

الكائنات	حقيقية	النواة	Eukaryote
تحتوي الكائنات حقيقية النواة على كتلة صغيرة من المادة الاولية Protoplasm وتتكون من الساييتوبلازم والنواة ومحاطة بغشاء البلازما Plasma membrane. تضم هذه الكائنات الحية مجموعة كبيرة من الاحياء مثل الابدائيات Protozoa والفطريات Fungi والطحالب Algae والحيوانات (ومنها الحيوانات اللبونة كالانسان) والنباتات الراقية وتتشترك جميع الخلايا في حقيقية النواة بصفات عامة -			

أ -الشكل: Shape تكون للخلايا اشكال ثابتة خاصة باستثناء كريات الدم البيضاء ويعتمد شكل الخلية بصورة خاصة على التكيف الوظيفي وجزئياً على الشد السطحي ولزوجة المادة الاولية وكذلك على الفعل الميكانيكي المؤثر في الخلايا المجاورة ومدى صلابة غشاء الخلية.

ب -الحجم Size : تكون بعض الخلايا الحيوانية والنباتية ذات حجم كبير بحيث يمكن مشاهدتها بالعين المجردة فعلى سبيل المثال بيوض بعض الطيور التي لها قطر يصل الى بض سنتمترات.

لقد تم اثبات ان حجم الخلية يكون ثابتاً بصورة عامة لكل نوع معين من الخلايا ويكون بحالة مستقلة عن حجم الكائن الحي. فعلى سبيل المثال خلايا الكلية او الكبد تكون تقريبا بنفس الحجم في الثور والحصان والفأر. أما الاختلاف في الكتلة الكلية للعضو فيعتمد على عدد

الخلايا وليس حجمها وتسمى هذه الحقيقة بقانون الحجم الثابت **law of constant volume**. كما لوحظ ان الوظيفة والعمر هما من العوامل المهمة التي تحدد حجم الخلية ونواتها.

*تقسم الخلايا الحقيقية النواة الى ما ياتي:-

1. الخلايا الحقيقية النواة النباتية **Plant cell** : في هذه الخلايا تترتب وتتنظم الاجزاء الخلوية بحيث يختص كل جزء ثانوي بوظيفة بايولوجية معينة وتسمى هذه الاجزاء الخلوية الثانوية المحكمة التنظيم بأسم العضيات الخلوية. **Cell organelles** فالتركيب الضوئي **Photosynthesis** يجري في

الكلوروبلاست والفعالية التنفسية **Respiratory** والفسفرة التاكسدية **Oxidative phosphorylation** تحدث في الميايتوكوندريا والمادة الوراثية تتركز في النواة كما تحتوي الخلية النباتية على فجوات **Vacuoles** لخرن المواد المغذية او لاجراء تفاعلات الهضم **decretive reactions** للفضلات الخلوية. وبعبارة اخرى فان الوظائف البايولوجية المختلفة تحدث في العضيات الخلوية المنفصلة المنتظمة التركيب والمتعاونة مع بقية اجزاء الخلية .

2. الخلايا الحقيقية النواة الحيوانية **Animal cells**

الخلية الحيوانية عبارة عن كتلة من البروتوبلازم المحاط بغشاء محدد وبداخله الساييتوبلازم **Cytoplasm** ويحتوي على نواة واحدة او اكثر تسمى **Karyoplasm** وقد لوحظ في بعض الخلايا الحيوانية وجود علاقة بين النواة وحجم الساييتوبلازم وهذه العلاقة تعرف باسم **Karyoplasm ratio** او قد تسمى

Nucleocytoplasmic ratio

يمثل الساييتوبلازم الجزء السائل الموجود داخل الخلية ويحتوي على عدة اجزاء خلوية او عضيات خلوية **Cell organelles** اكثر كثافة من الساييتوبلازم مثل اجسام كولجي والمايتوكوندريا والنواة وبعض الاجسام الكروية وكذلك الجسيمات الحالة **Lysosomes** التي تعمل على تحطيم المواد الغريبة الداخلة الى الخلايا هذا با الاضافة الى احتواء الخلية على بروتينات ليفية **fibrous proteins** يطلق عليها اسم **Cytoskeleton** .

