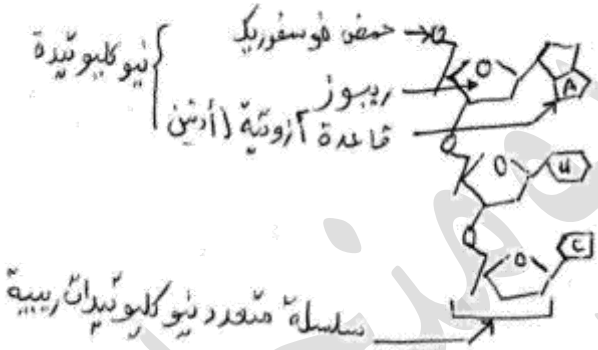
# الوحدة الأولى: آلية تركيب البروتين

تتواجد **المعلومة الوراثية** في ADN داخل **النواة** عند حقيقيات النوى وهي المسؤولة عن **التشفير** للبروتينات. مقر تركيب البروتين هو **الهيولى** حيث يتم استعمال المعلومات الوراثية الموجودة في ADN، نكشف عن ذلك من خلال تجربة نقوم فيها بحضن خلايا في وسط به **أحماض آمينية مشعة** فنجد الإشعاع في الهيولى، سبب استعمال أحماض آمينية لأنها تدخل في تركيب البروتين ومشعة حتى نتمكن من تتبعها. **ADN** عبارة عن سلسلتين من **النيكليوتيدات منقوصة الأكسجين**، إحداهما غير مستنسخة وأخرى مستنسخة تبدأ بـ**TAC**. **المورثة** قطعة من ADN وهي تتابع محدد من النيكليوتيدات وتشفر لبروتين معين. لتركيب البروتين **تستنسخ** المعلومة الوراثية في شكل ARNm ليتم **ترجمته** في الهيولى على شكل بروتين. **ARNm** عبارة عن سلسلة من النيكليوتيدات **الريبية**. الإماهة **الكلية** لـARNm تعطي سكر خماسي ريبوز، حمض الفوسفوريك و4 أنواع من القواعد الآزوتية A,U,C,G . الإماهة **الجزئية** لـARNm تعطي نيكليوتيدات ريبية.

| | ADN | ARNm |
|---|---|---|
| عدد السلاسل | سلسلتين | سلسلة واحدة |
| نوع السكر | سكر ريبوز منقوص الأكسجين | سكر ريبوز خماسي عادي |
| أنواع القواعد الآزوتية | A,T,C,G | A,U,C,G |
| مقر التواجد عند حقيقيات النوى | النواة | الهيولى |

نستدل على حدوث الاستنساخ بتجربة يتم فيها حضن خلايا في وسط به **يوراسيل مشع** فنلاحظ تواجد الإشعاع في النواة ثم ينتقل إلى الهيولى، نستعمل اليوراسيل لأنه قاعدة آزوتية مميزة لـARNm ومشع حتى نتمكن من تتبع مقر تركيبه ومساره. وهذا رسم لبنية ARNm

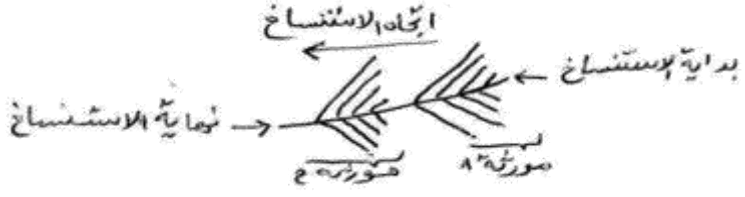



**التعبير المورثي:** هو التعبير عن المورثة في شكل بروتين ويمر بمرحلتين: مرحلة الاستنساخ ومرحلة الترجمة

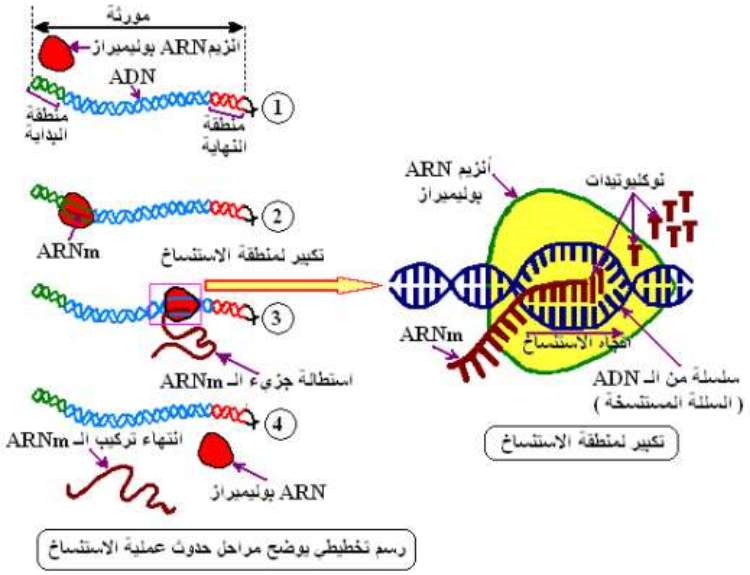
**الاستنساخ:** هو المرحلة الأولى من التعبير المورثي يتم فيه إحدى سلسلتي ADN (السلسلة المستنسخة) إلى ARNm يحمل المعلومة الوراثية المسؤولة عن التشفير للبروتين، تتم في النواة عند حقيقيات النوى وفي الهيولى عند بدائيات النوى.

## العناصر الضرورية لحدوث الاستنساخ وأدوارها:

| العنصر | الدور |
|---|---|
| المورثة | المعلومة الوراثية |
| نيكليوتيدات ريبية حرة | وحدات بناء خيط ARNm |
| إنزيم ARN بوليميراز | تحفيز عملية الاستنساخ وربط النيكليوتيدات الريبية الحرة |
| طاقة | لازمة لحدوث الاستنساخ |



## مراحل عملية الاستنساخ:



رسم تخطيطي يوضح مراحل حدوث عملية الاستنساخ

**1) مرحلة الإنطلاق:** يتعرف فيها إنزيم ARN بوليميراز على بداية المورثة ويرتبط بها ويفكك الروابط الهيدروجينية بين سلسلتي المورثة ويزيل تحلزنها.

**2) مرحلة الاستطالة:** يقوم الإنزيم بقراءة تتابع النيكليوتيدات على السلسلة المستنسخة ويقوم بربط النيكليوتيدات الريبية المكملة لها، ثم يتحرك على طول السلسلة المستنسخة مفككًا الروابط الهيدروجينية ومزيلا للتحلزن ويعيد ربط المناطق التي قام بقراءتها ويقوم بنفس العملية فيستطيل خيط ARNm .

**3) مرحلة النهاية:** يصل فيها الإنزيم إلى نهاية المورثة فينفصل خيط ARNm ويعيد الإنزيم ربط سلسلتي المورثة بالروابط الهيدروجينية وتستعيد تحلزنها.

العلاقة بين ARNm والسلسلة المستنسخة هي علاقة **تكامل**، والعلاقة بينه وبين السلسلة غير المستنسخة هي علاقة **تطابق** مع استبدال T بـ U

**الترجمة:** هي عملية الانتقال من اللغة النووية إلى اللغة البروتينية أي ربط الأحماض الأمينية وفق العدد والترتيب والنوع من خلال المعلومة الوراثية التي يحملها ARNm ، وتتم في الهيولى.

**ملاحظة:** اللغة النووية تتكون من 4 حروف A,U,C,G واللغة البروتينية تتكون من 20 كلمة هي الأحماض الأمينية.

**مناقشة عدد الأحرف اللازمة لتشكيل كلمة نووية تقابلها كلمة بروتينية (مناقشة عدد نيكليوتيدات الرامزة):**

**الاحتمال الأول:** رامزة من نيكليوتيدة واحدة تعطي 4 كلمة بروتينية وبالتالي احتمال مرفوض

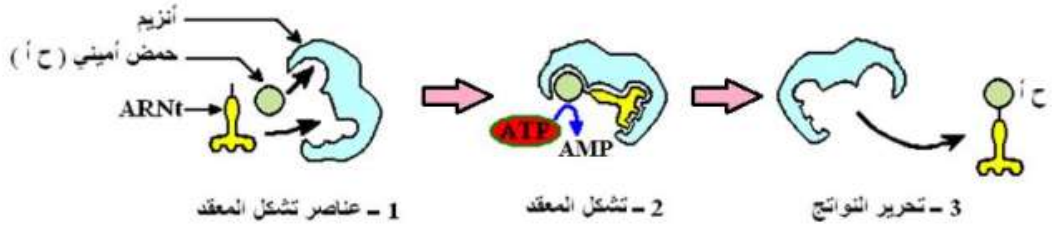
**الاحتمال الثاني:** رامزة من نيكليوتيدتين تعطي 16 كلمة بروتينية وبالتالي احتمال مرفوض

**الاحتمال الثالث:** رامزة من 3 نيكليوتيدات تعطي 64 كلمة بروتينية وبالتالي احتمال مقبول لأنه يغطي 20 حمض أميني مع وجود رامزات لا تشفر لأي حمض (رامزات توقف) ووجود عدة رامزات تشفر لنفس الحمض الأميني

**البوليزوم (متعدد الريبوزم):** هو ارتباط مجموعة من الريبوزومات بنفس خيط ARNm لتشكيل كمية كبيرة من نفس السلسلة البيبتيدية في وقت أقل.

عملية تنشيط الحمض الأميني: هي عملية ربط الحمض الأميني بالARNt الخاص به

| عناصر عملية التنشيط | دورها |
|---|---|
| حمض أميني حر | وحدة لبناء البروتين |
| ARNt | الارتباط بالحمض الأميني الموافق لرامزته المضادة |
| إنزيم نوعي | تشكيل رابطة استرية بين الحمض الأميني وARNt |
| طاقة على شكل ATP | لازمة من أجل التنشيط |




## مراحل عملية تنشيط الحمض الأميني

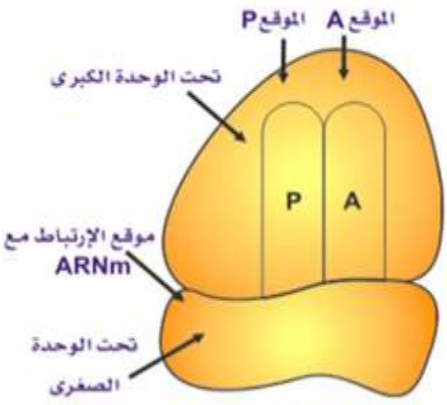
- يرتبط الحمض الأميني وARNt في المواقع الفعالة للإنزيم النوعي
- تستهلك الطاقة لتشكيل رابطة استرية بين الحمض الأميني وARNt الخاص به
- يحرر الإنزيم الناتج ويكون عبارة عن ARNt مرتبط بحمضه الأميني

## وصف بنية ARNt

يتكون من سلسلة واحدة من متعدد النيكليتيدات ملتفة لتأخذ شكل حرف L مقلوب أو شكل ورقة النفل، تتضمن موقعين يضمنان التخصص النوعي لهذه الجزئية هما:

- موقع ارتباط الحمض الأميني
- موقع الرامزة المضادة التي تتكامل مع رامزة الحمض الأميني الخاص به على ARNm

