **T.O. Ryabukhova**, **S. Arzamaa**, **A.B. Okishevana** and **S.N. Konovalova**, (2000), "Adsorption of alcohol's from binary solution on activated carbons", Russian J. of Physical Chemistry, 74,2,281–283.

[10] **J.R. Brown** and **G. Deschenes**, (1993), "Characterization of the gold complex adsorption on activated carbon from chloride, Cyanide and thiourea solution", J. Fuel Processing Technology, 86, 67. 79–87.

[12] **S. Knaebel Kent**, (2003), "Adsorbent selection', Adsorption Research, Inc., Dublin, Ohio, 43016, pp. 1–23.

[13] **F. H. Frimmel**, (2000), "Water chemistry at the EBI", Annual Report of the Water Chemistry Division, Engler–Bunte–Institute, pp. 1–15.

[14] **TERENCIO ،** thibault. Etude de l'adsorption des COVs dans les MOFs par une approche complémentaire théorie-expéreince .2013. 77hese de doctorat. Montpellier , Ecole nationale supérieure de chimie .

[17] **J. Osick** and **I. L**. Cooper, " Adsorption ", Wiley, New York (1982).

[18] **K. K Sharma** and **L. K. Sharma**, " A Text Book of Physical Chemistry", 8th edition, Vina Education, India (1986).

[19] **HAMOUCHE A**,Etude cinetique et thermodynamique de l'adsorption des métaux lourds par l'utilisation des adsorbants naturels.2013.

[20] K. M. Banat, " Principle of Clay Mineralogy", Baghdad University Press, Baghdad (1980).

[22] **BELKEBIR**,**zohra**.Valorisation des dechets agro-alimentaires cas des grignons d'olives.2007 . Thése de doctorat .

[24] **M. Feldman** and **P. Desrochers** (March 2003)x. "Research Universities and Local Economic Development: Lessons from the History of the Johns Hopkins .

[25] **N. Lamri.** Elimination du colorant orange ii en solution aqueuse, par voie photochimique et par adsorption. Mémoire du magister. Université Mentouri de Constantine . 2010.

[26] **Abdal kareem** M.A Dawagreh, Environmental Pollution, Al-balqa Applied University ,Research Gate, 11December 2017, p36.

[28] **S. Brunauer** and **P. H. Emmett**, **J. Amer**. Chem. Soc, 66, 309, (1938).

[29] **Chemseddinechitour** :"pysico_chimie des surfaces",2éme édition ,tom 2,office publication universitaires,Alger,(2004)461p.

[32] **N. Sedira**, Etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes, Mémoire de Magister, Souk-Ahras, Université Mohamed Chérif Massaadia, 2013.

[34] **N. Merzoug**. Application des tiges de dattes dans l'adsorption de polluants organiques. Mémoire de Magister. Université Mohamed Cherif Massaadia Souk-Ahras. (2013-2014).

[36] **NONSORO**, et al. Adsorption du benzo (a) pyréne sur du charbon activé à base de coques de coco provenant de Cote d'Ivoire. ijbacs. Vol.9, no 5, 2015,p (2701-2711).

[37] **N. Chaouch**, "Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico chimique des eaux polluées," Thèse Doctorat, Faculté des sciences, Université Hadj Lakhdar Batna, 2014.

الخلاصة

الخلاصة

للبشر تأثير سلبي شديد على البيئة، حيث إن القيام بالأنشطة مثل التصنيع والنقل والصيد العشوائي على نطاق واسع والتخلص المباشر و الغير مباشر من النفايات يؤثر سلبا على التربة والهواء والمياه. فزيادة السكان يعني مساحة أكبر لبناء المنازل وتوفير المزيد من السلع الاستهلاكية أي زيادة في المصانع و كما يتطلب المزيد من وسائل النقل و استهلاك الطاقة الغير نظيفة و المزيد من الإنتاج الزراعي حيث يتم توفير الأراضي الصالحة للزراعة من خلال إزالة الغابات واستصلاح الأراضي الرطبة والبرك ، و يتطلب ذلك المزيد من الأسمدة و المبيدات الحشرية وهذا يؤدي الى الإضرار بالبيئة اي تلوث الهواء والتربة والمياه .