وسيتناول آج ازه الخلية الخلية الحيوانيه بالتفصيل ونبدأ بالغشاء البلازمي:
حقيقيات النوى Eukaryote هي مجموعة من الكائنات الحية ذات بنية خلوية معقدة،
تتميز بأن المادة الجينية Genetic material فيها تكون محصورة ضمن النواة المغلفة
بغشاء وتضم حقيقيات النوى النباتات والحيوانات والفطريات وهي بشكل عام متعددة الخلايا ,
إضافة إلى بعض الأنواع المصنفة كالأوليات Protista العديد منها يكون وحيد الخلية.

الغشاء البلازمي

Plasma membrane الغشاء البلازمي

يشكل الغشاء البلازمي حدود الخلية الذي يفصل المحتوى الداخلي للخلية عن محيطها الخارجي حيث ان جميع المواد الداخلة او الخارجة من الخلية يجب ان تمر عبر الغشاء البلازمي . وقد تمر المواد احياناً عبر الغشاء البلازمي عن طريق النقل السلبي

passive transport , ويسمى الغشاء البلازمي ايضاً بالغشاء الخلوي Cell

membrane او يسمى كذلك الاكتوبلاست Ectoplast وهو غشاء نفاذ Permeable

يعمل عمل غشاء نصف ناضح وفي نفس الوقت له القابلية الاختيارية للمواد الداخلة والخارجة من خلاله كما تساهم في حالات كثيرة جزيئات ناقلة موجودة ضمن الغشاء البلازمي في عملية نقل المواد عبر الغشاء وتتم هذه العملية بصرف كميات كبيرة من الطاقة الكيميائية. وبالنظر لكون الغشاء البلازمي رقيق جداً لذلك لا يمكن تمييزه بسهولة باستخدام المجهر الضوئي ويلاحظ في بعض الخلايا ان الغشاء البلازمي محاط بطبقات واقية اكثر سمكاً بحيث يمكن تمييزها بالمجهر فمثلاً معظم الخلايا النباتية تمتلك جداراً سليولوزياً سميكاً يغطي ويدعم الغشاء البلازمي والذي يطلق عليه اسم الجدار الخلوي Cell Wall اما خلايا الحيوانات فبعضها محاط بمواد قوية . ان للجدار الخلوي الوظائف المهمة للخلية غير انه لايلعب أي دور في عملية عبور المواد وانتقالها من والى الخلية.

التركيب الكيميائي **Chemical structure** يتألف الغشاء البلازمي من البروتين **Protein** والدهن **Lipid** التي تكون مرتبة مع بعضها البعض بشكل طبقة رقيقة بواسطة اواصر غير تساهمية وتعتمد نسبة الدهن الى البروتين على نوع الغشاء الخلوي بالنسبة للغشاء البلازمي والعضيات الخلوية الاخرى كما ويؤثر نوع الكائن الحي فيما اذا كان حقيقي النواة او بدائي النواة على هذه النسبة كذلك يلاحظ وجود الكوليسترول ودهون سكرية **Glycolipids** وتختلف نسبة

هذه الانواع من الدهون الغشائية باختلاف انواع الاغشية البلازمية وقد بينت نتائج الدراسات الحديثة على اغشية كريات الدم الحمراء ان هنالك تباين في توزيع هذه الانواع من الدهون وحتى الدهن الواحد على طبقتي الغشاء فمثلاً يوجد **Choline Phospholipids** والدهون السكرية على الطبقة الخارجية اكثر من وجودها على الطبقة الداخلية للغشاء المواجهة للسايتوبلازم والتي يكثر وجود **Amino Phospholipids** عليها وقد اقترح الباحثون ان هذا التباين يكون ثابتاً حيث لا يحدث تبديلاً

(تبادل) بين طبقتي

الدهن ويمكن ان يعزى ذلك الى ان المجاميع القطبية الكارهة للماء **Hydrophobic** لطبقة الدهن الثانية تتطلب طاقة عالية اذا ما ارادت الحركة خلال المركز. ان جزيئة الدهن تتألف من جزئين هما:-

1- الجزء القطبي ((**Polar Portion**)) وهذا الجزء محب او اليف للماء **Hydrophilic**.

