مفردات مادة الكيمياء الحياتية(النظري)/ الفصل الاول
للسنة الثالثة كيمياء (2 ساعة) في الأسبوع

1. معلومات عامة عن الكيمياء الحياتية وفروعها
2. الخواص العامة للخلية
3. الماء والمحاليل والاس الهيدروجيني في الجسم
4. الكاربوهيدرات
5. الاحماض الامينية والببتيدات
6. البروتينات
7. الدهون

المصادر:

الكيمياء الحياتية/ الجزء الاول . تأليف د. طارق يونس أحمد و د. لؤي عبد علي الهلالي

مدخل الى الكيمياء الحياتية . تأليف د. خولة أحمد آل فليح

أساسيات الكيمياء الحياتية . تأليف د. سامي المظفر

تعريف الكيمياء الحياتية

تعرف الكيمياء الحياتية (أو تسمى الكيمياء الحيوية) بأنها احد فروع العلوم الطبيعية التي تختص بدراسة كل ما هو متعلق بحياة الكائنات الحية سواء أكانت كائنات دقيقة (فيروسات، بكتيريا، فطريات، طحالب) أو راقية كالإنسان والحيوان والنبات ودراستها من حيث التراكيب الكيميائية ومناطق تواجدها ووظائفها الحيوية فضلاً عن دراسة التفاعلات الحيوية المختلفة التي تحدث داخل هذه الخلايا الحية من حيث البناء أو من حيث الهدم وإنتاج الطاقة.

ونظراً لتشعب فروع علم الكيمياء الحياتية، تم تقسيمها الى عدة اتجاهات رئيسية منها:

أ- دراسة التركيب الكيميائي لمكونات الخلايا من حيث النوع والكم وسمي هذا المجال بالكيمياء الحياتية التركيبية.

ب- دراسة فسيولوجية لمكونات الخلايا الحية والتحولات الغذائية وإنتاج الطاقة وسمي هذا المجال بالكيمياء الحياتية الفسيولوجية والحركية.

جـ- دراسة وظيفة المركبات الحياتية داخل الخلايا والعلاقة بينها وبين وظائف الأعضاء والأنسجة وسمي هذا المجال بالكيمياء الحياتية الوظيفية.

د- دراسة مركبات الكيمياء الحياتية في الجسم وعلاقتها مع الأمراض أو التشخيص المبكر للأمراض ويسمي هذا المجال بالكيمياء الحياتية السريرية Clinical biochemistry أو بعلم الأمراض الكيميائي

Chemical pathology أو يسمى أيضاً بالكيمياء السريرية Clinical chemistry ويمكن تعريفه أيضاً بأنه عبارة عن الاختبارات الكيميائية الحياتية لسوائل الجسم المختلفة (الدم، البول، البراز ، سائل النخاع الشوكي، اللعاب، الحصى والأنسجة بأنواعها).

وتؤدي اختبارات الكيمياء السيرية الى الكثير من النتائج ذات الأهمية الكبيرة في المجال الطبي منها:

I- الإكتشاف المبكر للأمراض وتشخيصها.

II- تحديد العلاج للمريض بشكل أفضل بعد الفحوصات السريرية فضلاً عن فهم كيميائية المرض في الجسم وتحديد العلاج الأفضل له.

III- إجراء فحوصات دورية شهرية وخاصة لذوي الأعمار الكبيرة (الشيخوخة) لمعرفة الأمراض بشكل مبكر مما يحد من خطر الأمراض خاصةً المتعلقة بالعمر.

إن الكيمياء الحياتية بشكل عام يتضمن أيضاً فضلاً عن دراسة التركيب ووظيفة المكونات الخلوية (مثل البروتينات والكاربوهيدرات والدهون والأحماض النووية والجزيئات الحيوية الأخرى) دراسة:

أ- كيمياء الإنزيمات التي تتوسط الكثير من العمليات والتفاعلات الحيوية.

