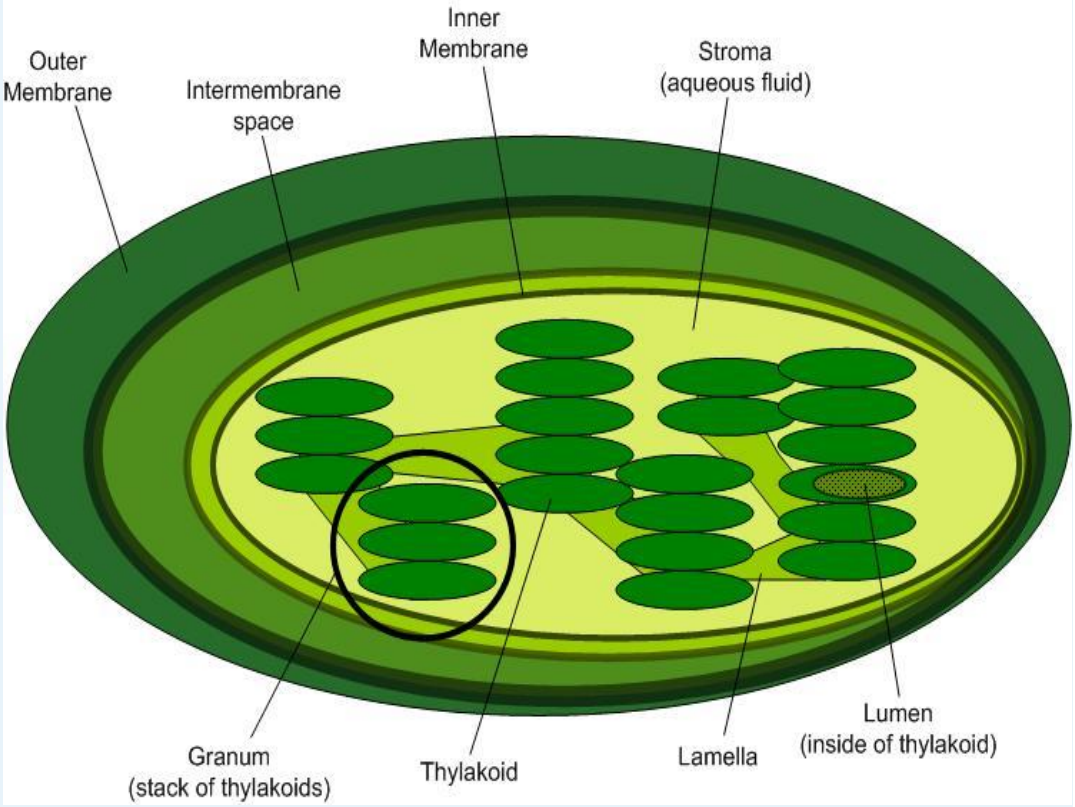
البلاستيدات Plastids

استخدم مصطلح البلاستيدات لاول مرة من قبل العالم شيمبير Schimper عام ١٨٣٨ على مجموعة من العضيات السايتوبلازمية التي شوهدت في الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes ولم تشاهد في الخلايا بدائية النواة prokaryotes وهي تمثل انواع متعددة ومختلفة من العضيات السايتوبلازمية التي ترتبط ببعضها بعلاقة تطورية ويطلق على هذه الانواع جميعها في مراحل نموها الاولى بالبلاستيدات الاولية Proplastids . تكون البلاستيدات الاولية صغيرة جداً بحيث يصعب تمييزها بالمجهر الضوئي غير انها تلاحظ باستعمال المجهر الالكتروني وربما تعتبر مصدر نشوء جميع انواع البلاستيدات في النباتات الراقية اما بالنسبة للبلاستيدات الناضجة فيمكن تمييزها على اساس محتوياتها الى انواع مختلفة منها:



١- البلاستيدات الملونة Chromoplasts

وهي مجموعة البلاستيدات مختلفة الالوان مثلاً الصفراء او البرتقالية والتي تكون موجودة في تويج الازهار والفواكه بالاضافة الى بذور قسم من النباتات الراقية وبصورة عامة تحتوي هذه البلاستيدات على كمية قليلة من صبغة الكلوروفيل Chlorophyll وتكون ذا فعالية قليلة بالنسبة الى عملية التركيب الضوئي ومن الاصباغ الاخرى التي تحملها كذلك هي Lycopene في الطماطة و Phycoerythrin و Phycocyanin في الطحالب والاشنات الملونة

٢- البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

وتحتوي على صبغات خضراء من الكلوروفيل والتي تكون محجوبة بصبغات اخرى وهذا النوع يعد الاساسي في

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

عملية التركيب الضوئي .

٣- بلاستيدات عديمة اللون Leukoplasts

وهذه البلاستيدات موجودة في الخلايا الخازنة وغير المعرضة للضوء او في فلق البذور وتكون عصوية الشكل او كروية وتشمل انواع مختلفة منها:

١- Amyloplasts بلاستيدات عديمة اللون تخزن حبيبات نشوية.

٢- Elaioplasts بلاستيدات عديمة اللون تخزن الشحوم.

٣- Proteinoplasts بلاستيدات عديمة اللون تخزن بلورات بروتينية.

وقد تحتوي البعض من البلاستيدات العديمة اللون على البروتين والنشأ معاً كما في نبات الفاصوليا وتجمع المواد المخزونة في الصفائح Lamellas في الـ Stroma كما يوجد في البلاستيدة معقد من الانبيبات ينشأ من الغشاء الداخلي للبلاستيدة ونظراً لأهمية البلاستيدات الخضراء في عملية البناء الضوئي photosynthesis سيتم تناولها بالتفصيل .

(أ) البلاستيدة النشوية Amyloplast

(ب) البلاستيدة الحاوية على الجسم الصفائحي الاولي Etioplast

(ج) البلاستيدة الاولية Proplastid

البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

يوجد هذا النوع في الاجزاء الخضراء للنباتات ويختلف عددها من خلية الى اخرى حيث سجل وجود ٢٠٠ بلاستيدة خضراء في بعض الخلايا خصوصاً العمودية لميزوفيل الورقة وفي ميزوفيل اوراق النباتات مغطاة البذور Angiosperms يصل عددها بين ٣٥-٦٠ مقارنة بالعدد ٤-٣٥ في خلايا بشرة اوراق نفس النباتات. اما الاشنات فتحتوي خلاياها على عدد قليل وتحافظ عادة على ثبات هذا العدد بانقسام البلاستيدات الخضراء اثناء الانقسام الميوزي ويختلف عدد البلاستيدات الخضراء للخلية الواحدة في النباتات الراقية باختلاف النسيج و الظروف البيئية (مثل الضوء) والداخلية والتضاعف الكروسومي Polyploidy ويختلف عددها ايضاً باختلاف النوع ولايشترط ان يكون العدد ثابتاً حتى في الخلايا المتماثلة وفي ظروف متماثلة ويختلف موقع البلاستيدات الخضراء ضمن الخلية فقد توجد عادة على جانبي الخلايا في الطبقة العمودية لنسيج الورقة بينما يكون توزيعها عشوائياً في سايتوبلازم خلايا الطبقة الاسفنجية. وفي العديد من الخلايا فان حركة السايتوبلازم تحرك البلاستيدات الخضراء في الخلية وفي قليل من الحالات لوحظ حركة البلاستيدة الخضراء من نوع يشبه الحركة الاميبية. ان حجم البلاستيدات الخضراء يكون متبايناً وبالرغم من ان معدل قطر البلاستيدة الخضراء في خلايا النباتات الراقية يصل بين ٤-١٠ مايكرون فان الحجم يتغير على اساس الاضاءة المتوفرة مثلاً في ضوء الشمس يبنى الكلوروفيل بسهولة من قبل النبات وبذلك يزداد حجم البلاستيدة الخضراء وفي الظل يهبط بناء الكلوروفيل الذي

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

يترافق مع اختزال حجم البلاستيدة الخضراء كما ان الخلايا المتعددة المجموعة الكروموسومية Polyploidy Cells فهي تحتوي على بلاستيدات خضراء اكبر حجماً من خلايا ثنائية المجموعة الكروسومية Diploid Cells اما شكل معظم البلاستيدات الخضراء في النباتات الراقية فيكون اما كروياً او بيضوياً او قرصياً ويمكن ان نلاحظ في بعض الاحيان اشكال اخرى غير منتظمة والتي تلاحظ عادة في النباتات الواطئة ففي الاشنات يمكن ملاحظة بلاستيدات خضراء كوبية أوحلزونية أو نجمية أو اصبعية الشكل ويمكن كذلك ان يتغير شكل وتركيب البلاستيدات الخضراء بوجود حبيبات النشأ .

