

بنية الجلد البشري، الوظيفة، والمعالجة الموضعية

البنية التشريحية والفيزيولوجية

Anatomy and Physiology

1-Epidermis

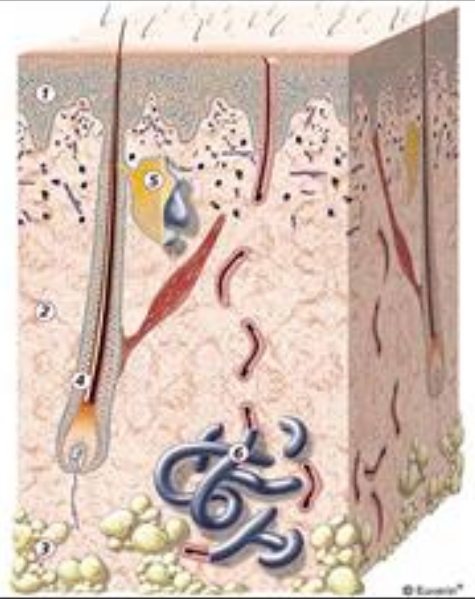
2-Dermis

3-Subcutis

4-Hair follicle

5-Sebaceous gland

6-Sweat gland



1. البشرة The Epidermis

2. الأدمة The Dermis

3. الدهن تحت الجلد The Subcutaneous Fat

4. لواحق الجلد The Skin Appendages

5. وظائف الجلد Functions Of The Skin

1- البشرة The Epidermis

- تنقسم الخلايا في **الطبقة القاعدية** Basal Layer الطبقة المولدة وتهاجر إلى الأعلى لتشكل الطبقة **القرنية** للجلد. تلي الطبقة القرنية طبقة حاجزية تدعى **حاجز رين Rein**، تلعب دوراً هاماً في الحد من انتشار المركبات الدوائية.
- تتضمن خلايا الطبقة القاعدية أيضاً خلايا **صباغية** Melanocyte تنتج وتوزع **حبيبات الميلانين** Melanin على خلايا **الطبقة القرنية** Granule على Keratinocytes.

2- الأدمة The Dermis

تتألف الأدمة من **مطرس Matrix** من النسيج الضام مرتبط بألياف **بروتينية** محاطة بمادة أساسية عديمة الشكل من **عديدات السكر** **المخاطية**، وتعتبر **اللحمة أعصاب** وأوعية دموية.

تعمل التروية الدموية فيها على إيصال **المواد الغذائية**، وإزالة **الفضلات**، وتنظيم **الضغظ** ودرجة **الحرارة**، وتنظم **القوى الدفاعية** والمساهمة في **لون الجلد**. هذه التروية قريبة من سطح الجلد **فتتشرّب** معظم المركبات العابرة للبشرة بسرعة **وتوزعها** جهازياً.

3- الدهن تحت الجلد The Subcutaneous Fat

يشكل الدهن تحت الجلد **مخمدًا** للصدمات الميكانيكية، و**حاجزاً** حرارياً، كما يصنع ويخزن بسرعة المواد الكيميائية المتاحة العالية الطاقة.

4- لواحق الجلد The Skin Appendages

4-1- الغدد العرقية الناتحة المفرزة The Eccrine Sweat Glands

تعمل على المساعدة في ضبط درجة الحرارة، كما يمكن للشدة العاطفية تحريض التعرق

4-2- الغدد العرقية المفترزة The Apocrine Sweat Glands

تعطي توزع البالغين المميز؛ مثل في الحفرة الإبطينية، هالة وحلمة الثدي، قناة الأذن، الجفون، والناحية حول الشرج.