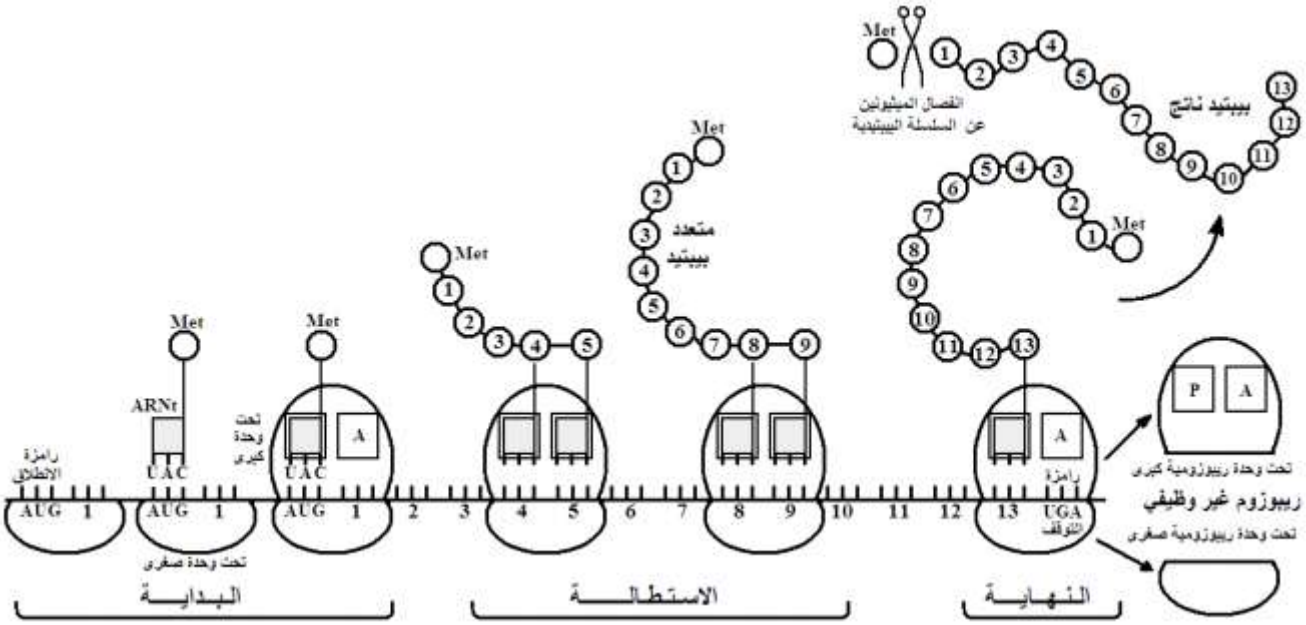
## مكونات ووصف لبنية الريبوزوم




يتكون الريبوزوم من تحت وحدتين، تحت الوحدة الكبرى تنشأ من 31 نوع من البروتينات ونوعين من ARNr وهي تحتوي على موقعين تحفيزيين: الموقع A لارتباط ARNt الحامل لحمض أميني واحد والموقع P لارتباط ARNt الحامل للسلسلة البيبتيدية، وتحت الوحدة الصغرى تنشأ من 21 نوع من البروتينات ونوع واحد من ARNr وتحتوي على موقع لإرتباط ARNm وقراءة تتابع نيكليوتيداته.

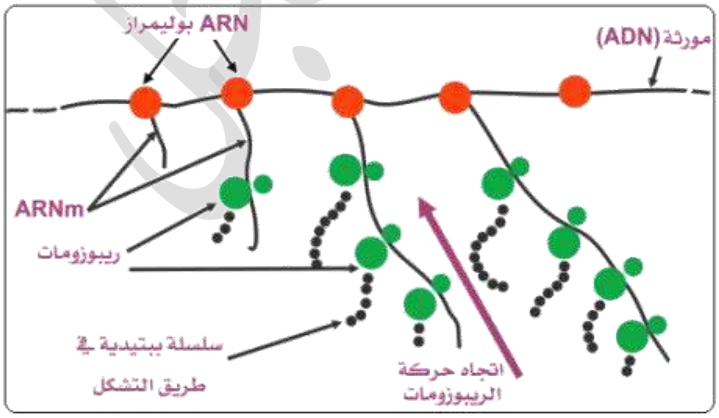
## العناصر الضرورية لحدوث عملية الترجمة وأدوارها

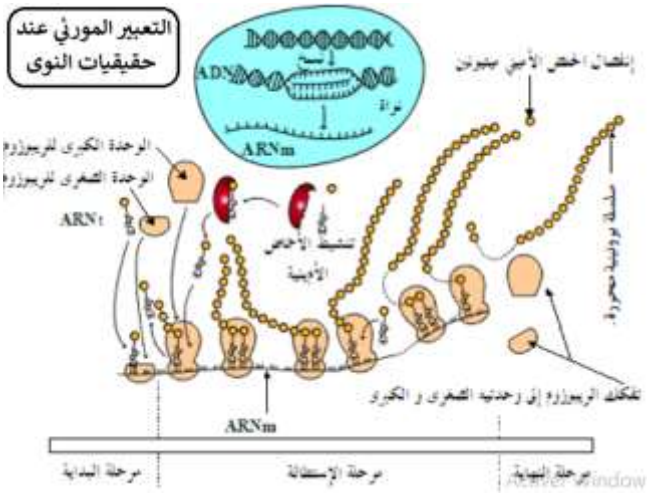
| العنصر | دوره |
|---|---|
| ARNm | المعلومة الوراثية (عدد ونوع وترتيب الأحماض الأمينية) |
| ARNt | نقل الحمض الأميني الخاص به إلى الريبوزوم |
| أحماض أمينية | وحدات بناء البروتين |
| ريبوزوم | قراءة تتابع النيكليوتيدات في ARNm وربط الأحماض الأمينية بروابط بيبتيدية |
| طاقة | ضرورية لحدوث الترجمة (مثل تنشيط الأحماض الأمينية) |




## مراحل عملية الترجمة

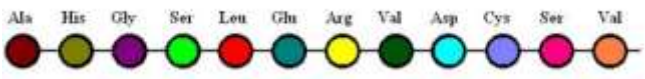
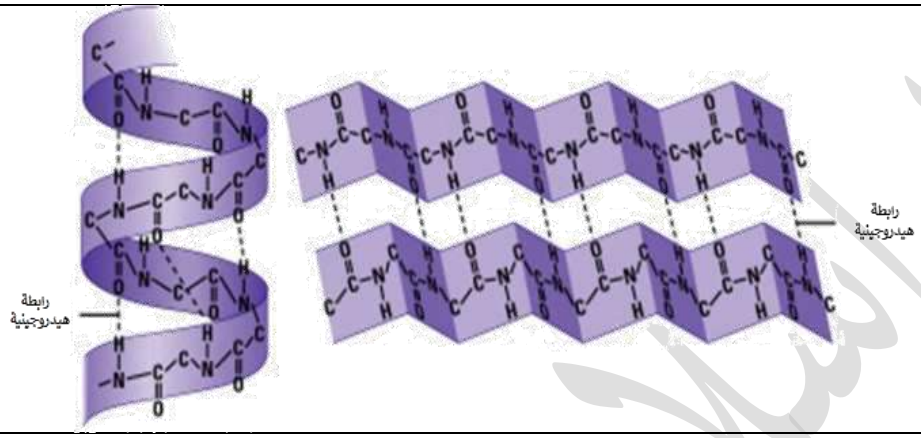
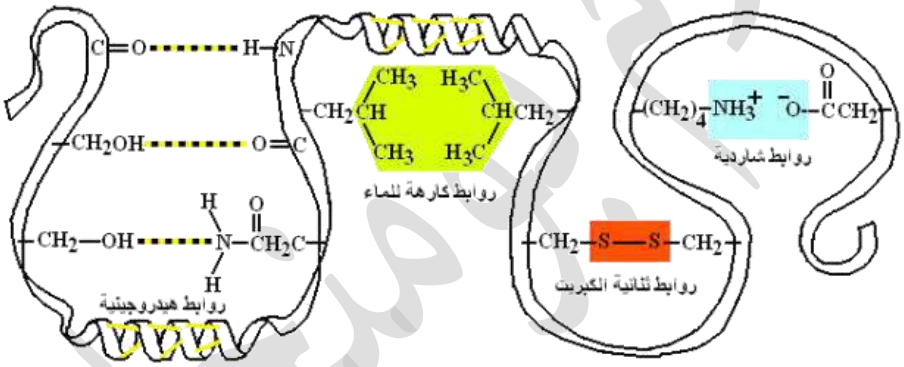
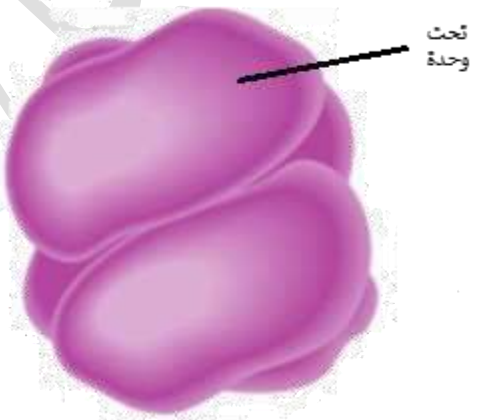
1) **مرحلة البداية:** ترتبط تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم بخيط ARNm وتقرأ رامزة الإنطلاق AUG يأتي ARNt الحامل للميثيونين ويرتبط بـARNm ثم ترتبط تحت الوحدة الكبرى للريبوزوم فيكون ARNt في الموقع P
2) **مرحلة الاستطالة:** يأتي ARNt الحامل لأول حمض أميني في السلسلة الببتيدية الوظيفية فيرتبط في الموقع A ينفصل الميثيونين عن ARNt الخاص به وتتشكل رابطة ببتيدية بينه وبين الحمض الأميني الأول، يغادر ARNt غير المحمل بالحمض الأميني الموقع P ويتحرك الريبوزوم بمقدار رامزة واحدة فيصبح ARNt السابق في الموقع P فيأتي ARNt الحامل للحمض الأميني الثاني فيرتبط بالموقع A وتتكرر نفس العملية فتستطيل السلسلة الببتيدية
3) **مرحلة النهاية:** يصل الريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف (UAA,UAG,UGA) فتنفصل السلسلة الببتيدية عن ARNt ويحذف منها الميثيونين الأول، يغادر آخر ARNt الموقع P وتنفصل تحت وحدتي الريبوزوم عن بعضهما ويُهضم ARNm إذا لم يوجد ريبوزوم آخر يترجمه



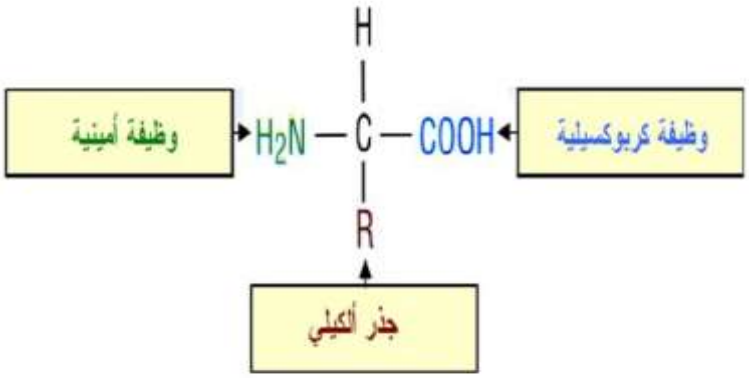
# الوحدة الثانية: العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

## مستويات البنية الفراغية للبروتين

| مستوى البنية الفراغية | مكوناته | الروابط المساهمة في استقرارها | أمثلة |
|---|---|---|---|
| بنية أولية | تتابع أحماض أمينية | روابط بيبتيدية |   |
| بنية ثانوية | بنيات حلزونية α، بنيات من أوراق βالمطوية ، مناطق بينية | روابط هيدورجينية |   |
| بنية ثالثية | بنيات حلزونية α، بنيات من أوراق βالمطوية ، مناطق إنعطاف | روابط هيدوجينية، روابط شاردية، جسور كبريتية، تجاذب الجذور الكارهة للماء |   |
| بنية رابعية | تحت وحدات (كل تحت وحدة هي سلسلة بيبتيدية ذات بنية ثالثية) | تجاذب الجذور الكارهة للماء، روابط شاردية، روابط هيدروجينية |   |

**ملاحظة:** البنية الأولية والثانوية غير وظيفيتين

## دراسة الأحماض الأمينية




**الحمض الأميني:** هو مركب عضوي يتكون من جزء ثابت به ذرة كربون C مركزية مرتبطة بذرة هيدروجين H ومرتبطة بوظيفة كربوكسيلية حمضيةCOOH من اليمين ووظيفة أمينية $H_2N$ قاعدية من اليسار، وجزء متغير حسب الحمض الأميني يتمثل في الجذر الألكيلي R

**أنواع الأحماض الأمينية:** تختلف الأحماض الأمينية باختلاف الجذر الأليكلي بها ونميز 3 أنواع هي:

**1) أحماض أمينية حامضية:** تحتوي على وظيفية حمضية كربوكسلية COOH في الجذر الألكيلي ويوجد حمضان منها وهما Glu و Asp

**2) أحماض أمينية قاعدية:** تحتوي على وظيفية أمينية قاعدية في الجذر الألكيلي ويوجد منها 3 أحماض أمينية هي His و Lys و Arg

**3) أحماض أمينية معتدلة:** لا تحتوي في الجذر الأليكلي لا على وظيفة أمينية ولا على وظيفة كربوكسلية وهي 15 حمض أميني المتبقي

