

أحياء

الصف الثالث الثانوي

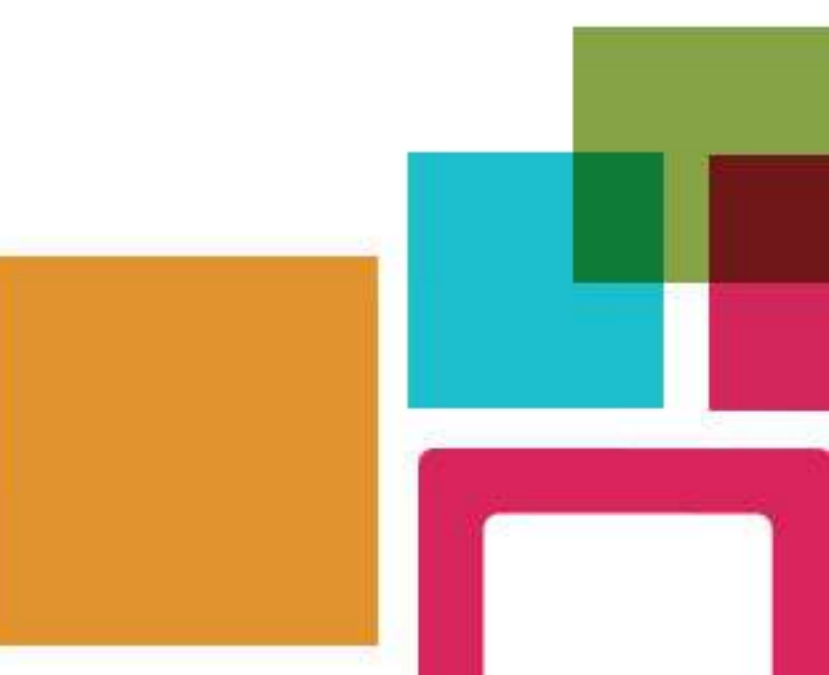
ملزمة

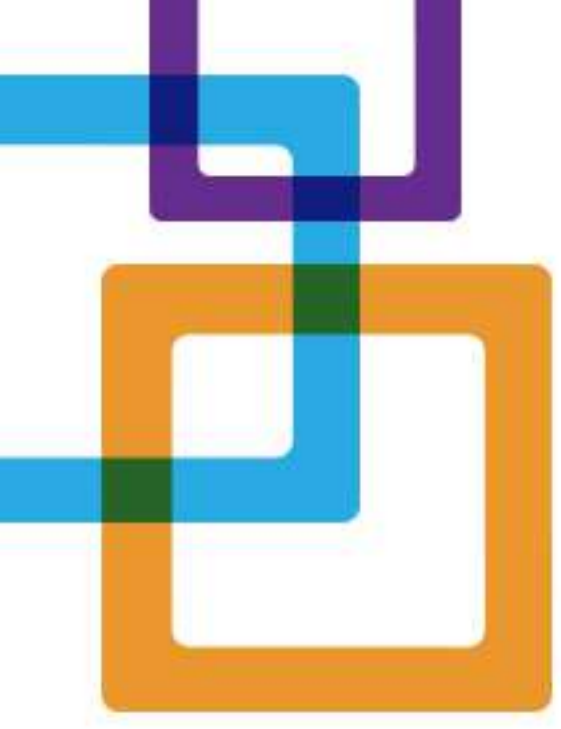
الباب الأول الفصل الرابع

المناعة

أ / أسعد مبروك

ورق للطباعة





الباب الأول - الفصل الرابع المناعة

الجزء الأول : المناعة في النبات

المناعة في الكائنات الحية

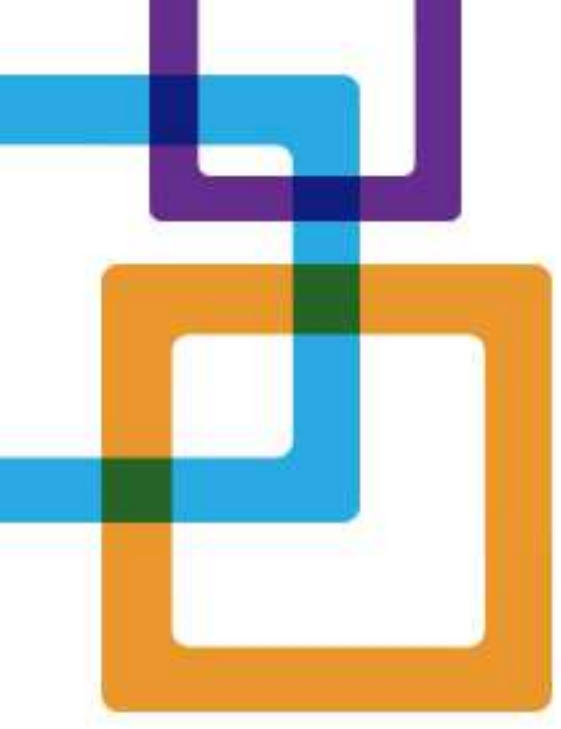
مصادر حيوية : بعض الحشرات - الأوليات الحيوانية
- الفطريات - البكتيريا - الفيروسات

مصادر غير حيوية : الحوادث - الكوارث الطبيعية
- اختلال عناصر البيئة المحيطة

- هناك مصادر متعددة تهدد حياة أي كائن حي منها

- طيب والحل : إن كل نوع من أنواع الكائنات الحية يُطور من آليات دفاعه عن نفسه من أجل البقاء ومن هذه الآليات (تغيير اللون بغرض التمويه - إفراز السموم لقتل الكائن الحي المهاجم - الجري للهروب ... وده ينفع مع الكائنات الكبيرة).
- فيه كمان هبة من ربنا للدفاع عن الكائن الحي بعدة طرق يُمكن تغييرها لمواجهة أساليب العدو المختلفة (لأن هو كمان بيغير من أساليب هجومه) وتُعرف هذه الطرق الدفاعية في مجملها بـ الجهاز المناعي.

- نُظم (طرق) المناعة : ١ - المناعة الفطرية أو الموروثة
وهما يعملان بتعاون وتنسيق مع بعضهما للدفاع عن الجسم
٢ - المناعة المكتسبة أو التكيفية



المناعة في النبات

- مسببات الموت والمرض عند النبات تتلخص في ٣ أسباب :

١. الأعداء الخطرة : تشمل حيوانات الرعي والحشرات والفطريات والبكتيريا والفيروسات إلخ

- أضرارها : تسبب أضراراً بالغة قد تؤدي بحياة النبات أو ينشأ عنها أمراض خطيرة.

٢. الظروف غير الملائمة : منها الحرارة العالية والبرودة الزائدة ونقص أو زيادة الماء ونقص العناصر الغذائية والتربة غير الملائمة إلخ

- أضرارها : تسبب أضراراً يمكن تلافيها أو علاجها بزوال السبب .

٣. المواد السامة : مثل الدخان والأبخرة السامة والمبيدات الحشرية والصرف الصحي غير المعامل والتي تصل للنبات من خلال مياه الري .

- أضرارها : بعضها تسبب أضراراً يمكن تلافيها أو علاجها بزوال السبب وبعضها تكون قاتلة للنبات.

طرق المناعة في النبات

١. المناعة التركيبية : وتتم بانجاز بعض الآليات من خلال تراكيب تمتلكها النباتات.

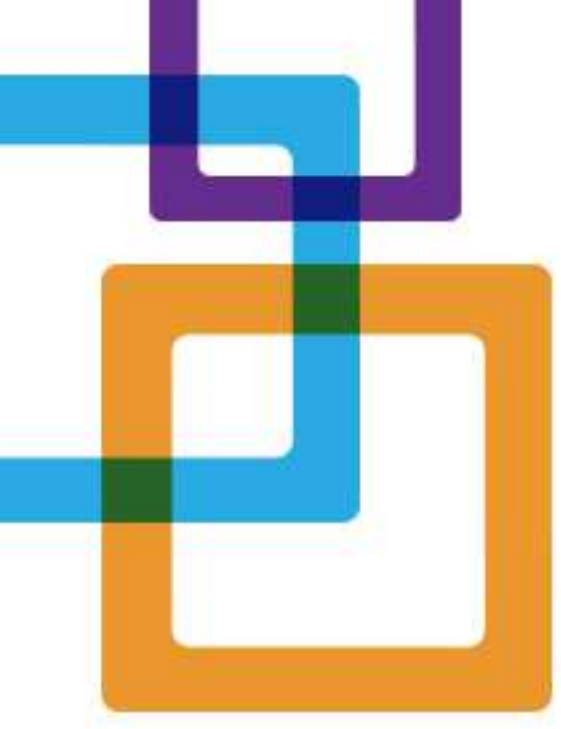
٢. المناعة البيوكيميائية : وتتم عن طريق استجابات لإفراز مواد كيميائية.

٣. طرق يستعملها ويستحدثها الإنسان : لحماية النباتات ووقايتها من الأمراض نظراً لأهمية النباتات للإنسان ومنها : - استعمال مبيدات الأعشاب الضارة

- مقاومة الحشرات بطرق مختلفة

-حث النباتات على مقاومة الأمراض النباتية فيما يُعرف بالمناعة المكتسبة.

- إنتاج سلالات نباتية مقاومة للأمراض والحشرات من خلال التربية النباتية أو استخدام الهندسة الوراثية (يُمكن أن تنتقل مركبات تنشيط الحماية والمقاومة من خلية إلى أخرى وبطريقة منتظمة من خلال جهاز النقل في النبات).



١- المناعة التركيبية

تمثل خط الدفاع الأول لمنع المُسببات المرضية من الدخول إلى النبات وانتشارها بداخله وهي عبارة عن حواجز طبيعية وهي تشمل نوعين : وسائل مناعية تركيبية : موجودة أصلاً في النبات. وسائل مناعية تركيبية : تتكون كاستجابة للإصابة.

(أ) الوسائل المناعية التركيبية الموجودة أصلاً (سلفاً) في النبات : وتتمثل في الآتي :

١- **الأدمة الخارجية لسطح النبات :** وتعتبر حائط الصد الأول عن النبات ودورها كالتالي :

- قد تغطي بطبقة شمعية فلا يستقر عليها الماء وبالتالي لا تتوافر البيئة الصالحة لنمو الفطريات وتكاثر البكتيريا.



- أو يكسوها الشعيرات أو الأشواك مما يحول دون تجمع الماء أو أكلها من بعض حيوانات الرعي.

٢- **الجدار الخلوي :** وهو يمثل الواقي الخارجي للخلايا وخاصة طبقة

البشرة الخارجية والذي يتركب أساساً من السليلوز وبعد تغطيته يدخل

في تركيبه اللجنين مما يجعله صلباً يصعب على الكائنات المُمرضة اختراقه.

(ب) الوسائل المناعية التركيبية الناتجة كاستجابة للإصابة بالكائنات المُمرضة :

وتتمثل في الآتي :

١- **تكوين الفلين :** يتكون الفلين لكي يعزل المناطق التي تعرضت للقطع أو

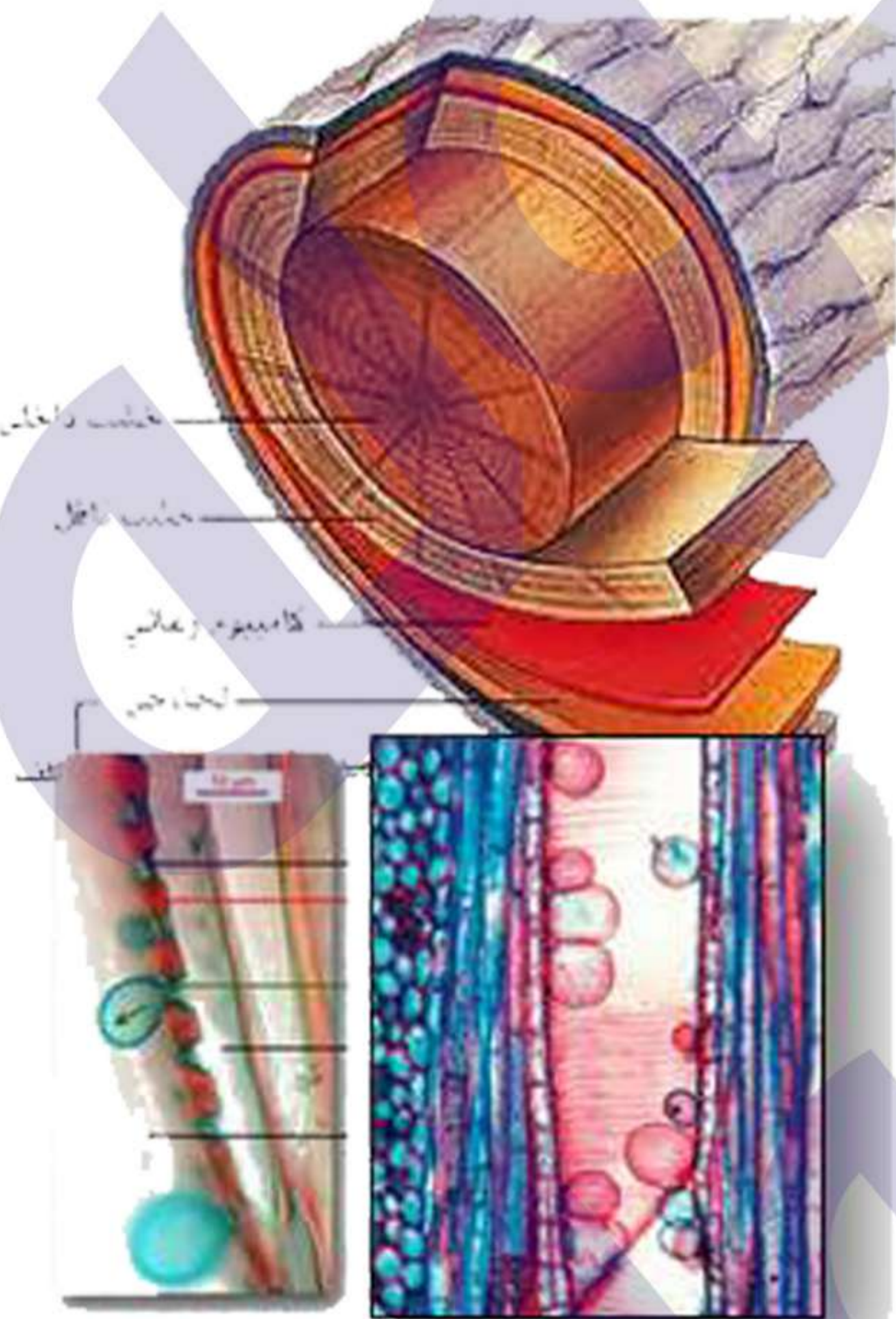
للتمزق نتيجة لنمو النبات في السُمك أو بسبب جمع الثمار أو لسقوط الأوراق في الخريف أو لتعدي الإنسان والحيوان، وهذا يمنع دخول الكائن المُمرض للنبات.

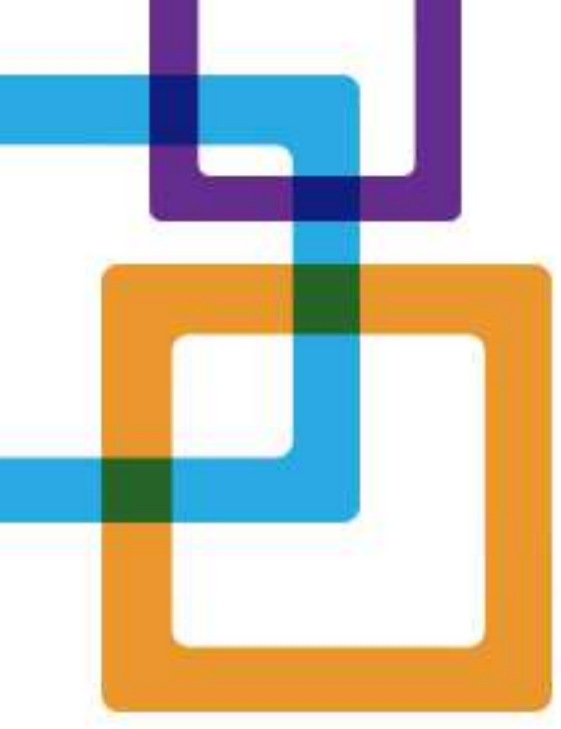
٢- **تكوين التيلوزات :** وهي عبارة عن تموات زائدة تنشأ نتيجة تمدد الخلايا

البارنشيمية المجاورة لقُصبيات الخشب وتمتد داخلها من خلال الثُقر.

وهي تتكون نتيجة تعرّض الجهاز الوعائي للقطع أو للغزو من الكائنات المُمرضة.

حتى تعيق تحرّك هذه الكائنات إلى الأجزاء الأخرى في النبات.





ب) الوسائل المناعية التركيبية الناتجة كاستجابة للإصابة بالكائنات المُمرضة :

٣- ترسيب الصمغ : حيث تفرز بعض النباتات المُصابة بجروح أو قطوع مادة الصمغ حول مواضع الإصابة حتى تمنع دخول الميكروبات داخلها.

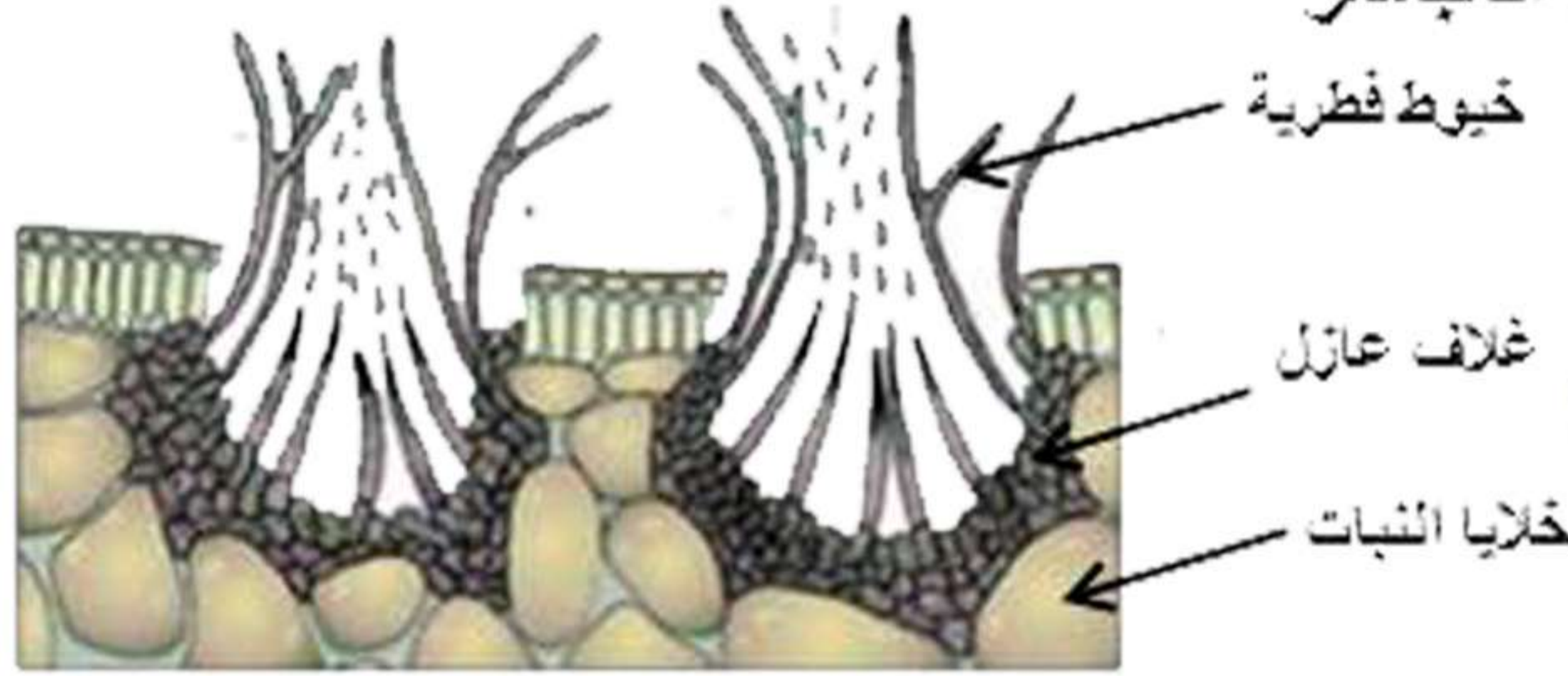


٤- تراكم مناعية خلوية : تحدث بعض التغيرات الشكلية في النبات نتيجة للغزو ومنها :

- انتفاخ الجذر الخلوية لخلايا كل من البشرة وتحت البشرة أثناء الاختراق المباشر

للكائن المُمرض مما يؤدي إلى تثبيط اختراقه لتلك الخلايا.

- إحاطة خيوط الغزل الفطري المُهاجمة للنبات بغلاف عازل يمنع إنتقاله من خلية إلى أخرى.



٥- التخلص من النسيج المُصاب (الحساسية المُفرطة) :

حيث يقتل النبات بعض أنسجته ليمنع انتشار الكائن المُمرض منها إلى أنسجته السليمة، وبالتالي يتخلص النبات من الكائن المُمرض بموت النسيج المُصاب.