4-3- الجريبات الشعرية Hair Follicles

4-4- الغدد الزهمية Sebaceous Glands

في الوجه والجبهة والأذن

4-5- الأظافر The Nails

تتكون من كيراتين قاسي مثل الشعر مع محتوى كبريتي عالي نسبياً

وظائف الجلد

Functions of The Skin

1- الوظيفة الميكانيكية The Mechanical Function

تعزى مرونة الجلد إلى الأدمة في حين تلعب البشرة دوراً صغيراً

2- وظيفة الحماية The Protective Function

1-2 حاجز حيوي Microbiological Barrier

2-2 حاجز كيميائي Chemical Barrier

3-2 حاجز إشعاعي Radiation Barrier

4-2 - حاجز حراري لتنظيم درجة الحرارة

Heat Barrier And Temperature Regulation

5-2 حاجز كهربائي Electrical Barrier

6-2 امتصاص الصدمات الميكانيكية Mechanical Shock

آليات عبور الدواء عبر الجلد

Mechanisms of Drug Transport Through The Skin

1. المبادئ الأساسية للانتشار عبر الأغشية

Basic Principles of Diffusion Through Membranes

2. عبور الجلد Skin Transport

3. سبل النفاذ Routes of Penetration

المبادئ الأساسية للانتشار عبر الأغشية Basic Principles of Diffusion Through Membranes

لدراسة الامتصاص عبر الجلد يجب أولاً مراقبة نفاذ الجزيئات الدوائية عبر الأغشية الصناعيّة ثم الانتقال إلى الحالة الخاصّة لعبور الجلد.

عبور الجلد Skin Transport

يمكن التحكم بهذا النفاذ الانتقائيّ بربط خواص الجلد الفيزيولوجيّة
Physiological Properties مع خواص المادة الفيزيكيمايّة
Physicochemical المنتشرة في السّواغ Vehicle. يجب ربط
الصفات الجوهريّة لحاجز الجلد مع الخواص الجزيئيّة Molecular
Requirements اللازمة للنفاذ عبره، وتغيراتها عند التفاعل مع
مكونات السواغات الموضوعيّة.

الطبقة القرنيّة :

- تقاوم الانتشار
- لا تسمح بعبور الأدوية بسهولة عدا ذات الوزن الجزيئي المنخفض التي تنفذ بسهولة.

الطبقات المزدوجة الشحميّة Lipid Bilayers:

- الطريق الرئيسي للسبيل داخل الخلوي
- الانتشار منفعل Passive تحكمه قوانين فيزيكيميائيّة، ولا يلعب النقل الفعّال Active Transport أي دور فيها

لواحق الجلد:

- سبيل الدخول الرئيسي بالنسبة للكهرليّات Electrolytes، والجزيئات الكبيرة ذات معاملات انتشار منخفضة كالستيروئيدات القطبيّة Polar Steroids، والمضادات الحيويّة القطبيّة، وبعض الجسيمات الغروانيّة.

تنفذ الجزيئات بسرعة بعد عبورها الطبقة القرنيّة عبر النسيج الحيّة وصولاً إلى الدوران الجهازى

يعتمد نفاذ الدواء عبر الجلد على:

- الطبيعة الفيزيائية للدواء خاصة حجمه Size، وذوبانيته Solubility، ومعامل التوزع partition coefficient.
- المقياس الزمني Timescale للامتصاص
- موضع Site وحالة Condition الجلد
- صيغة Formulation.
- كيفية تأثير مكونات السّواغ Vehicle Components على خواص الطبقة القرنية مؤقتاً

المستحضرات الموضعيّة نصف الصلبة

Topical Semi-Solid Preparations

1- المراهم Ointments

1-1- مرآهم أليفة الشحم Lipophilic Ointments

1-2- مرآهم مستحلبة للماء Water-Emulsifying Ointments

1-3- مرآهم ماصّة الرطوبة Hydrophilic Ointments

2- الكريمات Creams

2-1- كريمات أليفة الشحم Lipophilic Creams

2-2- كريمات أليفة الماء Hydrophilic Creams

3- الهلامات Gels

3-1- الهلامات أليفة الشحم Lipophilic Gels

3-2- الهلامات ماصة الرطوبة Hydrophilic Gels

4¹¹- المعاجين Pastes

المستحضرات الموضعيّة نصف الصلبة

Topical Semi-Solid Preparations

- صممت هذه المستحضرات ذات المظهر المتجانس Homogeneous لتطبّق على الجلد Skin، أو على أغشية مخاطيّة Mucous Surfaces محدّدة للحصول على تأثير موضعي، أو لنفاذ المكونات الفعّالة عبر الجلد، أو لتأثيرها المرطب، أو الواقّي.
- تتألف المستحضرات الموضعيّة نصف الصلبة من أسس بسيطة Simple، أو مركّبة Compound، وتُذاب أو تبعثر فيها المكونات الفعّالة، وقد تؤثر الأسس على عمل المستحضر، وتحرر المكونات الفعّالة تبعاً لتركيبتها.