و في ما يخص تلوث المياه شاركت منظمة الصحة العالمية الإحصائيات التالية : [01]

- بلغت نسبة الأشخاص الذين يستخدمون خدمات مياه الشرب التي تُدار بطريقة أمنة وغير الملوثة 74% من سكان العالم (5.8 مليار شخص) في عام 2020.
- يستخدم ملياران من الأشخاص على الأقل في العالم مياه شرب ملوثة بالبراز .ويمثل تلوث هذا الأخير بالميكروبات نتيجة لتلوثها بالبراز أكبر خطر تتعرض له مياه الشرب ويسبب انتقال أمراض مثل الإسهال والكوليرا و الزحار والتيفود وشلل الأطفال، وتسبب حسب التقديرات 485 000 حالة وفاة ناجمة عن الإسهال كل عام.
- والإسهال هو أكثر الأمراض المعروفة التي ترتبط بتلوث الغذاء والماء غير أن هناك مخاطر أخرى. ففي عام 2017، احتاج أكثر من 220 مليون شخص إلى علاج وقائي من داء البلهارسيات وهو مرض حاد ومزمن تسببه الديدان الطفيلية يُصاب به الشخص نتيجة التعرض للمياه الملوثة بهذه الديدان.
- يعيش أكثر من ملياري شخص في بلدان تعاني من إجهاد الموارد المائية ويُتوقع تفاقم هذا الوضع في بعض الأقاليم من جراء تغير المناخ والنمو السكاني.

- بلغت نسبة مرافق الرعاية الصحية التي تتوافر فيها خدمات المياه الأساسية 50 %فقط ونسبة المرافق المزودة بالخدمات الأساسية للصرف الصحي 37% ونسبة المرافق المزودة بخدمات إدارة النفايات الأساسية 30% في البلدان الأقل نمواً في عام 2019 .

حيث يُشكّل الماء % 72 من مساحة الكرة الأرضيّة، كما أنّه يُشكّل % 60 من حجم جسم الإنسان البالغ، و هذا دليل على أهميته في حياة الكائنات الحيّة، وبالرّغم من وفرة الماء على كوكب الأرض؛ إلّا أنّ % 97 منه مياه مالحة غير صالحة للشرب، فلا يتبقّى إلّا 3% من المياه العذبة التي يوجد أغلبها على شكل كتل جليديّة؛ مما يجعل من مصادر المياه العذبة شديدة النّدرة، لذلك لا بدّ من المحافظة عليه وحمايته من الهدر، وبقائه صالحاَ للاستخدام وكذا معالجته قبل طرحه إلى البيئة .

يشهد العالم اليوم ، نتيجة الثورة الصناعية مشكلة تلوث المياه بسبب تصريف النفايات السائلة الصناعية المحملة بالمواد الكيميائية التي صنعها الإنسان ، إذ تستخدم المواد الكيميائية في المصانع بغية إنتاج المنظفات والأدوية ومستحضرات التجميل ... الخ ، ولا يستغرب أن بعض هذه المواد الكيميائية سينتشر لمسافات بعيدة وعلى نطاق واسع لتلوث المسطحات المائية و يعود ذلك إلى وجود تراكيز عالية للعديد من الملوثات في هذه المياه مثل الأصباغ التي تستخدم في صناعة النسيج و غيرها فهي مصدر للتلوث البيئي.

نوصي في هذه الدراسة بضرورة التوعية بالأضرار البيئية الناتجة عن حرق المخلفات الزراعية و أهمية الاستخدام الأمثل لها، وكيفية الاستفادة منها .كذلك نشر الوعي بتحويل المخلفات الزراعية إلى أسمدة عضوية أو استخدامها في إنتاج وحدات البيوغاز و معالجة المياه الملوثة عن طريق تحويلها الى كربون نشط .

لما أثبتته الدراسات السابقة لأهمية الكربون النشط لأنه من المواد ذات القدرة العالية على الامتزاز ، و المساحة السطحية للكربون النشط التجاري المستعمل على نطاق واسع تتراوح بين ($600-1200\ m^2/mg$) [02]وقد عرفت خواص الكربون النشط الامتزازية منذ وقت المصريين القدماء حيث قاموا باستخدامه في تنقية المياه المستخدمة للاغراض الطبية . [03]كما استخدم منذ وقت بعيد وصولًا إلى وقتنا الحاضر في مجالات مختلفة كتنقية المياه الملوثة بالصبغات والمواد العضوية المختلفة بالإضافة إلى العناصر الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم إضافة إلى الزئبق.