ب- الشفرات الجينية في الأحماض النووية وصفات كل جين ووظائفه في تسلسل القواعد النيتروجينية للحامض النووي الديوكسي رايبوزي.

ج- خواص العديد من البروتينات غير المعروفة.

ولان استمرارية الحياة تعتمد أساساً على تفاعلات الكيمياء الحياتية، أصبحت الكيمياء الحياتية اللغة الأساسية لتخاطب جميع العلوم الحياتية المختلفة، إذ لها علاقة وطيدة بعلم الوراثة وعلم الفسلجة وعلم المناعة وعلم الصيدلة وعلم السموم وعلم الأمراض وعلم الأحياء المجهرية وعلم الحيوان وعلم النبات.

تستخدم في مختبرات الكيمياء الحياتية العديد من التقنيات أهمها:

أ- التقنيات المستخدمة في عملية الفصل والتنقية (أمثلة منها: الفصل بالترسيب، الفصل بأستخدام الكروماتوغرافي (الورقي، التبادل الأيوني، الترشيح بالهلام)، تقنية الهجرة الكهربائية Electrophoresis واستخدام جهاز الطرد(النبذ) المركزي Centrifuge.

ب- التقنيات المستخدمة في تحديد تراكيب مركبات الكيمياء الحياتية (أمثلة منها: جهاز تحليل العناصر Elemental analysis والأجهزة المطيافية UV-visible Spectrophotometer وطرق تحديد نوعية وتسلسل الأحماض الأمينية Amino acids analysis and sequence.

ج- التقنيات المستخدمة لدراسة المسارات الأيضية (أمثلة منها: استخدام حيوانات التجارب، تنقية المركبات الأيضية والإنزيمية، عزل أعضاء الخلية ودراسة محتوياتها.

الخلية ومكوناتها

تختلف الخلايا في أشكالها وأحجامها وفقاً للنسيج الذي تتواج فيه الخلية وحسب الوظيفة التي تؤديها، فمثلاً خلية الدم الحمراء تتميز بالشكل الدائري المنبعج لتتمكن من استيعاب أكبر كمية من الأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون وكروية لتسهل حركتها وتدحرجها داخل السائل الدموي.

في حين وجد ان الخلية العصبية Neuron تتخذ الشكل الخيطي لان وظيفتها نقل الإشارات العصبية من نقطة معينة الى أخرى وبذلك يجب ان تكون طويلة لتسريع عملية النقل، وبالتالي تتراوح أشكال الخلايا من الدائرية الى المفلطحة أو المستطيلة او أحياناً غير منتظمة الشكل او ما يعرف بصاحبة الشكل المتغير، كما هو الحال في الأميبيا.

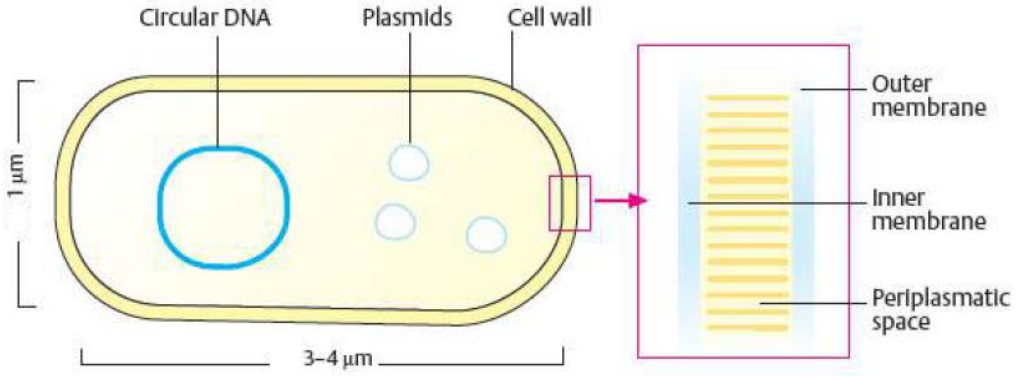
أما حجم الخلايا فيختلف تبعاً للشكل، فأغلب الخلايا تكون ذات حجم صغير يقاس بالمايكرون. وبالنسبة لعدد الخلايا في الجسم فيختلف استناداً الى نوع الكائن الحي ومراحل نموه وحالته الصحية، فمثلاً يبلغ عدد خلايا جسم الانسان الكامل النمو تقريباً 75 ترليون خلية.