تركيب البلاستيدات الخضراء The structure of chloroplast

عند فحص البلاستيدة الخضراء للنباتات الراقية تحت المجهر الالكتروني يظهر بانها تتكون من نوعين من الطبقات الغشائية وكل طبقة تمثل Unit Membrane سمكها حوالي ٥ مايكروميتر وتفصل طبقتي الغشاء عن بعضها مسافة سمكها ٢-٣ مايكروميتر ان غلاف البلاستيدة الخضراء هو نصف ناضح يشبه في مظهره غلاف المايتوكوندريا ولو أن غلاف البلاستيدة الخضراء ينفجر او يتمزق عند اصابة النبات بالفايروس المسمى Tobaco Mosaic Virus بينما يبقى غلاف المايتوكوندريا والغلاف النووي سالماً على الرغم من اصابة النبات بهذا الفيروس. ان الغشاء الخارجي الذي لا يمتلك طيات او امتددات يحدد البلاستيدة الخضراء وينظم نقل المواد بين السايتوبلازم والجزء الداخلي لها اما بالنسبة للغشاء الداخلي فيوازي الغشاء الخارجي وتنشأ منه انطواءات داخلية كثيفة. ان النمو الداخلي للغشاء الداخلي يؤدي الى تكوين سلاسل من الاغشية الداخلية يطلق عليها الصفائح Lamellae وتشكل هذه الصفائح سلاسل معقدة من الاغشية ضمن الـ Stroma. اما المحتوى الداخلي للبلاستيدة الخضراء الذي يحمل صفائح الاغشية فيمثل ارضية البلاستيدة ويسمى (Stroma) وهذه الارضية تحوي سائلاً حبيبياً يظهر غامقاً نسبياً في صور المجهر الالكتروني. ان الارضية الحبيبية تحتوي على جسيمات متنوعة وقد لوحظ وجود حبيبات نشوية كما اشارت صور المجهر الالكتروني الى وجود عدد من الحبيبات الاوزموفيليةOsmophilic granules ومجاميع من تراكيب Eilipsoidal Structures وتسمى مراكز الارضية Stromacenters كما تنتشر فيها سلاسل الحامض النووي (DNA) وجسيمات تشبه الرايبوسومات. ان معظم الصفائح تكون منظمة لتؤلف اكياس او انابيب قرصية الشكل يطلق عليها Small Thylakoids وتكون هذه الاخيرة مرصوفة بشكل صفوف فوق بعضها البعض يطلق عليها Grana مفردها Granum يتراوح قطرها بين ٣٠٠-٦٠٠ مايكروميتر وحيث ان هذه الانابيب Thylakoids تكون دائرية فان الـ Grana تظهرمشابهة لمجموعة من النقود المرصوفة فوق بعضها البعض وتحتوي البلاستيدة الخضراء النموذجية بين ٤٠-٦٠ من الـ Grana وكل واحدة منها مكونة من ٢-١٠ من Thylakoids وباستمرار فان جزء صغير من الانبوب Thylakoid يتمد شعاعياً في الارضية Stroma ليكون الانبوب الفرعي او الانبوب الكبير Thylakoid Large الذي يرتبط بالانابيب الصغيرة Small Thylakoids الاخرى وبالتالي بـ Grana ويطلق

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

على التفرعات والشبكة بصفائح الارضية (Stroma lamellae) .

التركيب الكيميائي للبلاستيدة الخضراء Chemical structure of chloroplast
تشكل البروتينات المكون الرئيسي للبلاستيدات الخضراء وتشكل حوالي ٦٩% من الوزن الجاف للبلاستيدات الخضراء. وتوجد البروتينات بنوعيها الذائبة وغير الذائبة غير انه لحد الان لم تعزل جميعها. وقد لوحظ وجود الحامضين النوويين DNA , RNA في ارضية البلاستيدة Stroma وتلاحظ في الصفائح ان معظم الحامض النووي RNA يكون متلازماً مع الاجسام الشبيهة بالرايبوسومات في ارضية البلاستيدة. ان كمية الحامض النووي DNA قليلة جداً حيث قدرت بحوالي (١٠-١٥ – ١٠-٤) لكل بلاسيتيدة خضراء أي ما يعادل ٠،٠٣% من وزنها الجاف وبالرغم من قلة كمية الحامض النووي DNA لكنها كافية لحمل معلومات كافية عن البروتينات للبلاستيدة الخضراء بضمنها العديد من الانزيمات التي تشترك في عملية التركيب الضوئي الا ان تنظيم الحامض النووي DNA الخاص بالبلاستيدة الخضراء خلال فترة الانقسام لازال غير واضح. تدخل الدهون والاصباغ الذائبة في التركيب الكيميائي للبلاستيدة الخضراء حيث تشكل ٣٤% من وزنها الجاف في السبانغ. ان اكثر الدهون شيوعاً هي Phospholipids، diglyceride Galactosyl، quinones ((وضمنها فيتامين K)) والـ Sterols وكما تعتبر صبغة الكلوروفيل Chlorophyll الخضراء المصدر الرئيسي للون الاخضر وعلى الرغم من اختلاف الكلوروفيل من الناحية الكيميائية في النباتات المختلفة الا ان تركيبها يكون متشابهاً في الاساس واهم انواع صبغات الكلوروفيل المعروفة هي d,c,b,a . يوجد كلوروفيل a في النباتات جميعها والتي تشترك في عملية التركيب الضوئي غير ان وجود الانواع الاخرى من الكلوروفيل ومنها (d,c,b) فيعتمد على نوع النبات مثلاً النباتات الراقية تحتوي b وان نسبة كل من الصبغات b,a تمثل حوالي ٥% من الاوزان للبلاستيدة الخضراء في السبانغ ونسبة b:a تتراوح بين ٢،٠٥ الى ٣،٥٢ وأن نسبة هذين النوعين تعتمد على وجود او عدم وجود الاضاءة وشدتها فمثلاً نباتات الـ (Alpine) تكون نسبة b:a هي ٥:٥ غير ان هذه النسبة تقل كثيراً في نباتات الظل وتحتوي البلاستيدات الخضراء على مركبات تسمى Caratenoids (مثل الكاروتين والزانثوفيل) والتي تكون معضمها صفراء برتقالية او حمراء وان معظم هذه الصبغات تكون موجودة على صفائح البلاستيدة الخضراء وقد اعتقد بان وظيفتها هي كاصباغ مساعدة لامتصاص الضوء خلال عملية التركيب الضوئي كما تحتوي على العديد من العناصر على شكل ايونات مثل الحديد والنحاس والمنغنيز Mn والخارصين وبالاضافة الى الانزيمات الـ Cytochromes وفيتامين E,K .

الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين للبلاستيدة الخضراء (Chloroplast DNA (DNA
هنالك العديد من الادلة حول استقلالية الـ (Ct DNA) عن DNA النواة ومنها دراسة بناء الـ DNA في بلاستيدة خضراء معزولة لنبات السبانغ حيث اثبت تضاعف الحامض النووي DNA البلاستيدة الخضراء بكمية متميزة في

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

داخل البلاستيدة الخضراء المعزولة وباستقلالية عن النواة ان جزيئة DNA البلاستيدة الخضراء قريبة الشبه بـ DNA البكتريا وتكون الجزيئة ذات قطر يبلغ حوالي ٢٥ انكستروم اما بالنسبة للحامض النووي الرايبوزي RNA فقد وجد ايضاً في رايبوسومات البلاستيدة يكون الـ RNAs من نوع الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي rRNA وفي البلاستيدة الخضراء وجد كذلك كل من Aminoacyl-tRNA , methionyl-tRNA Synthetases , Aminoacyl-tRNA .

الوظيفة Function

١- ان البلاستيدات الخضراء تلعب دوراً مهماً في عملية التركيب الضوئي التي يمكن تلخيصها بالمعادلة التالية

$$n\ H_2O + nCO_2 \rightarrow nH_2O + nO_2 + (CH_2O)_n$$

وتتم هذه العملية بخطوتين تبدأ بتفاعلات الضوء Light reaction وفيها يمتص الضوء بواسطة مجاميع الاصباغ ويحول الى طاقة على شكل ATP او NADPH2 والتي تستعمل بعد ذلك في تفاعلات الظلام Dark reaction بعد امتصاص CO2 لتكوين جزيئة الكلوكوز.

٢- البناء الحيوي للاحماض الدهني ة

٣- اختزال NO2 الى NH3 .

٤-اخزال الكبريتات SO4 الى ثايول SH -

٥- بناء عدد محدد من البروتينات .

٦- تكوين الكلايكوليت Glycolate بعملية التنفس الضوئي Photorespiration.

منشأ وتكوين البلاستيدات Origin and Development of Plastids

وكذلك الحال في المايتوكوندريا فانه ليس من المعروف ان البلاستيدات تتكون من جديد في الخلية او بواسطة نوع من انواع الاستنساخ بطريقة مماثلة لبعض الكروموسومات وهنالك بعض المعلومات غير المباشرة تثبت فكرة الاستنساخ وقد جاءت هذه المعلومات من ملاحظة الاستمرار الوراثي وبقائه في ذرية البلاستيدة فعلى سبيل المثال البلاستيدة التي لسبب ما تفقد قابليتها على انتاج الكلوروفيل تنتج بلاستيدة تعاني من نفس النقص. وقد تتكون البلاستيدة دائماً من بلاستيدة موجودة اولاً وتسمى بالبلاستيدة الاولية Proplastid (وهي اجسام كروية ذات قطر ٠,٥ مايكرون محاطة بغشاء مزدوج محتوية داخلها على ستروما كثيفة) وفي عام ١٩٥٦ درس فون وتستيرون Von Wettsterin تكوين البلاستيدات الخضراء في النباتات الخضراء واقترح عدد من الخطوات يمكن ان تشترك في نشوء البلاستيدة الخضراء وهي :

١- بناء حويصلات داخل البلاستيدة الاولية Proplastid تمتد من الغشاء الداخلي.

٢- تتجمع هذه الحويصلات وتصطف بصورة متوازية في الستروما لتكون سلاسل مفردة.

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

٣- ثم تتم اعادة ترتيب واندماج هذه السلاسل لتكوين اغشية او صفيحات مزدوجة متوازية ثم يتم تكاثرها
٤- تنمو بعد ذلك وتحور الى صفيحات الكرانا او الستروما يبقى القليل من الثايلاكويد متصلاً مع بعضها بواسطة صفائح انبوبية او الستروما .

تتم كل هذه العمليات المذكورة اعلاه بوجود الضوء اما عند عدم وجود الضوء فتعطي البلاستيدات الاولية بلاستيدات غير فعالة وتكون على شكل اقراص او سلسلة من حلقات متعددة المركز او بلورية. تكون كل خطوة من خطوات نمو البلاستيدات تحت سيطرة جين خاص وقد لوحظ تأثير الطفرات الوراثية في اعاقة هذه العملية في مواقع كثيرة وفي معظم هذه الحالات تكون المحصلة النهائية في النمط الظاهري هي نفسها ولكن البلاستيدات الخضراء الناتجة تكون غير فعالة. وقد تنشأ البلاستيدة الخضراء في بلاستيدة سابقة عن طريق الانقسام الذي يحدث للبلاستيدة فتنشأ اثنتين من البلاستيدات .

المنشأ التطوري The evolutionary origin

يعتقد الباحثون ان للبلاستيدات الخضراء منشأ تطورياً كالمايتوكوندريا حيث يرون انها ناتج تطوري لكائنات حية بدائية النواة ذاتية التغذية اجتاحت خلايا حقيقية النواة Eukaryotes غير ذاتية التغذية Heterotrophic واقامت معها علاقة تعايشية. وقد استند الباحثون في اعتقادهم هذا الى ادلة منها مثلاً احتواء خلايا المحار المائي Nudibranchs الفاقد للصدفة على بلاستيدة خضراء حيث ان المحار يتغذى على الطحالب وعندما يمر سايتوبلازم الخلايا الطحلبية خلال امعاء المحار تمتص البلاستيدات الخضراء وتستقر في خلاياه وقد اثبت باحثون آخرون حصول عملية البناء الضوئي في خلايا المحار عندما لاحظوا تحرر غاز الاوكسجين O_2 عند تعريض المحار الى الضوء.

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

الغشاء البلازميPlasma membrane

يشكل الغشاءالبلازمي 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

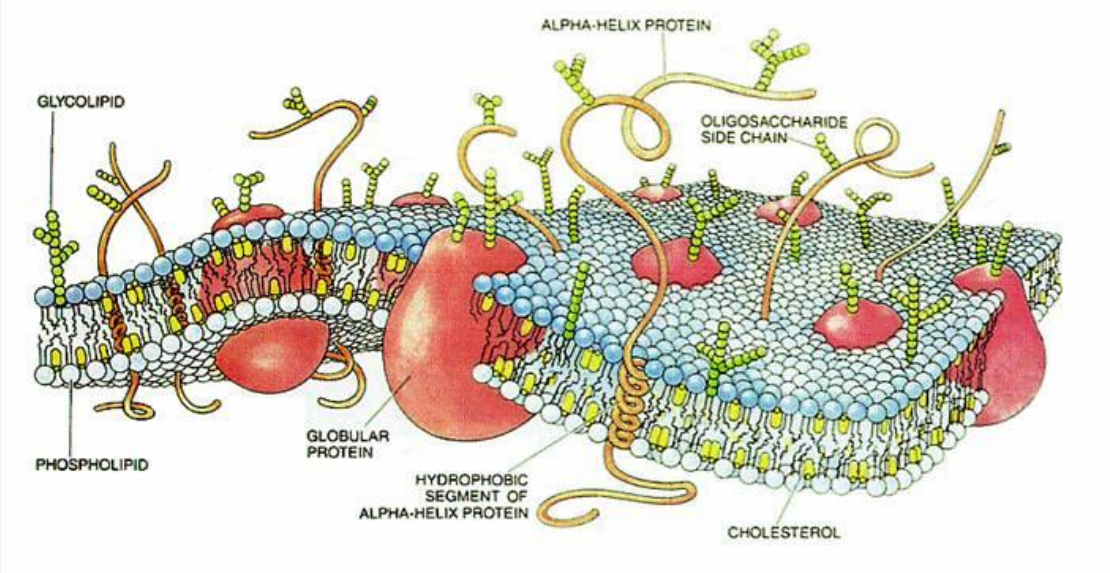
passive transportويسمى الغشاء البلازمي ايضاً بالغشاء الخلوي Cell membrane او يسمى كذلك الاكتوبلاست Ectoplast وهو غشاء نفاذ Permeable يعمل عمل غشاء نصف ناضح وفي نفس الوقت له القابلية الاختيارية للمواد الداخلة والخارجة من خلاله كما تساهم في حالات كثيرة جزيئات ناقلة موجودة ضمن الغشاء البلازمي في عملية نقل المواد عبر الغشاء وتتم هذه العملية بصرف كميات كبيرة من الطاقة الكيميائية. وبالنظر لكون الغشاء البلازمي رقيق جداً لذلك لايمكن 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 سليلوزياً سميكاً يغطي ويدعم الغشاء البلازمي والذي يطلق عليه اسم الجدار الخلوي Cell Wallاما 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 الكيميائيChemical 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