٢- المناعة البيوكيميائية

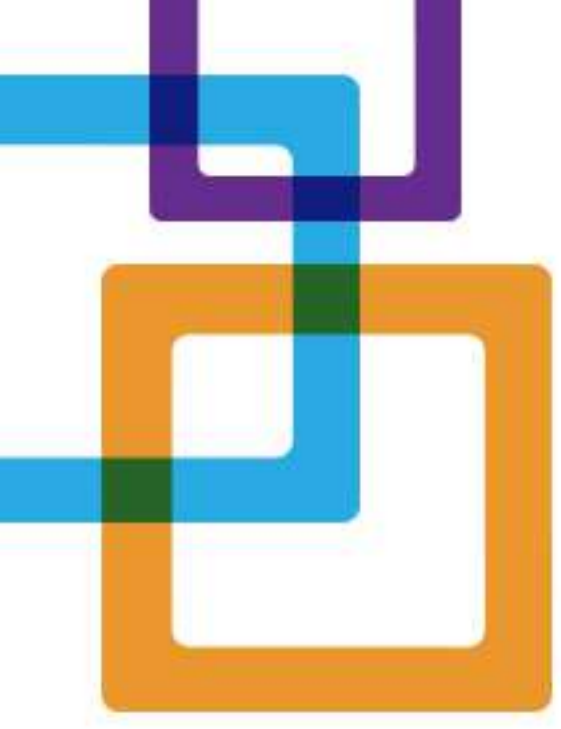
وتتضمن الآليات الدفاعية التالية :

١- المُستقبلات التي تدرك وجود الميكروب وتُنشِط دفاعات النبات : وهي مُركبات توجد في كلاً من النباتات السليمة والمُصابة إلا أن تركيزها يزيد في النباتات عقب الإصابة. ووظيفتها : تحفيز وسائل جهاز المناعة الموروثة في النبات.

٢- مواد كيميائية مُضادة للكائنات الدقيقة : وهي مركبات كيميائية تقوم بعض النباتات بإفرازها لتقاوم بها الكائنات المُمرضة، وهذه المركبات إما أن تكون موجودة أصلاً في النبات قبل حدوث الإصابة أو تؤدي الإصابة إلى تكوينها، ومن هذه المركبات :

- الفينولات والجلوكوزيدات : وهي مركبات كيميائية سامة تقتل الكائنات المُمرضة مثل البكتيريا أو تثبط نموها وبعض هذه المركبات لا توجد أصلاً في النباتات السليمة ولكنها تتكون فقط عند مُهاجمة النبات بواسطة الكائن المُمرض.

- إنتاج أحماض أمينية غير بروتينية : وهي أحماض لا تدخل في بناء البروتينات في النبات ولكنها تعمل كمواد واقية للنبات وتشمل مركبات كيميائية سامة للكائنات المُمرضة (مثل الكانافاتين - السيفالوسبورين)



٣ - بروتينات مُضادة للكائنات الدقيقة :

تقوم بعض النباتات بإنتاج بروتينات لم تكن موجودة أصلاً بالنبات ولكن يُستخَث انتاجها نتيجة الإصابة وهذه تتفاعل مع السموم التي تُفرزها الكائنات المُمرضة وتحولها إلى مركبات غير سامة للنبات وأحياناً تنتج النباتات بعض الإنزيمات تُعرف (بإنزيمات نزع السُميّة) حيث تقوم هذه الإنزيمات بالتفاعل مع السموم التي تُفرزها الكائنات المُمرضة وتُبطل سُميتها.

تقوم بعض النباتات بتعزيز وتقوية دفاعاتها بعد الإصابة لتحمي نفسها من أي إصابة جديدة.

ملخص طرق المناعة في النبات

مناعة بيو كيميائية

وتشمل

١ - المُستقبلات التي تُدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات :

وهي مركبات توجد في النباتات السليمة والمصابة، لكن تركيزها يزيد في النباتات عقب الإصابة.

- وهي تحفز وسائل المناعة الموروثة في النبات .

٢ - مواد كيميائية مُضادة للكائنات الدقيقة :

وهي إما موجودة أصلاً قبل الإصابة - أو تكونت بفعل الإصابة.

- مثل الفينولات والجليكوزيدات.

- إنتاج الأحماض الأمينية غير البروتينية مثل

(الكاتافانين و سيفالوسبورين)

٣ - بروتينات مُضادة للكائنات الدقيقة :

وهي لم تكن موجودة أصلاً في النبات وتتفاعل مع

السموم وتُبطل عملها. مثل إنزيمات نزع السُميّة

٤ - تعزيز دفاعات النبات بعد الإصابة :

- تكونت بفعل الإصابة.

مناعة تركيبية

وتشمل

١ - وسائل مناعية موجودة أصلاً في النبات : وتشمل

الأدمة الخارجية لسطح النبات عموماً سواء كانت طبقة شمعية أو أشواك أو شويكات.

الجدار الخلوي سواء المكون من السليلوز أو الذي قد يتغلظ باللجنين.

٢ - وسائل مناعية قد تتكون كاستجابة للإصابة : وتشمل

تكوين الفلين : لعزل الأجزاء التي تعرضت للقطع أو التمزق .

تكوين التيلوزات : لإعاقه حركة الكائنات المُمرضة نتيجة تعرض الجهد الوعائي للقطع أو الغزو.

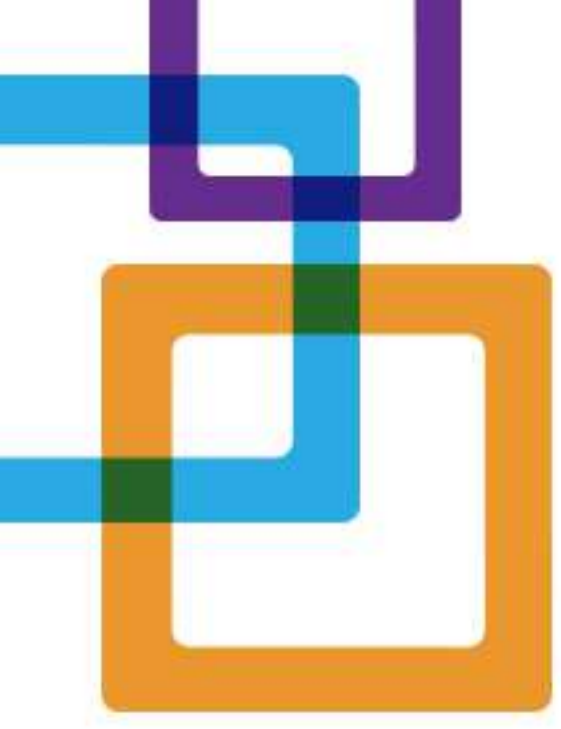
ترسيب الصمغ : حول مواضع الإصابة لمنع دخول الميكروبات.

تراكيب مناعية خلوية : تحدث نتيجة للغزو : مثل

- انتفاخ الجدر الخلوية لخلايا البشرة وما تحت أثناء الاختراق.

- إحاطة خيوط الغزل الفطري بغلاف عازل.

التخلص من النسيج المُصاب (الحساسية المفرطة) بقتل هذه الأنسجة لمنع انتشار المرض .

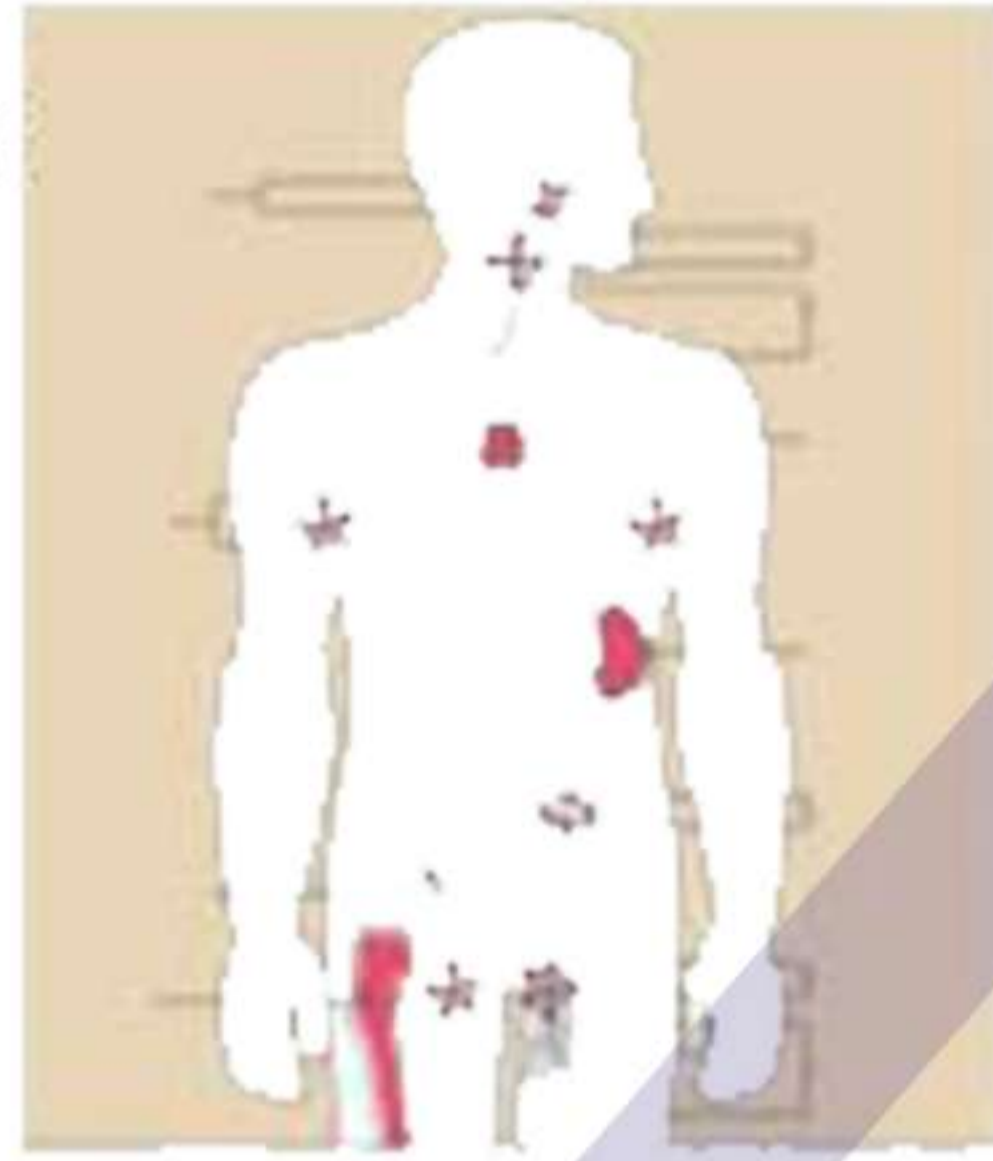


الباب الأول - الفصل الرابع المناعة

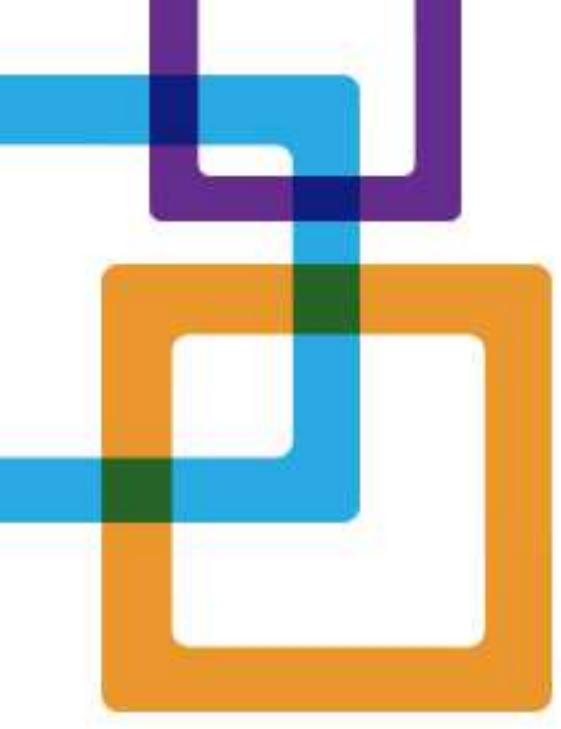
الجزء الثاني : المناعة في الإنسان ومكونات الجهاز المناعي

المناعة في الإنسان

* الجهاز المناعي في الانسان Human Immune System :

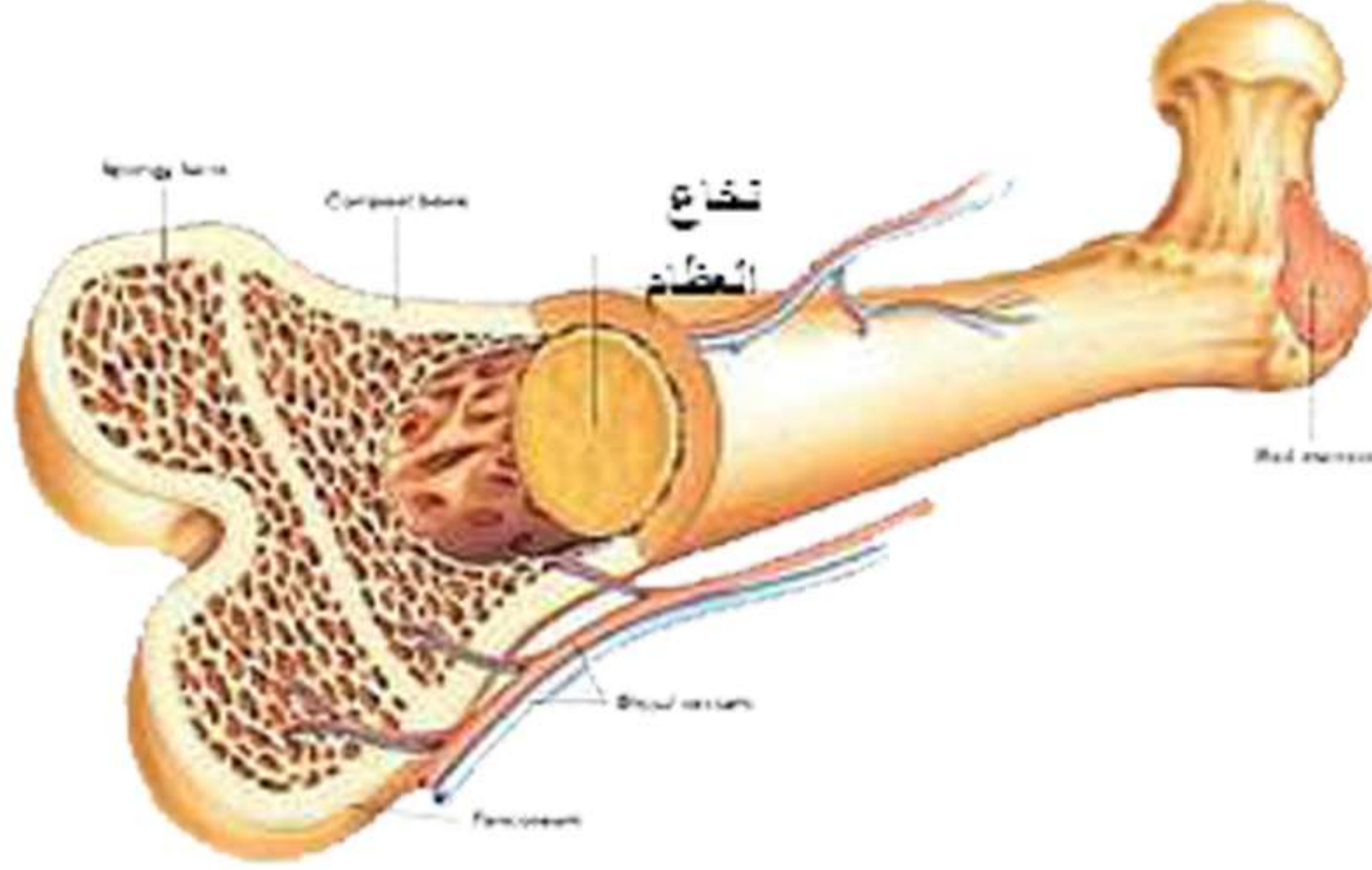


هو جهاز أجزائه متناثرة ، أي لا ترتبط أجزاءه ببعضها البعض بصورة تشريحية متتالية كما في الجهاز الهضمي أو التنفسي أو الدوري، فهو يتكون من أجزاء متفرقة في أنحاء الجسم، ولكنها تتفاعل وتتعاون مع بعضها البعض بصورة متناسقة، وبهذا يعتبر من الناحية الوظيفية وحدة واحدة. ويطلق على بعض أعضاء الجهاز المناعي الأعضاء الليمفاوية لأنها تعد موطن للخلايا الليمفاوية وهي المكونات الرئيسية للجهاز الليمفاوي.



- أولاً : الأعضاء الليمفاوية Lymphoid organs :

هذه الاعضاء تحتوي أعداد هائلة من الخلايا الليمفاوية و فيها يتم نضج وتمايز الخلايا الليمفاوية، ومنها :

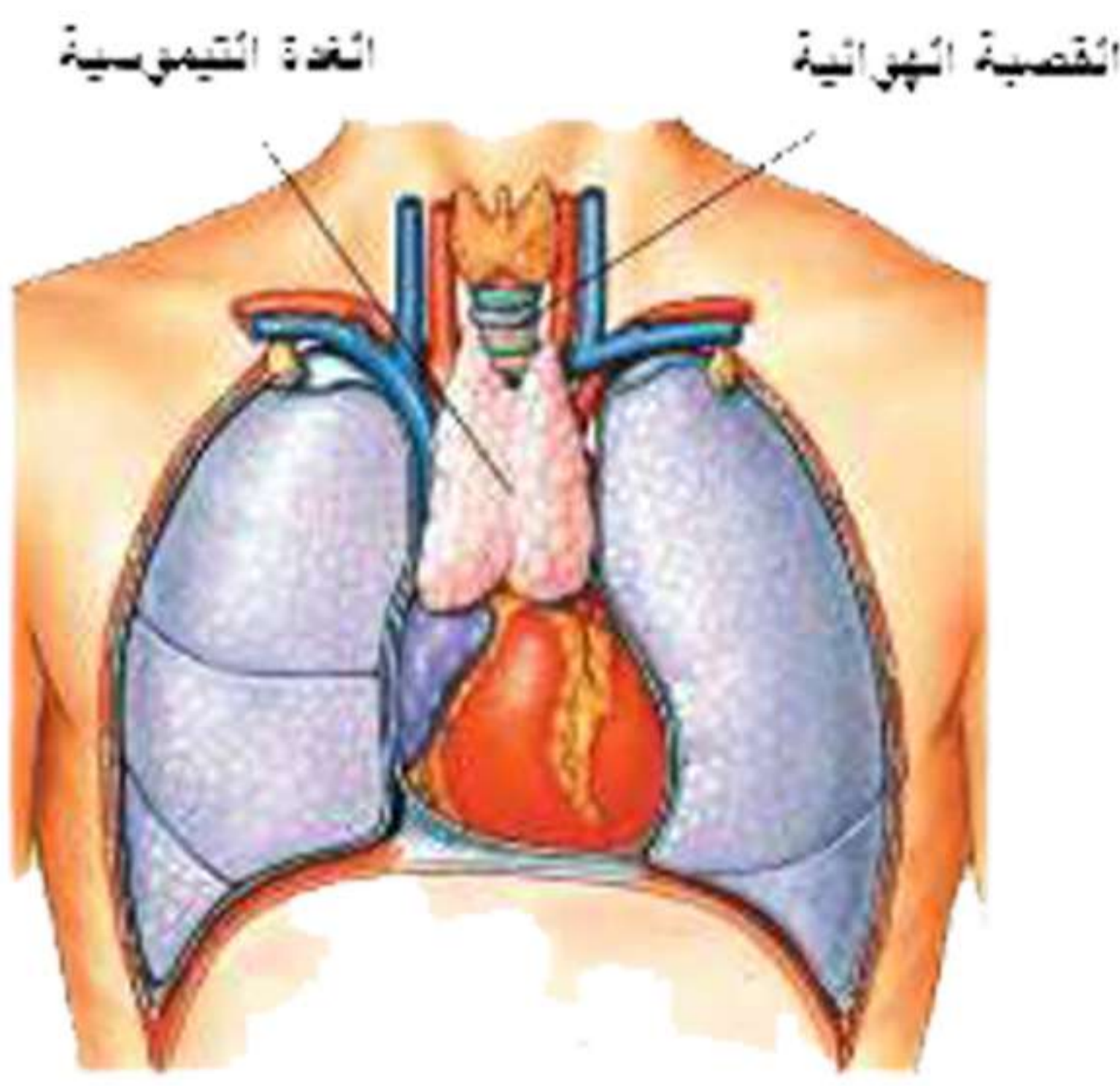


أ. نخاع العظام Bone Marrow :

المكان : هو نسيج يوجد داخل العظام المسطحة مثل الترقوة والقص

والجمجمة والعمود الفقري والضلوع والكتف والحوض، ورؤوس العظام الطويلة كعظام الفخذ والساق والعضد.

الوظيفة : هو المسؤول عن إنتاج خلايا الدم الحمراء و البيضاء و صفائح الدم.