أنواع الخلايا

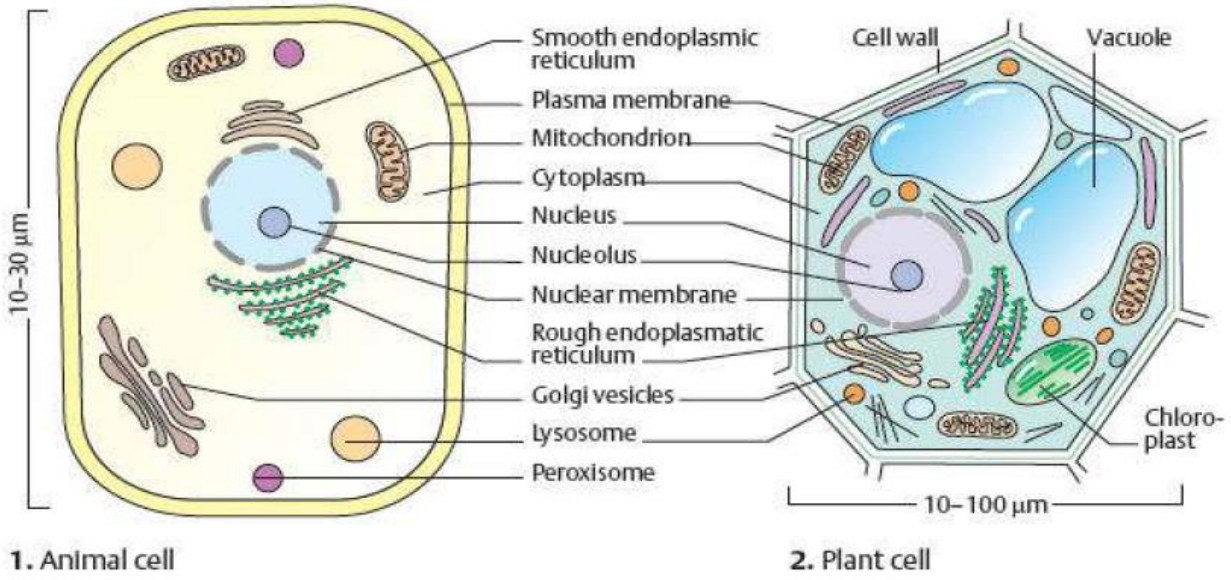
الخلايا بشكل عام تقسم الى:

الخلايا بدائية النواة (Prokaryotes) وتكون فيها التراكيب الداخلية كالمادة النووية مثلاً غير متميزة داخل أغشية خاصة بها، كالبكتريا والطحالب الخضراء والزرقاء.

الخلايا حقيقية النواة (Eukaryotes) وتكون فيها التراكيب الداخلية متميزة داخل أغشية معينة وخاصة بها، وتشمل أنواع الخلايا الأخرى.



خلية بدائية النواة



خلايا حقيقية النواة (1- خلية حيوانية Animal cell ، 2- خلية نباتية Plant cell)

التركيب الخلوي:

تتكون الخلية الحية من العضيات الاتية:

جدار الخلية Cellular wall
غشاء الخلية Cellular membrane
الشبكة الاندوبلازمية والرايبوسومات The Endoplasmic reticulum and the Ribosomes
جهاز كولجي Golgi Apparatus
الجسيمات الحالة (اللايسوسومات) Lysosomes
المايتوكوندريا Mitochondria
البلاستيدات Plastids
الأجسام الدقيقة Peroxisomes or Microbodies
الهيكل الدعامي للسايتوبلازم Cytoskeleton
الفجوات العصارية Vacuoles
النواة Nucleus
السايتوسول Cytosol