2- الجزء غير القطبي ((**Nonpolar Portion**)) وهذا الجزء كاره او غير أليف للماء

Hydrophobic.

وتشير نتائج الدراسات الى ان الدهون الغشائية تكون بشكل طبقة ثنائية الدهن

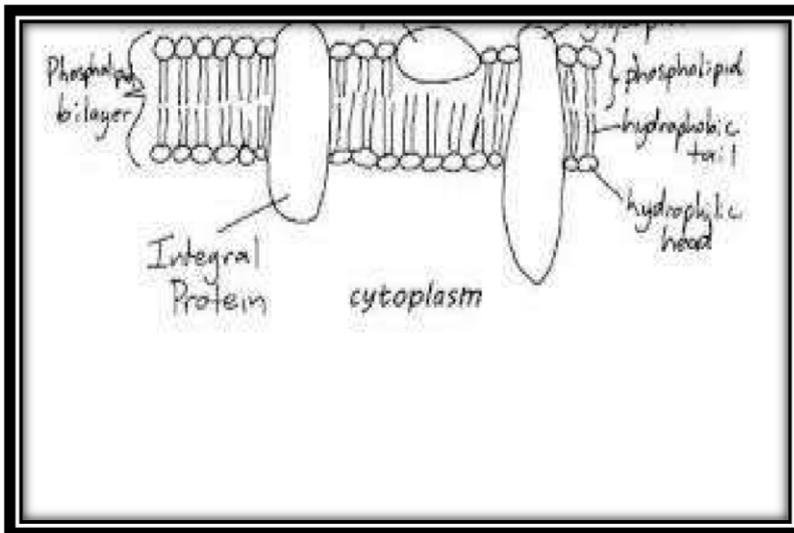
bilayer lipid أي مكونة من جزيئين دهنية تكون مرتبة بحيث تتقابل الاجزاء الالاقطبية مع بعضها بينما تكون الاجزاء القطبية موجهة للسطح الداخلي والخارجي للخلية. ان الشحنة الكهربائية للدهون تختلف حسب نوع الدهن.

Membrane Carbohydrates الغشائية

توجد الكاربوهيدرات بنسبة قليلة جداً في الاغشية البلازمية بصورة سلاسل قصيرة او متفرعة في بعض الاحيان من جزيئات السكر المتصلة بالبروتينات المحيطة **peripheral protein** الخارجية مكونة بروتينات سكرية او تتفرع من النهايات القطبية لجزيئات الدهن المفسفرة في طبقة الدهن الخارجية ((مكونة الدهون السكرية **Glycolipids**)). ولا توجد الكاربوهيدرات الغشائية على السطح الداخلي للاغشية البلازمية.

تتكون سلاسل السكريات البسيطة من نوع **Oligosaccharides** الغشائية والتي تشكل

اتحادات متنوعة للسكريات التسعة الاساسية ويسمى ايضاً حامض السياليك **Sialic acid** وتشتق جميع هذه الانواع من الكلوكوز **Glucose** يحمل السطح الخارجي في الغشاء البلازمي شحنة سالبة بسبب وجود حامض السياليك اضافة الى مجموعتي الكاربوكسيل والفوسفات وهذا ما يجعل البروتينات الموجبة الشحنة تلتصق بها لذا تختزل الشحنة السالبة للاغشية البلازمية عند معاملتها بانزيم **Neuraminidase** علماً ان هذا الانزيم يستخلص مع حامض السياليك.