ب. الغدة التيموسية Thymus Gland :

المكان : تقع على القصبة الهوائية أعلى القلب و خلف عظمة القص.

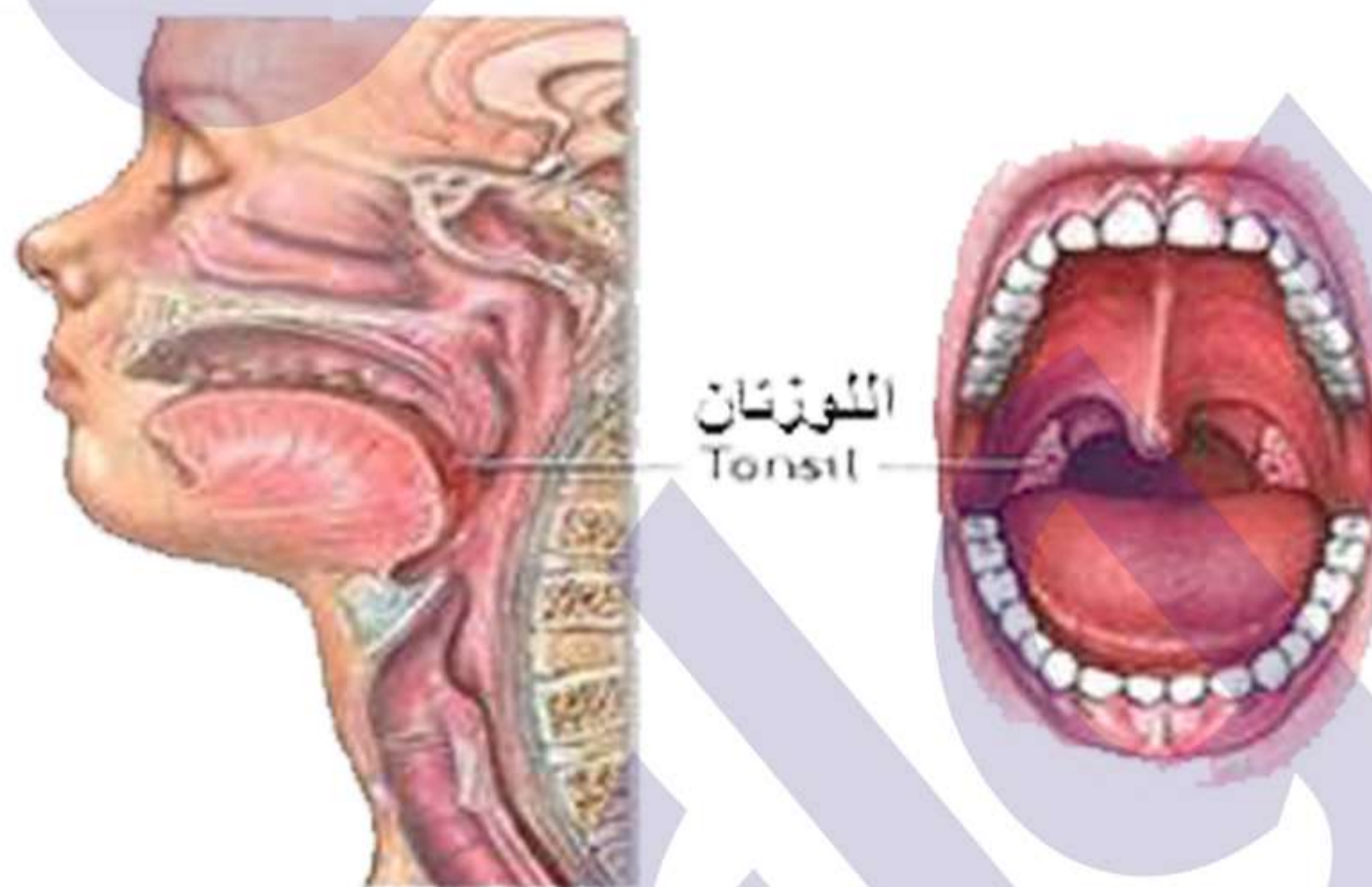
الوظيفة : تفرز هرمون التيموسين الذي يحفز نضج الخلايا الليمفاوية الجذعية إلى الخلايا التائية T وتمايزها إلى أنواعها المختلفة داخل الغدة التيموسية.

ج. الطحال Spleen :

الوصف : عبارة عن عضو ليمفاوي صغير لا يزيد حجمه عن " قبضة اليد " و لونه أحمر قاتم.

المكان : يقع في الجانب العلوي الأيسر من تجويف البطن.

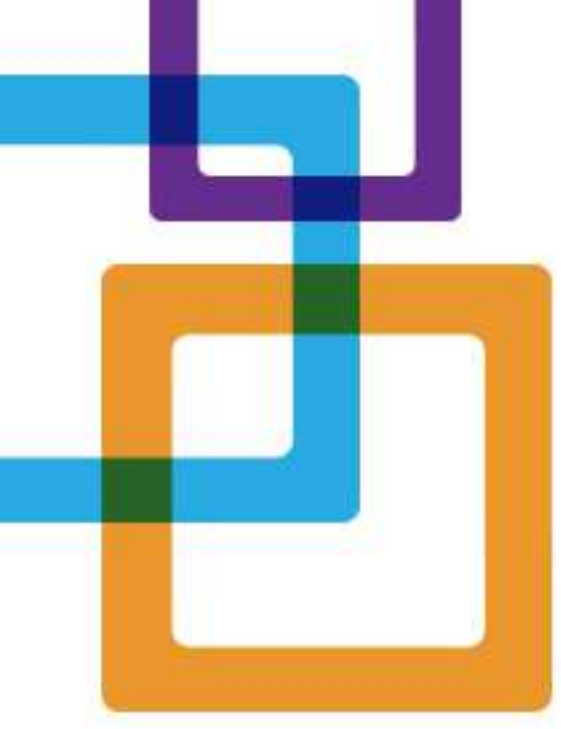
الوظيفة : يلعب دوراً مهماً في مناعة الجسم حيث يحتوي على الكثير من خلايا الدم البيضاء التي تسمى الخلايا البلعمية الكبيرة و تقوم بالتقاط كل ما هو غريب عن الجسم سواء كانت ميكروبات أو أجسام غريبة أو خلايا جسمية هرمة (مُسِنَّة) ككريات الدم الحمراء المُسِنَّة و يفتتها إلى مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم ، كما أنه يحتوي على خلايا دم بيضاء أخرى تسمى الخلايا الليمفاوية.



د. اللوزتان Tonsils :

المكان : هما غدتان ليمفاويتان تقعان على جانبي الجزء الخلفي من الفم.

الوظيفة : تلتقط اللوزتان أي ميكروب أو جسم غريب يدخل مع الطعام أو الهواء و تمنع دخوله إلى الجسم ، و بذلك تعمل على حماية الجسم.

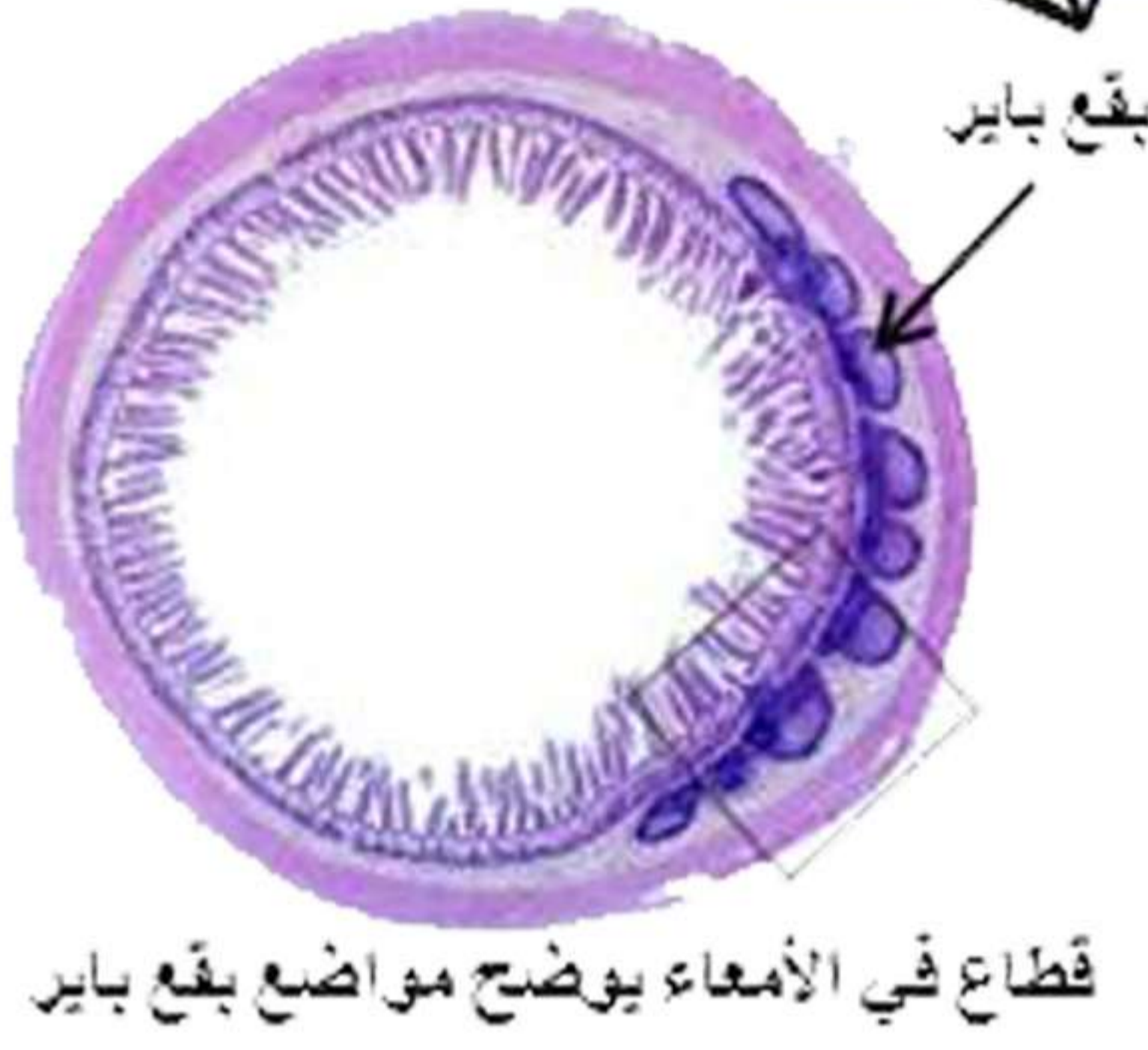


هـ - بقع باير Peyer's Patches :

الوصف : عبارة عن غُدة صغيرة من الخلايا الليمفاوية.

المكان : تتجمع على شكل لطع أو بقع تنتشر في الغشاء المخاطي المبطن للجزء السفلي من الأمعاء الدقيقة.

الوظيفة : وظيفتها الكاملة غير معروفة ، لكنها تلعب دوراً في الاستجابة المناعية ضد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض التي تدخل الأمعاء.



و- العقد الليمفاوية Lymphatic Nodes :

الوصف : يتراوح حجمها بين رأس الدبوس وبذرة الفول الصغيرة،

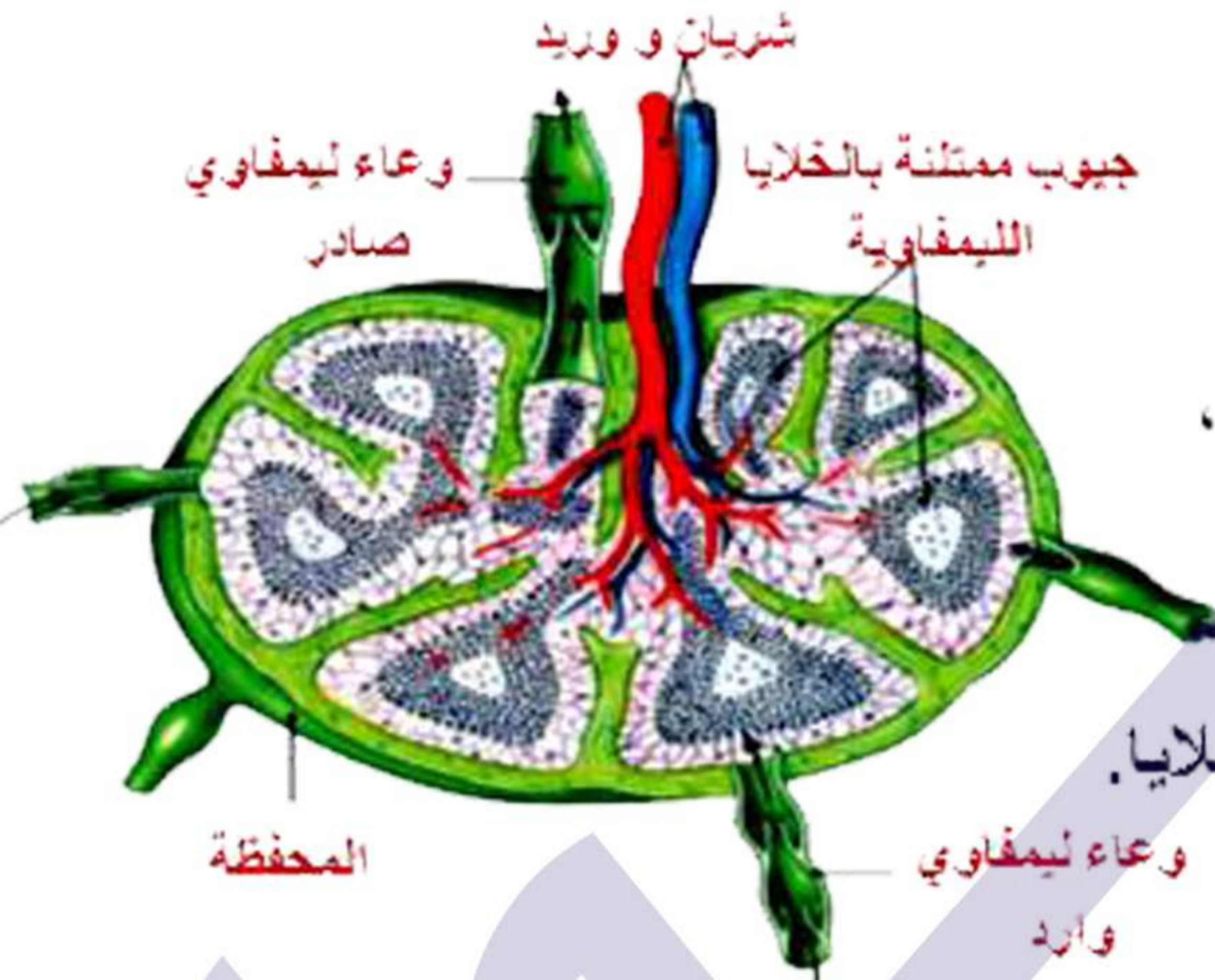
وتتقسم العقدة من الداخل إلى جيوب تمتلئ بالخلايا الليمفاوية البائية B، والخلايا الليمفاوية التائية T، والخلايا البلعمية الكبيرة وبعض أنواع من خلايا الدم البيضاء الأخرى التي تخلص الليمف مما به من جراثيم وحطام الخلايا. يتصل بكل عقدة ليمفاوية عدة أوعية ليمفاوية تنقل الليمف إليها من

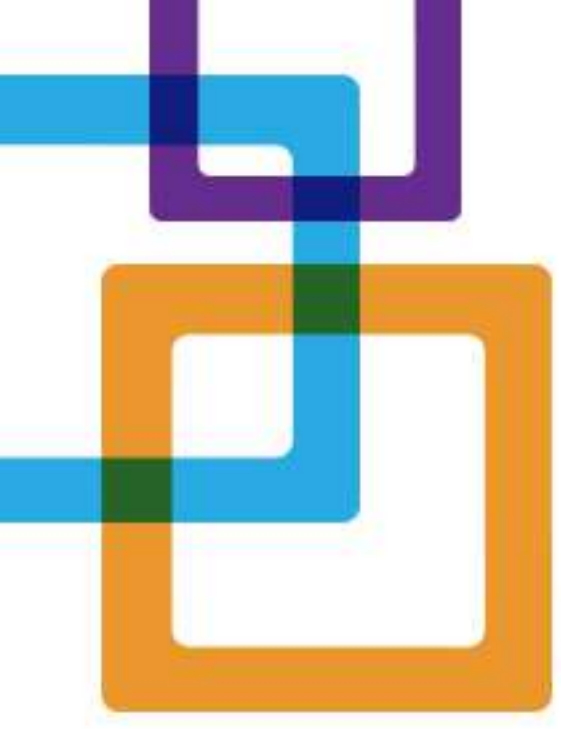
الأنسجة لترشحه و تخلصه مما يعلق به من مسببات الأمراض الغريبة عن الجسم.

المكان : تتواجد العقد الليمفاوية على طول شبكة الأوعية الليمفاوية الموجودة في جميع أجزاء الجسم (تحت الإبطين، على جانبي العنق، وفي أعلى الفخذ، و بالقرب من أعضاء الجسم الداخلية...)

الوظيفة : ١ - تقوم بتنقية الليمف من أي مواد ضارة أو ميكروبات.

٢ - تخزن خلايا الدم البيضاء (الخلايا الليمفاوية) التي تساعد في محاربة أي مرض أو عدوى.





- ثانياً : الخلايا الليمفاوية Lymphocytes :

حجمها : تُشكل حوالي ٢٠ - ٣٠ ٪ من خلايا الدم البيضاء بالدم،
طريقة تكونها : تتكون جميع الخلايا الليمفاوية في نخاع العظام الأحمر، ولا تكون لها في البداية أية قدرة مناعية، غير أنها تمر في عملية نضوج و تمايز في الأعضاء الليمفاوية لتتحول بعدها إلى خلايا ذات قدرة مناعية.

وظيفتها : تدور في الدم باحثة عن أي ميكروب أو جسم غريب فتشغل آلياتها الدفاعية والمناعية لتخلص الجسم من شُرور الميكروبات الممرضة التي تحاول غزو الجسم والتكاثر والانتشار فيه وتخریب أنسجته وتعطيل وظائفه الحيوية الفسيولوجية.
- ويوجد ثلاثة أنواع من الخلايا الليمفاوية في الدم هي :

أ - الخلايا البائية B-Cells :

حجمها : تشكل حوالي ١٠ ٪ - ١٥ ٪ من الخلايا الليمفاوية.