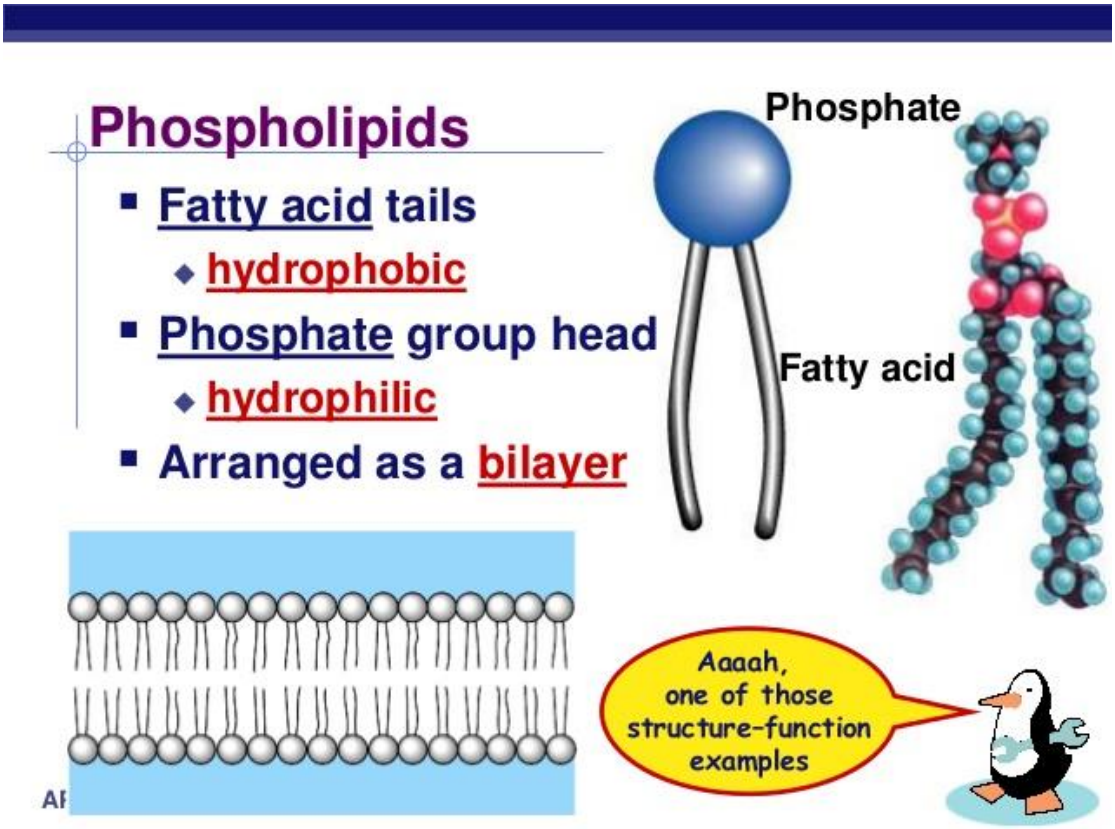
جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

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 Phospholipidsوالدهون 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 لايحدث تبدلاً (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 .

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى



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 H غ .drophobic تشير نتائج الدراسات الى ان الدهون الغشائية تكون بشكل طبقة ثنائية الدهن bilayer lipidأي مكونة من جزيئتين دهنية تكون مرتبة بحيث تتقابل الاجزاء اللاقطبية مع بعضها بينما تكون الاجزاء القطبية مواجهة للسطح الداخلي والخارجي للخلية. ان الشحنة الكهربائية للدهون تختلف حسب نوع الدهن فمثلاً الدهون المفسفرة من نوع Ethanolamine , Phosphotidyle , Sphingomyelin))تكون متعادلة كهربائياً عند pH متعادل حيث تسمى بالدهون المفسفرة المتعادلة وتميل الى الارتباط بشكل وثيق بطبقة الدهن الثنائية المكونة للغشاء البلازمي ويتصف بهذه الخاصية ايضاً الكوليسترول .Cholestrol كما وجد ان ٥-٢٠% من الدهون المفسفرة يكون pH حامضياً فمثلاً Phosphotidy insitol, Phosphotidyl Serine , Cardiolipid والدهون الكبريتية Sulfo lipidsتكون الدهون المفسفرة الحامضية مشحونة بشحنة سالبة وانها متلازمة بصورة رئيسية في الغشاء البلازمي مع البروتينات .

الكاربوهيدرات الغشائيةMembrane Carbohydrates

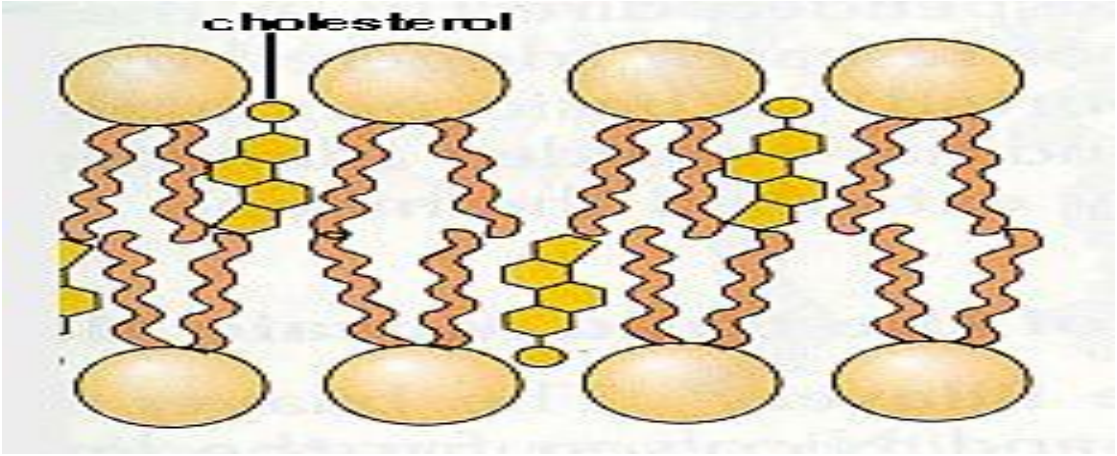
جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

توجد الكاربوهيدرات بنسبة قليلة جداً في الاغشية البلازمية بصورة سلاسل قصيرة او متفرعة في بعض الاحيان من جزيئات السكر المتصلة بالبروتينات المحيطية 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 وهي :

6 D-Mannose , D-Glucose , N-Acetyl glucosamine , L-Fucose , Xylose , Galactose , N-Acetylneuramnie , N-Acetyl galcte

يسمى 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 كما تتحد كمية صغيرة من هذا الحامض مع الدهون لتكوين الكانكليوسايدات Gangliosdes أي الدهون السكرية Glycolipids في الغشاء البلازمي لخلايا الكبد وتشكل الدهون السكرية المكون الاساسي لسطح الخلايا حيث تلعب دوراً مهماً في النقل الايوني. وان الشحنة السالبة للاغشية البلازمية فانها تنخفض عند معاملتها بانزيم Neuraminidase علماً ان هذا الانزيم يستخلص مع حامض السياليك .