البروتينات الغشائية

Membrane proteins

تشكل البروتينات المكونات الرئيسية لمعظم الاغشية البايولوجية ولها وظائف متعددة فهي تدخل في التركيب الميكانيكي وتعمل ايضاً كجزيئات نقل **Carriers** وتكون كذلك قنوات تساعد في عملية النقل. كما يوجد ايضاً في الاغشية انزيمات عديدة ومستضدات متنوعة **Antigens** واعداد كثيرة من جزيئات الاستقبال **Receptor molecules** والبروتينات الغشائية نوعان هما:-

أ- البروتينات السطحية او المحيطية **Peripheral Proteins** تشمل البروتينات التي تغطي مناطق معينة من طبقة الدهن الثنائية ولا تخترقها وتشكل نسبة تقل عن 30% من مجموعة البروتينات الغشائية وتتميز بما يلي:

- 1- تكون مرتبطة ارتباطاً ضعيفاً بالغشاء البلازمي بحيث يمكن فصلها بسهولة.
 - 2- تذوب في المحاليل المائية.
 - 3- تكون غنية بحوامض امينية تمتلك سلاسل جانبية محبة للماء (**Hydrophilic**) التي تسمح بالتفاعل مع الماء المحيط بها ومن السطح القطبي لطبقة الدهن الثنائية الجزيئات.
 - 4- تتشنت عند وضعها في محاليل ذات درجة حامضية تعادل $pH=7$.
 - 5- تمتلك البروتينات المحيطية عند السطح الخارجي للغشاء سلاسل من السكريات ومن الامثلة على هذا النوع من البروتينات هي **Spectrin** وعلى الرغم من وجود البروتينات المحيطية خارج الطبقة الدهنية الثنائية الا انها لا تغطيها بشكل كامل كما كان يعتقد سابقاً.
- ب- البروتينات البيئية **Integral Proteins** وهذه البروتينات يكون اجزاء منها مغمورة في طبقة الدهن الثنائية واجزاء اخرى مواجهة لاحد السطحين (الخارجي او الداخلي) او كليهما ويشكل هذا النوع من البروتينات الغشائية نسبة تزيد على 70% وتتميز بما يلي:

1- تكون مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالغشاء البلازمي لذلك تتطلب طرقاً معقدة لعزلها ويستعمل لهذا الغرض مواد صابونية **Detergent**.

- 2- لا تذوب في المحاليل المائية.
- 3- الاجزاء البارزة منها على السطح الخارجي للغشاء ترتبط مع الكربوهيدرات لتكون البروتينات السكرية.

4- تكون غنية بحوامض امينية التي تمتلك سلاسل جانبية محبة للماء (**Hydrophilic**) خاصة تلك الاجزاء من البروتين البارزة من طبقة الدهن الثنائية ((وكارهة للماء

Hydrophobic ((خاصة تلك الاجزاء من البروتين المغمورة في طبقة الدهن الثنائية)) (أي انها تشبه الدهون الغشائية بكونها امفوتيرية).

5- تتجمع عند وضعها في محاليل ذات درجة حامضية تعادل 7 (pH=7) ومن الامثلة على هذا النوع من البروتينات معظم الانزيمات المرتبطة بالغشاء ومستضدات التوافق النسيجي ومستلمات الدواء والهرمونات.

النشاط الوظيفي لغشاء البلازما Functional Activity of Plasma Membrane

يعمل غشاء الخلية على تنظيم مجرى المواد الى داخل وخارج الخلية ويعتمد هذا التنظيم على نفاذية الغشاء وان هذا الغشاء يسمح بحركة الاجسام الصغيرة خاصة، لذا نرى ان الماء يمر بسهولة الى داخل وخارج الخلية بينما لا يسمح بمرور جزيئات كبيرة من خلاله ومع ذلك يلاحظ ان بعض الجزيئات الكبيرة لها القابلية على اختراق الغشاء في وقت محدد من عمر الخلية. وعلى هذا الاساس فانه يمكن وصف غشاء البلازما بانه ذلك الغشاء الذي يختار الاجسام لتمر خلاله. كما يكون غير ثابت من الناحية النفاذية ومن الجزيئات التي يكون لها وزن جزيئي عال وتدخل الخلية من خلال غشاء البلازما هي الرايبونوكليز (Ribonuclease) الوزن الجزيئي 13000) والبروتامين والهستونات) الوزن الجزيئي بين 2000-10000) وهناك عدة طرق يعبر بواسطتها الماء والمواد الاخرى :

اولاً: النقل عن طريق تكوين الحويصلات

لأغشية بعض الخلايا القدرة على احاطة بعض المواد وتكوين حويصلات غشائية حيث عن طريقها يتم ادخال واخراج هذه المواد من والى الخلية.