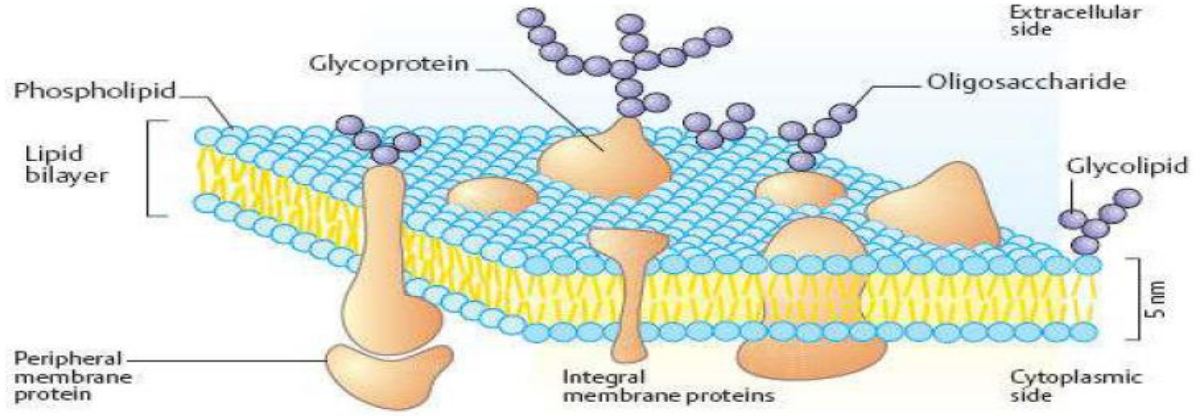
1- الجدار الخلوي Cellular wall

يقتصر وجود هذا الجدار على خلايا النباتات والفطريات والطحالب والبكتيريا (الشكل أعلاه) وبذلك يعّد نقطة اتصال بين الخلايا مع البيئة المحيطة للخلية. ويتألف الجدار من مادة السليلوز المغلّظة التي تتخللها

فتحات صغيرة لمرور الماء وتنتشر عليه مجاميع كيميائية من مواد دهنية وبروتينية وبكتينية تساعد على ربط وتناول الغذاء خاصة المعادن منها. كما ويتخلل الجدار روابط بلازمية Plasmodesmata تربط بين السايتوبلازم في الخلايا النباتية المتجاورة. وقد يكون الجدار مغلّظاً بمادة الليكنين Lignin والهيميسليلوز Hemicellulose والبكتين Pectin. وهناك أهمية اقتصادية عالية للجدار الخلوي في صنع الورق والقطن والمطاط والأخشاب. وتتلخص وظائف الجدار الخلوي في حماية الخلية وإعطائها الشكل الثابت. كما يساهم في تنظيم الضغط الأزموزي Osmotic pressure للخلية فضلاً عن انه يساعد في عملية نقل العناصر الغذائية Nutrient uptake.

2- غشاء الخلية Cellular membrane

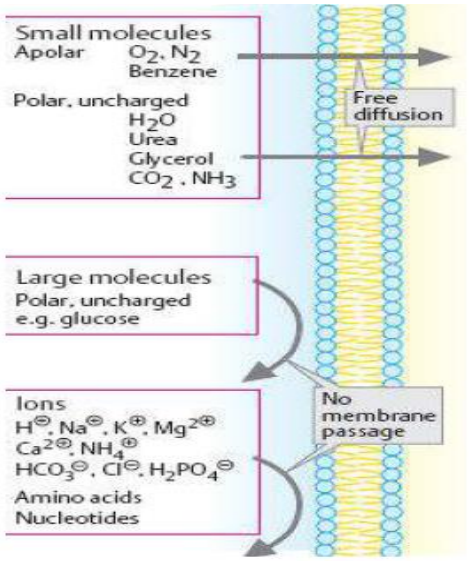
يشكل الغشاء الخلوي المحيط الخارجي لكافة الخلايا الحيوانية وهو عبارة عن جدار غشائي رقيق (60-90 أنكستروم) يتكون من مواد دهنية مفسفرة Phospholipids تتداخل مع بروتين داخلي وخارجي