المستحضرات الموضعيّة نصف الصلبة

Topical Semi-Solid Preparations

تتألف الأسس من مركبات **طبيعيّة** أو **صنعيّة**، **وحيدة الطور** - Single-Phase، أو **متعددة الأطوار** Multiphase. قد يتمتع المستحضر بخواص **ماصة رطوبة** Hydrophilic، أو **أليفة شحم** Hydrophobic تبعاً لطبيعة الأساس.

قد يحوي مواداً **إضافيّة** مناسبة كمواد حافظة مضادّة للجراثيم Antimicrobial Preservatives، مضادات أكسدة Antioxidants، مواد مثبتة Stabilizers، عوامل استحلابية Emulsifiers، ومكثّفات Thickeners.

تعقّم المستحضرات الجلديّة نصف الصلبة المخصصة للجروح الواسعة المفتوحة، وللجلد المتضرر بشدة.

التخزين Storage: يجب تخزينها في درجة حرارة لا تزيد عن 25° إلا إن ذكر غير ذلك، ولا يجب تجميدها Freeze.

العنونة Labelling: تحوي اللصاقة على:

1. تاريخ انتهاء الصلاحية Expiration Date.
2. شروط Conditions حفظ المستحضر الموضعي.

• المراهم Ointments

• تعريف Definition: يتألف المرهم من قاعدة ذات طور واحد Single-Phase، تبعثر فيه المركبات الصلبة أو السائلة.

• المراهم أليفة الشحم Lipophilic Ointments

• تستطيع امتصاص Absorb كمية قليلة فقط من الماء

• المراهم المستحلبة للماء Water-Emulsifying Ointments

• تستطيع تشرب Absorb كميات كبيرة من الماء.

• المراهم ماصة الرطوبة Hydrophilic Ointments

وهي المستحضرات ذات الأسس المزوجة Miscible مع الماء

الكريمات Creams

- **تعريف Definition:** الكريمات هي مستحضرات متعددة الأطوار Multiphase، تتألف من طور أليف شحم Lipophilic Phase، وآخر مائي Aqueous Phase. صيغت الكريمات لتكون مزوجة Miscible مع إفرازات الجلد Skin Secretion. تطبق على الجلد أو على أغشية مخاطية محددة بغاية الوقاية Prophylactic، أو العلاج Therapy خاصة إذا كان التأثير السائد Occlusive غير ضروري.

الكريمات أليفة الشحم Lipophilic Creams

- يكون الطور المستمر Continuous Phase هو الطور أليف الشحم، وتحتوي عوامل استحلابية Emulsifying Agents من نمط ماء في زيت كشحم الصوف، استرات سوربيتان، غلسيريدات أحادية.

الكريمات أليفة الماء Hydrophilic Creams

- يكون الطور المستمر Continuous Phase هو الطور المحب للماء، وتحتوي عوامل استحلابية Emulsifying Agents من نمط زيت في ماء مثل صوابين الصوديوم، تري إيثانول أمين، أغوال دهنية مسلفنة، بولي سوربات،
• تمزج عند الضرورة مع عوامل استحلابية من نمط ماء في زيت.