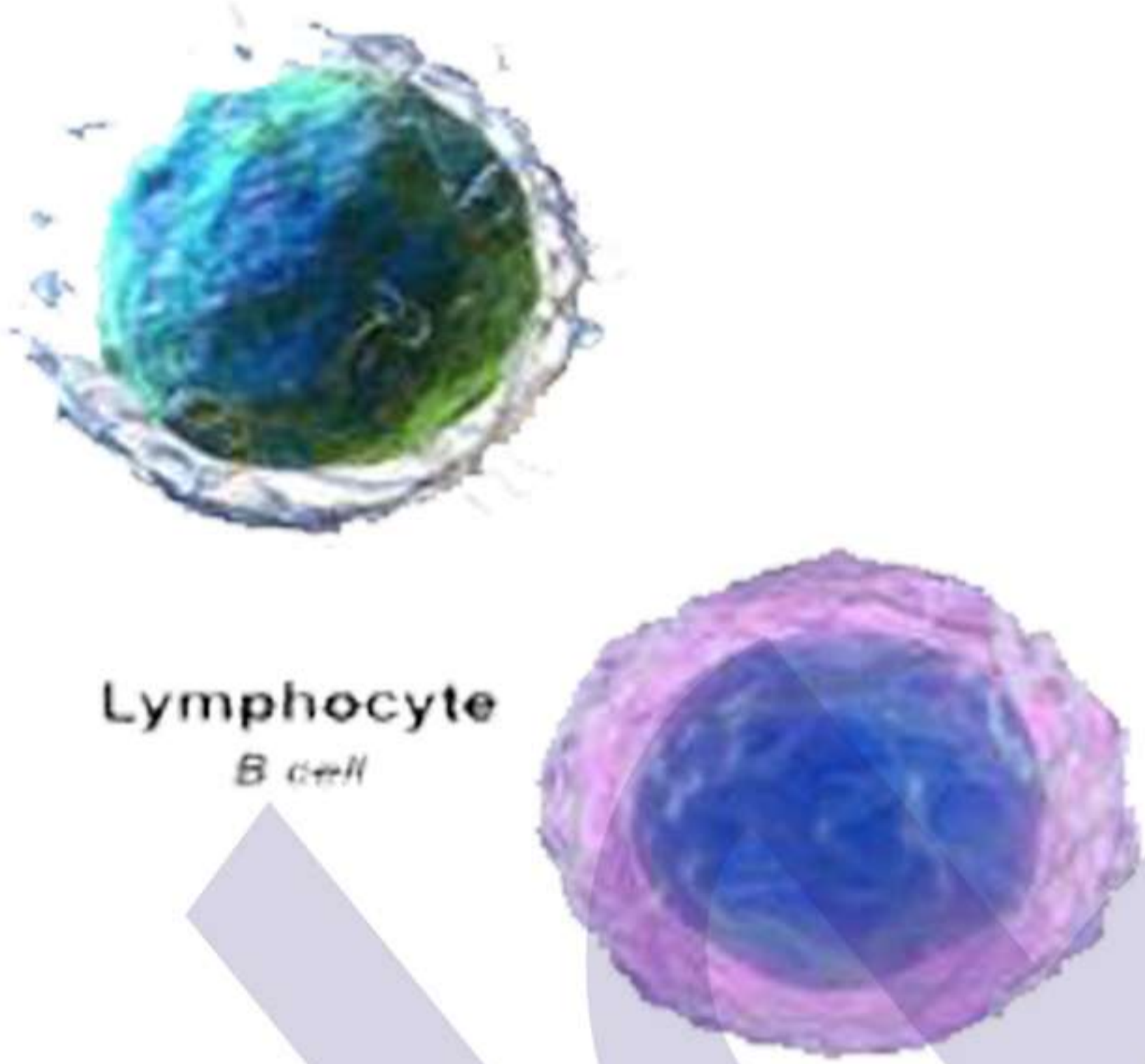
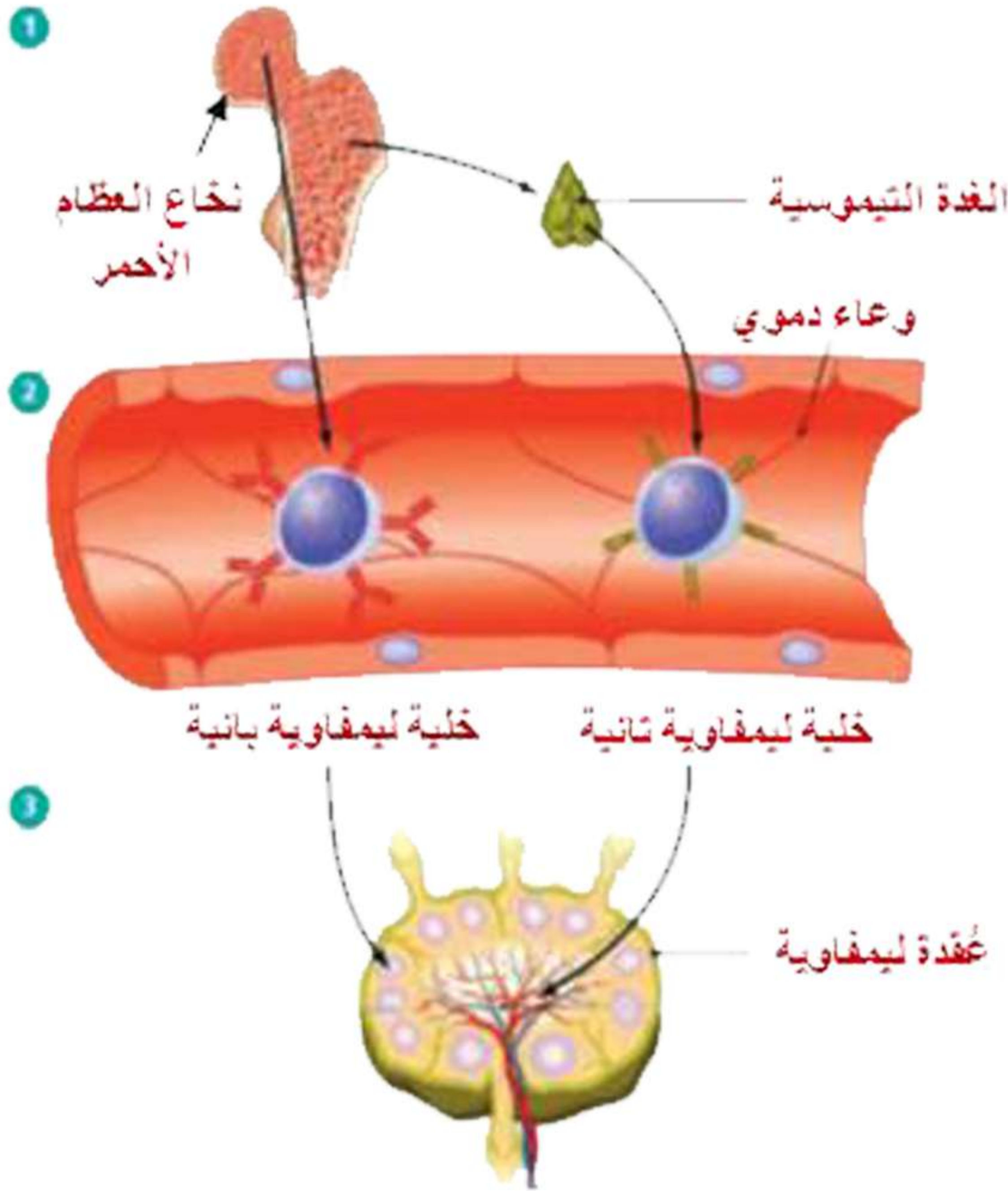
مكان تصنيعها : في نخاع العظام و تستكمل نموها فيه لتصبح ناضجة.

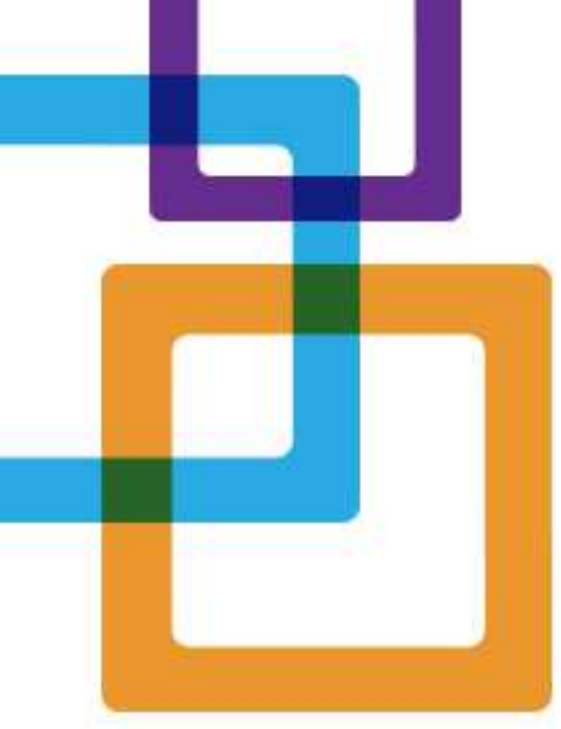
وظيفتها : التعرف على أي ميكروبات أو مواد غريبة عن الجسم (مثل البكتيريا أو الفيروس)، فتقوم بملاصقة هذا الجسم الغريب وتنتج أجسام مضادة له Antibodies لتقوم بتدميره.

ب - الخلايا التائية T-Cells :

حجمها : تشكل حوالي ٨٠ ٪ من الخلايا الليمفاوية.

مكان تصنيعها : تتكون في نخاع العظام و تنضج في الغدة التيموسية حيث تتمايز إلى عدة أنواع :





ب - الخلايا التائية T-Cells :

- ١- الخلايا التائية المساعدة (Helper T-cells T_H) : تنشط الأنواع الأخرى من الخلايا التائية وتحفزها للقيام باستجاباتها، وكذلك تحفز الخلايا البائية لإنتاج الأجسام المضادة.
- ٢- الخلايا التائية السامة (أو القاتلة) (Cytotoxic T-Cells T_C) : تهاجم الخلايا الغريبة حيث تهاجم الخلايا السرطانية والأعضاء المزروعة وخلايا الجسم المصابة بالفيروس.
- ٣- الخلايا التائية المثبطة أو الكابحة (Suppressor T-Cells T_S) : تنظم درجة الاستجابة المناعية للحد المطلوب، وتنشط أو تكبح عمل الخلايا التائية T والبائية B بعد القضاء على الكائن الممرض.

ج - الخلايا القاتلة الطبيعية (NK) Natural Killer Cells :

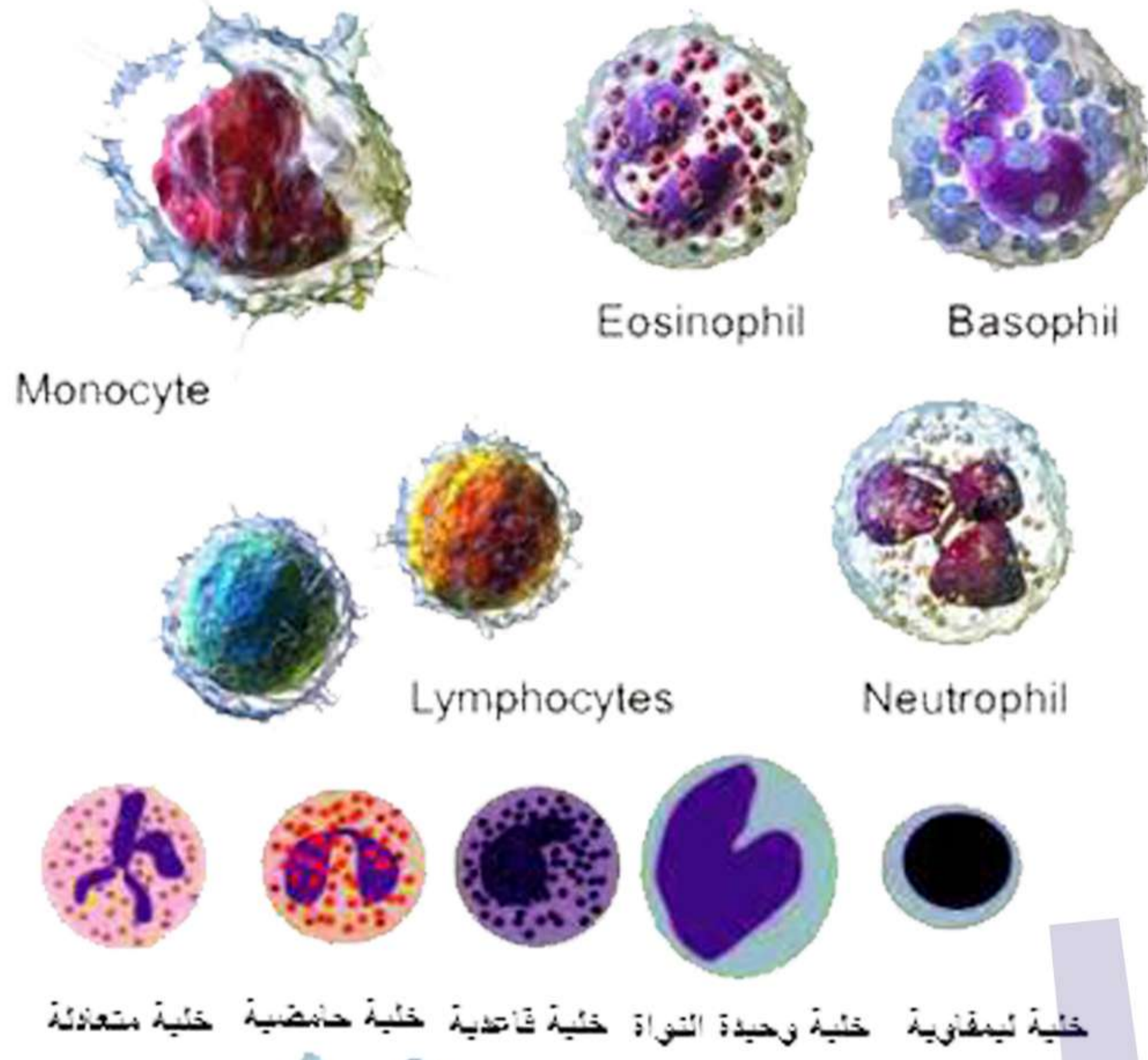
تشكل ٥-١٠ ٪ من الخلايا الليمفاوية بالدم،

مكان تصنيعها : يتم إنتاجها ونضجها في نخاع العظام.

وظيفتها : لها القدرة على مهاجمة خلايا الجسم المصابة بالفيروس و الخلايا السرطانية و تقضي عليها من خلال إنزيمات تفرزها هذه الخلايا القاتلة.



- ثالثاً : خلايا الدم البيضاء الأخرى :



أنواعها : هي الخلايا القاعدية Basophils والخلايا

الحامضية Eosinophils والخلايا المتعادلة Neutrophils.

التمييز بينها : من حجمها وشكل النواة ولون الحبيبات الظاهرة بداخلها تحت المجهر.

وظائفها : تقوم بدور رئيسي في تفتيت خلايا الكائنات

المرضة المهاجمة للجسم، وبإمكانها بلعمة (ابتلاع وهضم)

الكائنات الممرضة ولذلك فهي تكافح العدوى خصوصاً العدوى

البكتيرية والالتهابات، وتبقى بالدورة الدموية لفترة قصيرة نسبياً تتراوح

بين عدة ساعات إلى عدة أيام . هذا بالإضافة إلى الخلايا وحيدة النواة Monocytes

التي تدمر الأجسام الغريبة وتتحول إلى خلايا بلعية عند الحاجة، والتي بدورها تلتهم الكائنات الغريبة.

- رابعاً : الخلايا البلعية الكبيرة Macrophages :

ومنها نوعان :

١- الخلايا البلعية الكبيرة الثابتة : تسمى بأسماء مختلفة حسب النسيج الموجودة فيه.

الوظيفة : وهي تتواجد في معظم أنسجة الجسم متأهبة لإلتهايم أي جسم غريب يتواجد بالقرب منها.

٢- الخلايا البلعية الكبيرة الدوارة أو الجواله :

الوظيفة : ١ - لها القدرة على التهام الأجسام الغريبة.

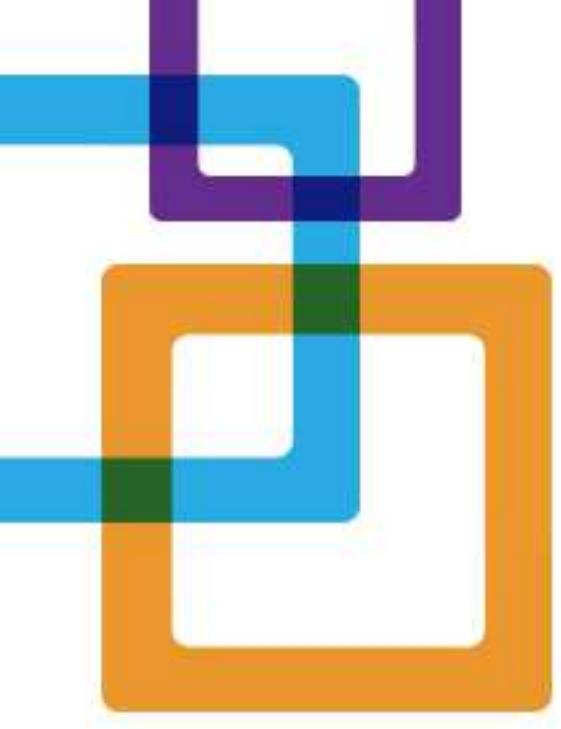
٢ - تحمل المعلومات التي تم جمعها عن الميكروبات والأجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المناعية

المتخصصة الموجودة في الغدد الليمفاوية المنتشرة في الجسم، وهذه الخلايا المناعية المتخصصة تلعب

أدوارها الدفاعية والمناعية بعد الحصول على معلومات وافية عن الأجسام الغريبة و الميكروبات الداخلة

إلى الجسم، فتجهز لها ما يناسبها من وسائل دفاعية مثل الأجسام المضادة وتخصيص نوع الخلايا القاتلة

الذي سيتعامل معها.



خامساً : المواد الكيميائية المساعدة :

تتعاون و تساعد الآليات المتخصصة للجهاز المناعي ، و هي كثيرة نذكر منها ما يلي :

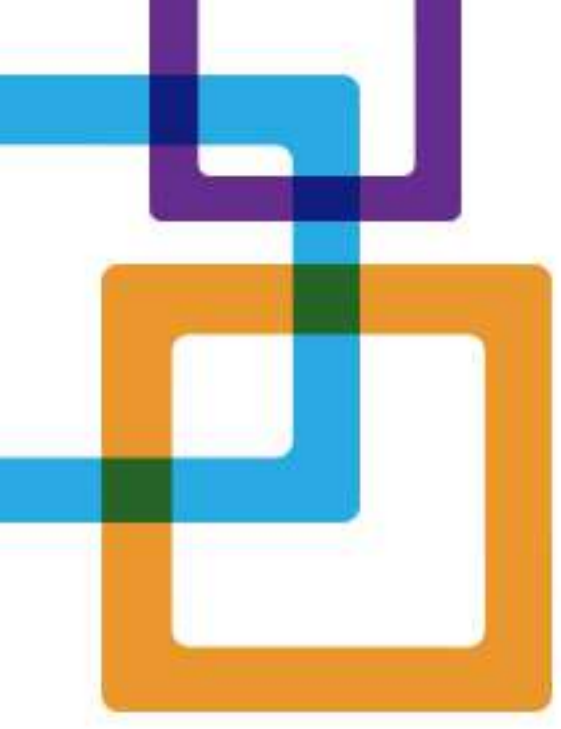
أ. الكيموكينات **Chemokines** : هي عوامل جذب الخلايا المناعية البلعمية المتحركة مع الدم بأعداد كبيرة نحو موقع تواجد الميكروبات أو الأجسام الغريبة لتحد من تكاثر وانتشار الميكروب المسبب للمرض.

ب. الإنترليوكينات **Interleukins** : تعمل كأداة اتصال أو ربط بين خلايا الجهاز المناعي المختلفة ومن جهة أخرى بين الجهاز المناعي وخلايا الجسم الأخرى بالإضافة إلى مساعدة الجهاز المناعي في أداء وظيفته الدفاعية.

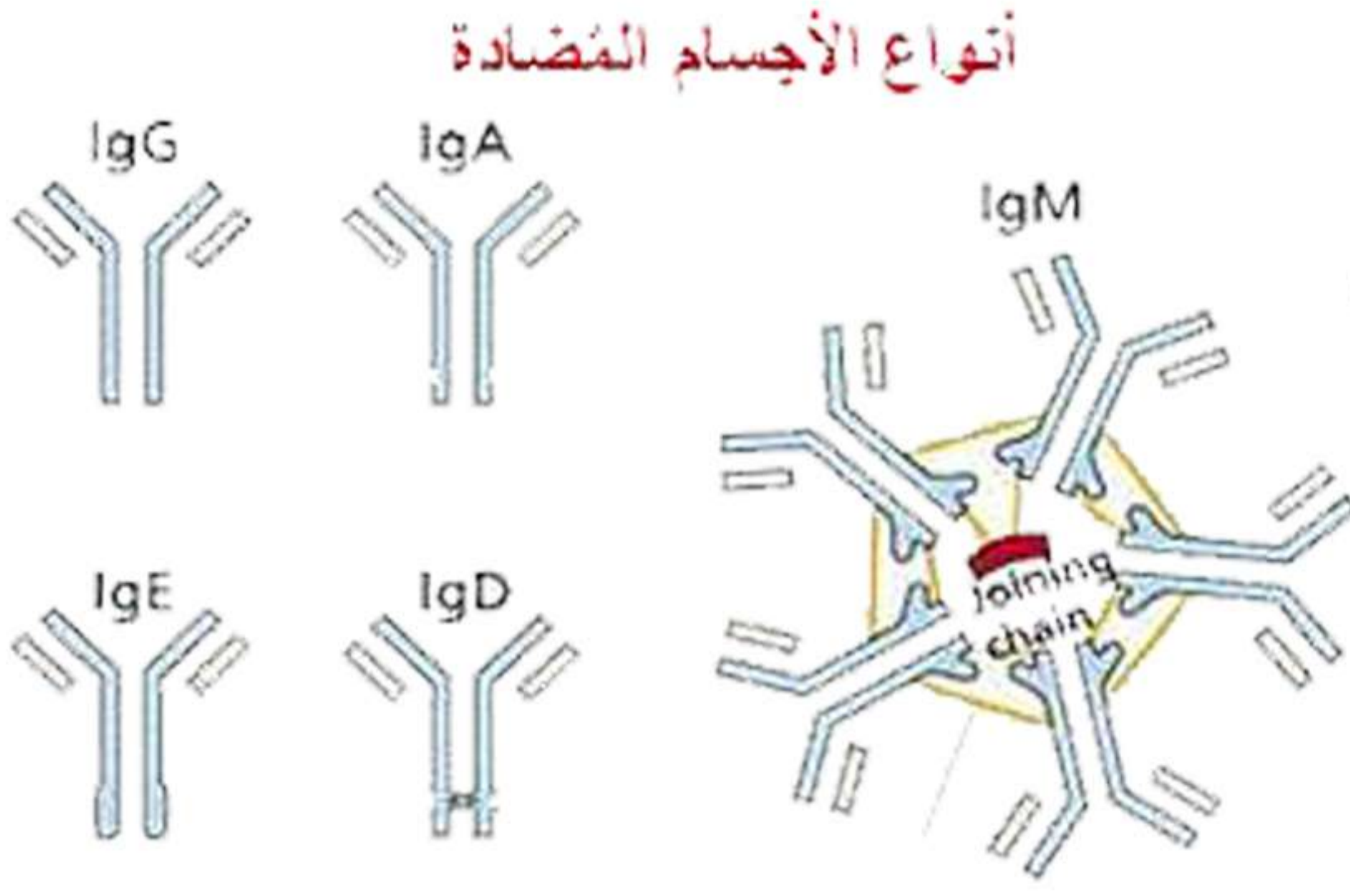
ج. سلسلة المتممات أو المكملات **Complements** : هي مجموعة متنوعة من البروتينات والأنزيمات تقوم بتدمير الميكروبات الموجودة بالدم بعد ارتباط الأجسام المضادة بها عن طريق تحليل الأنتيجينات الموجودة على سطحها وإذابة محتوياتها لجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء كي تلتهمها وتقتضي عليها.