و استخدم الكربون النشط أيضا في تنقية الغازات والسوائل وليس فقط الماء الملوث بالإضافة إلى استخدامه في الأغراض الطبية لامتزاز السموم و الجرعات الزائدة من المخدرات والأدوية في الجسم. [04]

و تعدد فوائد الكربون النشط إضافة إلى انه يعتبر من ارخص الطرق المستخدمة في امتزاز الملوثات كانت السبب في سعي الباحثون بشكل متواصل في مختلف أنحاء العالم إلى تحضير الكربون النشط من مصادر جديدة تكون اقل كلفة وصديقة للبيئة ، [05]فقد قام الباحثون بتحضيره من مختلف المخلفات النباتية كقشور الجوز ونوى الخوخ [06] وقشور جوز الهند [07] إضافة إلى الأخشاب ونوى بعض الفواكه كالمانجو[08] ونوى الزيتون [09] والكرز[10] ونوى التمر [11].

و أخيرا توصلنا من خلال عملنا هذا أن للكربون النشط كفاءة عالية في إزالة الملوثات الكيميائية (الأصباغ) من المحاليل المائية ، وكذا الآفاق المستقبلية لهذا المجال نأمل مواصلة و تطوير و حسن استغلال المخلفات الزراعية .

مراجع الخلاصة

[01] الصفحة الرئيسية لمنظمة الصحة العالمية ، مياه الشرب ، 21.03.2022 ، تاريخ الاطلاع 14.05.2022 18:51 ،للاطلاع https://www.who.int/ar/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

[02] **رمضان، عمر موسى .غزال، رغيد يوسف .علي، ميادة محمود**" تحضير كاربون منشط من قشور جوز الهند والمواد المضافة (النايلون 6.6) بوساطة الكربنة الانصهارية الجافة في الوسط القاعدي" ، المجلة القطرية للكيمياء ، المجلد 20 ، العدد 20 ،2005 ، ص 457-463.

[03] **الحلاوجي. اوس نزار**، " تأثير تركيب المواد البوليمرية على فعالية الكاربون المنشط ,"مجلة تكريت للعلوم الصرفة ,المجلد 16، العدد 3 ،2011 ، ص 140- 136 .

[04] **Yusufu M.I,Ariahu C.C**. and **Igbabul B.D**., " Production and characterization of activated carbon from selected local raw materials" , African Journal of Pure and Applied Chemistry ,6(9),123-131(2012).

[05] **Yagsi,N.Ural** , M.Sc.Thesis , THE MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY .Turkey(2004) .

[06] **Martinez,M.L**, **Moiraghi**, **L. , Agnese, M. Guzman,C**. , "Making and Some Properties of Activated Carbon Produced From Agricultural Industrial Residues From Argentina" , The Journal of the Argentine Chemical Society , 91,103-108 (2003).

[07] **C.E.Gimba** ,**M.Turoti** ,**P.A Egwaikhide** and **E.E Akporhonor** , " Adsorption of Indigo Blue dye and Some Toxic Metals by Activated Carbons From Coconut Shells",EJEAFChe , 8(11), 1194-1201(2009) .

[08] **Abhiti Purai** and **V. K. Rattan** , "Adsorptive Removal of Acid Green 20 from Aqueous Solutions by Biomass Ash and Activated Carbon" , Carbon Letters , Vol. 10, No. 2, , 131-138(2009).

[09] **M. Molina-Sabio**, C. Almansa, F. Rodr´ıguez-Reinoso, "Phosphoric acid activated carbon discs for methane adsorption", Carbon, 41, 2113–2119(2003).

[10] **M. Olivares-Marína**, C. Fernández-Gonzáleza, A. Macías-Garcíab, V. Gómez-Serranoa, Preparation of activated carbons from cherry stones by activation with potassium hydroxide , Vol. 252, Issue 17, 5980–5983(2006).

[11] **Alaa Jewad K. Algidsawi** , "A Study of Ability of Adsorption of Some Dyes on Activated Carbon From Date'S Stones" , Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(11), 1397-1403(2011).