1- الادخال الخلوي Endocytosis

يتم اخذ الاجسام الى داخل الخلية عن طريق غشاء البلازما بعدة بطرق منها:

أ- الالتهام الخلوي (او البلعمة) Phagocytosis

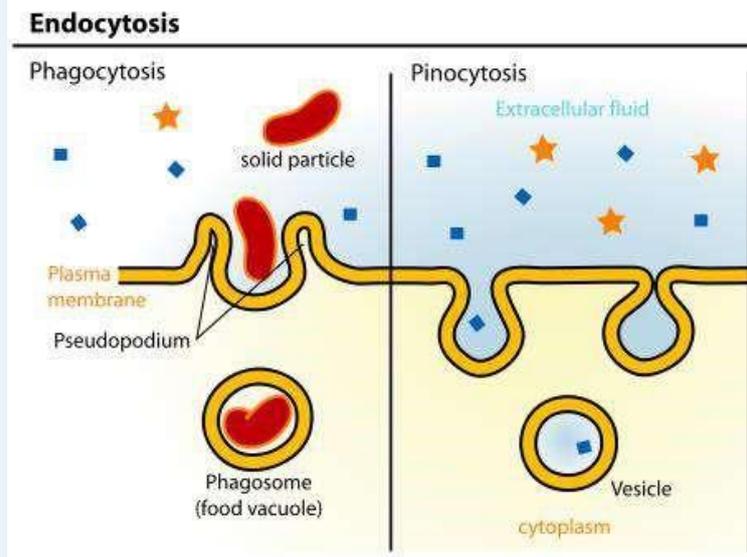
يمثل الالتهام الخلوي هضم الاجسام الصلبة من الخلية بواسطة الفعالية الطبيعية لغشاء البلازما. هذه الظاهرة يمكن ملاحظتها في الاميبا حيث تعمل على مد اقدام كاذبة حول الدقائق المطلوب هضمها ثم تحتوي هذه الدقائق في داخل الخلية وتتكون فجوة كبيرة نسبياً تنطلق الى داخل الخلية وان عمل بعض خلايا الدم البيضاء يكون مشابهاً لعمل الاميبا والتي تساعد الجسم في الوقوف ضد المواد الغريبة حيث ان كريات الدم البيضاء **Leucocytes** لها القابلية لهضم البكتريا بواسطة الاكياس الملتهمة وكذلك فضلات الخلية واجسام كبيرة اخرى.

ب- الشرب الخلوي Pinocytosis

يمثل الشرب الخلوي احتواء المواد السائلة الى داخل الخلية بطريقة تشبه البلعمة وقد يدخل البروتين بهذه الطريقة ايضاً حيث تمتز المواد **Adsorbed** عند سطح البلازما ثم يحدث لف داخلي **In folding** للغشاء ناتجاً في تكوين كيس يحتوي على الدقائق المطلوب هضمها وبعدها فان هذه المواد تتحرر بطريقة ما من الكيس الى داخل الخلية وان الغشاء الذي كان محيطاً للدقيقة قد يصبح جزءاً من الشبكة الاندوبلازمية ويمكن تلخيص العملية وذلك بتكوين اصابع غشائية خارجية تنحني بعدها الى الخلف لتلتحم في النهاية بغشاء الخلية ومرة ثانية مكونة بذلك فجوة غذائية تحتوي بداخلها على المادة الغذائية.

ج- اللقف الخ Rhopecytosis ج-ج

وهذه الآلية في الادخال الخلوي خاصة لنقل كمية كبيرة من المواد مثل الساييتوبلازم مع محتوياته من خلية الى خلية اخرى حيث تتضمن العملية تكوين فجوات في سطح الخلية دون وجود تقديرات سابقة في السطح حيث تظهر الخلية في هذه العملية كأنها تشفط المواد المحيطة بها كالشرب الخلوي