د. الإنترفيرونات **Interferon** : عبارة عن عدة أنواع من البروتينات تنتجها خلايا الأنسجة المصابة بالفيروسات.

وهي غير متخصصة بفيروس معين، ترتبط الإنترفيرونات بالخلايا الحية المجاورة للخلايا المصابة والتي لم تصب بالفيروس بعد وتحثها على إنتاج نوع من الإنزيمات والمواد التي تثبط عمل أنزيمات نسخ الحمض النووي للفيروس، وبهذا يمنع الفيروس من التكاثر والانتشار في الجسم.



سادساً : الأجسام المضادة Antibodies :

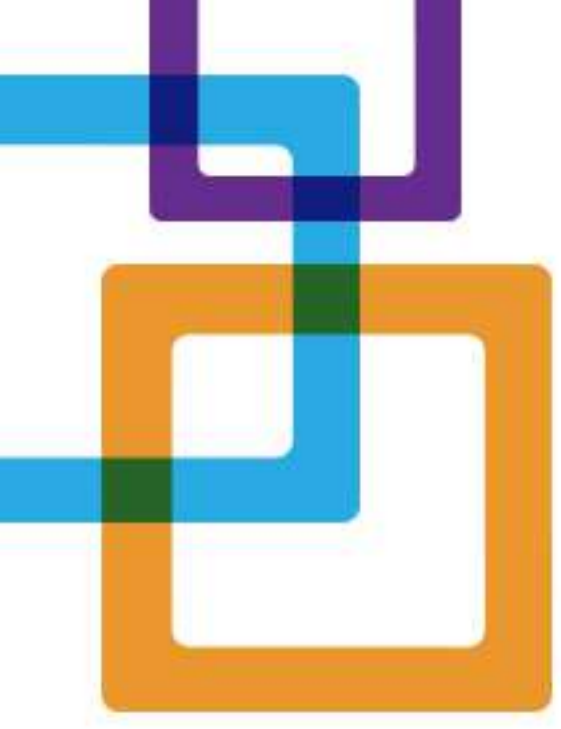


يوجد على سطح البكتيريا التي تغزو الأنسجة مركبات تسمى "مولدات الضد أو المستضدات أو الأنتيجينات "Antigens" فتقوم الخلايا المناعية البائية B بالتعرف على هذه الأجسام والمكونات الغريبة عن الجسم (الأنتيجينات) عن طريق ارتباط

المركبات الموجودة على سطحها والتي يطلق عليها "المستقبلات" بتلك الأنتيجينات، ثم تقوم بإنتاج مواد بروتينية يطلق عليها الأجسام المضادة Antibodies (أو الجلوبيولينات المناعية Immunoglobulins واختصارها Ig) وهي مُصممة لتضاد هذه الأجسام الغريبة عن الجسم حيث تقوم هذه الأجسام المضادة وجزئيات "المُتممات" بالالتصاق بالبكتيريا لتجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء الأخرى كي تلتهمها و تقضي عليها.

ويوجد منها خمسة أنواع هي : IgA و IgE و IgD و IgM و IgG .

والخلايا الليمفاوية البائية B عندما تصادف الأنتيجينات لأول مرة تقوم بالانقسام المتكرر لتكوين مجموعات، كل مجموعة منها تتخصص لإنتاج نوع واحد من الأجسام المضادة، تتخصص لتضاد نوع واحد من الأنتيجينات، وبذلك تهاجم الخلايا البائية الأنتيجين (مولد الضد أو المستضد) على سطح الكائنات الحية الدقيقة و الجزئيات الأخرى الغريبة عن الجسم، وذلك عن طريق إنتاج الأجسام المضادة التي تدور مع مجرى الدم والليمف.



معلومة إضافية للإيضاح

- يوجد من الأجسام المضادة خمسة أنواع يفرق بينها نوع السلسلة الثقيلة.

- ١ - IgM (نوع السلسلة الثقيلة MU - يوجد بنسبة ٨٪) وهو أول الأجسام المضادة ظهوراً في مصل الدم عند حقن الجسم بالأنتيجين وهو الاستجابة الأولية للجسم، وهي تسود في الاستجابة المناعية الأولية.
- ٢ - IgG (نوع السلسلة الثقيلة Gamma - يوجد بنسبة ٧٦٪) وهي الأجسام المضادة الأساسية في مصل الدم وتمثل الإستجابة الثانوية للجسم، وهي الوحيدة التي تستطيع أن تمر عبر المشيمة إلى الجنين ومسؤولة عن الوقاية المناعية للمولود على مدار من ٣ - ٦ أشهر الأولى.
- ٣ - IgA (نوع السلسلة الثقيلة Alpha - يوجد بنسبة ١٥٪) وهي نوع كبير من الأجسام المضادة التي تظهر في الإفرازات الخارجية مثل اللعاب والدموع ومخاط القصبة الهوائية والأمعاء وتعمل كخط دفاع أول للجسم ضد الفيروسات والبكتيريا.
- ٤ - IgD (نوع السلسلة الثقيلة Delta - يوجد بنسبة أقل من ١٪) وهي أجسام يتم إفرازها بكميات قليلة ووظيفتها غير معلومة على وجه التحديد.
- ٥ - IgE (نوع السلسلة الثقيلة Epsilon - يوجد بنسبة أقل من ١٪) من المحتمل أن يكون له دور في تفاعلات الحساسية ووظيفته غير معلومة على وجه التحديد.



الباب الأول - الفصل الرابع

المناعة

الجزء الثالث : الأجسام المضادة

شكل و تركيب الأجسام المضادة

الأجسام المضادة

عبارة عن جلوبولينات مناعية، تظهر على شكل حرف Y، وتوجد بالدم وسوائل الجسم الأخرى والليمف بالحيوانات الفقارية والإنسان، ويتم إنتاجها بواسطة الخلايا البائية البلازمية.

- التركيب :

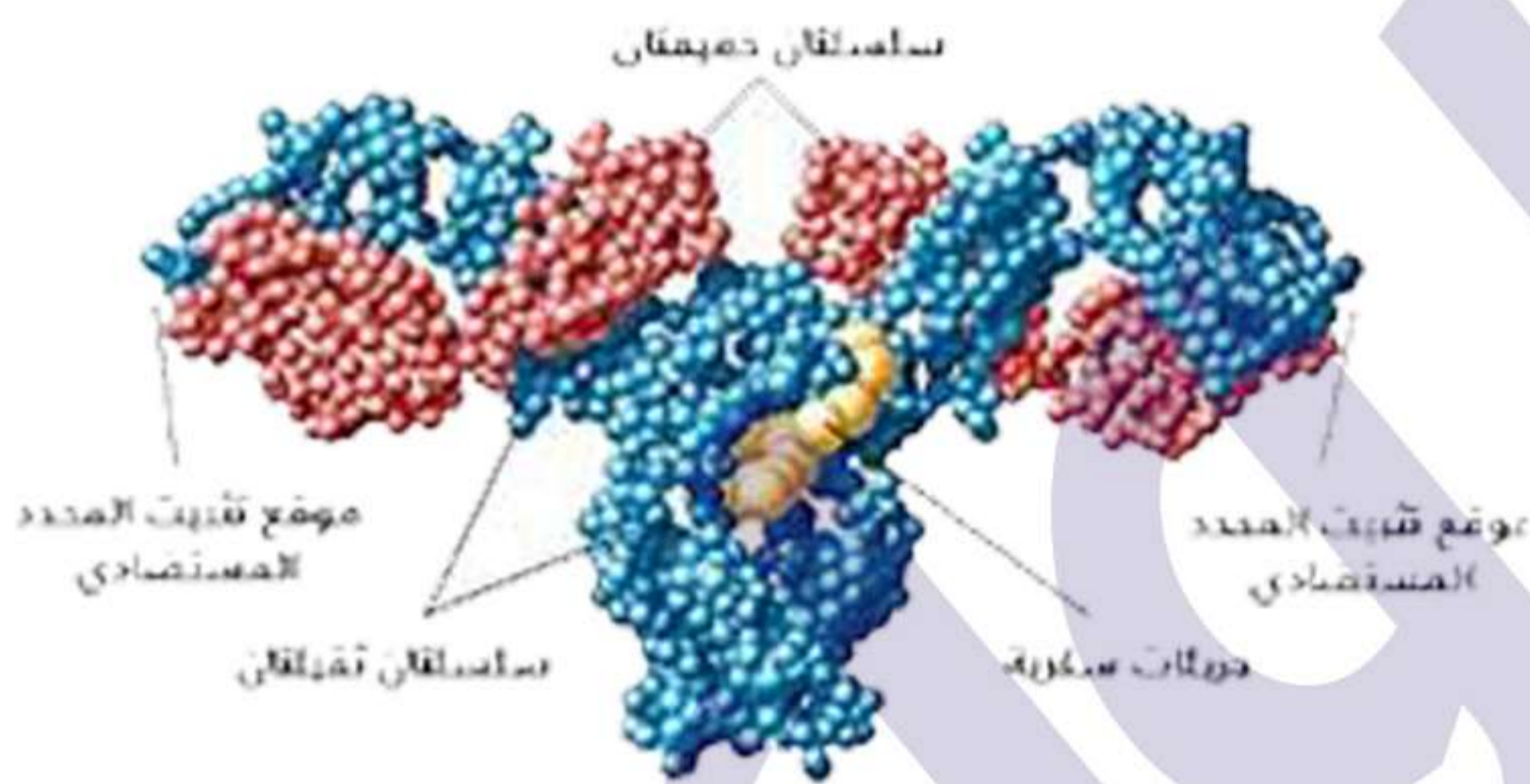
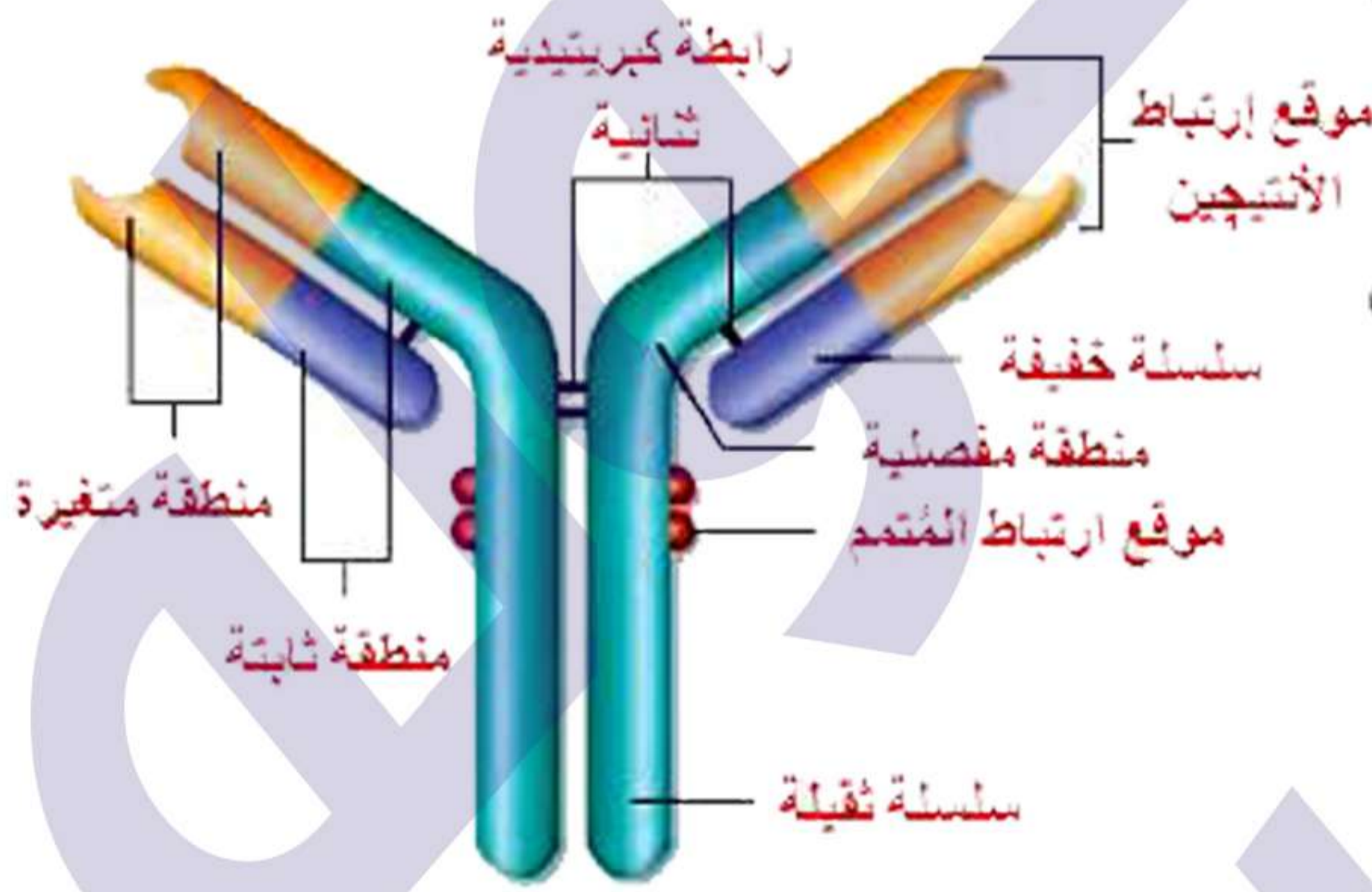
يتكون الجسم المضاد من زوجين من السلاسل البروتينية، اثنان منهما طويلة

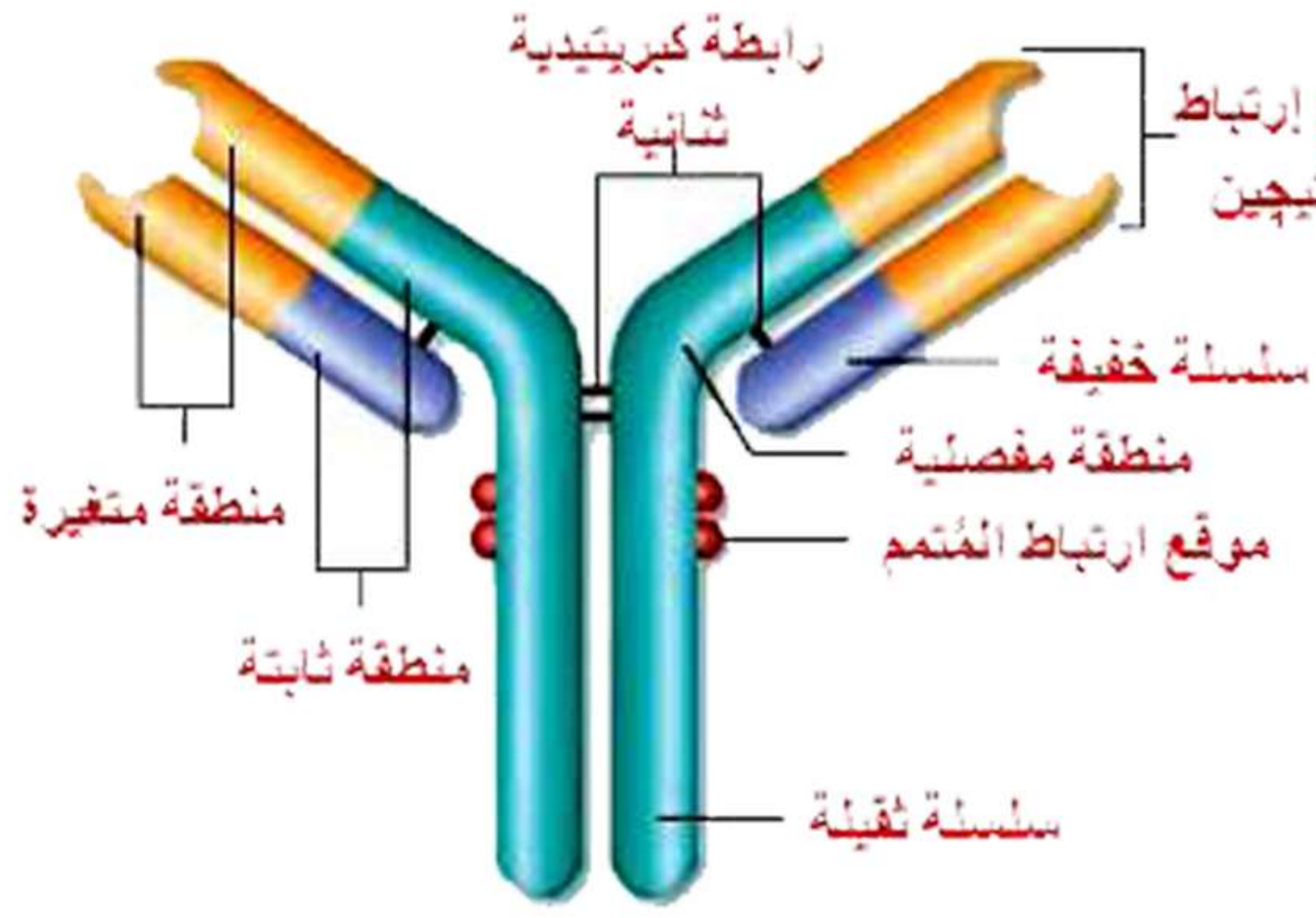
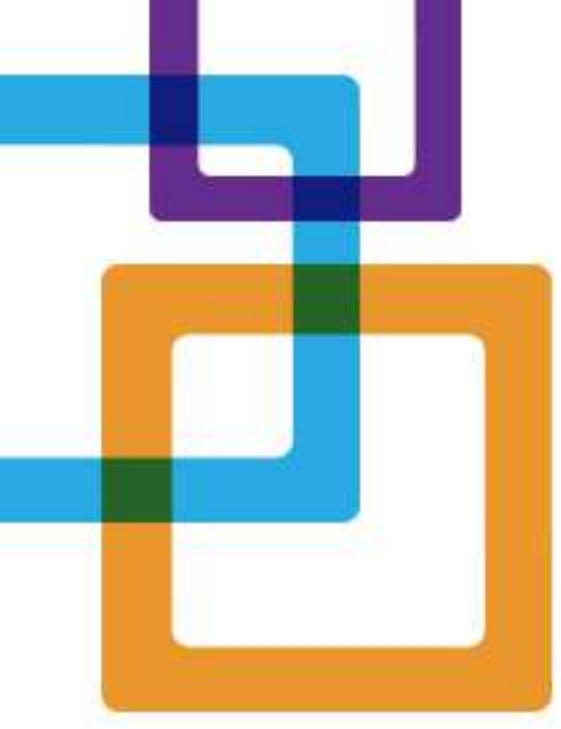
وتسمى بالسلاسل الثقيلة، والاثنان الأخريان قصيرتان وتسمى بالسلاسل

الخفيفة، وترتبط السلاسل ببعضها عبر رابطة كبريتيدية ثنائية. ولكل جسم

مضاد موقعين متماثلين لارتباط الأنتيجين، ويختلف شكل هذه المواقع من جسم

مضاد لآخر. وتساعد هذه المواقع على حدوث الارتباط المحدد بين الأنتيجين.