البروتينات الغشائيةMembrane proteins

تشكل البروتينات المكونات الرئيسية لمعظم الاغشية البايلوجية 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

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

moleculesوالبروتينات الغشائية نوعان هما :-

أ -البروتينات السطحية او المحيطية Peripheral (extrinsic) Proteins تشمل البروتينات التي تغطي مناطق معينة من طبقة الدهن الثنائية ولا تخترقها وتشكل نسبة تقل عن ٣٠% من مجموعة البروتينات الغشائية وتتميز بما يلي :

-1تكون مرتبطة ارتباطاً ضعيفاً بالغشاء البلازمي بحيث يمكن فصلها بسهولة .

-2تذوب في المحاليل المائية .

-3تكون غنية بحوامض امينية تمتلك سلاسل جانبية محبة للماء (Hydrophilic) التي تسمح بالتفاعل مع الماء المحيط بها ومن السطح القطبي لطبقة الدهن الثنائية الجزيئات .

-4تتشتت عند وضعها في محاليل ذات درجة حامضية تعادل ٧ .(pH=7)

-5تمتلك البروتينات المحيطية عند السطح الخارجي للغشاء سلاسل من السكريات ومن الامثلة على هذا النوع من البروتينات هي Spectrin الذي يمكن فصله من اشباح كريات الدم الحمراءو C Cytochrome للمايتوكوندريا وعلى الرغم من وجود البروتينات المحيطية خارج الطبقة الدهنية الثنائية الا انها لا تغطيها بشكل كامل كما كان يعتقد سابقا ً.

ب -البروتينات البينية Integral (Intrinsic) 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 ٧٠% وتتميز بما يلي:

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

-2لاتذوب في المحاليل المائية .

-3الاجزاء البارزة منها على السطح الخارجي للغشاء ترتبط مع الكاربوهيدرات لتكون البروتينات السكرية

-4 تكون غنية بحوامض امينية التي تمتلك سلاسل جانبية محبة للماء)) (Hydrophilc) 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 ٧ (pH=7) ومن الامثلة على هذا النوع من البروتينات معظم الانزيمات المرتبطة بالغشاء ومستضدات التوافق النسيجي ومستلمات الدواء والهرمونات

قابلية حركة البروتينات الغشائية

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

عند تنمية الخلايا في مزرعة تلاحظ حالات من اتحاد الخلايا خلية بخلية اخرى بين فتره واخرى لتكوين خلية اكبر ويزداد تذبب الاتحاد الخلوي في المزرعة الخلوية بدرجة كبيرة باضافة فايروس يسمى Sendai Virus حيث ان وجود هذا الفيروس قد يعمل على احداث اتحاد للسلالات المختلفة للخلايا منتجة خلايا هجينية Hybrid Cells او تسى خلايا متباينة النواة Heterokaryon وقد استغل كل من فراى D.Frye وايديدن Edidin هذه الظاهرة لاثبات ان البروتينات الغشائية قد لا تبقى ثابتة المواقع في الغشاء بل قد تتحرك جانبياً خلال طبقة الدهن الثنائية حيث عمل فراي وايديدن على اتحاد خلايا الانسان والفأر لتكوين خلايا متباينة النواة مستعملين معلمات (Labbled)من الاجسام المضادة المستحثة توزيع البروتينات الغشائية لخلايا الانسان والفأر في الخلية متباينة النواة خلال الفترة الزمنية التي تعقب الاتحاد فعند بداية الاتحاد تكون البروتينات الغشائية لخلايا الانسان والفأر على التعاقب محصورة بانصافها في الخلية الهجينية ولكن في اقل من ساعة واحدة يصبح كلا نوعي البروتينات الغشائية موزعة بصورة منتظمة في كل الغشاء ان توزيع البروتينات الغشائية لم يكن معتمداً على توفير ATP كما لاتؤثر المثبطات الايضية في التوزيع مشيراً الى ان الحركة الجانبية للبروتين في الغشاء تحدث بالانتشار وليست جميع البروتينات الغشائية قادرة على الانتشار الجانبي وقد حصل نيكلسون G.Nicolson وآخرون على دليل يفترض بان البروتينات البينية تتقيد ضمن الغشاء بواسطة شبكة بروتينية ممتدة تحت الوجه الداخلي للغشاء (لاحظ شكل الغشاء الموزائيكي السائل) ان هذه الشبكة تتلازم مع نظام من الخيوط والنبيبات الدقيقة السايتوبلازمية في العديد من الخلايا مكونة الهيكل الخلوي.

الدراسات المبكرة للغشاء البلازمي وموديلات الاغشية Plasma membrane models

ان معرفة ترتيب المواد البروتينية الغشائية والمواد الدهنية الغشائية في بنية الغشاء البلازمي وعلاقة المواد هذه ببعضها جلبت اهتمام عدد كبير من الباحثين ولكن ما يؤسف له حقاً انه لايمكن رؤية شكل توزيع الجزيئات (او ترتيبها) حتى في اعلى تكبيرات أفضل انواع المجاهر الالكترونية ولا توجد لحد الان أي طريقة مباشرة للقيام بدراسة من هذا النوع وان توفرت الان بعض المعلومات عن كيفية ترتيب جزيئات هذين النوعين من المواد في الغشاء البلازمي وهذه المعلومات ما هي الا استنتاجات لدراسات غير مباشرة. وفي خلال عام ١٩٠٢ افترض اوفرتون Overton بان الغشاء البلازمي يتألف من طبقة رقيقة من الدهن وقد استند في وضع فرضيته هذه بناءً على ما لاحظه في تجاربه التي اجراها على خلايا الشعيرات الجذرية النباتية حيث لاحظ سهولة انتقال مواد لها القابلية على الذوبان في الدهون عبر الغشاء البلازمي وافترض ايضاً ان الطبقة الدهنية هذه في اغلب الاحوال مزيج من الليسثينات Lecithins ويسمى كذلك Phosphatidylcholines والكولسيترول Cholesterol