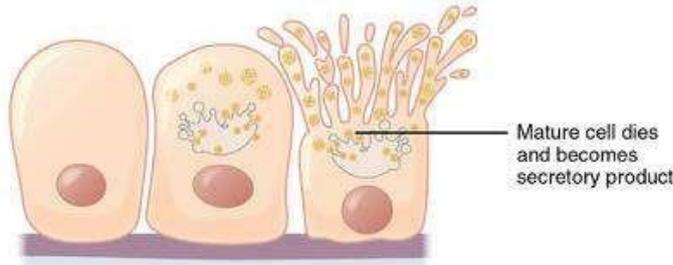


ثاني أ- الاخراج الخلوي Exocytosis

ويمكن تقسيم هذه العملية الى عدة اقسام هي:

أ- الافراز الكلي Holocrine Secretion

ويتضمن هذا الافراز ملئ الخلية بالنواتج الافرازي ثم تحرر الخلية برمتها كجسم افرازي وبعدها تضمحل الخلية محررة محتوياتها وتمثل الغدد الدهنية لجلد اللبائن انموذجاً لهذا النوع من الافراز.



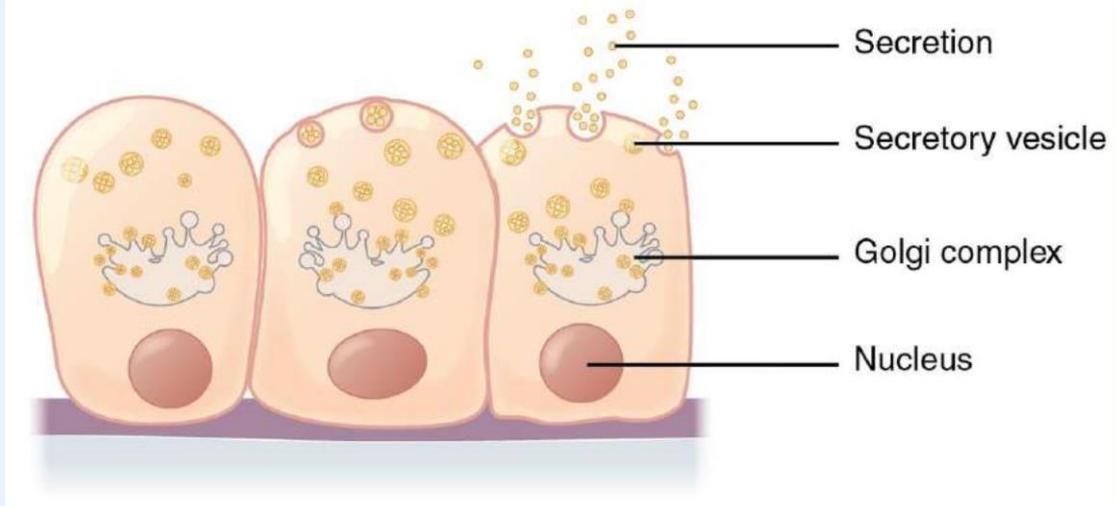
Holocrine

ب- الإفراز الجزئي Eccrine Secretion

وهو عكس الإفراز الكلي إذ تبدأ العملية ببناء البروتينات السكرية بواسطة الشبكة
الاندوبلازمية الخشنة (المحبيبة) Granular Endoplasmic Reticulum ثم ترزم
بهينة اجسام

محددة باغشية ثم تحرر محتوياتها داخل تجويف بواسطة التحام الغشاء الموجود حول
الجسم بالغشاء الخلوي وتنتج عن هذه العملية انخفاضات مؤقتة تنشأ عند سطح الخلية وفي
حالة الإفراز الشديد ينشأ خيط من فجوات مرتبطة مع بعضها البعض وبواسطة هذه الوسائل
ينبذ