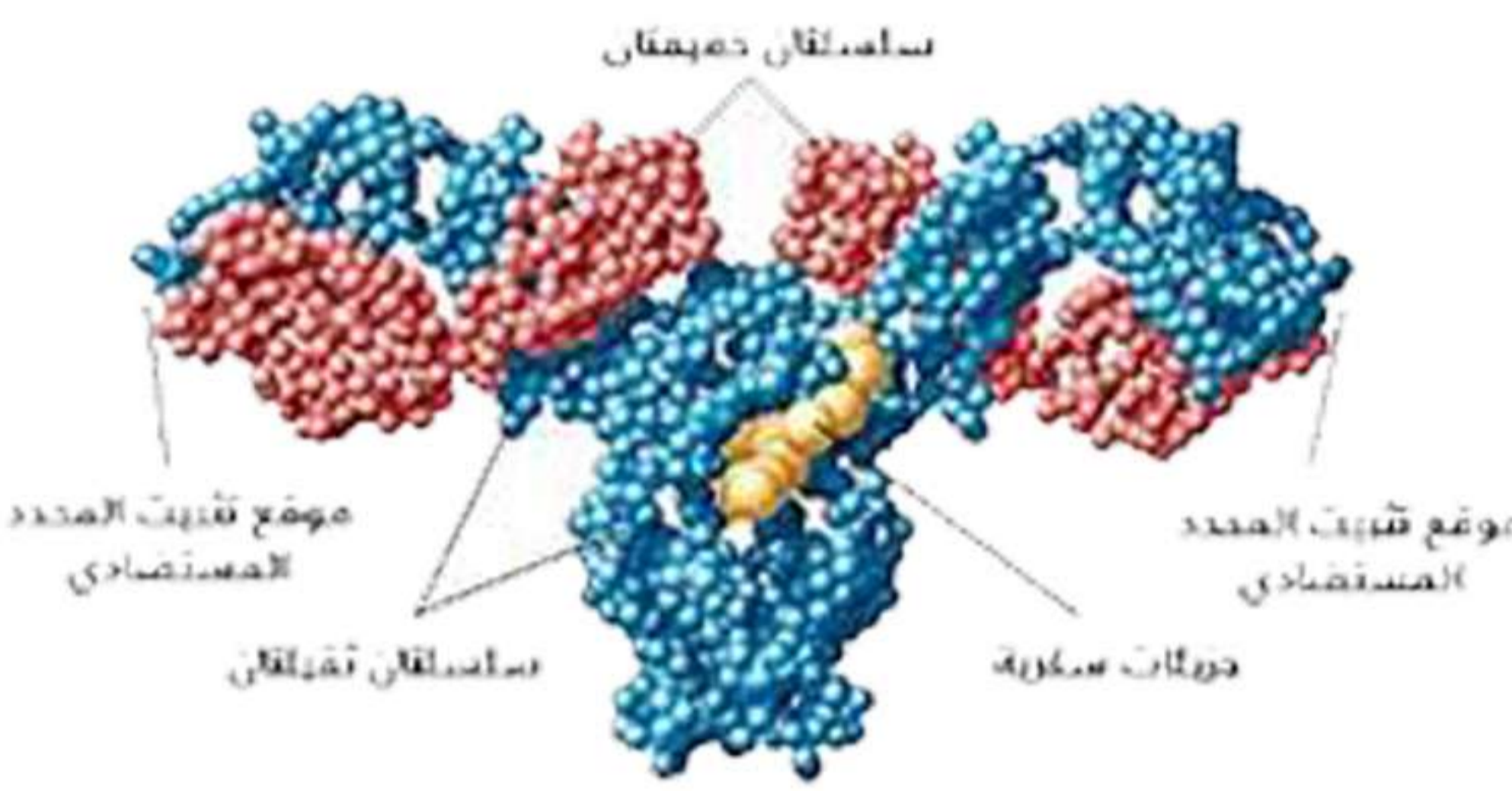


والجسم المضاد الملائم له بطريقة تشبه القفل و المفتاح ويؤدي الارتباط

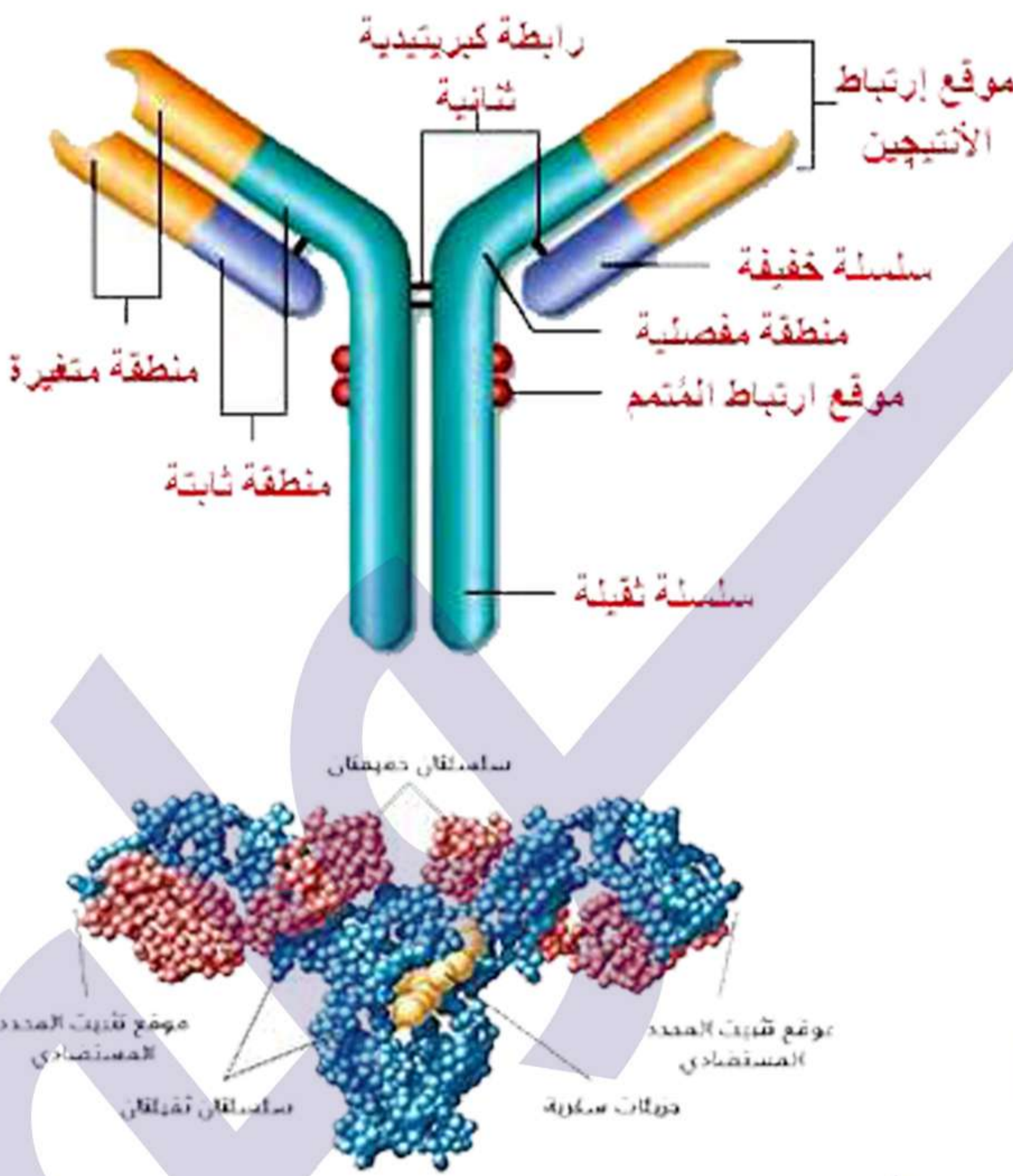
إلى تكوين مركب مُعقد من الأنتيجين والجسم المضاد ويُعرف موقع ارتباط

الأنتيجين على الجسم المضاد بالجزء المتغير لأن شكله يتغير من جسم مضاد

لآخر، أما الجزء المتبقي من الجسم المضاد فيعرف بالجزء الثابت حيث أنه ثابت الشكل والتركيب في جميع أنواع الأجسام المضادة.



ويتحدد تخصص كل جسم مضاد من خلال تشكيل الأحماض الأمينية المكونة للسلسلة الببتيدية (تتابع الأحماض الأمينية، وأنواعها، وشكلها الفراغي...إلخ) وذلك في الجزء التركيبي المسئول عن الارتباط بين الأنتيجين والجسم المضاد عند مواقع مُحددة في ذلك الجزء المتغير، والذي يتطابق مع أنتيجين كصورة مرآة.



طرق عمل الأجسام المضادة

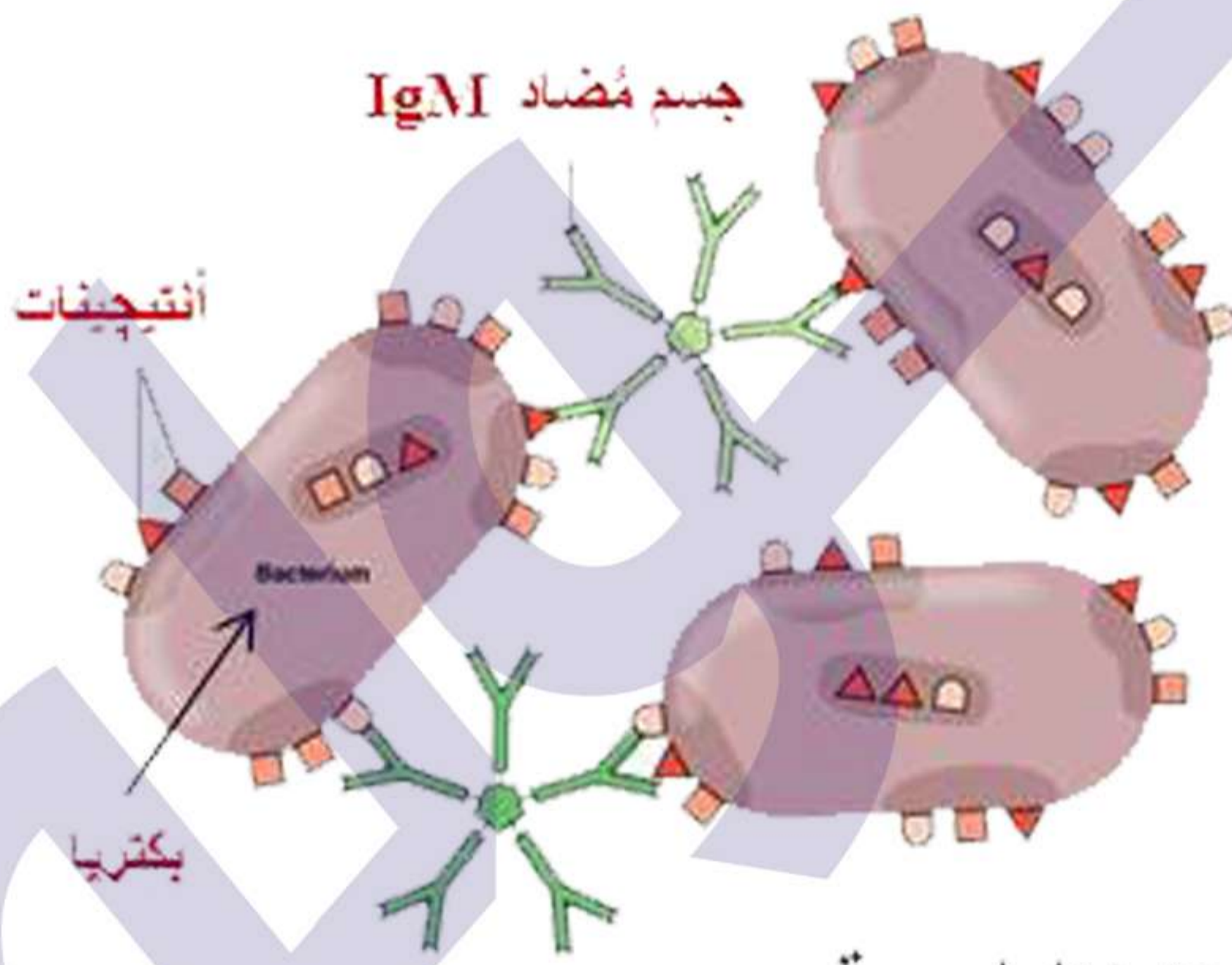
الأجسام المضادة ثنائية الارتباط، أما الأنتيجينات فلها مواقع ارتباط متعددة، مما يجعل الارتباط بين الأجسام المضادة والأنتيجينات أمراً مؤكداً.

وتقوم الأجسام المضادة بإيقاف عمل الأنتيجينات بإحدى الطرق التالية :

١- التعادل Neutralization :

إن أهم وظيفة تقوم بها الأجسام المضادة في مقاومة الفيروسات هي تحييد الفيروسات وإيقاف نشاطها. ويتم ذلك بأن تقوم الأجسام المضادة بالارتباط بالأغلفة الخارجية للفيروسات وبذا تمنعها من الالتصاق بأغشية الخلايا والانتشار أو النفاذ إلى داخلها. وإن حدث واخترق الفيروس غشاء الخلية، فإن الأجسام المضادة تمنع الحمض النووي من الخروج والتناسخ بإبقائها الغلاف مغلقاً.

تحييد الفيروس : أي قدرة الأجسام المضادة على منع الفيروس من الوصول إلى الموضع الذي يستخدمه للدخول للخلية المستهدفة بالبليدي يخليه زي قلته



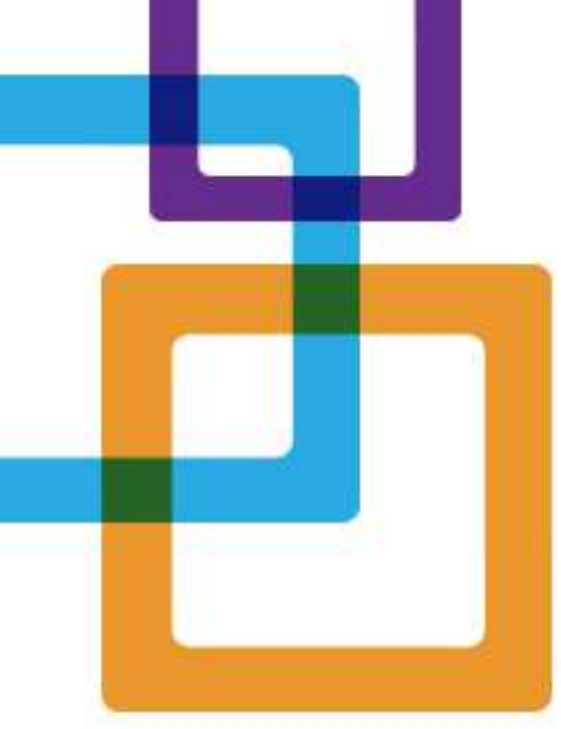
٢- التلازن (أو الالتصاق) Agglutination :

بعض الأجسام المضادة مثل الجسم المضاد IgM تحتوي العديد من مواقع الارتباط مع الأنتيجينات، وبالتالي يرتبط الجسم المضاد الواحد منها بأكثر من ميكروب مما يؤدي إلى تجمع الميكروبات على نفس الجسم المضاد مما يجعلها أكثر ضعفاً وعرضة لالتهامها بالخلايا البلعمية.

٣- الترسيب Precipitation :

ويحدث عادة في الأنتيجينات الذائبة، حيث يؤدي ارتباط الأجسام مع هذه الأنتيجينات إلى تكوين مركبات من الأنتيجين والجسم المضاد غير ذائبة وتكون هذه المركبات راسباً، وبذا يسهل على الخلايا البلعمية التهام هذا الراسب.

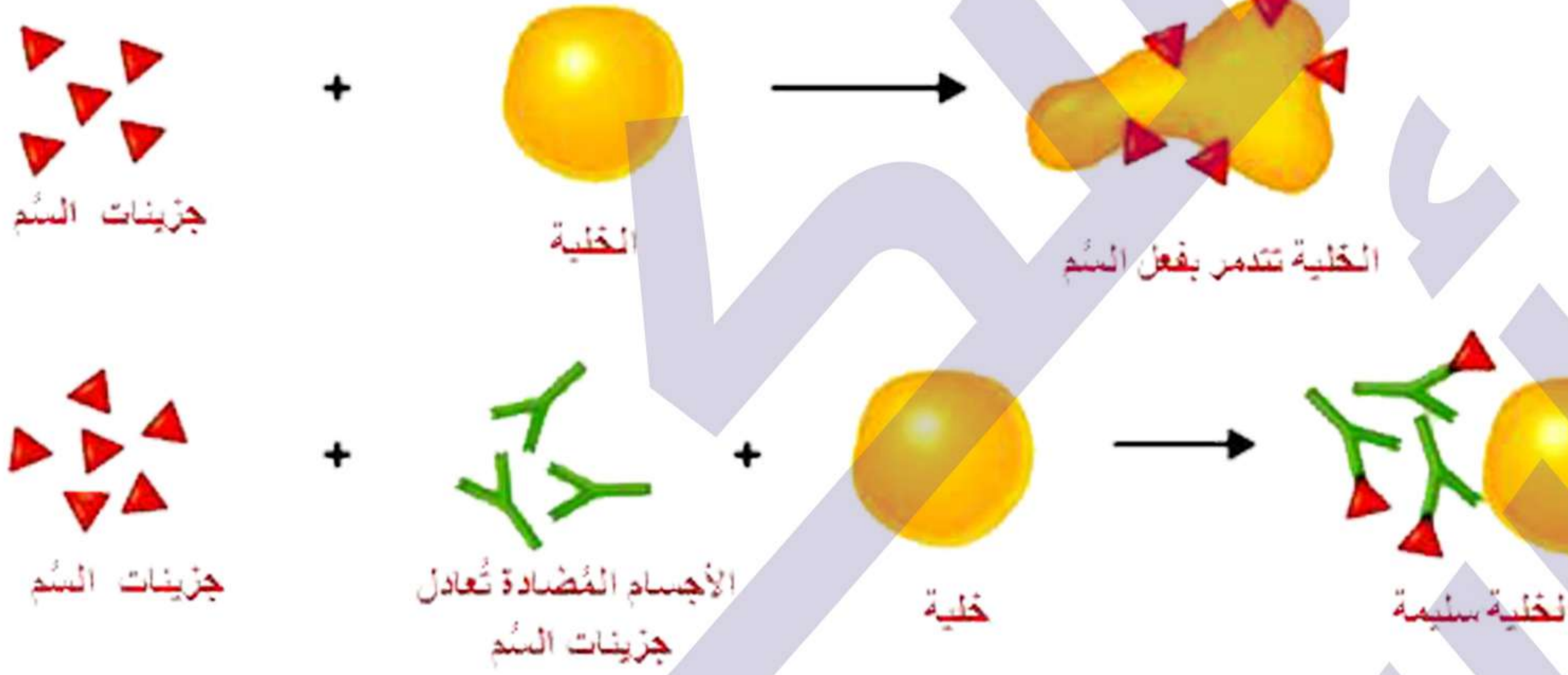




٤. التحلل Lysis : يُنشط اتحاد الأجسام المضادة مع الأنتيجينات بروتينات وإنزيمات خاصة هي المُتممات فتقوم بتحليل أغلفة الأنتيجينات وإذابة محتوياتها فيسهل التخلص منها بواسطة الخلايا البلعمية.

٥. إبطال مفعول السموم Antitoxin :

تقوم الأجسام المضادة بالارتباط بالسموم وتكوين مركبات من الأجسام المضادة والسموم. هذه المركبات تنشط المُتممات فتتفاعل معها تفاعلاً متسلسلاً، يؤدي إلى إبطال مفعولها، كما يساعد على التهامها من قبل الخلايا البلعمية.



الباب الأول - الفصل الرابع المناعة

الجزء الرابع : (طرق المناعة - المناعة الطبيعية)

آلية عمل الجهاز المناعي في الإنسان

كيف يقي الجهاز المناعي الجسم من الكائنات الممرضة ؟

يعمل الجهاز المناعي وفق نظامين مناعيين :
- المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية).
- المناعة المكتسبة (المتخصصة أو التكيفية).

هذين النظامين المناعيين برغم اختلافهما إلا انهما يعملان بتعاون وتنسيق مع بعضهما، فكل واحد من هذين النظامين يعمل وفق آليات مختلفة تقوم بتنشيط رد الفعل المناعي للنظام المناعي الآخر، وهذا يسمح للجسم بالتعامل بنجاح مع الكائنات الممرضة.

أولاً : المناعة الطبيعية (غير المتخصصة أو الفطرية) :

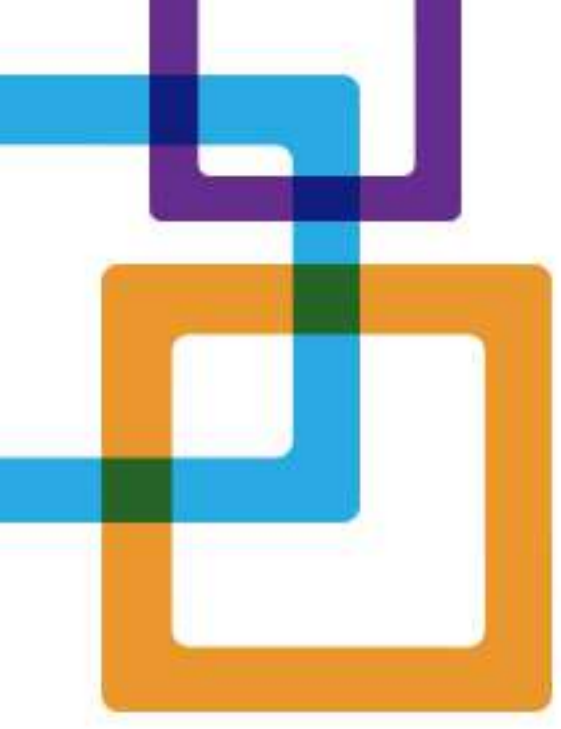
مصطلح علمي

هي مجموعة الوسائل الدفاعية التي تحمي الجسم ، و تتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة ومحاربة وتفتيت أي ميكروب أو أي جسم غريب يحاول دخول الجسم، وهذه الوسائل الدفاعية غير متخصصة ضد نوع معين من الميكروبات أو الأنتيجينات.
❖ و تمر عملية المناعة الطبيعية بخطين دفاعيين متتاليين هما :

١- خط الدفاع الأول :

يتمثل في مجموعة من الحواجز الميكانيكية أو الطبيعية بالجسم مثل الجلد والمخاط والدموع والعرق وحمض الهيدروكلوريك بالمعدة.

والوظيفة الأساسية لهذا الخط هي منع الكائنات الممرضة من الدخول إلى الجسم.