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

وهذان النوعان من الدهون يعتبران في الوقت الحاضر الانواع الاساسية المكونة للدهون الغشائية. وفي عام١٩٢٦ تمكن كورتنر Gortner وكريندل Grendel من استخلاص الدهون من اغشية كريات الدم الحمراء لعدد من الحيوانات وقد بينا ان مجموع ما تم استخلاصه من المواد الدهنية من اغشية الكريات الدم الحمراء يكفي لتشكيل سطح سمكه جزئية واحدة ومساحته ضعف مساحة سطح كرية حمراء ولقد افترضا من ذلك الوقت ان الغشاء يتكون من طبقة ثنائية من جزيئات المادة الدهنية Lipid bilayer بحيث تترتب جزيئات هاتين الطبقتين بصورة تكون فيها النهايات الكارهة للماء ((او غير القطبية)) متقابلة والنهايات المحبة او الاليفة للماء بعيدة عن بعضها . وفي عام ١٩٣٥ افترض دافسون H.Daveson ودانيللي J.Daniealli ان الغشاء البلازمي مكون من طبقة الدهن الثنائية محاطة بطبقة رقيقة من المادة البروتينية من الداخل والخارج. وقد سمي هذا الموديل باسميهما ويعتبر الباحثان دافسون ودانيللي الاول بكون فرضيتهما مبنية على اساس الوظيفة الفسلجية للغشاء البلازمي وفي العام ١٩٥٠ حورا موديلهما هذا موضحين بهذا الموديل المحور الثقوب الغشائية التي تكون مبطنة بجزيئات البروتين. وفي نهاية الخمسينات وبعد اكتشاف المجهر الالكتروني حاول بعض الباحثين دراسة الاغشية البلازمية على مستوى المجهر الالكتروني وباستخدام مثبت جديد وهو برمنكنات البوتاسيوم Potassium Permangnate ووجد روبرتسون J.David Robertson عام ١٩٥٩ ان العديد من الاغشية مكونة من تركيب ثلاثي الطبقة سمكه يصل الى حوالي٧٥ Aْ الى١٠٠ Aْ سمى هذا التركيب الثلاثي الطبقات بوحدة الغشاء membrane Unit والطبقتان الخارجيتان ((العليا والسفلى)) لهذا التركيب كثيفتان الكترونياً وتظهران في صور المجهر الالكتروني قاتمتا اللون يصل سمك كل منهما الى١٠ Aْ اما بالنسبة للطبقة الثالثة والتي تحتل موقعاً وسطياً بين هاتين الطبقتين فتمتاز بكونها رائقة واقل كثافة الكترونياً من الطبقتين السابقتين وتظهر فاتحة اللون في صور المجهر الالكتروني ويصل سمك هذه الطبقة الوسطية حوالي ٤٥ Aْ وتختلف سمك الطبقات الثلاثة باختلاف الاغشية البلازمية للكائنات الحية المختلفة ((كائنات بدائية النواة وكائنات حقيقية النواة والاغشية البلازمية لخلايا الكائن الحي الواحد)) كما تختلف اغشية العضيات المختلفة للخلية الواحدة وتختلف حتى في الغشاء الواحد. وقد فسر موديل وحدة الغشاء Model Membrane Unit على المستوى الجزيئي بالاعتماد على موديل دافسون- دانيللي فالطبقة الوسطى لموديل وحدة الغشاء تقابل طبقة الدهن الثنائية لموديل دافسون- دانيلي والطبقتان الخارجيتان المحيطتنان بالطبقة الوسطى فتمثلان طبقتي البروتين المحيطة بطبقة الدهن الثنائية في موديل دافسون-دانيللي ونتيجة للاكتشافات الجديدة فقد ظهرت عدد من الملاحظات والاراء التي تعارض موديل وحدة الغشاء ومنها :

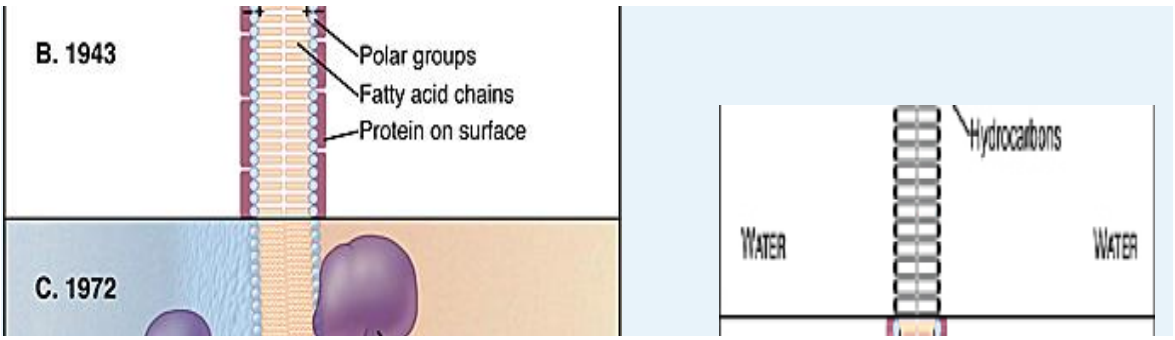
-1عمومية هذا الموديل حيث من الصعب شموله لمختلف الاغشية الخلوية لاختلافها عن بعضها البعض وحتى

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

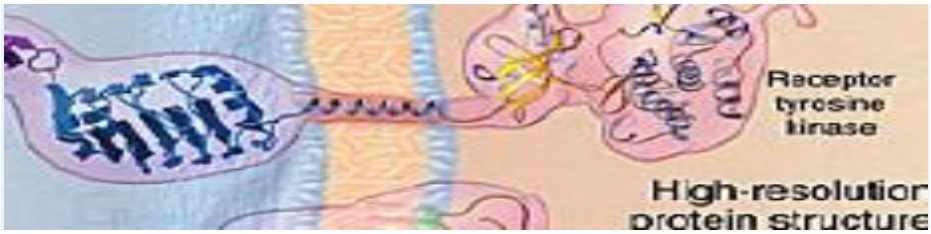
لاختلاف اجزاء الغشاء البلازمي المكون للخلية الواحدة .

-2لايوجد دليل قوي حول تطابق تركيب وحدة الغشاء الملاحظ بالمجهر الالكتروني مع ترتيب خاص بجزيئات البروتين والدهن الغشائية .

-3توفر ادلة حديثة تشير الى ان البروتينات والدهن الغشائية المكونة للغشاء البلازمي لا تبقى ثابتة بل تتغير عند اضافة البروتينات والدهون الى الغشاء او عند ازالتها منه او عند توزيعها على طول الغشاء حيث تتغير نسبة البروتينات والدهون المكونة للغشاء من وقت الى اخر بتغير الظروف ولقد اظهر عدد من المشتغلين في حقل المجاهر ان بعض الاغشية الحية وربما من ضمنها الاغشية البلازمية تمتلك تركيباً اكثر تعقيداً من تركيب وحدة الغشاء وقد فرض هؤلاء الباحثون بان الغشاء (او حتى جزء منه) عبارة عن سطح مرصوف بوحدات ثانوية Subunitsصغيرة كروية او مضلعة الشكل بدلاً من ان تكون بصورة طبقة مستمرة وقد قام الباحث Green بنشر موديل مبني على هذا الاساس أي مبني على اساس التداخل بين البروتين والدهن في الاغشية وقد اطلق على هذا الموديل اسم موديل وحدة الغشاء Subunit Membrane model او موديل بلورات البروتين Protein Crystal Modelحيث يكون البروتين في هذا الموديل بصورة كتل منفصلة بين طبقة الدهن الثنائية وقد ادخلت احدى التغيرات على مفهوم الموديل السابق (موديل وحدة الغشاء) من قبل سينكر S.J.Singer ونيكلسون Nicolson في عام ١٩٧٢ الذي سمي بالموديل الموزائيكي السائل Fluid Mosaic Model ويظهر هذا الموديل ترابطاً وثيقاً بين الدهن والبروتين كما في الموديل السابق ولكن بترتيب اقل صلابة واتحاداً (أي اكثر مرونة) فبدلاً من ان يكون البروتين مرتباً بصورة منفصلة فانه يطفو بصورة حرة في طبقة الدهن الثنائية يعتبر هذا الموديل اكثر قبولاً في الوقت الحاضر ومن مميزات هذا الموديل هو ان البروتينات البينية والدهون تكون



جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى



1- مرتبة بترتيب يشبه الموزائيك (المبرقش .)