## سلوك الأحماض الأمينية

في وسط حامضي تسلك الأحماض الأمينية سلوك أساس(تكتسب بروتونات)، وفي وسط قاعدي تسلك سلوك حمض(تفقد بروتونات)، وفي وسط معتدل تسلك سلوك حمض وأساس في نفس الوقت(تفقد وتكتسب بروتونات) لذلك تسمى مركبات **حمقلية (أمفوتيرية)**

لكل حمض أميني قيمة Ph للوسط يكون عندها معتدلا كهربائيا تسمى **نقطة التعادل الكهربائي Phi**

الأحماض الأمينية الحامضية لها Phi حامضي أي Phi<7 والأحماض الأمينية القاعدية لها Phi قاعدي أي Phi>7 والأحماض الأمينية المعتدلة لها Phi معتدل أي في حدود 7

**قاعدة تحديد محصلة الشحنة والسلوك**

**Phi<Ph** الحمض الأميني يسلك سلوك حمض وتكون محصلة شحنته سالبة (-)

**Phi=Ph** الحمض الأميني يسلك سلوك حمض وقاعدة في آن واحد وتكون محصلة شحنته معدومة (0)

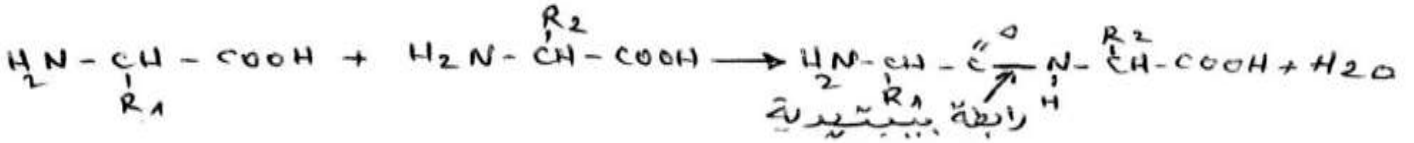
**Phi>Ph** الحمض الأميني يسلك سلوك قاعدة وتكون محصلة شحنته موجبة (+)

**ملاحظة:** في شريط الهجرة الكهربائية تختلف المسافة المقطوعة من طرف حمض أميني باختلاف الفرق بين Ph و Phi

البروتينات لها نفس خصائص الأحماض الأمينية فهي تتميز بخاصية أمفوتيرية (حمقلية) ولكل بروتين Phi خاص به يكون عنده متعادلا كهربائيا مع إمكانية تطبيق نفس القاعدة السابقة وتختلف شحنة البروتينات حسب نوع الأحماض المشكلة لها فالأحماض القاعدية هي المسؤولة عن الشحنات الموجبة والحامضية عن الشحنات السالبة

يتم فصل البروتينات في شريط الهجرة الكهربائية في وسط له Ph=1 فتكون محصلة شحنته موجبة وتساوي عدد الأحماض الحامضية + 1 ، أو في وسط له Ph=13 فتكون محصلة شحنته سالبة وتساوي عدد الأحماض القاعدية + 1

**الرابطة الببتيدية:** هي رابطة تكافؤية تنشأ بين حمضين أمينيين بحيث تتفاعل المجموعة الكربوكسيلية للحمض الأميني الأول مع المجموعة الأمينية للحمض الأميني الثاني ويرافق ذلك تشكل جزيئة ماء وفق المعادلة التالية:



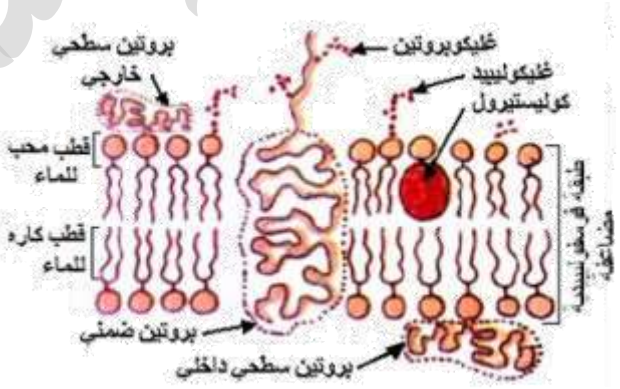

**<u>علاقة البروتين ببنيته الفراغية</u>**

- لكل بروتين بنية فراغية وظيفية طبيعية هي التي تمكنه من آداء وظيفته داخل الخلية أو خارجها، أي خلل في البنية الوظيفية يؤدي إلى فقدان البروتين لوظيفته.
- يكتسب البروتين بنيته الوظيفية تلقائيا بفضل توضع الأحماض الأمينية في مواقعها الصحيحة وفق المعلومة الوراثية أي من خلال عدد ونوع وترتيب الأحماض الأمينية.
- يحافظ البروتين على استقرار بنيته الوظيفية بفضل تشكل روابط بين جذور الأحماض الأمينية المشكلة له نتيجة تموضعها بشكل متقابل وهي: روابط شاردية، روابط هيدروجينية، جسور كبريتية، تجاذب الجذور الكارهة للماء.

---

## الوحدة الثالثة: دور البروتينات في الدفاع عن الذات

**<u>وصف بنية الغشاء الهيولي:</u>** يتكون الغشاء الهيولي من طبقتين فوسفوليبيديتين تتخللهما بروتينات ضمنية مختلفة (كروية أو ليفية) وكولسترول، كما توجد به بروتينات سطحية داخلية وخارجية، قد ترتبط بعض السكريات بالبروتينات فتصبح غليكوبروتينات أو بالليبيدات فتصبح غليكوليبيدات.




**<u>خواص الغشاء الهيولي:</u>** فسيفسائي(لأن مكوناته متوضعة بشكل عشوائي) ومائع(لأن مكوناته دائمة الحركة)

الجزيئات المسؤولة عن تحديد الذات هي **الغليكوبروتينات** (بروتينات سكرية) السطحية للغشاء الهيولي ونكشف عن ذلك بتجربة يتم فيها أخذ خلية من الجسم ثم معالجتها بإنزيم الغليكوزيداز (يفكك الغليكوبروتينات) ثم إعادتها للجسم فيتم القضاء على هذه الخلية (لأنها فقدت هويتها البيولوجية)

**<u>تعريف الذات:</u>** تُعْرف الذات بمجموعة من الجزيئات الغليكوبروتينية الموجودة على السطح الخارجي للغشاء الهيولي للخلايا ونميز نوعين:

**1) نواتج CMH:** غليكوبروتينات تعبر عنها مجموعة من المورثات، ويوجد نوعان منه: **CMH I** ويتواجد على الغشاء الهيولي لكل الخلايا ذات نواة ومورثاته محمولة على الصبغي 6 والصبغي 15
**CMH II** ويتواجد على الغشاء الهيولي للخلايا العارضة (ماكروفاج ولمفاويات B) ومورثاته محمولة على الصبغي 6

**2) مؤشرات الزمر الدموية:** مستضدات غشائية تحدد الزمر الدموية وهي محمولة على أغشية الكريات الدموية الحمراء وفيها نظام ABO ومورثاته محمولة على الصبغي 9 ونظام Rh ومورثاته محمولة على الصبغي 1

| الزمرة | المستضدات الغشائية على الكريات الحمراء | الأجسام المضادة في المصل |
|---|---|---|
| A | A | Anti-B |
| B | B | Anti-A |
| AB | A و B | لا توجد |
| O | لا توجد | Anti-A و Anti-B |

بالنسبة لنظام Rh عند تواجد المستضد D يكون الشخص موجب الزمرة وعند غيابه يكون سالب الزمرة

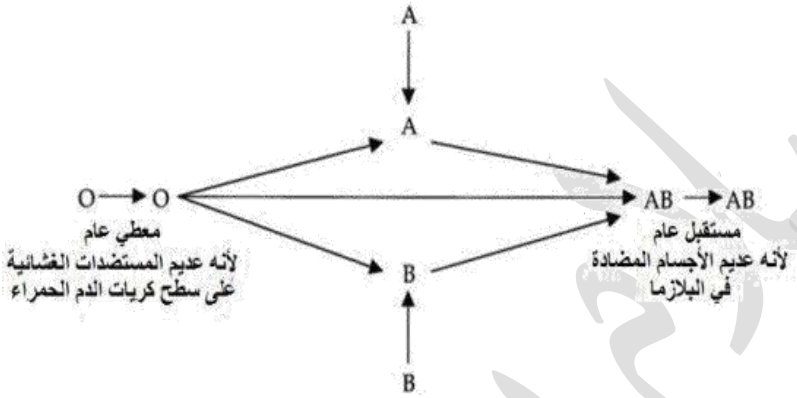
**أسباب التنوع الوراثي للـCMH:**

- تعدد مورثاته - تعدد أليلاته - غياب السيادة بين أليلاته - إحتمال حدوث ظاهرة العبور

**أليلات نظام ABO و Rh :** الأليل $I^A$ مسؤول عن التشفير لإنزيم A يعمل على إضافة السكر GALNAC إلى القاعدة السكرية المكونة من خمس سكريات فيتشكل المستضد A، الأليل $I^B$ مسؤول عن التشفير لإنزيم B يعمل على إضافة السكر GAL إلى القاعدة السكرية المكونة من خمس سكريات فيتشكل المستضد B، الأليل $i^O$ لا يشفر لأي بروتين فيتكون مستضد من خمس سكريات، الأليلان $I^A$ و $I^B$ **لا سيادة** بينهما لكن كلاهما **سائدان** على الأليل $i^O$. الأليل $Rh^+$ يشفر للمستضد D و الأليل $Rh^-$ لا يشفر له، $Rh^+$ **سائد** على $Rh^-$ .

عند نقل الدم نراعي نوع المستضدات الغشائية على الكريات الحمراء لدم المعطي والأجسام المضادة في مصل المستقبل

وهذا مخطط لنقل الدم في نظام ABO




**الاستجابة المناعية ذات الوساطة الخلطية**

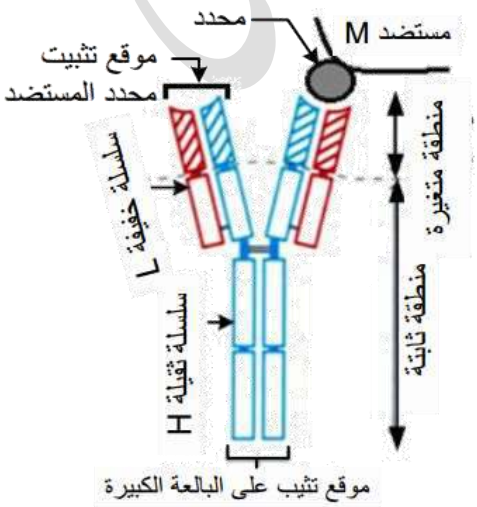
تتم بتدخل جزيئات بروتينية من نوع غلوبيلينات نوع γ تتواجد في المصل وترتبط نوعيا بالمستضد الذي حرض إنتاجها وتسمى "أجسام مضادة"

**خصائص الاستجابة الخلطية:** النوعية، الاكتساب، النقل، سريعة في حالة الاستجابة الثانوية، ذاكرة مناعية

**دور الأجسام المضادة:** الارتباط نوعيا مع محدد المستضد الذي حرض انتاجها وتشكيل معقد مناعي بسبب التكامل البنيوي بين محدد المستضد وموقع تثبيت محدد المستضد على الجسم المضاد

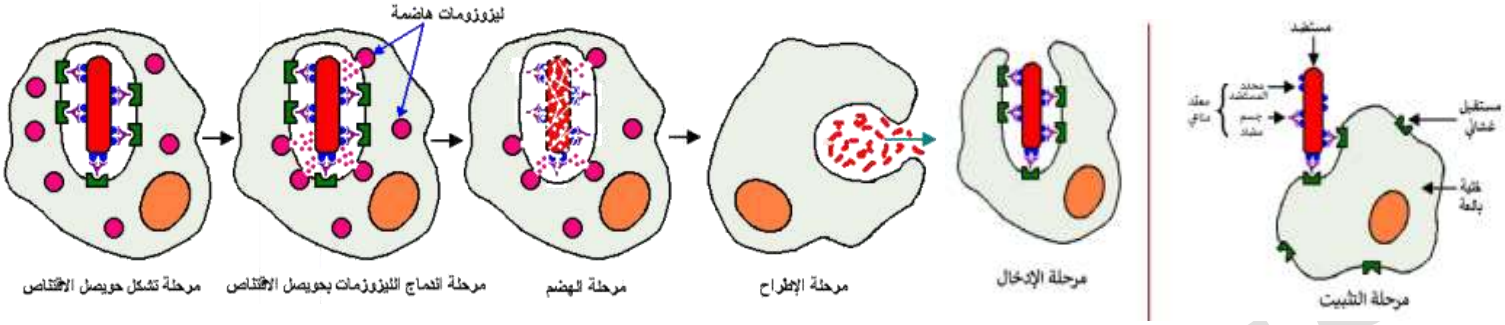
- إبطال مفعول المستضد - منع انتشاره وتكاثره - تسهيل عملية البلعمة الخلوية للمعقد المناعي