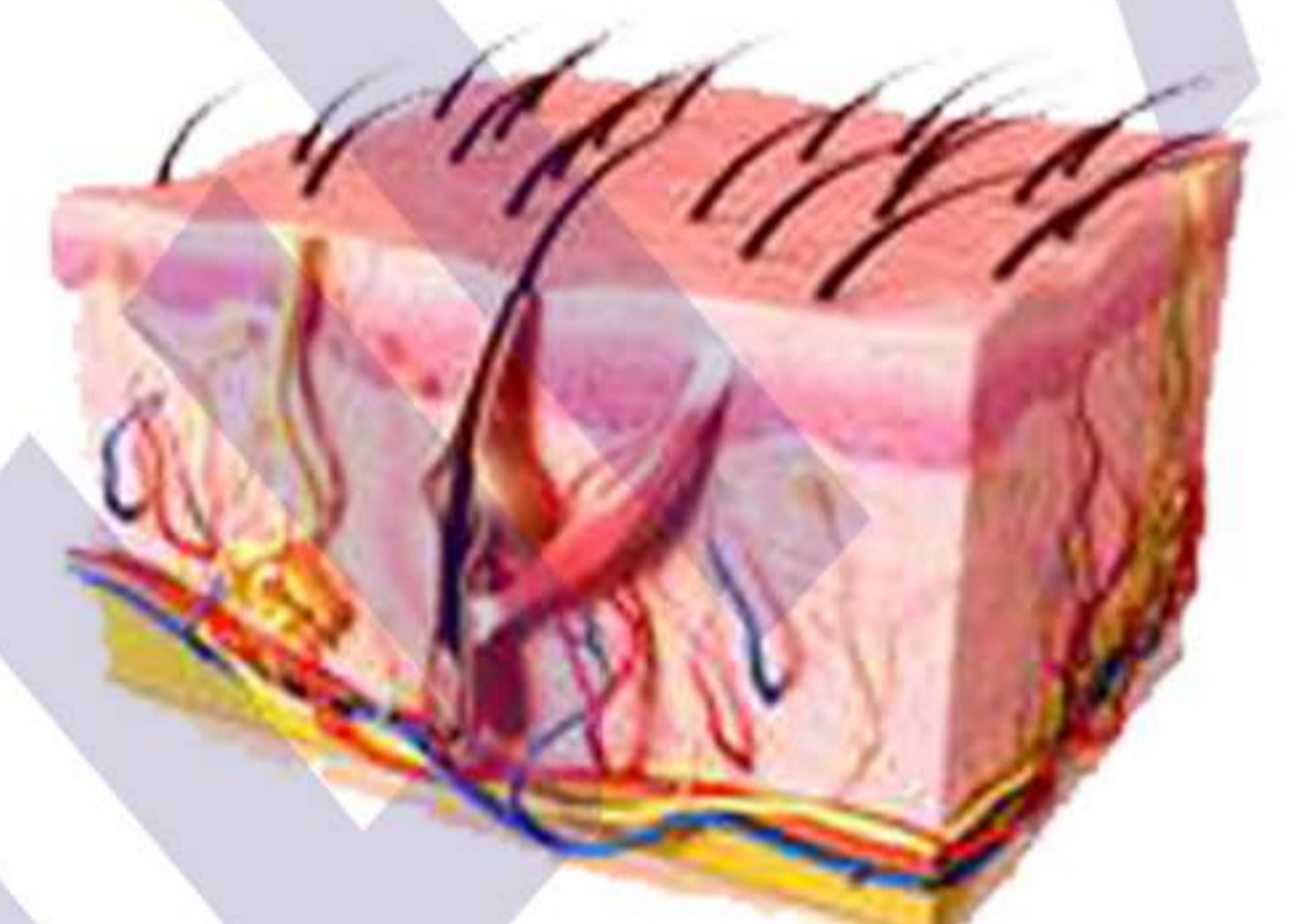


١- خط الدفاع الأول :

أ- **الجلد** : ويتميز بطبقة قرنية صلبة على سطحه تشكل عائقاً منيعاً لا يسهل اختراقه أو النفاذ منه هذا بالإضافة إلى أن العرق الذي تفرزه الغدد العرقية على سطح الجلد يعتبر مميتاً لمعظم الميكروبات بسبب ملوحة العرق.

ب- **الصملاخ (شمع الأذن)** : مادة تفرزها الأذن وتعمل على قتل الميكروبات وبذلك تحمي الأذن.

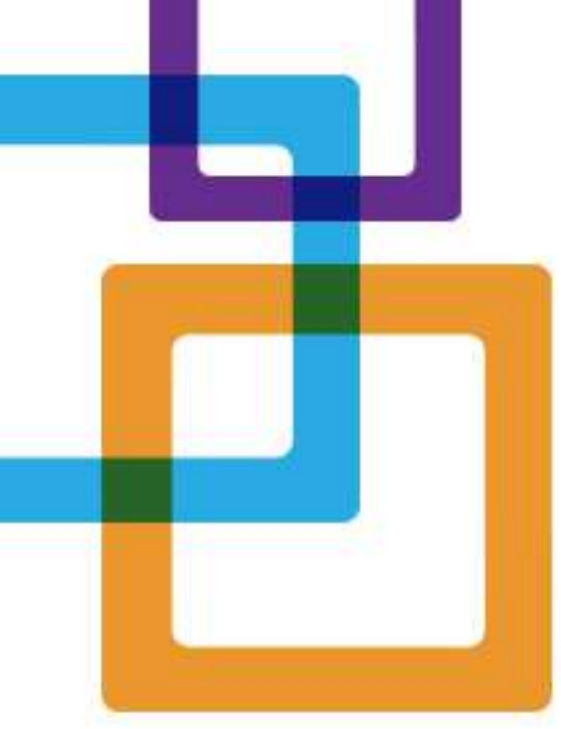
ج- **الدموع** : تحمي العين من الميكروبات لأنها تحتوي على مواد محللة للميكروبات.



د- **المخاط بالممرات التنفسية** : هو سائل لزج يبطن جدر الممرات التنفسية وتلتصق به الميكروبات والأجسام الغريبة الداخلة مع الهواء ثم تقوم الأهداب الموجودة في بطانة هذه الممرات التنفسية بطرد هذا المخاط وما يحمله من ميكروبات وأجسام غريبة إلى خارج الجسم.

هـ- **اللعاب** : يحتوي بعض المواد القاتلة بالإضافة إلى بعض الإنزيمات المذيبة لها.

و- **إفرازات المعدة الحامضية** : حيث تقوم خلايا بطانة المعدة بإنتاج وإفراز حمض الهيدروكلوريك القوي الذي يسبب موت الميكروبات الداخلة مع الطعام.



٢- خط الدفاع الثاني :

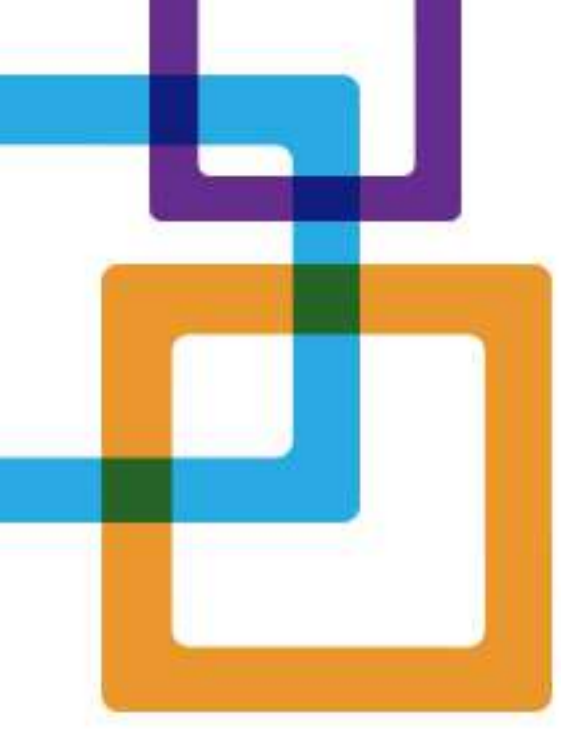
يعمل هذا النظام في حالة نجاح الكائنات الممرضة في تخطي وسائل دفاع الخط الأول وقامت بغزو أنسجة الجسم، من خلال جرح قطعي بالجلد على سبيل المثال.

ويختلف هذا النظام عن سابقه بأنه نظام دفاعي داخلي وفيه يستخدم الجسم طرق وعمليات غير متخصصة متلاحقة تحيط بالميكروبات لمنع انتشار الميكروبات، وتبدأ هذه العمليات بحدوث إلتهاب شديد.

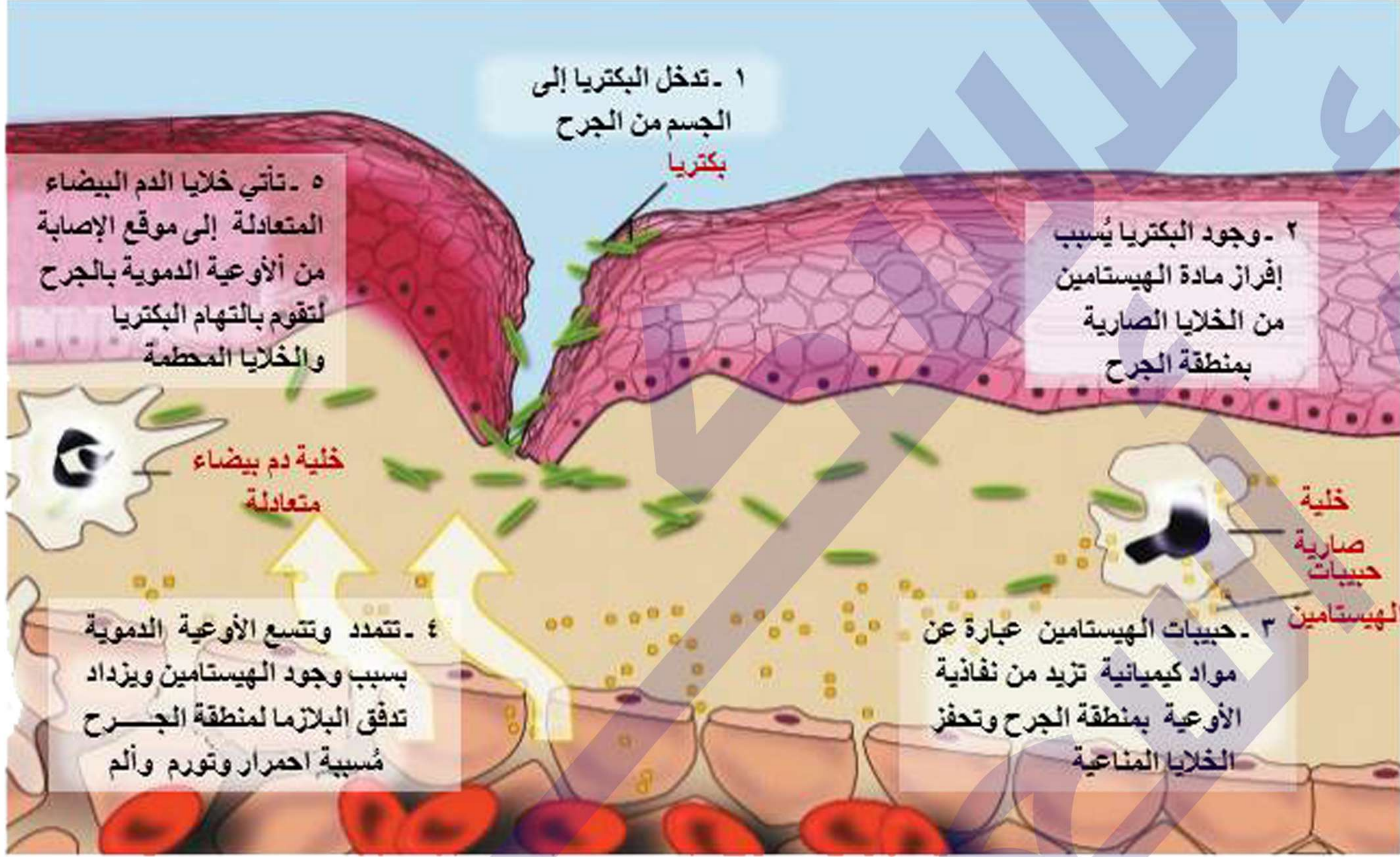
***الاستجابة بالالتهاب Inflammatory response :** عبارة عن تفاعل دفاعي غير تخصصي (غير نوعي) حول مكان الإصابة نتيجة لتلف الأنسجة الذي تسببه الإصابة أو العدوي.

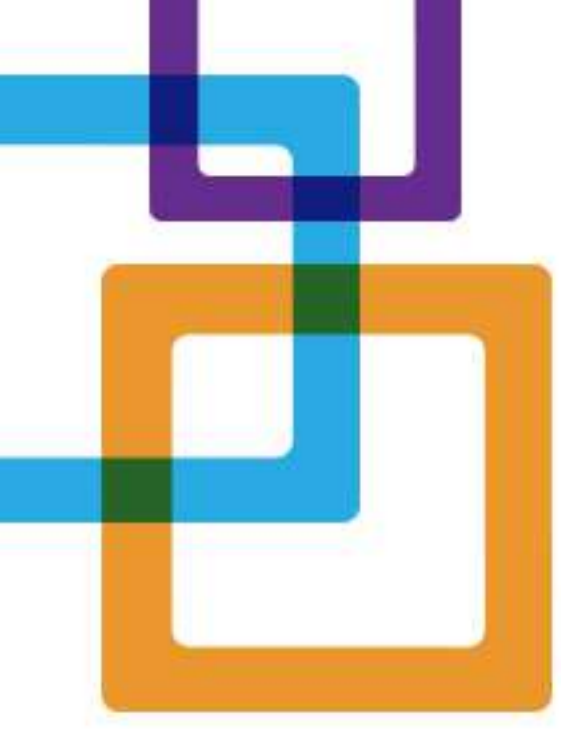
ويؤدي الالتهاب لحدوث : بعض التغيرات في موقع الإصابة، حيث:

- تتمدد الأوعية الدموية إلى أقصى مدى بسبب إفراز كميات من المواد المولدة للالتهاب ومن أهمها مادة الهيستامين التي تفرزها أنواع من الخلايا المتخصصة مثل الخلايا الصارية وخلايا الدم البيضاء القاعدية.
- وهذه المواد تزيد أيضاً من نفاذية الأوعية الدموية الصغيرة والشعيرات الدموية للسوائل من الدورة الدموية.
- وذلك يؤدي إلى تورم الأنسجة في مكان الالتهاب كما يسمح لتفاد المواد الكيميائية المذيبة والقاتلة للبكتيريا بالتوجه إلى موقع الإصابة.
- وزيادة نفاذية جدران الأوعية الدموية يتيح لخلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة وكذلك الخلايا البلعمية الكبيرة محاربة وقتل الأجسام الغريبة والميكروبات.



بالإضافة لما سبق يوجد مكونان آخران لخط الدفاع الثاني متواجدان في معظم الأنسجة هما :
الانترفيرونات والخلايا القاتلة الطبيعية NK.





الباب الأول - الفصل الرابع المناعة

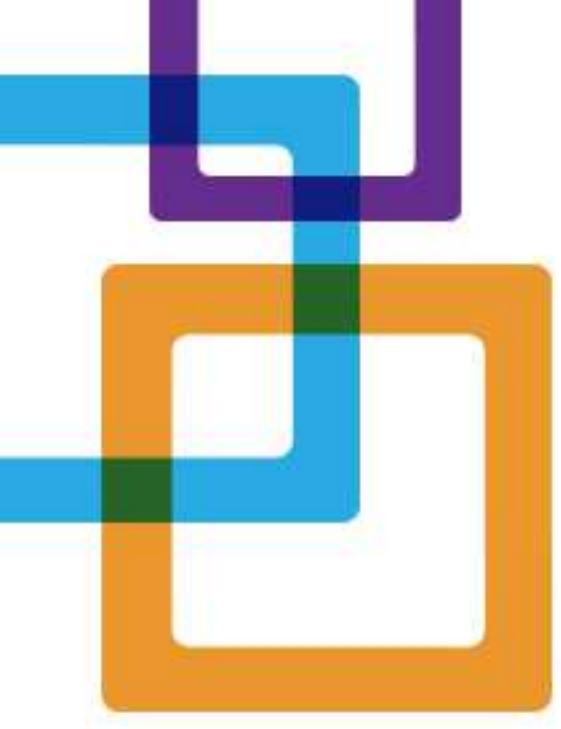
الجزء الخامس : المناعة المكتسبة

ثانياً : المناعة المكتسبة (المُتَخَصِّصَة أو التَّكْيُفِيَّة)

إذا ما أخفق خط الدفاع الثاني في التخلص من الجسم الغريب فإن الجسم هنا يلجأ إلى خط دفاع ثالث ممثلاً في الخلايا الليمفاوية والتي تستجيب لذلك بسلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية (النوعية) التي تقاوم ذلك الكائن المسبب للمرض. وتسمى هذه الوسائل الدفاعية مجتمعة بالاستجابة المناعية وتتم المناعة المكتسبة أو التخصصية (النوعية) من خلال آليتين منفصلتين شكلياً لكنهما متداخلتان مع بعضهما البعض وهما :

أ - المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة :

تختص بالدفاع عن الجسم ضد الأنتيجينات والكائنات الممرضة (كالبكتيريا والفيروسات، وكذلك السموم) الموجودة في سوائل الجسم (بلازما الدم والليمف) بواسطة الأجسام المضادة،
وتتلخص في الخطوات التالية :

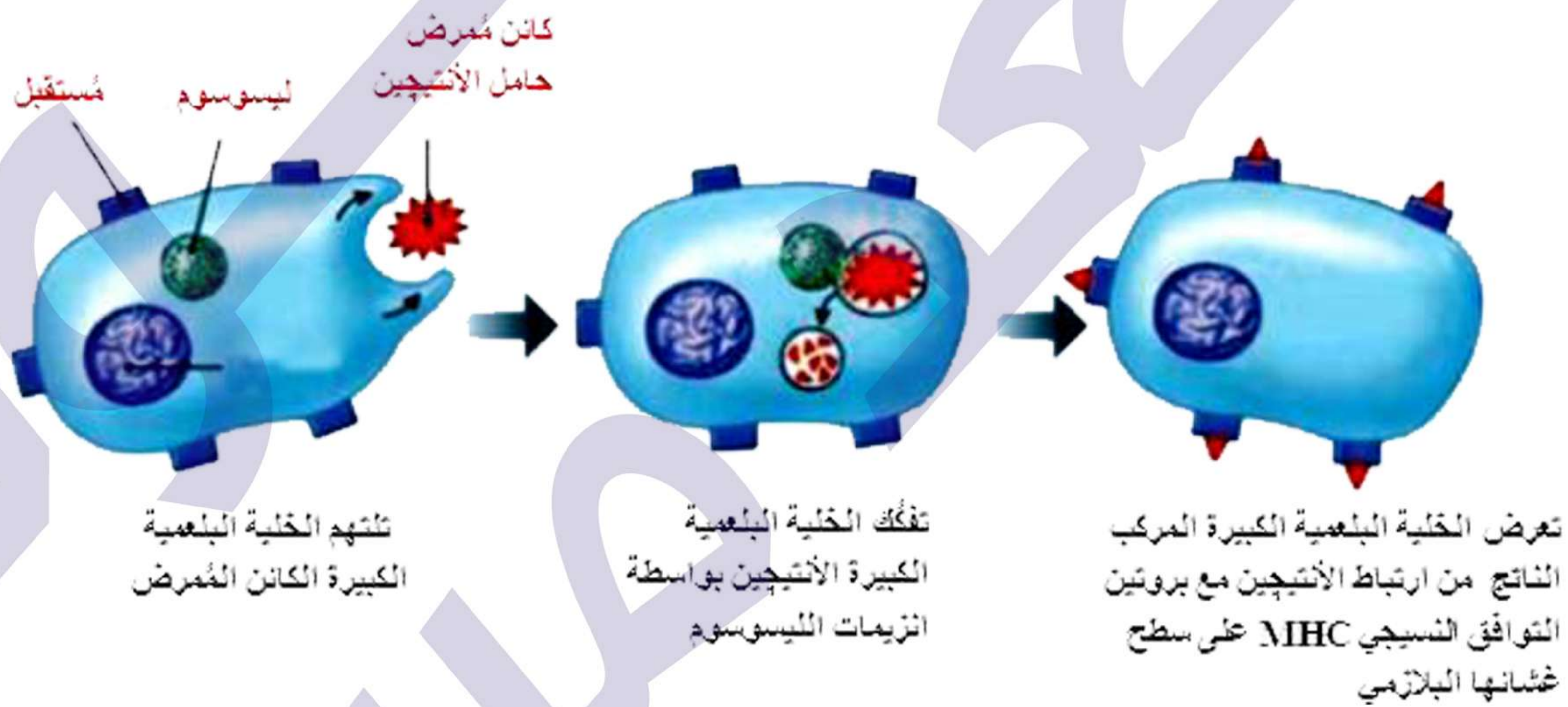


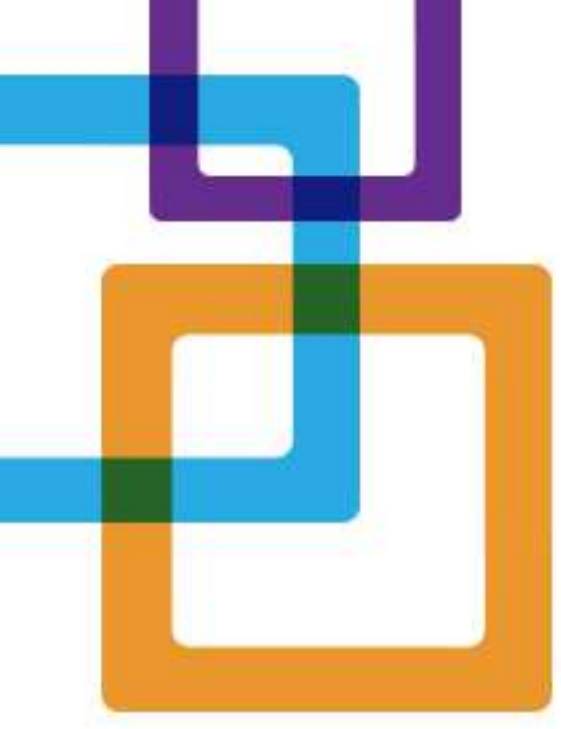
أ - المناعة الخلطية أو المناعة بالأجسام المضادة :

١- عند دخول كائن ممرض حاملاً على سطحه أنتيجين (مستضد) معين إلى الجسم، تتعرف الخلايا الليمفاوية البائية على هذا الأنتيجين الغريب عن الجسم (فكل خلية لمقاوية بائية عالية التخصص - أي تستجيب لأنتيجين معين واحد فقط).