2- قادره على انجاز حركات النقل في كل مساحة طبقة الدهن الثنائية وهذا ما يسمى بالسيولة Fluidity التي لها علاقة مع قابلية انتقال مكونات الغشاء من الدهون المفسفرة مما يؤيد موديل الموزائيكي السائل في صورة المجهر الالكتروني لاغشية محضرة بطريقة التجميد الكليشية Freeze Etching method.

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 الرايبونيوكليز) Ribonuclease الوزن الجزيئي ١٣٠٠٠) والبروتامين والهستونات (الوزن الجزيئي بين ٢٠٠٠-١٠٠٠٠) وهناك عدة طرق يعبر بواسطتها الماء والمواد الاخرى الحواجز الغشائية وهي :

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

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

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 Leucocytesلها القابلية لهضم البكتريا بواسطة الاكياس الملتهمة وكذلك فضلات الخلية واجسام كبيرة اخرى .

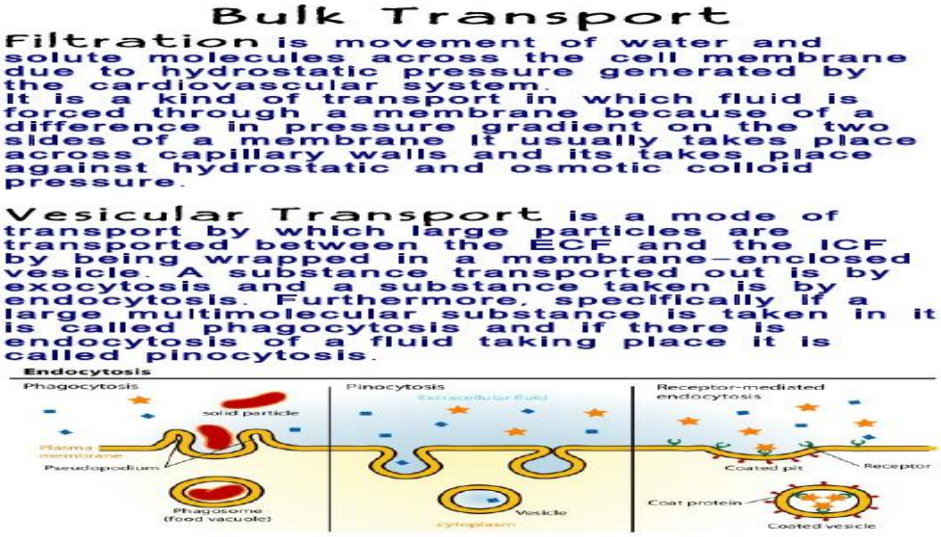
ب- الشرب الخلويPinocytosis

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 Infolding للغشاء ناتجاً في تكوين كيس يحتوي على الدقائق المطلوب هضمها وبعدها فأن 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 الخلويRhopheocytosis

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

ثانياً- الاخراج الخلويExocytosis



جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

ويمكن تقسيم هذه العملية الى عدة اقسام هي:

أ- الافراز الكليHolocrine Secretion

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

ب- الافراز الجزئيEccrine Secretion

وهو عكس الافراز الكلي اذ تبدأ العملية ببناء البروتينات السكرية بواسطة الشبكة الاندوبلازمية الخشنة (المحببة (Granular Endoplasmic Reticulumثم ترزم بهيئة 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 الافراز 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 غشاءالجسم الافرازي بالغشاء البلازمي يؤدي الى ان يصبح غشاء الجسم الافرازي جزءاً من الغشاء البلازمي .

-3الافراز القميApocrine Secretion

ان هذا الافراز يلاحظ في الغدد تحت الفكية للارنب Submandibular sweet gland ولقد لوحظت عمليات مختلفة من الافراز حيث يندفع التجويف السطحي للخلية الى الخارج ليكون برزوات ثانوية واشكال كروية متصلة بالخلية بواسطة سويق رفيع بعدها تكون طبقة كثيفة من السايتوبلازم 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.

-4الافراز الثنائيDiacrine 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 السايتوبلازم القمي وغشاء البلازما ان هذه العملية لاتتضمن زيادة او نقصان في محيط سطح الخلية كما انها نادرة الحدوث نسبياً .

ثانياً- الانتشار الحرFree Diffusion

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

تتحرك الكثير من المواد من خلال الاغشية باسلوب 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 (٨-١٠) انكستروم تبطن بجزيئات محبه للماء حيث تكون هذه الفتحات ذات سعة كافية لدخول جزيئات الماء في حين تلاقي جزيئات اخرى صعوبة للدخول من خلالها .

ثالثاً- الانتشار الميسر واليات النقل Facilitated Diffusion and Carrier Mechanismes

ان المتأيضات الاساسية التي لا تذوب باللبيد (كالسكريات والاحماض الامينية) تدخل الخلية او عضياتها خلال عمليات تتطلب ارتباطات معكوسة مع بروتينات الغشاء وتتم هذه العملية وذلك من خلال تراكيب تسمى النواقل Carriers:والتي هي عبارة عن بروتينات في طبيعتهاحيث تكون جزءاً من تركيب الغشاء وتعد متخصصة ولقد افترض وجود موقع ارتباط خاص في كل ناقل والذي يكون مسؤولاً عن ربط نوع معين من الجزيئات فبعد ان تنقل الجزيئة المرتبطة بالناقل الى الجانب الثاني من الغشاء فان الناقل يتحرر وقد يعيد الكرة ليساعد جزيئات اخرى على العبور. ان الذوبان النسبي للايضات في اللبيد غير معنوي ولذا فان تفاعلها يكون مع البروتين وليس مع جزيئات اللبيد الموجودة في الغشاء ان قسم من هذه النواقل يدعى بالـ Permeases وذلك نظراً لتشابهها مع الانزيمات في بعض الصفات وبصورة خاصة ان Permeases تعجل النقل وتمنح الخصوصية الاختيارية للنقل او المرور وتكون هذه الخواص متشابهة مع الانزيم ولكن الـ Permeases والنواقل الاخرى تختلف في جانب مهم جداً عن الانزيمات فالـ Permeases قد تغير نقطة التعادل للتفاعل الكيميائي وفي بعض الوقت الى حد كبير بينما الانزيمات تغير فقط النسبة التي عندها يصل التعادل ولكن لا تغير نقطة التعادل نفسها. تساعد الـ Permeasesالجزيئات على عبور الغشاء بطريقتين :

1-من التركيز العالي الى التركيز الواطئ بالنسبة للمواد الايضية أي مع انحدار التركيز .

2-ضد انحدار التركيز وهنا يتطلب وجود ناقلين يساعدان على موازنة او تنظيم اليات النقل .

أ -الاول الذي يساعد في عملية النقل الفعال الذي يحتاج طاقة بعكس الانحدار التدريجي .

ب -والناقل الثاني يساعد الانتشار الميسر .

وبالنظر لكون الجزيئات لا تستطيع اختراق الاغشية الناضحة اختيارياً بحركة الانتشار الحر فأن الجزيئات تعبر بالانتشار الميسر . اما في النقل الفعال فتستطيع المادة بالاستمرار بالتجمع في المناطق التي توجد فيها عادة بتركيز عال فقط اذا ما جهز جهاز النقل بالطاقة وباستمرار توجد هنا دلائل بان عمليات تنظيم النقل في الاغشية بواسطة Permeases تعتمد على كمية بروتين الناقل وانواع النواقل المنتجة ومعدل فاعلية الناقل وفي هذه

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

الحالة فان تنظيم النقل يشبه تنظيم العمليات الايضية بواسطة الانزيمات .