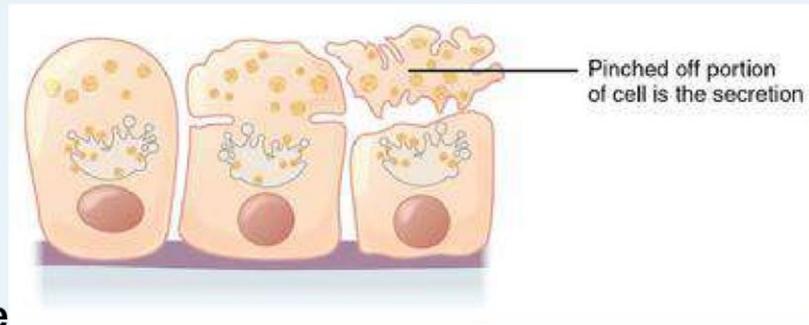
الافراز الى الخارج ومن الامثلة لهذا النوع كثير من الغدد ذات الافراز الخارجي والداخلي كالبنكرياس والخلايا الامامية للغدة النخامية والخلايا الدرقية. وان التحام غشاء الجسم الافرازي بالغشاء البلازمي يؤدي الى ان يصبح غشاء الجسم الافرازي جزءاً من الغشاء البلازمي.



Acrine

3- الافراز القمي Apocrine Secretion

ان هذا الافراز يلاحظ في الغدد تحت الفك للارنب **Submandibular sweat gland** ولقد لوحظت عمليات مختلفة من الافراز حيث يندفع التجويف السطحي للخلية الى الخارج ليكون بروزات ثانوية واشكال كروية متصلة بالخلية بواسطة سويق رفيع بعدها تكون طبقة كثيفة من السايئوبلازم على عرض الساق تفصل تدريجياً الجسم المخزون ويصبح طليقاً في التجويف ويمكن مشاهدة هذه العملية ايضاً في الغدد اللبنية حيث يفرز الدهن بواسطة الية الافراز القمي.



Apocrine

4- الافراز الثنائي Diacrine Secretion

في هذا النوع من الافراز تتكون اجسام افرازية محاطة باغشية كما في الافراز الجزئي ولكن بدلاً من تحررها بالتحامها بالغشاء البلازمي فان الناتج الافرازي اما ينتشر اولاً عبر غشاء الجسم الافرازي ثم عبر الغشاء البلازمي او تنتشر اجزاء غشاء الجسم الافرازي والافراز المتحرر عبر

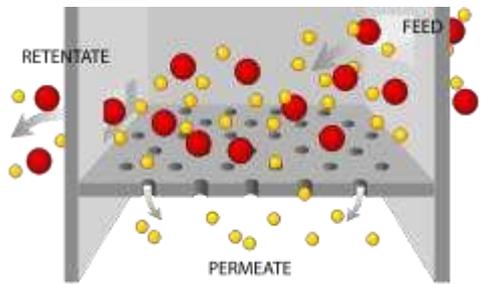
الساييتوبلازم القمي وغشاء البلازما ان هذه العملية لاتتضمن زيادة او نقصان في محيط سطح الخلية كما انها نادرة الحدوث نسبياً.

ثاني أ- الانتشار الحر Free Diffusion

تتحرك الكثير من المواد من خلال الاغشية بأسلوب الانتشار الحر، كما تشير الدراسات حيث تتناسب نسبة هذا الانتشار طردياً مع نسبة ذوبان تلك المواد في اللبيد . يستثنى الماء من هذه القاعدة وذلك لان جزيئاته تنتشر بحرية خلال الغشاء بانتظام وسرعة حيث اقترح بان الاغشية تحتوي على ثقوب (10-8) انكستروم تبطن بجزيئات محبة للماء حيث تكون هذه الفتحات ذات سعة كافية لدخول جزيئات الماء في حين تلاقي جزيئات اخرى صعوبة للدخول من خلالها. ثاني

أ- الانتشار الحر Free Diffusion

تتحرك الكثير من المواد من خلال الاغشية بأسلوب الانتشار الحر، كما تشير الدراسات حيث تتناسب نسبة هذا الانتشار طردياً مع نسبة ذوبان تلك المواد في اللبيد . يستثنى الماء من هذه القاعدة وذلك لان جزيئاته تنتشر بحرية خلال الغشاء بانتظام وسرعة حيث اقترح بان الاغشية تحتوي على ثقوب (10-8) انكستروم تبطن بجزيئات محبة للماء حيث تكون هذه الفتحات ذات سعة كافية لدخول جزيئات الماء في حين تلاقي جزيئات اخرى صعوبة للدخول من خلالها.



شكل يوضح الانتشار الحر للمواد