تركيب الغشاء البلازمي للخلية

تتلخص وظائف الغشاء البلازمي بالوظائف الآتية:

1- **تنظيم عملية مرور المواد داخل وخارج الخلية** من خلال الخاصية النفاذية الاختيارية للغلاف (Semi-permeability) فبعض المواد يسمح لها بالمرور والبعض الآخر لا يسمح له بالمرور وفق هذه الخاصية، كما في الشكل أدناه.

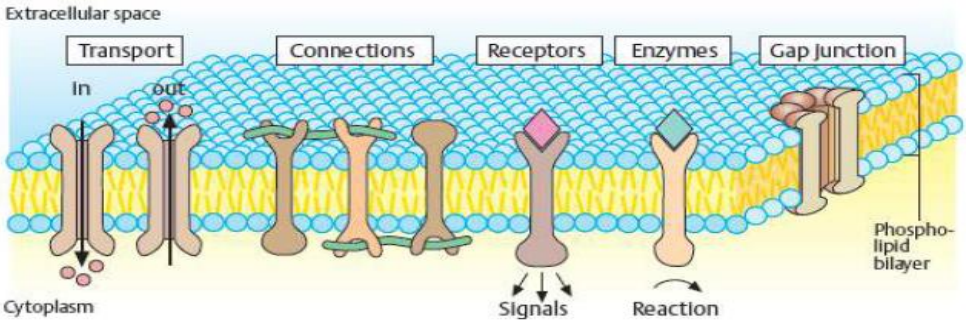


السماح او عدم السماح لعبور الجزيئات الصغيرة والكبيرة والأيونات والأحماض الأمينية والنيوكليوتيدات داخل الخلية من قبل الغشاء البلازمي **Membrane**

2- **استقبال المعلومات التي تمكّن الخلية من الإحساس بالتغيرات المحيطة والاستجابة لها**، إذ تحاط سطوح الخلايا بمستقبلات بروتينية Proteins receptors تستقبل أشارات كيميائية من الخلايا المحيطة تكون على شكل هورمونات Hormones او عوامل نمو Growth factors او نواقل عصبية Neurotransmitters . ونتيجة لذلك يعمل الغشاء البلازمي على إرسال أشارة الى داخل الخلية تؤدي الى استجابة محددة مرتبطة بشدة المؤشر.

3- **المحافظة على العلاقة الكيميائية والبنائية بين الخلايا المجاورة**، إذ توجد بروتينات معينة على الغشاء البلازمي تنظم عمليات الاتصالات الخلوية وتبادل المواد ومدى التصاقها مع بعضها البعض.

4- **وظائف أخرى** منها حماية الخلية، حركة الخلية، الإفرازات او في بعض الخلايا يقوم بنقل الإشارات العصبية Neurotransmitters كما في الشكل أدناه:



تركيب الغشاء البلازمي وأهم وظائفه (الإيصال **Gap junction**، الاستقبال **Receptors**، الربط **Connection** ، النقل **Transport**)

3- الشبكة الإندوبلازمية والرايبوزومات The Endoplasmic reticulum and the ribosomes