**وصف بنية الجسم المضاد:**

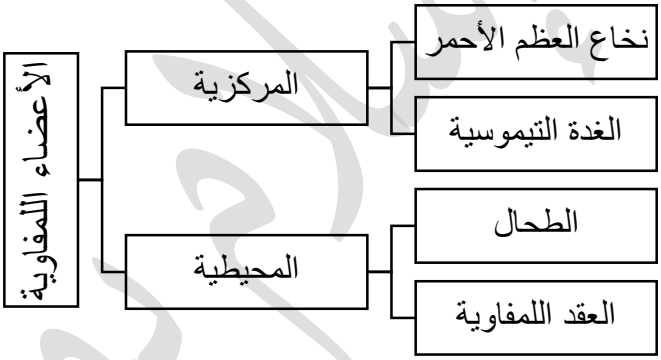



يتكون الجسم المضاد من 4 سلاسل ببيتيدية إثنان منها ثقيلة H وإثنان منها خفيفة L على شكل حرف Y، ترتبط كل سلسلة ثقيلة بالخفيفة المقابلة لها بجسر كبريتي، وترتبط السلسلتان الثقيلتان بجسرين كبريتيين، توجد في أسفل السلسلتين الثقيلتين منطقة للتثبيت على البالعات الكبيرة، ويوجد موقع تثبيت محدد المستضد الذي يتكامل بنيويا مع محدد المستضد الذي حرض انتاج الجسم المضاد، يمثل موقع تثبيت محدد المستضد منطقة متغيرة من جسم مضاد لآخر والباقي يمثل منطقة ثابتة في كل الأجسام المضادة.

**عملية بلعمة المعقد المناعي:** هي عملية تقوم بها الماكروفاج يتم فيها القضاء على المعقد المناعي للقضاء على المستضد وهي تمر بالمراحل التالية:




1) **مرحلة التثبيت:** يتثبت المعقد المناعي على مستقبلات غشائية نوعية على الماكروفاج
2) **مرحلة الإدخال:** تتشكل ثنية من الأرجل الكاذبة ليتم إدخال المعقد المناعي إلى هيولى الماكروفاج
3) **مرحلة تشكل حويصل الإقتناص**
4) **مرحلة الهضم:** تندمج الليزوزومات مع حويصل الإقتناص وتصب إنزيماتها الهاضمة فيه
5) **مرحلة الإطراح:** يتم طرح فضلات الهضم خارج الخلية من خلال عملية الإطراح الخلوي




**مصدر الأجسام المضادة:** هو البلاسموسيت (الخلايا البلازمية) الناتجة عن تمايز LB المنتقاة وهي خلية إفرازية تتميز بالخصائص التالية: - هيولى كثيفة - نواة كبيرة - شبكة هيولية محببة - جهاز غولجي متطور - كثرة الميتوكندري - غشاء هيولي متموج

**نشأة ونضج الخلايا LB:** تنشأ الخلايا LB في نقي العظم الأحمر وتنضج فيه من خلال تركيب مستقبلات غشائية BCR وهي عبارة عن أجسام مضادة غشائية يختلف موقع تثبيت محدد المستضد فيها من نسيلة إلى أخرى ثم تهاجر إلى الأعضاء المحيطية.

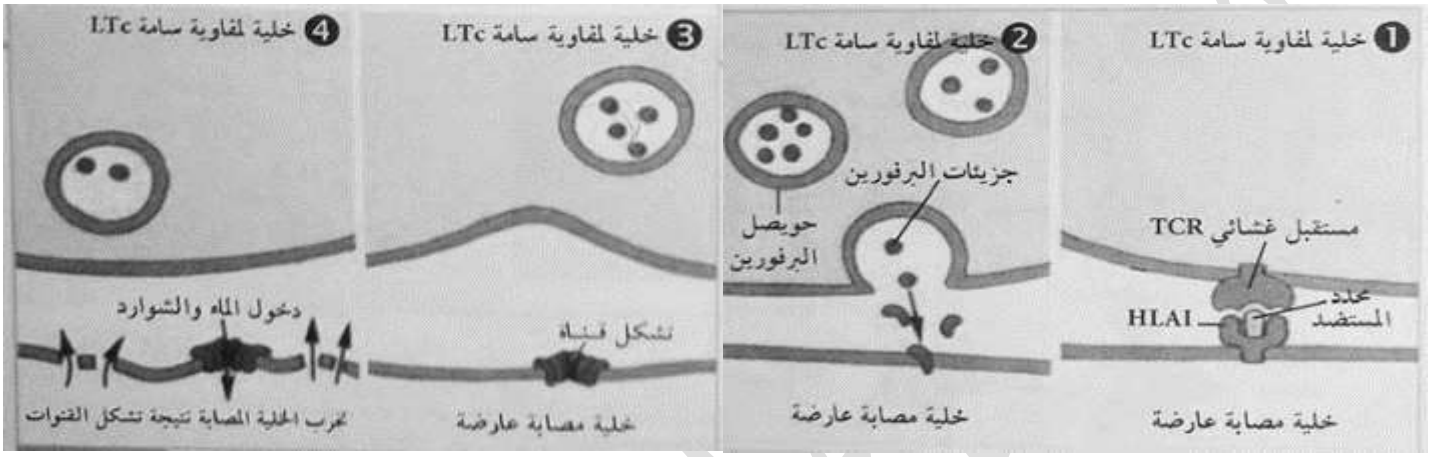
**إنتقاء الخلايا LB:** عند دخول المستضد يتم اقتياده إلى الأعضاء المحيطية فيقوم بانتقاء نسيلة LB التي يتكامل مستقبلها الغشائي BCR مع محدداته المستضدية فتنشط هذه النسيلة المنتقاة وتركب مستقبلات غشائية للأنترلوكين 2

## الاستجابة المناعية ذات الوساطة الخلوية

تتم بتدخل خلايا لمفاوية سامة LTc لها القدرة على إقصاء الخلايا المصابة بالمستضد الذي حرض إنتاجها ولها نفس خصائص الاستجابة المناعية ذات الوساطة الخلطية.

**شروط عمل الخلايا LTc:** - أن تكون الخلية المصابة من خلايا الذات (لها نفس CMH I)
- أن تكون الخلية مصابة بنفس المستضد الذي حرض إنتاج LTc

**مراحل القضاء على الخلية المصابة:**
**1- مرحلة التعرف المزدوج:** تتعرف فيها LTc على الخلية المصابة تعرفًا مزدوجا بفضل مستقبلها الغشائي TCR الذي يتكامل بنيويًا مع CMH I و البيبتيد المستضدي المعروضان على الخلية المصابة.
**2- مرحلة التنفيذ واللإقصاء:** تفرز LTc البرفورين عبر الإطراح الخلوي لمحتوى حويصلات البروفورين فيؤدي إلى تشكيل ثقوب (قنوات غشائية) على غشاء الخلية المصابة تدخل عبرها الشوارد والماء مما يؤدي إلى تفجير الخلية بصدمة حلولية.




**مصدر الخلايا LTc:** هو الخلايا $LT_8$ ذات المؤشر الغشائي $CD_8$ والحاملة للمستقبل الغشائي TCR الذي يتكامل مع CMH I ومحدد المستضد الذي حرض حدوث الاستجابة المناعية والتي تتمايز إلى LTc

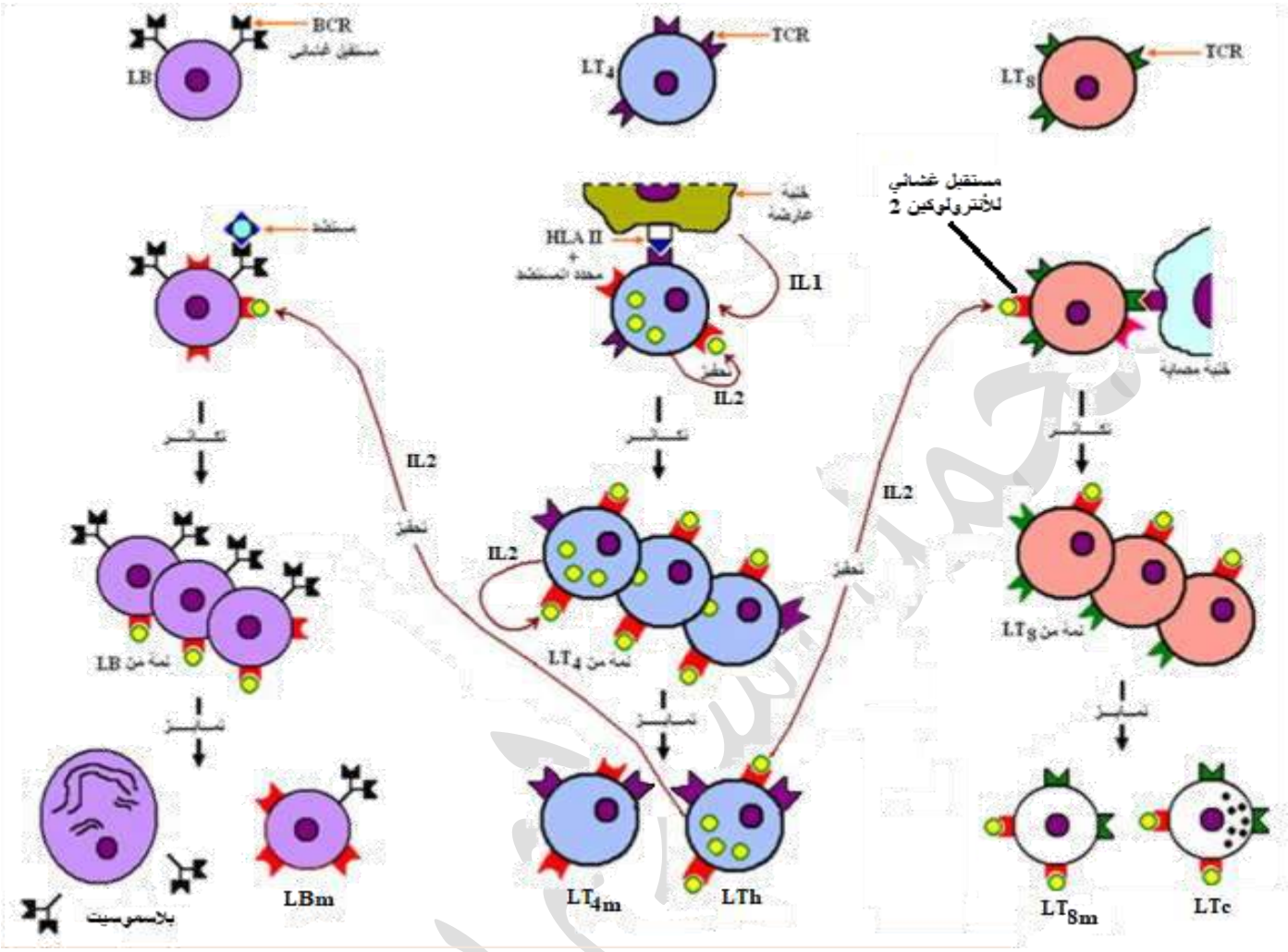
**نشأة ونضج LT8:** تنشأ الخلايا $LT_8$ في نخاع العظم الأحمر ثم تهاجر إلى الغدة التيموسية لتنضج من خلال تركيب مستقبلات غشائية TCR تختلف بنيته من نسيلة إلى أخرى ثم تهاجر إلى الأعضاء المحيطية.