وعندما تتعرف الخلية الليمفاوية البائية على الأنتيجين الخاص بها فإنها تلتصق نفسها به بواسطة المستقبلات المناعية الموجودة على سطحها ويرتبط الأنتيجين مع بروتين في الخلايا البائية B يُطلق عليه بروتين التوافق النسيجي MHC (Major histocompatibility complex).

٢- في نفس الوقت، تقوم الخلايا البلعمية الكبيرة بابتلاع الأنتيجين وتفكيكه بواسطة انزيمات الليسوسوم إلى أجزاء صغيرة، ثم ترتبط هذه الأجزاء داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين التوافق النسيجي MHC بعد ذلك ينتقل المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع الـ MHC إلى سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة، أي يتم عرضه على سطحها الخارجي.



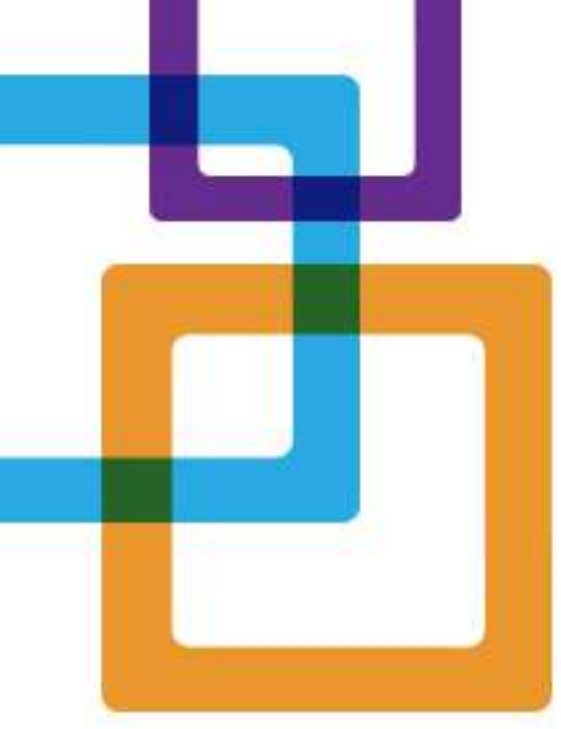


٣- تتعرف الخلايا التائية المساعدة T_H على هذا الانتيجين من خلال بروتين التوافق النسيجي MHC الموجود على سطح الخلية البلعمية ثم ترتبط بهذا المركب فيتم تنشيطها لتقوم بعد ذلك بإطلاق مواد بروتينية تدعى انترليوكينات تقوم بتنشيط الخلايا البائية B التي تحمل على سطحها الأنتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجي MHC.

ملحوظة

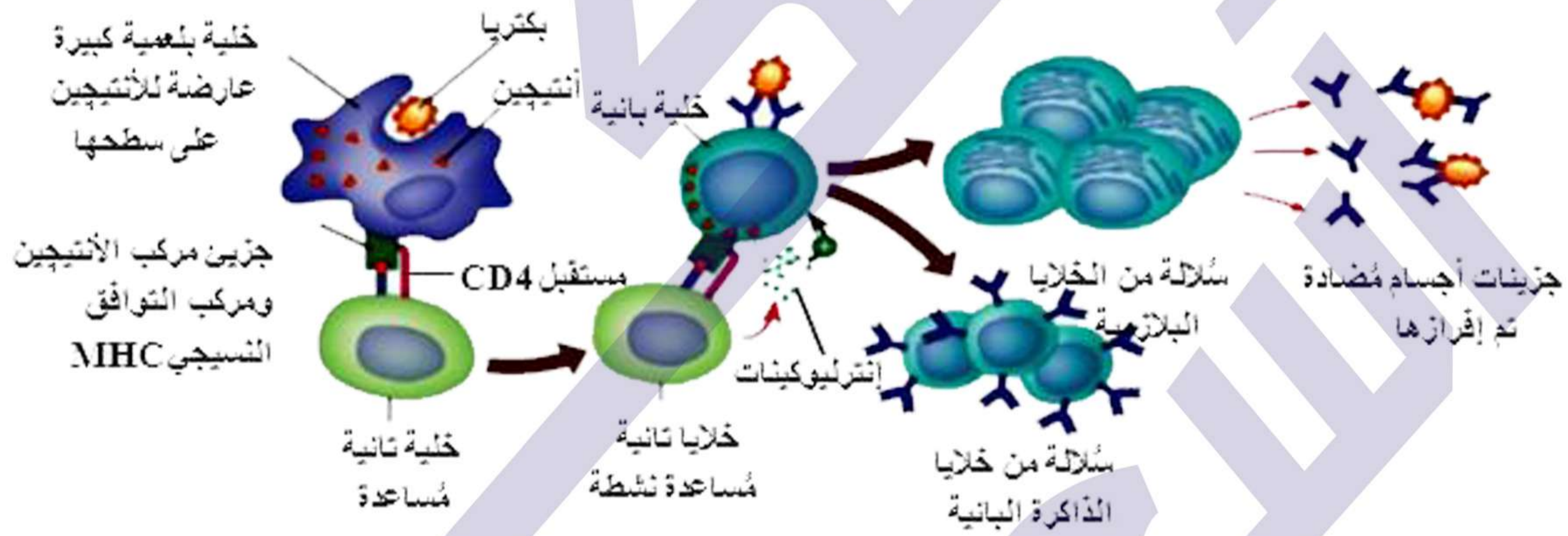
لا تستطيع الخلايا التائية المساعدة T_H أن تتعرف على الانتيجين إلا بعد معالجته بواسطة الخلايا البلعمية الكبيرة و عرضه على غشائها البلازمي مرتبطاً مع جزيئات MHC .

٤- تبدأ الخلايا البائية B المنشطة عملها بالانقسام والتضاعف، وتتمايز في النهاية إلى خلايا ليمفاوية بائية ذاكرة Memory Cells، والعديد من الخلايا البلازمية Plasma Cells التي تنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة التي تدور عبر الأوعية اللمفاوية ومجرى الدم لتحارب العدوى. وتبقى خلايا الذاكرة لمدة طويلة (٢٠ - ٣٠ سنة) في الدم لتتعرف على نوع الانتيجين السابق إذا دخل ثانية إلى الجسم حيث تنقسم وتتمايز إلى خلايا بلازمية تفرز أجساماً مضادة له وبالتالي تكون الاستجابة سريعة.



٥- تصل الأجسام المضادة التي أنتجتها الخلايا البلازمية إلى الدورة الدموية عن طريق الليمف ، ثم ترتبط بالانتيجينات الموجودة على سطح الكائنات الممرضة فيثير ذلك الخلايا البلعمية الكبيرة فتقوم بالتهام هذه الانتيجينات من جديد ، وتستمر هذه العملية لعدة أيام أو أسابيع .

والأجسام المضادة التي تكونها الخلايا البلازمية تكون غير فعالة بما فيه الكفاية في تدمير الخلايا الغريبة مثل الخلايا المصابة بالفيروس . فالأجسام المضادة غير قادرة على المرور عبر أغشية الخلايا بسبب جزيئاتها الكبيرة نسبياً وبالتالي فهي لا تستطيع الوصول إلى الفيروس الذي يتكاثر داخل الخلية، وفي هذه الحالة تتم مقاومة هذه الخلايا الغريبة بواسطة الخلايا الليمفاوية التائية T.



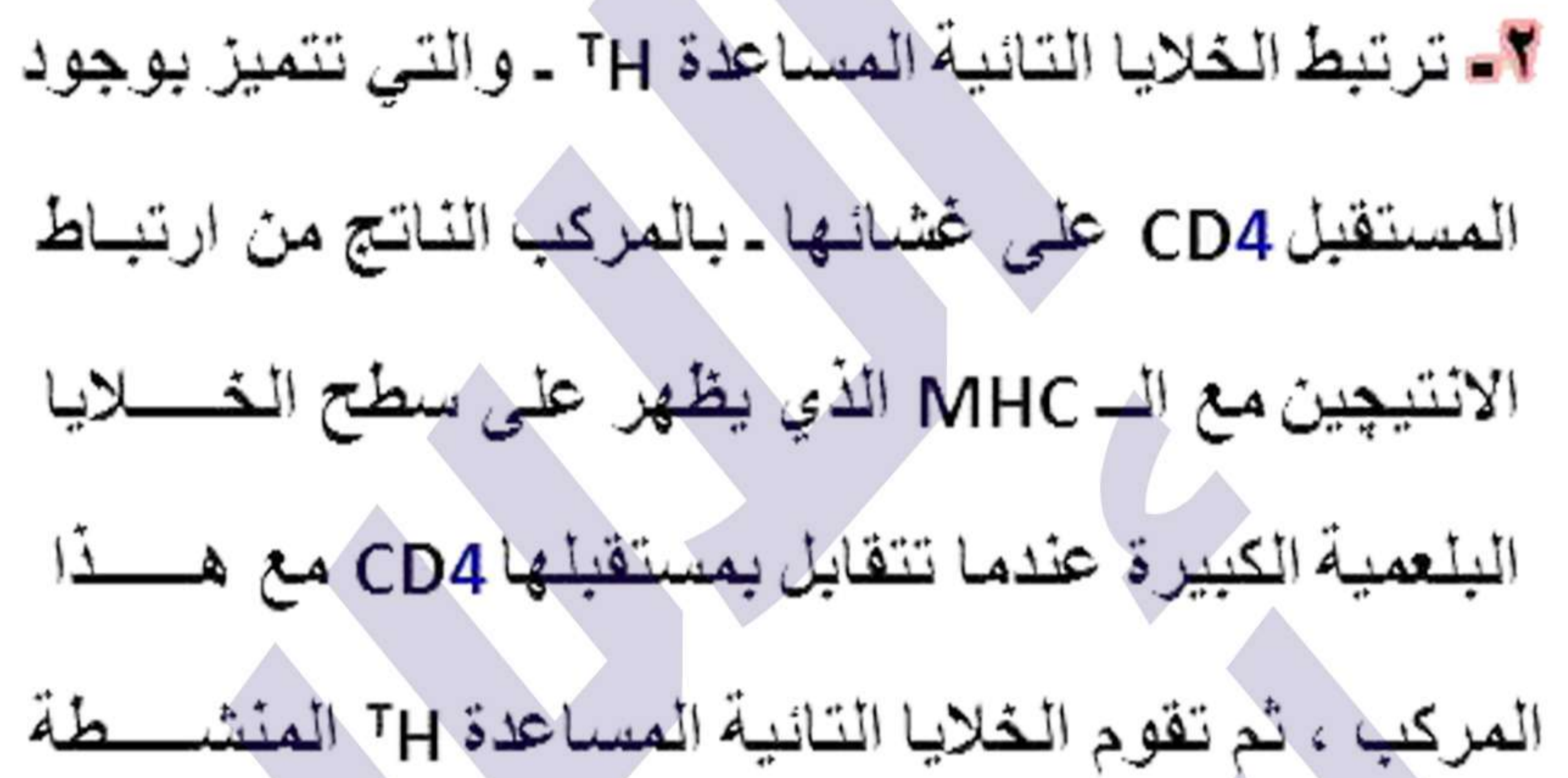
ب- المناعة الخلوية أو المناعة بالخلايا الوسيطة Cellular or Cells-mediated immunity:

تعريفها : هي الاستجابة المناعية التي تقوم بها الخلايا الليمفاوية التائية T بواسطة المستقبلات الموجودة على أغشيتها التي تكسبها الاستجابة النوعية للانتيجينات.

كيفية حدوثها : تنتج كل خلية تائية أثناء عملية النضج نوعاً من المستقبلات الخاصة بغشائها وبذلك فإن كل نوع من هذه المستقبلات يمكنه الارتباط بنوع واحد من الانتيجينات.

ويمكن تلخيص هذه الآلية كما يلي :

١- عند دخول الكائن الممرض (البكتيريا أو الفيروسات) إلى الجسم، فإن الخلايا البلعمية الكبيرة تقوم بابتلاعه ثم تفككه إلى أجزاء صغيرة ثم ترتبط هذه الأجزاء داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين التوافق النسيجي MHC. بعد ذلك ينتقل المركب الناتج من ارتباط الانتيجين مع الـ MHC إلى سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة، أي يتم عرضه على سطحها الخارجي.



كما تقوم الخلايا الثانية المساعدة TH المنشطة بإفراز عدة أنواع من بروتينات السيتوكينات التي تعمل على :

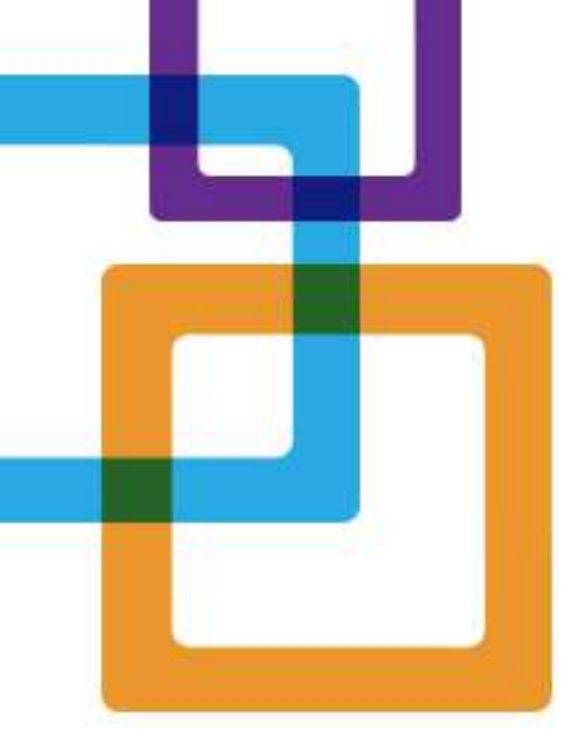
*تنشيط الخلايا البلعمية الكبيرة و الأنواع الأخرى من الخلايا الليمفاوية التائية السامة أو القاتلة TC وكذلك الخلايا البائية، وبالتالي يتم تنشيط آليتي المناعة الخلوية والخلطية.

*تنشيط الخلايا القاتلة الطبيعية لمهاجمة خلايا الجسم غير الطبيعية كـالخلايا السرطانية أو الخلايا المصابة بالكائنات الممرضة.

معلومة إضافية

٢





تشبيط الاستجابة المناعية

بعد أن يتم القضاء على الأنتيجينات الغريبة، ترتبط الخلايا التائية المثبطة (TS) بواسطة المستقبل CD8 الموجود على سطحها مع الخلايا البلازمية والخلايا التائية المساعدة والسامة فيحفرها هذا الارتباط على إفراز بروتينات الليمفوكينات التي تشبط أو تكبت الاستجابة المناعية أو تعطلها، وبذلك تتوقف الخلايا البائية

البلازمية عن إنتاج الأجسام المضادة وكذلك موت الكثير من الخلايا التائية المساعدة والسامة المنشطة ولكن بعضها يختزن في الأعضاء الليمفاوية، حيث تبقى هناك مهياً لمكافحة أي عدوى مماثلة عند الحاجة.

مراحل المناعة المكتسبة

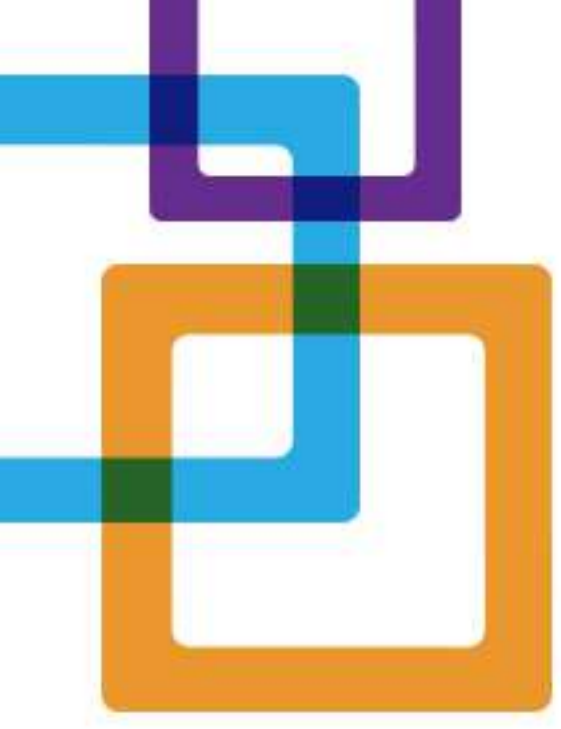
عندما يصاب فرد ما بمرض معين مثل الحصبة ، فإنه لا يصاب به مرة ثانية طوال حياته . هل تعرف لماذا ؟
لأنه قد اكتسب مناعة لهذا المرض،

وهي تحدث على مرحلتين :

- المرحلة الأولى :

الاستجابة المناعية الأولية Primary immune response :

عندما يلاقي الجهاز المناعي كائناً ممرضاً جديداً، فإن الخلايا البائية والثانية تستجيب لأنتيجينات ذلك الكائن الممرض وتقوم بمهاجمته حتى تقضي عليه، وهذا يستغرق وقتاً، فهذه الخلايا الليمفاوية في حاجة إلى وقت كي تتضاعف، ولذلك فإن الاستجابة الأولية تستغرق ما بين خمسة إلى عشرة أيام كي تصل إلى أقصى إنتاجية من الخلايا البائية والثانية، أثناء هذا الوقت يمكن أن تصبح العدوى واسعة الانتشار وتظهر أعراض المرض.



- المرحلة الثانية :

الاستجابة المناعية الثانوية Secondary immune response :

إذا ما أصيب ذلك الفرد مرة ثانية بنفس ذلك الكائن الممرض، فإن الاستجابة المناعية تكون سريعة جداً إلى الدرجة التي غالباً ما يتم فيها تدمير الكائن الممرض قبل أن تظهر أعراض المرض.

وتعرف الخلايا المسؤولة عن الاستجابة المناعية الثانوية بخلايا الذاكرة، فهي تحتزن معلومات عن الأنتيجينات التي حاربها الجهاز المناعي في الماضي.

يحتوي جسمك على كل من خلايا الذاكرة البائية وخلايا الذاكرة التائية، وكلا النوعين من خلايا الذاكرة يتكون أثناء الاستجابة المناعية الأولية، ففي حين أن الخلايا البائية والخلايا التائية لا تعيش إلا أياماً معدودة، فإن خلايا الذاكرة تعيش عشرات السنين أو قد يمتد بها الأجل طول العمر.

أثناء المجابهة الثانية مع نفس الكائن الممرض، تستجيب خلايا الذاكرة لذلك الكائن الممرض فور دخوله إلى الجسم، فتبدأ في الانقسام سريعاً وينجم عن نشاطها السريع إنتاج العديد من الأجسام المضادة والعديد من الخلايا التائية النشطة خلال وقت قصير .

- المرحلة الثانية :

الاستجابة المناعية الثانوية Secondary immune response :



تركيز الأجسام المضادة في سوائل الجسم

الاستجابة المناعية الأولية والثانوية



معلومات إضافية

السيتوكين: هو بروتين أو عديد ببتيد أو بروتين سكري يُستخدم في عمليات نقل الإشارة والتواصل ما بين الخلايا، تكون الخلايا البائية سيتوكينات تُنشط الخلايا T، كما تُنتج الخلايا T أنواعاً من السيتوكينات تعمل أيضاً على زيادة أعداد الخلايا T وتنشطها، كما أن للسيتوكينات دور رئيسي في العمليات المناعية والتطور الجنيني.

الكيموكينات: هي سيتوكينات ذات جزيئات صغيرة، تقوم بعملية جذب واستدعاء الخلايا المناعية إلى منطقة الفعل المناعي.