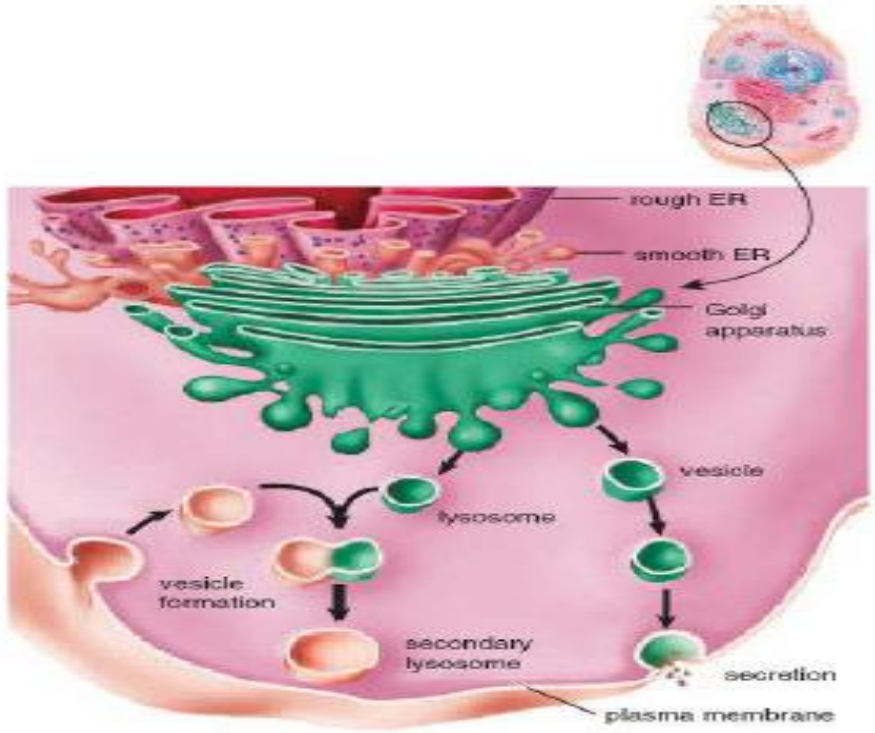
الشبكة الإندوبلازمية عبارة عن أنابيب وانبعاجات عشوائية تنتشر في السايتوبلازم على شكل شبكة وتتصل من الخارج مع الغشاء الخلوي ومن الداخل في بعض النقاط مع الغشاء النووي.

تقسم الشبكة الاندوبلازمية الى نوعين:

-الشبكة الاندوبلازمية الناعمة Smooth endoplasmic reticulum (SER) : لاتحمل رايبوسومات ولكنها تسهم في نقل المواد وتكوين الدهون.

-الشبكة الاندوبلازمية الخشنة Rough endoplasmic reticulum (RER) : تحمل رايبوسومات.

والرايبوسومات عبارة عن جسيمات صغيرة اما توجد على الشبكة الاندوبلازمية أو منتشرة في السايتوبلازم، وتتكون من البروتينات وحامض نووي، وهي مركز تصنيع البروتينات. تمتاز خلايا الكبد والبنكرياس باحتوائها على كمية كبيرة من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة لنشاطها الكثيف في صنع البروتينات، أما الخلايا الدهنية التي تتميز بصنع الدهون تحتوي على كمية أقل من الشبكة الاندوبلازمية الخشنة.



الشبكة الاندوبلازمية الخشنة(RER) والناعمة(SER) وجهاز كولجي والليسوزومات Lysosomes وتكوين الحويصلات Vesicle والإفراز Secretion.

4- جهاز كولجي Golgi Apparatus

أحد عضيات الخلايا حقيقية النوى، ويمتلك غشاء خاص به، ويتكون جهاز كولجي من سلسلة من الفجوات والطيات التي تتكدس معًا لتساهم في دعم جهاز كولجي لتقديم العديد من الفوائد للخلية. ويمكن أن تحتوي الخلية الواحدة على جهاز كولجي واحد أو عدة أجهزة معًاً. يبلغ طول جهاز كولجي من 2 إلى 5 ملم.

-يصل عدد التجاويف في جهاز كولجي إلى ما يقارب ثمانية تجاويف، وفي بعض الخلايا يمكن أن يصل عدد التجاويف إلى ما يقارب ستين تجويفًا، وترتبط هذه التجاويف معًا بواسطة البروتينات، وتساهم هذه التجاويف في مساعدة جهاز كولجي على القيام بوظائفه في الخلية.