**إنتقاء الخلايا LT8:** عند دخول مستضد إلى العضوية وإصابته لخلايا العضوية تقوم الماكروفاج ببلعمة خلية مصابة وعرض محدد المستضد الذي أصابها على CMH I (أي أصبحت خلية مصابة) ثم تهاجر إلى الأعضاء المحيطية وتنتقي نسيلة $LT_8$ التي يتكامل مستقبلها الغشائي TCR مع CMH I و البيبتيد المستضدي المعروض عليه فتنشط هذه النسيلة المنتقاة وتركب مستقبلات غشائية للأنترلوكين 2

**تحفيز الخلايا LB و $LT_8$:** يتم تحفيز الخلايا LB على الإنقسام والتمايز إلى بلاسموسيت و $LB_m$ (خلايا ذاكرة) وتحفيز الخلايا $LT_8$ على الإنقسام والتمايز إلى LTc و $LT_{8m}$ بمبلغ كيميائي ذو طبيعة غليكوبروتينية هو الأنترلوكين 2 (IL2) الذي تفرزه الخلايا LTh والذي يتثبت على المستقبلات الغشائية للأنترولوكين 2 التي تركبها الخلايا LB و $LT_8$ المنتقاة والمنشطة بالمستضد.

تنشأ الخلايا $LT_4$ ذات المؤشر الغشائي $CD_4$ في نخاع العظم الأحمر وتنضج في الغدة التيموسية أين تركب مستقبلات غشائية TCR تختلف بنيتها من نسيلة إلى أخرى ثم تهاجر إلى الأعضاء المحيطية. عند دخول مستضد إلى العضوية وإصابته لخلايا العضوية تقوم الماكروفاج ببلعمة خلية مصابة به وعرض محدد المستضد الذي أصابها على CMH II (تلعب دور خلية عارضة) ثم تهاجر إلى الأعضاء المحيطية وتنتقي نسيلة $LT_4$ التي تحمل TCR يتكامل مع CMH II والبيبتيد المستضدي المعروض عليه وتفرز الأنترلوكين 1

لتحفزها على تركيب مستقبلات غشائية للأنترلوكين 2 ، تقوم $LT_4$ بتحفيز ذاتي من خلال إفراز الأنترلوكين 2 فتنقسم وتتمايز إلى LTh و $LT_{4m}$



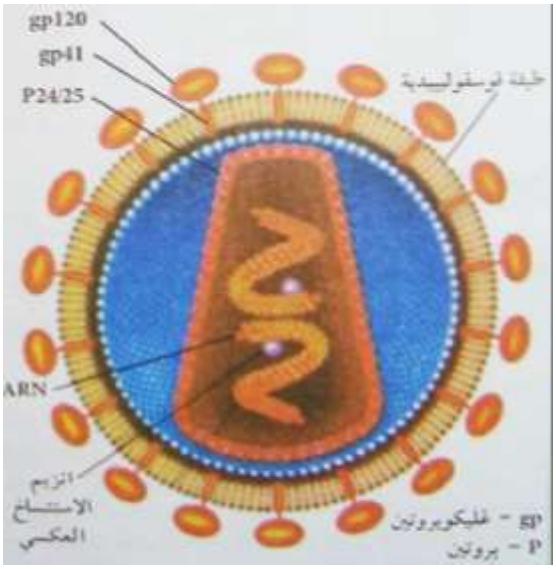

مخطط يلخص مراحل التعرف والانتقاء والتحفيز خلال الاستجابة المناعية النوعية

## سبب فقدان المناعة المكتسبة

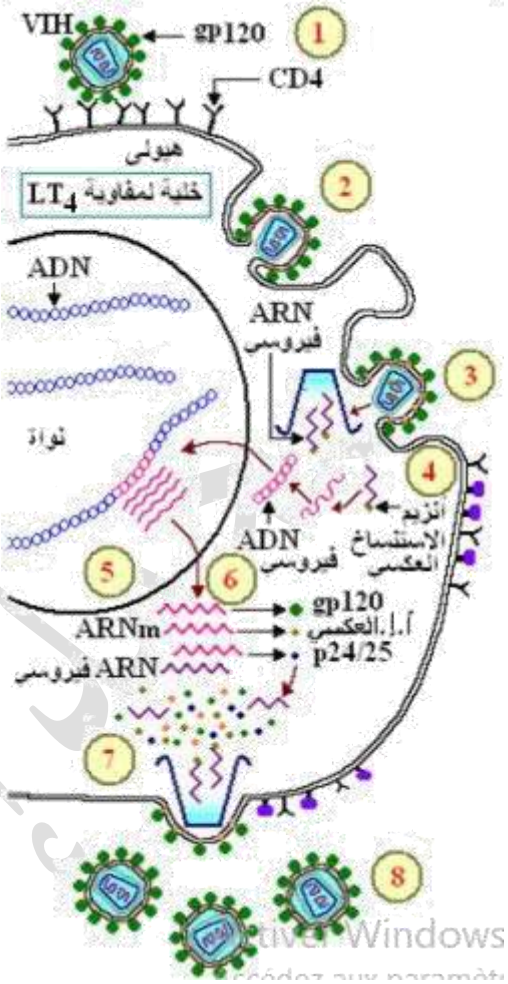
الخلايا المصابة بفيروس VIH يكون على غشائها الهيولي تبرعمات.
يستهدف فيروس VIH الخلايا $LT_4$ نظرا للتكامل البنيوي بين بروتينه الغشائي gp120 والمؤشر الغشائي $CD_4$ مما يمكنه من الاندماج مع غشائها الهيولي والدخول إلى هيولى الخلية.

## بنية فيروس VIH :

يتكون فيروس من طبقة فوسفوليبيدية تتخللها gp41 التي تثبت عليها gp120 ، وداخل هذه الطبقة توجد محفظة خارجية من p17 ومحفظة داخلية من p24 داخلها توجد المادة الوراثية للفيروس على شكل ARN مع إنزيمات فيروسية مثل: إنزيم الاستنساخ العكسي، إنزيم الدمج والبروتياز...



## تطور فيروس VIH داخل الخلية $LT_4$:




**1- مرحلة التثبيت:** يتثبت gp120 للفيروس على $CD_4$

**2- مرحلة الالتحام:** يلتحم غشاء الفيروس مع الغشاء الهيولي للخلية

**3- مرحلة التحرير:** يحرر الفيروس محتوى المحفظة الداخلية داخل هيولى الخلية

**4- مرحلة الاستنساخ العكسي:** يقوم إنزيم الاستنساخ العكسي باستنساخ ARN الفيروسي إلى ADN فيروسي

**5- مرحلة الدمج:** يدخل ADN الفيروسي إلى نواة الخلية ويقوم إنزيم الدمج بدمجه مع ADN الخلية

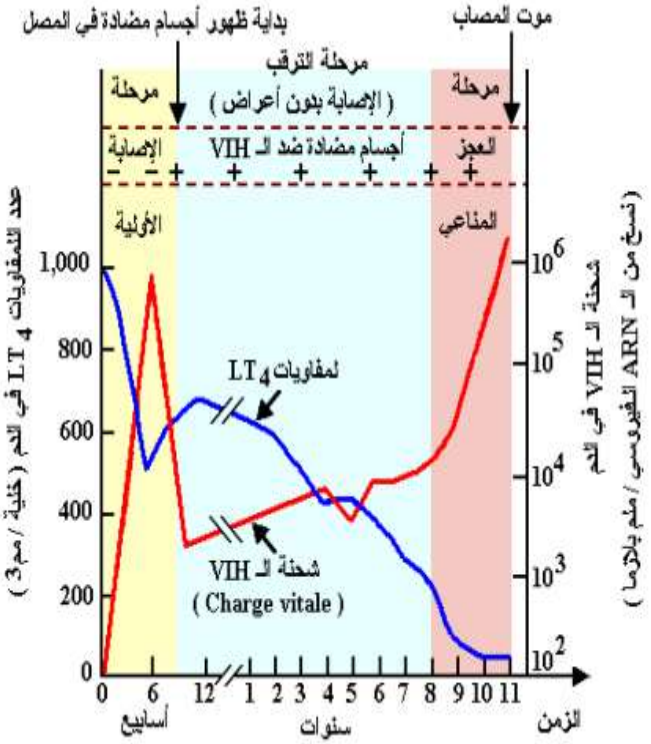
**6- مرحلة التعبير المورثي:** تقوم الخلية بالتعبير المورثي لمورثات الفيروس (استنساخ وترجمة) لتشكيل بروتيناته وARN فيروسي

**7- مرحلة التجميع:** تهاجر مكونات الفيروسات الجديدة إلى الغشاء الهيولي وتتجمع

**8- مرحلة الإطراح:** يتم إطراح الفيروسات الجديدة خارج الخلية من خلال تشكل تبرعمات

**ملاحظات:** - يرغم الفيروس الخلية على التعبير المورثي لمورثاته
- الاستنساخ السريع والمتعدد لمورثات الفيروس يؤدي إلى حدوث طفرات في مورثاته فيعطي فيروسات ذات مستضدات جديدة (سبب عدم نجاح الأدوية ضد الفيروس)
- يمكن للفيروس أن يستهدف الماكروفاج لأنها تحمل $CD_4$
- يؤدي تبرعم عدد كبير من الفيروسات إلى تفجير الخلية

## مراحل الإصابة بالفيروس




**1- مرحلة الإصابة الأولية:** تدوم حوالي 12 أسبوعا، تتزايد شحنة الفيروس مع تناقص عدد $LT_4$ إلى غاية 6 أسابيع، ثم يشرع عدد $LT_4$ في التزايد يصاحبه تناقص في شحنة الفيروس مع ظهور أجسام مضادة ضد VIH في نهاية هذه المرحلة

**2- مرحلة الترقب:** تدوم حوالي 8 سنوات حيث لا تظهر أعراض المرض على المصاب، يتناقص فيها عدد $LT_4$ تدريجيا مع التزايد في شحنة الفيروس

**3- مرحلة العجز المناعي:** تبدأ لما يتناقص عدد $LT_4$ إلى 200 خلية / مم3 إلى غاية الإنعدام مع تزايد سريع في شحنة الفيروس وتنتهي بموت المصاب.

**التفسير: 1- مرحلة الإصابة الأولية:** - تزايد شحنة الفيروس وتناقص عدد $LT_4$ بسبب مهاجمة الفيروس للخلايا وتكاثره داخلها

- تزايد عدد $LT_4$ وتناقص شحنة الفيروس وظهور الأجسام المضادة بسبب حدوث استجابة مناعية (خلطية وخلوية) ضد الفيروس

**2- مرحلة الترقب:** تناقص عدد $LT_4$ بسبب حدوث استجابة مناعية خلوية ضدها (مهاجمتها من طرف LTc ) وتزايد شحنة الفيروس بسبب تكاثره

**3- مرحلة العجز المناعي:** تناقص عدد $LT_4$ إلى 200 خلية / مم3 يؤدي إلى عجز مناعي أي عدم القدرة على توليد استجابة مناعية بسبب الدور المحوري الذي تلعبه $LT_4$ فبدونها لا يتم تحفيز LB و $LT_8$ فلا تتطور الاستجابة المناعية فيموت المصاب بسبب الأمراض الانتهازية التي تستغل فرصة العجز المناعي

---

## الوحدة الرابعة: علاقة الإنسان بالبيئة (احتمال إدراجها ضعيف)

**النظام البيئي:** هو كيان متكامل ومتوازن يتألف من كائنات حية Biocenose ومكونات غير حية Biotope وهي في تفاعل مستمر.

- إن انطلاق الغازات بكميات كبيرة خاصة غاز $CO_2$ الناتج عن احتراق الطاقات المستحاثية (بترول، غاز...) هي مصدر تغيرات تركيب وتركيز الغازات الجوية مما يؤدي إلى تلوث جوي.

**الاحتباس الحراري:** ظاهرة طبيعية تحافظ على ثبات درجة الحرارة الجو بفضل غاز $CO_2$ وبخار الماء اللذان يحتفظان بالحرارة المرتدة من الأرض في شكل أشعة تحت حمراء.