رابعاً- النقل الفعال والضخ الايونيActive Transport and Ion Pump

تعتمد الخلايا في الاقل ثلاثة طرائق لتجميع المواد بكميات اكثر من الكميات المتوقعة وهذه الطرائق هي

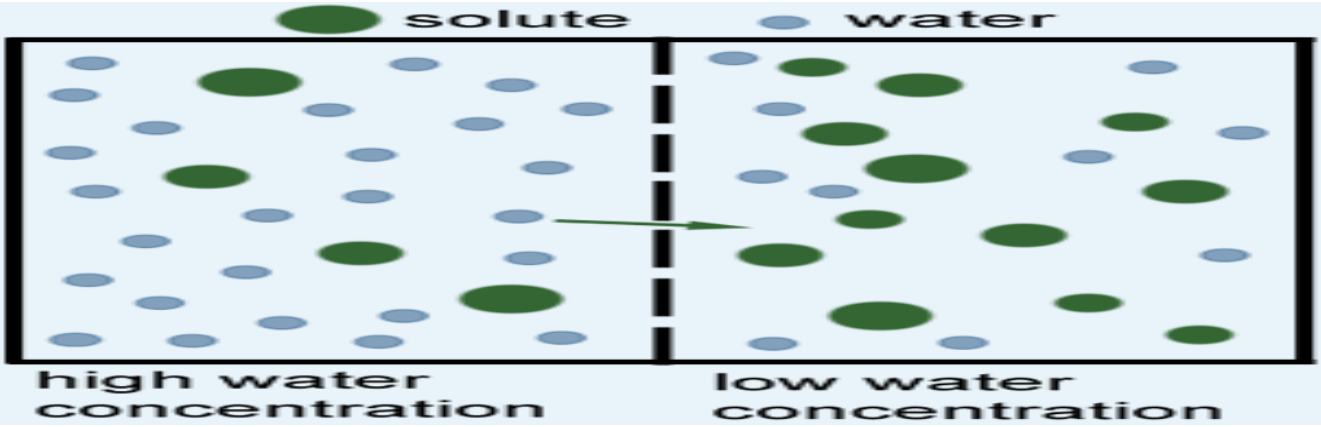
-1طريقة ترسيب المواد من المحلول عندما تكون المواد في داخل الخلية حيث تختزل بفاعلية تركيز المذاب في الماء .

-2طريقة تغيير الجزيئة كيميائياً بعد ان تدخل الخلية حيث يحدث تغير في تركيز الجزيئة المعينة المطلوب في الانحدار التركيزي .

-3طريقة نقل المتأيضات metabolites التي يمكن ان تزدوج مباشرة بتفاعل ثان وان فرق الطاقة يستخدم لتسيير تفاعل النقل بعكس الانحدار التركيزي. ان النقل الفعال يقود الى التجمع المستمر للمواد في المنطقة التي يحدث يها تركيز عالي لهذه المواد. احد الافكار الموحدة التي بدأت تتبلور في السنوات الاخيره توضح عملية النقل الفعال على اساس عمل المضخة Pumping actions حيث يجهر الضخ الفعال لاحدى المواد خارج الخلية القوة المسيرة للنقل الفعال للمواد الاخرى الى الداخل. ان عملية الضخ تكون اقتصادية او عملية كما انه تكون نظاماً بسيطاً ولهذا فان حركة المواد الى الخارج لنوع واحد من المواد تساعد في حركة كثير من انواع المواد الى الداخل وان المواد المذابة التي تضخ الى داخل الخلية هي ايونات البوتاسيوم والسكريات والاحماض الامينية. ان القوة الدافعة (الحركة) للنقل الى الداخل يعتقد انها التدرج لايون الصوديوم +Na عبر الغشاء الخلوي وهذه القوة تخلق بواسطة النقل الفعال لايون الصوديوم الذي يضخ خارج الخلية ان التركيز الخارجي لايون الصوديوم +Na يبقى عالياً والتركيز الايوني في الداخل يبقى واطئاً كلما استمر ايون الصوديوم بالانتقال خارج الخلية. ان الطاقة المطلوبة لضخ ايونات الصوديوم خارج الخلية تجهز بواسطة ATP والتي تحلل بواسطة انزيم adenosine triphosphataseالمحفز بأيون المغنسيوم ويعتقد ان هذا الانزيم يقع في الغشاء الخلوي. ان هذا الضخ يعمل في الخلايا الحيوانية غير انه غير موجود في الخلايا النباتية او البكتريا حيث ان كلا النوعين من الخلايا لا يحتاجان الى ايونات الصوديوم للقيام بالفعاليات الايضية. ان ضخ ايون الهيدروجين يكون فعالاً في الخلايا البكتيرية اما عملية الضخ في الخلايا النباتية فهي ليست مفهومة بشكل كامل لحد الان. وهناك نوعان مميزان من ضخ ايون الصوديوم +Na خاصان بالخلايا الحيوانية

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

-فالنوع الاول يبين ان ضخ ايون الصوديوم الى الخارج مرتبط بقوة مع انتقال ايونات البوتاسيوم +K الى الداخل وهكذا فان ايون الصوديوم وايون البوتاسيوم تتبادل بطريقة اجبارية Complsory Way ويدعى هذا النوع من ضخ ايون الصوديوم بالضخ المتبادل للصوديوم و البوتاسيوم او الضخ المتعادل المزدوج



Pump or the Coupled neutral Sodium Pottasium Exchange Pump

-2اما في النوع الثاني فأن دخول ايونات البوتاسيوم +K لايشترط خروج ايونات الصوديوم +Na في عملية ضخ الصوديوم المولدة للالكترونات والذي يسمى بضخ التولد الالكتروني Electrogenic Sodium Pump وذلك بسبب انحدار الجهد الكيميائي الكهربائي عندما لا يعوض خروج ايون الصوديوم بنسبة ١:١ من دخول ايون البوتاسيوم في اغلب الخلايا ويحصل نتيجة ذلك تجمع من +K الذي يعوض النقص في) +Na او +H في البكتريا) وهو واحد من الادلة العملية لضخ التولد الالكتروني اكثر من الضخ الطبيعي.

-3وتجري داخل الخلية عمليتان حيويتان تتطلبان تركيزاً عالياً من ايون البوتاسيوم الاولى عملية تخليق البروتين في الرايبوسومات والثانية هي احدى الخطوات الانزيمية المهمة خلال عملية تحلل الكلوكوزوغالباً ما يتوازن التركيز الداخلي العالي من ايون البوتاسيوم بفقدان بعض الايونات الموجبة مثل الصوديوم او الهيدروجين او ان تكون هنالك زيادة في الابتلاع التي سوف تسبب انفجار الخلية وذلك باحداث حالة من الضغط الازموزي الداخلي العالي والنقل الفعال للاحماض الامينية الى داخل الخلايا هو نتيجة اخرى لفعل الضخ الايوني للصوديوم ان خروج الصوديوم من الخلية يولد جهداً داخلياً واطئاً وخارجياً عالياً لتركيز الصوديوم. والطاقة الملازمة لهذا الجهد يعتقد انها تدعم القوة الدافعة لانتقال الاحماض الامينية الى الخلية في اتجاه ضد التركيز مؤدية الى تجمع هذه المركبات الضرورية اما جهد الصوديوم نفسه فيكون على حساب الـ .ATP وهناك انظمة بروتينية انزيمية متخصصة تساعد الاحماض الامينية من عبور الغشاء الخلوي في خطوات النقل الفعال.

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى

جميع الحقوق محفوظة / ا. م. د ابراهيم هادي محمد كلية العلوم جامعة ديالى