وظيفة جهاز كولجي

الأولى في استلام البروتينات من الرايبوسومات وتعديلها عن طريق إضافة جزيئات أو إزالتها، ويمكن أن تكون هذه الجزيئات مجموعة الفوسفات أو السكريات الأحادية، بالإضافة إلى ذلك يقوم جهاز كولجي بارسال البروتينات إلى خارج الخلية حتى تصل إلى وجهتها. تكمن وظيفة جهاز كولجي **الثانية** في معالجة الدهون، حيث يقوم بمعالجة الدهون بالطريقة نفسها التي يعالج بها البروتينات، ولكن يختلف الأمر في أن معالجة الدهون تشمل إضافة الأحماض الدهنية أو إزالتها، وثم يتم تعبئة الدهون والبروتينات في حويصلات وإرسالها إلى وجهتها، والتي يُمكن أن تتضمن الجسميات الحالة أو غشاء الخلية. لقد وجد ان وظيفة جهاز كولجي مرتبطة بتركيب الجسيمات الحالة (اللايسوسومات).

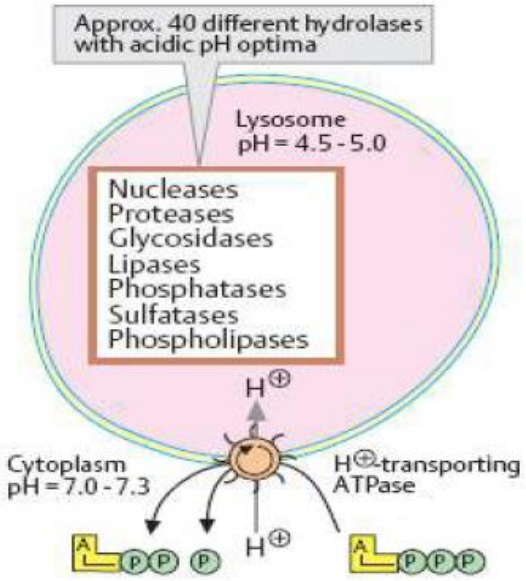
5- الجسيمات الحالة (اللايسوزومات) Lysosomes

الجسيمات الحالة او اللايسوزومات عبارة عن تراكيب غشائية صغيرة على شكل أكياس تعمل بوصفها حويصلات لتخزين إنزيمات ومواد معقدة هاضمة تستطيع هضم مختلف المواد الغذائية النشوية والبروتينية والدهنية والأحماض النووية. وتساعد هذه الأجسام في هضم ما يصعب تحلله وذلك عن طريق البلعمة Phagocytosis، ثم طرد المواد المحللة. كما تعمل محللاً ذاتياً للخلية Autolysis حال موتها ولذلك تدعى بأكياس الانتحار الخلوي Cellular suicide bags .

وتختلف أعداد اللايسوزومات من خلية لأخرى حسب وظيفتها، إذ تكثر في خلايا الدم البيض لتساعد في هضم الأجسام الغريبة كالميكروبات المختلفة، وتوجد اللايسوزومات في جميع الخلايا الحيوانية بأعداد وأشكال مختلفة.

تتكون اللايسوزومات من حشوه كثيفة تحاط بغشاء اللايسوزومات على إنزيمات محللة مثل الرايبونيوكليز Ribonuclease، دي اوكسي رايبونيوكليز Deoxyribonuclease، فوسفاتيز Phosphatase، كلايكوسايديز Glycosidase، اللايبيز Lipase، سلفاتيز Sulphatase، البروتينيز Proteinase، فوسفولايبيز Phospholipase وغيرها.

والجدير بالذكر ان هذه الانزيمات تكون غي فعالة مادامت موجودة داخل اللايسوسومات، وعند تمزق الجدار تنطلق الى الخارج لتهضم الخلية نفسها. تهضم البكتريا داخل كريات الدم البيضاء وذلك بأن تقوم بتطويق البكتريا وتطلق الانزيمات المحللة الموجودة داخل اللايسوسومات.



تركيب ومحتويات اللايسوزوم