- امتصاص الطاقة بالاحتباس الحراري ناجم عن غازات تدعى "غازات الاحتباس الحراري" وتصنف إلى نمطين:

**1) الطبيعية:** مثل $CO_2$ و $N_2O$ و $CH_4$ وبخار الماء

**2) الصناعية:** كربوهالوجينات، مشتقات الكربوهيدرات CFC

- الزيادة المعتبرة لبعض غازات الاحتباس الحراري منذ الثورة الصناعية ( 30% من $CO_2$ و 14.5% من $CH_4$ ) يؤدي إلى تراكم غازات الاحتباس الحراري وتضخيم الاحتباس الحراري
- تقدر زيادة درجة الحرارة الناجمة عن الاحتباس الحراري بـ 0.5 درجة مئوية كل قرن
- يمكن أن يكون للغازات الصناعية تأثيرات أخرى مثل زيادة حمضية مياه الأمطار بانحلال الغازات في الهواء الرطب مع آثار سلبية أخرى على التربة والنباتات

**طبقة الأوزون:** هي طبقة رفيعة في الجزء العلوي للجو (ستراتوسفير) تتكون من غاز الأوزون $O_3$ ولها القدرة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية ذات طول موجة أقل من 340 nm

- تتخرب طبقة الأوزون من طرف بعض الغازات مثل NO
- يؤدي تخريب طبقة الأوزون (ثقب الأوزون) إلى مرور الأشعة فوق البنفسجية الخطيرة التي تؤثر على صحة الإنسان (تسبب الأمراض والطفرات) وعلى مردودية النباتات
- تقاس شدة الأشعة فوق البنفسجية على الأرض بمعامل UV
- **العوامل المؤثرة على معامل UV:** مناخية (وضعية الشمس، الفصل، المنطقة، الساعة)، سمك طبقة الأوزون (انخفاض السمك يرفع من المعامل)، تركيز ملوثات الجو (زيادة تركيزها يرفع من المعامل)

## طريقة تحليل وثيقة (منحنى):

1- التعريف بالوثيقة (تمثل الوثيقة منحنى بياني لتغيرات الظاهرة 1 بدلالة الظاهرة 2 )
2- الملاحظات: من ... إلى ... نلاحظ (تناقص أو تزايد أو ثبات) في الظاهرة 1 (لا نقول ارتفاع المنحى) وهكذا إلى غاية نهاية المنحنى (في حالة وجود أكثر من منحى نقول مثلا تزايد الظاهرة 1 بينما تتناقص الظاهرة 2 ) مع إعطاء قيم في حالة وجودها

**تفسير المنحنى:** معناها أن نعطي سبب تزايد أو تناقص أو ثبات الظاهرة خلال مجال معين في المنحنى من خلال المعطيات والمكتسبات القبلية

**الاستنتاج:** إعطاء نتيجة عامة عن الظاهرة المدروسة (يجب الانتباه إلى الغرض من هذه الدراسة والذي يكون مكتوبا عادة في بداية التمرين)

## طريقة كتابة نص علمي

1- مقدمة: إعطاء لمحة عن الموضوع وطرح المشكلة المراد الإجابة عنه
2- عرض: (نحدد المطلوب، نسطر على الكلمات المفتاحية، نكتب على شكل رؤوس أقلام الأفكار التي يجب التطرق لها، نكتب المصطلحات العلمية الواجب استعمالها، ثم نربط بينها في شكل جمل مفيدة لتشكيل فقرة)
3- الخاتمة: إعطاء ملخص للإجابة على المشكلة المطروحة

المراجع: دروس الأستاذ فراح عيسى، الكتاب المدرسي، ملخص بن حدة

محمد إسلام بومنجل

**المستوى: 3 رياضيات** **الأستاذة: ب. نورة**

# المجال 2: الإنسان و تسيير الكوكب

**وضعية الإنطلاق:** تمتاز النظم البيئية الطبيعية في كوكب الأرض بتوازن مستمر ناتج عن التفاعلات القائمة بين مختلف عناصرها.إلاّ أنّ تدخل الإنسان في مختلف المجالات أدّى إلى إحداث خلل في هذا التوازن.

**الإشكالية:** ما هي مختلف العوامل المؤدية إلى إحداث خلل في التوازن البيئي؟ و ما هي الرهانات المستقبلية للحفاظ على بيئة متوازنة؟

## الوحدة 1: العلاقة بين نشاطات الإنسان و التلوث الجوي

**وضعية الإنطلاق:** يشكل الهواء الجوي عنصرا أساسيا للحياة، و لقد احتفظ على ثبات تركيبه بمرور العصور بفضل الدورات الجوية الطبيعية، إلا أنّ تدخل الإنسان بنشاطاته المختلفة أدى إلى إحداث خلل في الدورات الجوية و تلوث الجو بدخول مواد غريبة إليه.

**الإشكالية:** ما هي مصادر التلوث الجوي و ما هو تأثيرها على المحيط؟

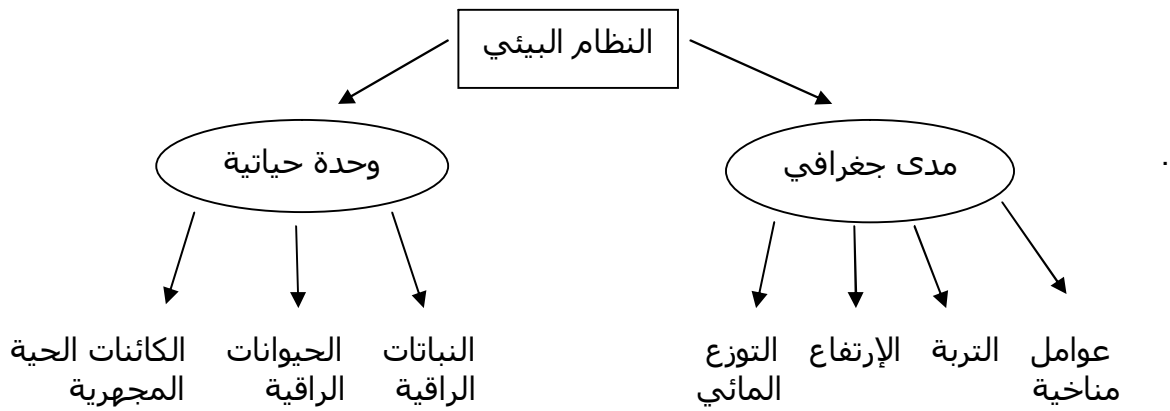
### النشاط 1: التذكير بالمكتسبات (المحيط و الأنظمة البيئية)

**استغلال الوثيقة 1 ص 113:**

1-التعرّف على الأنظمة البيئية:

الصورة 1: نظام بيئي جبلي
الصورة 2: نظام بيئي بحري
الصورة 3: نظام بيئي
الصورة 4: نظام بيئي غابي
الصورة 5: نظام بيئي صحراوي

2- استخراج من كل نظام بيئي العناصر الحيوية و العناصر اللاحيوية:




**خلاصة: تعريف النظام البيئي (Écosystème):**
النظام البيئي هو مجموعة تتكون من عنصرين في تفاعل مستمر:
- عنصر غير حي: ذو طبيعة فيزيائية-كيميائية، هو المدى الجغرافي (Biotope)
- عنصر حي: يتمثل في مجموع الكائنات الحية (Biocénose) التي تسكن هذا المدى الجغرافي.

Écosystème = Biotope + Biocénose

**تعريف المحيط:**
هو مجموع الكائنات الحية و محيطها اللاحيوي و الذي يمثل مجال حياة الإنسان.

## النشاط 2: مصدر التلوث الجوّي

**س- ما هو التلوث الجوي و ما هي مصادره؟**

**1)- ملاحظة أوساط بيئية حضرية و صناعية:** الوثيقة 1 ص 114
تبيّن هذه الوثيقة التلوث الهوائي الناتج عن نشاطات الإنسان في بيئتين، حضرية و صناعية.

1- تحديد أهم الغازات المنطلقة: هو غاز ثاني أوكسيد الكربون ($CO_2$)
2- تعريف مختصر للتلوث الجوّي: هو خلل في تركيب الهواء، ناتج أساسا عن النشاط المفرط للإنسان خاصة في الميدان الصناعي.

**2)- التركيب الغازي لوسطين مختلفين (غابة + منطقة حضرية):** الوثيقة 2 ص 115
تبيّن هذه الوثيقة نسبة بعض الغازات الجوية في وسطين مختلفين: غابة و منطقة حضرية.

1- مقارنة المكونات الغازية للوسطين البيئيين و تحديد الغازات الثابتة و المتغيرة:
نلاحظ تواجد نفس الغازات في الوسطين، حيث منها:
- غازات ذات نسبة ثابتة: $N_2$, $CH_4$, Ar, Ne, He, Kr و مواد أخرى.
- غازات ذات نسبة متغيرة: $CO_2$ و بخار الماء و $O_2$ حيث نلاحظ ارتفاع نسبة $CO_2$ و بخار الماء في المنطقة الحضرية، و انخفاض نسبة $O_2$ فيها.

2- حساب الزيادة في نسبة الغازات المنطلقة:
- بالنسبة لـ $CO_2$: 0,38 – 0,33 = 0,05 %
- بالنسبة لبخار الماء: 90 – 70 = 20 %
الإستنتاج: الغازات التي ترتفع نسبتها في الوسط الحضري هي الغازات الناتجة عن نشاطات الإنسان.

3- حساب % للزيادة في غاز $CO_2$ المنطلق بالنسبة إلى مجموع الغازات المنطلقة:

حساب مجموع الغازات المنطلقة في الغابة:

70,33 = 70 + 0,33

حساب النسبة % للزيادة في غاز CO2 المنطلق بالنسبة إلى مجموع الغازات المنطلقة:

70,33 ----------> 100%
0,05 ----------> x
x = 0,07%

4- تحديد الغازات المسؤولة عن التلوث الجوي:
من أهم الغازات المسؤولة عن التلوث الجوي، غاز $CO_2$ الذي ترتفع نسبته بكثرة في الأوساط الصناعية.
تنتج هذه الغازات عن احتراق الطاقات المستحثية (البترول، الفحم ...) التي هي مصدر تغيرات تركيب و تركيز الغازات الجوية.

## النشاط 3: الإحتباس الحراري

**وضعية الإنطلاق:**
كثر الحديث في السنوات الأخيرة عن تفاقم ظاهرة الإحتباس الحراري، و عن الأضرار الناجمة عن ذلك.
**الإشكالية:** ما هو الإحتباس الحراري و ما تفسيره؟

**نمذجة الإحتباس الحراري:**
**1**- إنجاز تركيب تجريبي لإظهار ظاهرة الاحتباس الحراري (الوثيقة 1 ص 116)
**2**- قياس درجة الحرارةفي كلّ من الحيزين المختلفين.
**3**- تسجيل الملاحظات في جدول الوثيقة 2 ص 116:

| الزمن (دقيقة) | درجة الحرارة (°م) في الحيز 1 | درجة الحرارة (°م) في الحيز 2 |
|---|---|---|
| 0 | 22 | 22 |
| 5 | 24 | 23 |
| 10 | 26 | 23,2 |
| 15 | 28 | 23,9 |
| 20 | 30 | 24,1 |

**4**- مقارنة تغيرات درجة الحرارة في الحيزين (1) و (2):
ترتفع درجة الحرارة في الحيزين، إلا أن ارتفاعها في الحيز (1) المغطى أشد مما هو عليه في الحيز (ب) غير المغطى.
الإستنتاج: يلعب الغطاء الزجاجي الشفاف دورا كبيرا في احتباس الحرارة في الحيز (1)، مما يؤدي إلى ارتفاع سريع لدرجة الحرارة.

**5**- ذكر ما يقابل العناصر المرقمة في الوثيقة 1، في الطبيعة:
1- طاقة شمسية
2- غازات الإحتباس الحراري
3- سطح الأرض

**6**- تفسير تغيرات درجة الحرارة المسجلة في التجربة:
في الحيز (1)، سمح الغطاء الزجاجي بدخول الإشعاعات الضوئية، فامتصت الطبقة العاتمة جزءا منها و عكست الجزء الآخر على شكل إشعاعات تحت حمراء التيتمّ حبسها piégeage داخل الحيز، مماسبّب ارتفاع كبير لدرجة الحرارة فيه.
أما في الحيز (2)، فارتفاع درجة الحرارة كان ضعيفا نظرا لعدم احتباس الحرارة في هذا الحيز، لغياب الغطاء الزجاجي.

**7**- تفسير ظاهرة الإحتباس الحراري التي تحدث طبيعيا:
تخترق بعض الإشعاعات الشمسية الغلاف الجوي و تصل إلى الأرض محملة بكمية من الطاقة. تمتص الأرض جزءا من هذه الإشعاعات، أما الجزء الباقي فتعكسه إلى الفضاء الخارجي على شكل إشعاعات تحت حمراء.
تقوم الطبقات السفلى من الجو (المتكونة أساسا من غاز ثاني أوكسيد الكربون و بخار الماء) بامتصاص الإشعاعات تحت الحمراء المرتدة من الأرض و تحتفظ بكمية من الحرارة فترسلها إلى الأرض رافعة بذلك درجة حرارتها. تدعى هذه الظاهرة الجوية الطبيعية بالإحتباس الحراري.

**خلاصة: أهمية ظاهرة الإحتباس الحراري في تنظيم معدلات درجات الحرارة في الجو:**
تمتص الطبقات السفلى من الجو الإشعاعات تحت الحمراء المرتدة من الأرض و تحتفظ بكمية من الحرارة فترسلها إلى الأرض منظمة بذلك معدلات درجات الحرارة في الجو ضمن قيم تتلاءم مع الحياة.
لولا ظاهرة الإحتباس الحراري لكانت درجة الحرارة على سطح الأرض – 20°م و لانعدمت الحياة على كوكبنا.

## النشاط 4: الغازات ذات الإحتباس الحراري

**وضعية الإنطلاق**: تصدر الشمس إشعاعات يصل جزء منها إلى سطح الكرة الأرضية، فتمتص بعضها. أما البعض الآخر فينعكس، و باصطدامه بطبقات الجو يرتدّ جزء منها فيعمل على تنظيم معدلات درجة حرارة الجو، و هذا ما يعرف بـ"الإحتباس الحراري الطبيعي".

**الإشكالية**: - مما تتكون طبقات الجو المسببة للإحتباس الحراري؟

- ما هو تأثير النشاط الصناعي على هذا الإحتباس الحراري؟

**التقصي**:

**1)- تركيز بعض غازات الغلاف الجوي**: ص 117

1- تحديد أهم الغازات الجوية التي لها علاقة بالإحتباس الحراري انطلاقا من مقارنة الوثيقتين 1و 2 ص 117:

إن امتصاص الطاقة بالإحتباس الحراري ناجم أساسا عن غازات تدعى "الغازات ذات الإحتباس الحراري"، و التي يمكن تصنيفها إلى نمطين:

- غازات ذات الإحتباس الحراري الطبيعية: بخار الماء ($H_2O$)، ثاني أوكسيد الكربون ($CO_2$)، الأوزون ($O_3$)، غاز الميثان ($CH_4$)، أوكسيد الآزوت ($N_2O$).

- غازات ذات الإحتباس الحراري الصناعية: غازات ناتجة عن احتراق الكاربوهالوجينات (مشتقات هيدروكربونية)، و منها: كلوروفلوروكربون (CFC) و أوكسيد الآزوت ($N_2O$).

من جدول الوثيقة 2 يتبين أن الغازات التي تلعب أكبر دور في الإحتباس الحراري هي بخار الماء و $CO_2$، ثم بدرجة أقل الأوزون ، غاز الميثان، أوكسيد الآزوت و CFC.

2- استنتاج دور و أهمية الغازات الطبيعية المتسببة في ظاهرة الإحتباس الحراري:

تمتص هذه الغازات الأشعة تحت الحمراء (الحاملة للحرارة) المرتدة من الأرض (كما يفعل الزجاج في البيوت الزراعية الشفافة Les serres)، و ترسل إلى الأرض طاقة قدرها حوالي 150 واط/م$^3$، و هكذا تنظم معدلات درجات الحرارة في الجو ضمن قيم تتلاءم مع الحياة (درجة حرارة متوسطة قدرها 15 °م).

بدون ظاهرة الإحتباس الحراري، تكون درجة الحرارة على سطح الأرض حوالي – 20 °م، و تكون عندها الحياة مستحيلة.

3- أمثلة عن مصادر الغازات الطبيعية المتسببة في ظاهرة الإحتباس الحراري:

المصادر الطبيعية هي المصادر التي لا دخل للإنسان فيها و لم يتسبب في حدوثها، و يصعب التحكم فيها.

* بخار الماء: ناتج عن تبخر مياه البحار و المحيطات، و عن الكائنات الحية (دورة الماء في الطبيعة).
* غاز $CO_2$: ناتج أساسا عن تنفس الكائنات الحية (دورة الكربون في الطبيعة).
* غاز الأوزون: يتشكل بسبب التفريغ الكهربي في السحب.
* غاز الميثان: ينتج عن التخمرات (في غياب $O_2$).

4- أمثلة عن مصادر الغازات الصناعية المتسببة في زيادة ظاهرة الإحتباس الحراري:

المصادر الصناعية هي المصادر التي يتسبب في حدوثها الإنسان، و هي أخطر من السابقة.

* الكلوروفلوروكربون (CFC): يستعمل في المكيفات الهوائية و الثلاجات.
* غاز $CO_2$: الناتج أساسا من استخدام الوقود (طاقة مستحاثية: البترول، الفحم الحجري...) لإنتاج الطاقة.
* غاز الميثان: ناتج عن التخمرات التي تحدث على مستوى بعض الزراعات (Les rizières) و عن تربية بعض الحيوانات (المجترات، مثل البقر).
* أوكسيد الآزوت: ناتج عن الأسمدة.

**2) تطور تركيز غازات الإحتباس الحراري**:

* استغلال الوثيقة 3 ص :118

1- تحليل المنحنيات: تمثل المنحنيات تطور كمية الغازات ($CO_2$، $N_2O$، $CH_4$، CFC) بدلالة الزمن.

نلاحظ منذ مطلع النهضة الصناعية، تزايد كمية غازات الإحتباس الحراري بتزايد الزمن (تناسب طردي)، و كان هذا التزايد معتبرا و سريعا ما بين 1950 و 2000.

الإستخلاص: النهضة الصناعية هي سبب زيادة كمية غازات الإحتباس الحراري في الجو.

2- المقارنة بين المنحنيات (أ، ب، ج) من جهة، و المنحنى (د) من جهة أخرى:
إن الغازات ($CO_2$، $N_2O$، $CH_4$) كانت موجودة في الهواء قبل 1750 لكن بكمية قليلة، ثم ارتفعت كميتها بعد النهضة الصناعية.أمّا غازات CFC، فظهر منذ 1950 فقط، و تزايدت كميته بسرعة بعد ذلك.
الإستناج:
تعتبر غازات CFC غازات صناعية تنتجها أجهزة حديثة الإختراع، بينما غازات $CO_2$، $N_2O$، $CH_4$ هي غازات طبيعية ارتفعت كميتها مع انطلاق النهضة الصناعية.
3- حساب النسبة المئوية لزيادة غازات الإحتباس الحراري:

| الفترة الزمنية | $CO_2$ | $N_2O$ | $CH_4$ | CFC |
|---|---|---|---|---|
| 1900 -1800 | 13 ppm -> 4,62 % | 6 ppm -> 2,10 % | 195 ppm-> 24,37 % | - |
| 2000 -1900 | 63 ppm -> 21,42 % | 19 ppm-> 6,52 % | 755 ppm -> 75,87 % | - |
| 2000 -1950 | - | - | - | 0,28 ppm -> 4,62 % |

ppm = جزء من المليون (ج.م.م)

التعليل:ارتفاع نسبة الزيادة في كمية غازات الإحتباس الحراري في المجالات الزمنية المدروسة راجع إلى قيام النهضة الصناعية.
4- تفسير تغير كمية الغازات بمرور الزمن مع إبراز أسباب التطور المفاجئ لكمية الغازات انطلاقا من سنة 1950:
تفسّر الزيادة في كمية الغازات بنشاط الإنسان، حيث ساهم في هذه الزيادة بإنتاجه لكميات كبيرة من غازات الإحتباس الحراري، و هذا منذ بداية النهضة الصناعية.
كما نلاحظ تزايد مفاجئ لكمية هذه الغازات انطلاقا من 1950 بسبب تقدم و تكثيف النشاطات الصناعية.
* استغلال الوثيقة 4 ص 118:
حساب نسبة زيادة تركيز الغازات ذات الإحتباس الحراري باستغلال جدول الوثيقة 4:
- بالنسبة لغاز $CO_2$:
حساب الزيادة في تركيز الغاز: 360 – 280 = 80
حساب النسبة % لزيادة التركيز:

280 ⟶ 100 %
80 ⟶ x %
X = 28,57 %

- بالنسبة لغاز $CH_4$: 142,85 %
- بالنسبة لغاز $N_2O$: 10,71 %
- بالنسبة لغاز CFC: 100 %
الإستنتاج: غازات الإحتباس الحراري ذات نسب الزيادة الأكثر ارتفاعا هي: $CH_4$، CFC ثم $CO_2$.

**3) درجة الحرارة المتوسطة على سطح الأرض**: الوثيقة 5 ص 119
1- رسم منحنى تغيرات درجة الحرارة بدلالة السنوات: على الورقة الميليمترية
2- استخلاص متوسط درجة الحرارة خلال هذه الفترة:
حساب مجموع درجات الحرارة من 1870 إلى 2000 (أي خلال 130 سنة = 13 عشرية): 239,09 °م
حساب متوسط درجة الحرارة خلال هذه الفترة: 239,09 ÷ 16 = 14,95 °م

**4) مقارنة تطور تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون و درجة الحرارة بدلالة الزمن**: الوثيقة 6 ص 119
1- مقارنة بين تغيرات درجة الحرارة مع تركيز $CO_2$ في الفترة (1870- 1910) ثم في الفترة (1910- 1940):
- في الفترة (1870- 1910): ثبات في متوسط تركيز $CO_2$ و في درجة الحرارة.
- في الفترة (1910- 1940): تركيز $CO_2$ يتبعه ارتفاع في درجة الحرارة يتبعه ارتفاع في درجة الحرارة.
إذن، ارتفاع تركيز $CO_2$ في الهواء الجوي تسبّب في ارتفاع درجة الحرارة على سطح الأرض.

2- ما يمكن قوله حول تطور درجة الحرارة و $CO_2$ في الفترة (1940- 2000):
نلاحظ زيادة مستمرة في تركيز $CO_2$ تتبعه زيادة مستمرة في درجة الحرارة.
التعليل: انطلاقا من 1940 حدث تطور كبير في المجال الصناعي مما أدى إلى ارتفاع تركيز $CO_2$ في الهواء مما أدى إلى ارتفاع درجة الحرارة على سطح الأرض.

3- استنتاج تأثير هذه التغيرات على ظاهرة الإحتباس الحراري:
بزيادة نشاط الإنسان على الأرض زاد تركيز غازات الإحتباس الحراري في الهواء الجوي، مما أدى إلى تضخيم ظاهرة الإحتباس الحراري.

*** استغلال الوثيقة 7 ص 120:**
- تحليل المنحنى:
من 1860 إلى 1920: كان متوسط درجة الحرارة العالمية ثابتا تقريبا.
من 1920 إلى 1940: ارتفاع درجة الحرارة، و يقدر متوسط الإنحراف خلال هذه الفترة بحوالي 0,3 °م.
من 1940 إلى 1970: استقرار نسبي لمتوسط درجة الحرارة العالمية.
من 1970 إلى 2000: ارتفاع درجة الحرارة، و يقدر متوسط الإنحراف خلال هذه الفترة بحوالي 0,5 °م.
- استنتاج: تقدر زيادة درجة الحرارة الناجمة عن الإحتباس الحراري بحوالي 0,8 °م خلال قرن الماضي.
تنبيه: يتوقع الأخصائيون أن ترتفع درجة الحرارة أكثر عند نهاية هذا القرن (أي في 2100) نتيجة زيادة تركيز غازات الإحتباس الحراري.

**5) عواقب تغير درجات الحرارة**:
1- مقارنة صورتي الوثيقة 8 ص 120:
- في الصورة الملتقطة في 1908: كمية الثلوج التي تغطي هذه المنطقة كبيرة.
- في الصورة الملتقطة في 1968: كمية الثلوج التي تغطي هذه المنطقة في تناقص.
استنتاج: بمرور السنوات تناقصت كمية الثلوج التي تغطي سطح الأرض.
2-إنّ ارتفاع درجة الحرارة على سطح الأرض بسبب الإحتباس الحراري هو المتسبب في ذوبان الثلوج.
3- تحليل منحنى الوثيقة 9 ص 120: يبين المنحنى تغيرات منسوب مياه البحر بدلالة الزمن.
- من 1880 إلى 1940: نلاحظ ثبات نسبي لمنسوب مياه البحر بمرور الزمن.
- من 1940 إلى 1980: نلاحظ تزايد مستمر لمنسوب مياه البحر بمرور الزمن.
استنتاج: إن ارتفاع درجة الحرارة على سطح الأرض (نتيجة الإحتباس الحراري) هو السبب في ذوبان الثلوج مما يؤدي إلى تزايد مستمر لمنسوب مياه البحر الملاحظ منذ .1940
4- العواقب الناتجة عن ذوبان الجليديات:
قد ينجرّ عن الإرتفاع الكبير في درجات الحرارة على سطح الأرض، ذوبان جزء من الجليديات (في القطبين المتجمدين) مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب مياه البحر التي قد تغمر بعض المناطق في العلم وتؤدي إلى اختفائها.
* استغلال الوثيقة 10 ص 121:
غم، لأن أي خلل أو تغيير في الظواهر المناخية ينجرّ عنه العديد من الظواهر الخطيرة لا سيما تكوّن الأعاصير المدمّرة مثل إعصار "كاترينا" الذي ضرب الولايات الأمريكية المتحدة في 28 أوت 2005، حيث اجتاح مدينة "أورليون الجديدة".

**6) المدة التقريبية لبقاء بعض الغازات في الجو**: الوثيقة 11 ص 121
1- تحليل معطيات جدول: يبين الجدول أنواع غازات الإحتباس الحراري، مصدرها و مدة بقائها في الجو.
نلاحظ أن مصادرها متنوعة، و منها ما يبقى في الجو لمدة طويلة جدا تتراوح من عدة عشريات إلى آلاف السنين.
2-إنّ هذه الغازات هي التي تساهم بشكل أساسي في ظاهرة الإحتباس الحراري، و إنّ مصدرها هو نشاطات الإنسان المختلفة (الصناعية و الزراعية).
3- إن خطورة غازات الإحتباس الحراري مرتبط بمدة بقائها في الجو و صعوبة التخلص منها في فترات قصيرة.

**7) تأثيرات أخرى لغازات الإحتباس الحراري**: ص 122
1- تحديد مصادر الغازات:
- منها ما ينتج عن النشاط الصناعي الذي يقوم به الإنسان، مثل: $H_2O$ و $N_2O$
- و منها ما ينتج عن بعض الظواهر الطبيعية كالبراكين، مثل: $SO_2$ و $SO_3$

2- الطبيعة الكيميائية للمركبات الناتجة: هي أحماض، حيث:
- ينتج عن التفاعل (2): حمض الكبريت.
- ينتج عن التفاعل (3): حمض الآزوت.

*** استغلال الوثيقة 12 ص :122**

1- تحديد الدول الأكثر إنتاجا لغازات الإحتباس الحراري: أمريكا، الصين، الهند و روسيا.
التعليل:

| أكسيد الكبريت $SO_2$ | | أكسيد الآزوت $N_2O$ | |
|---|---|---|---|
| الدولة | الكمية (مليون طن) | الدولة | الكمية (مليون طن) |
| 1- الصين | 18 | 1- أمريكا | 34 |
| 2- أمريكا | 12,5 | 2- الصين | 18 |
| 3- روسيا | 05,5 | 3-الهند | 10 |
| 4- الهند | 05 | 4- روسيا | 06 |

إن الدول الأكثر إنتاجا لأكسيد الكبريت و أكاسيد الآزوت هي الدول الكبرى ذات الصناعة المتطورة.
2- استنتاج تأثير زيادة هذه الغازات في الجو:
إن زيادة نسبة هذه الغازات السامة في الجو يؤدي إلى تلوث الجو و احتمال سقوط أمطار شديدة الحموضة، فتؤثر على درجة حموضة البرك و المستنقعات، مما يؤدي إلى موت بعض الكائنات الدقيقة التي تعيش فيها، فيحدث خلل في السلسلة الغذائية، و بالتالي يختلّ توازن النظم البيئية.
* استغلال الوثيقة 13 ص 122:
تبيّن الوثيقة 13 باحث يقيس درجة حموضة بركة بعد سقوط أمطار حمضية.
يؤدي ارتفاع نسبة غازات $SO_2$ و $N_2O$ في الجو إلى انحلالها في الهواء الرطب منتجة أحماض الكبريت و الآزوت، فتكون الأمطار التي تسقط ذات pH منخفض (أمطار حمضية).

**تأثير الأمطار الحمضية**:

* استغلال الوثيقة 14 ص 123
1- شرح التأثيرات السلبية لحموضة الأمطار على البيئة و المعالم التراثية:
إنّ حموضة الأمطار تؤثر على البيئة إذ تحدث خللا في السلاسل الغذائية و تضعف مردود النباتات، كما تؤثر مع الوقت على المعالم الأثرية المصنوعة من الرخام خاصة، و من الصخور الكلسية عامة، فتذهب ملامحها و قد تزول الأشكال المنحوتة على مثل هذه الصخور.
2- تحديد تأثير زيادة حموضة مياه الأمطار على التربة:
تتفاعل الأمطار الحمضية مع الكلس (الذي يعتبر ملاطا جيدا) فتؤدي إلى تفتت حبيبات التربة و تحطم نسيجها، مما يؤدي إلى زيادة مساميتها و نفاذيتها للماء، كما تؤدي إلى غسل التربة من العناصر الكيميائية الضرورية لنمو النباتات.

* استغلال الوثيقة 15 ص :123
1- إن الأمطار الحمضية مرتبطة بالغازات المتسببة فيها، حيث لا نلاحظ هذه الأمطار إلاّ في الدول الصناعية التي تنبعث منها. و قد تسقط مثل هذه الأمطار في مناطق غير صناعية لأسباب عديدة نذكر منها:
- الرياح: التي يمكن أن تقود سحب الأمطار الحمضية إلى مناطق و دول غير صناعية.
- ثوران البراكين: الذي يؤدي إلى ابعاث كميات كبيرة من غازات $N_2O$ و $SO_2$، و عليه تتسبب في سقوط أمطار حمضية في مناطق و بلدان غير صناعية.

2- البحث في الأنترنيت على معلومات إضافية حول مصدر و تأثير الأمطار الحمضية.

## النشاط 5: تناقص سمك طبقة الأوزون

**وضعية الإنطلاق**: تلعب طبقة الأوزون دورا بالغ الأهمية في استمرار الحياة على سطح الأرض. و قد تبيّن أن سمكها يتناقص تحت تأثير بعض الغازات الصناعية.

**الإشكالية**: - ما هي طبقة الأوزون؟ و ما هو دورها؟ و ما هي أهميتها؟
- كيف يتأثر سمك طبقة الأوزون بالغازات الصناعية؟

**التقصي**:

**1) طبقة الأوزون**: استغلال الوثائق 1، 2، 3 ص 124

1- تحديد طبقات الغلاف الجوي:

- التروبوسفير: تقع فوق سطح الأرض و قد يصل ارتفاعها إلى 15 كلم فوق سطح الأرض (يتراوح ما بين 8 إلى 15 كلم، حسب المناطق و حسب الفصول)، و تتركز فيها الحياة و تحدث فيها معظم التغيرات الجوية.
- الستراتوسفير: تمتد من ارتفاع 10 إلى 50 كلم.
- الميزوسفير: تمتد من ارتفاع 50 إلى 80 كلم.
- الترموسفير: تمتد من ارتفاع 80 إلى 360 كلم. تتميز هذه الطبقة بخفة غازاتها و يتركز فيها الهيليوم و الهيدروجين.

2- تحديد موقع طبقة الأوزون في الغلاف الجوي:

يوجد الأوزون بقلة (لا يتعدى 5 ملي باسكال) في التروبوسفير. لكن يتركز الأوزون على مستوى الستراتوسفير، على ارتفاع يتراوح ما بين 15 و 35 كلم.

3- تعريف طبقة الأوزون و تحديد دورها و أهميتها: الوثيقة 3 ص 124

طبقة الأوزون هي غلالة رفيعة من غاز الأوزون $O_3$، تقع في الجزء العلوي للجو ( ستراتوسفير) و لها القدرة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية ذات طول موجة أقل من 290 نانومتر، و المسببة للطفرات.
إذن هي الطبقة الواقية لسطح الكرة الأرضية من تأثير الأشعة فوق البنفسجية.

**2) تطور طبقة الأوزون**:

أ)- استغلال الوثيقة 4 ص 125

1- تحليل منحنى تطور طبقة الأوزون مع الإستنتاج:

التحليل:من 1955 إلى 1995، نلاحظ تناقص مستمر لكمية الأوزون في الجو.
الإستنتاج: تناقص سمك طبقة الأوزون بمرور الزمن.

2- التأثيرات الناجمة عن ذلك: ظهور ثقب في طبقة الأوزون.

ب)- تأثير التطور الصناعي على طبقة الأوزون:

بالإعتماد على المقال الصحفي (3) و معادلات الوثيقتين (5 و 6):

1- يعتبر أوكسيد الآزوت الأولي NO مركبا مستنزفا للأوزون رغم كميته الضئيلة في الجو لأنه يتفاعل مع الأوزون و يحوله إلى غاز الأكسجين، و تفاعله يتم على شكل حلقة كما هو موضح في الوثيقة (5).
ينتج أوكسيد الآزوت الأولي NO من عوادم الطائرات الأسرع من الصوت، و كذلك عند انطلاق الصواريخ الفضائية.

2- كيفية تشكل الكلور الحر و دوره في استنزاف الأوزون:

يتشكل الكلور الحر من مركبات الكلوروفلوروكاربون تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية. ثم يتفاعل الكلور مع الأوزون و يحوله إلى غاز الأكسجين، و تفاعله يتم على شكل حلقة كما هو موضح في الوثيقة (6).

3- بالفعل إنّ ذرة كلور واحدة قادرة على تحطيم آلاف الجزيئات من الأوزون لأن الكلور يتفاعل مع الأوزون فيشكل أوكسيد الكلور الأحادي، الذي يتفاعل مع ذرة أكسجين حرة فيتشكل ثنائي الأكسجين، و تتحرر ذرة الكلور فتدخل في نفس التفاعل السابق.

**3) تأثير سمك طبقة الأوزون على مرور الأشعة فوق البنفسجية**: الوثيقة 7 ص 126

أخذت هذه الصورة لتركيز غاز الأوزون في الجو يوم 16/09/ 2006، من جهة القطب المتجمد الجنوبي.

1- تحديد تغيرات تركيز الأوزون على مستوى مختلف مناطق الكرة الأرضية:

نلاحظ أن تركيز الأوزون ضعيف على مستوى القطب المتجمد الجنوبي، و يزداد تركيز الأوزون كلما ابتعدنا عن هذا القطب.

2- المنطقة الأقل سمكا على الكرة الأرضية في طبقة الأوزون هي منطقة القطب المتجمد الجنوبي.

3- تحديد العلاقة بين تغيرات تركيز الأوزون و مرور الأشعة فوق البنفسجية:

إن الأشعة فوق البنفسجية تعمل على تحلل غازات CFC (كربوهالوجينات) التي تحرر الكلور الذي يتفاعل مع الأوزون، فيقل سمك طبقة الأوزون.

4- تحديد أهمية سمك طبقة الأوزون بالنسبة للحياة على الأرض:
تتمثل أهمية سمك طبقة الأوزون في الوقاية من الأشعة فوق البنفسجية التي تؤثر على حياة الكائنات الحية.

**4) تطور ثقب طبقة الأوزون حسب الزمن**: الوثيقة 8 ص 126
1- تحليل معطيات الوثيقة 8: تمثل الوثيقة تطور ثقب طبقة الأوزون من 1979 إلى 1999.
- نلاحظ أنه كلما مرت السنوات زاد قطر ثقب طبقة الأوزون (تناسب طردي).
الإستخلاص: إن سمك طبقة الأوزون في تناقص مستمر.
2- استنتاج عواقب استمرار استنزاف طبقة الأوزون:
باعتبار أن طبقة الأوزون هي الطبقة الواقية من الأشعة فوق البنفسجية، فإنّ استنزافها يؤدي إلى نفوذ الأشعة فوق البنفسجية المضرة للإنسان و للكائنات الحية، و وصولها إلى سطح الأرض.

**5) بعض تأثيرات تناقص سمك طبقة الأوزون**: ص 127
يلخص المقال الصحفي بعض تأثيرات تناقص سمك طبقة الأوزون.
استخراج تأثيرات نقص سمك طبقة الأوزون على:
- صحة الإنسان: قد يصاب بسرطانات الجلد من جراء تعرضه للأشعة UV، و كذلك بأمراض العيون.
- مردودية بعض النباتات: حيث تتأثر عملية التركيب الضوئي، مما يؤدي إلى انخفاض في مردودية بعض النباتات الزراعية.
- ظهور الأوزون التروبوسفيري المضر بصحة الجهاز التنفسي، حيث أن تنفس الهواء الغني بالأوزون يسبب ضيق في التنفس، صداع و إرهاق.

**اقتراح حلول عقلانية مبنية على أسس علمية لتفادي تناقص طبقة الأوزون**:
بحث في الكتب، المجلات و الصحف، و على الأنترنيت.

**مع تحيات الأستاذة ب. نورة**