الهلامات Gels:

- تعريف Definition: تتألف الهلامات من سوائل تهلم Gelled بعوامل مهلمة Gelling Agents مناسبة.
- 1- الهلامات **أليفة الشحم Lipophilic Gels**: هي المستحضرات ذات الأسس Bases المؤلفة عادة من بارافين سائل مع بولي ايثيلين، أو زيوت دهنية تهلم Gelled باستعمال سليكا الغروية، أو صوابين الزنك، أو الألمنيوم.
- 2- الهلامات **ماصة الرطوبة Hydrophilic Gels**: هي المستحضرات ذات الأسس Bases المؤلفة عادة من ماء، غليسيرول، بروبيلين غليكول تهلم باستعمال عوامل مهلمة Gelling Agents مناسبة مثل: النشاء، مشتقات السلولوز، متماترات كربوكسي فنيل، سيليكات الألمنيوم- مغنزيوم، صمغ الكثيراء.
- **المعاجين Pastes**
- تعريف Definition: هي مستحضرات نصف صلبة تحوي نسب كبيرة من المواد الصلبة المبعثرة Dispersed بشكل ناعم في الأساس. تطبق عادة على مساحات متمركزة صغيرة من الجلد.

المستحلبات Emulsions

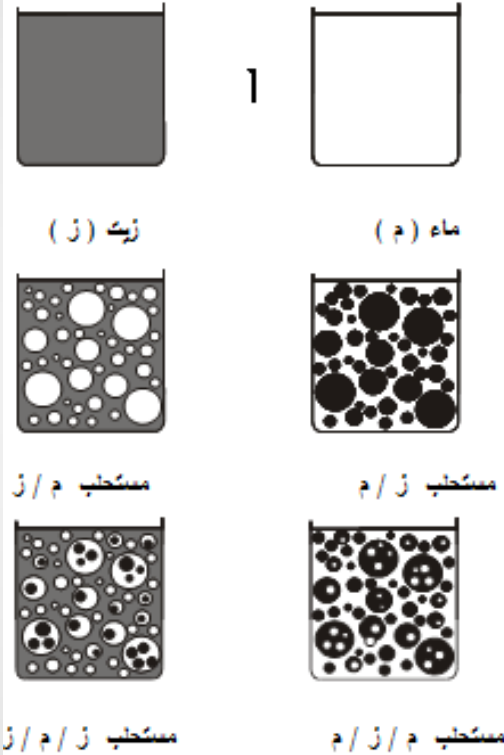
...

تعريف

يمكن تعريف المستحلبات بأنها **جملة غير متجانسة** مكونة من **سائلين غير ممتزجين**، يتبعثر أحدهما ضمن الآخر بشكل **قطيرات** يتجاوز قطرها **0.1 ميكرومتر**. تكون مثل هذه الجملة **قليلة الثبات**. ويمكن زيادة ثباتها بإضافة **مواد مساعدة** تسمى العوامل الاستحلابية كالمواد الخافضة للتوتر السطحي مثلاً. يشكل السائل المبعثر الطور المبعثر أو الطور الداخلي للمستحلب، بينما يشكل الطور السائل الذي تتبعثر فيه القطيرات الطور المستمر أو الخارجي.

يتراوح قطر الأجزاء المبعثرة في المستحلبات بين **0.2 و 10 ميكرومتر**. إلا أنه من الممكن أن يصل قطر الأجزاء إلى **0.01 ميكرومتر** في المستحلبات الدقيقة **Microémulsions** وإلى **50 ميكرومتر** في المستحلبات الخشنة.

- يتكون أحد طورَي المستحلب عادة من **الماء**، أو من محلول مائي يحوي مختلف المواد **المنحلة في الماء** (أغوال، غليكولات، سكريات، أملاح معدنية وعضوية، ...). ويتكون الطور الآخر من مادة عضوية، تكون بعمامة **زيتاً**، تحوي مختلف المواد **المنحلة في الزيت** (أحماض دسمة، أغوال دسمة، شموع، مواد فعالة منحلة في الزيت، ...).



- عندما يكون الطور الزيتي مبعثراً ضمن الطور المائي يكون المستحلب الناتج من نمط **زيت / ماء**

- وعندما يكون الطور المائي المبعثر ضمن الطور الزيتي يكون المستحلب الناتج من نمط **ماء / زيت**

- قد يكون الطور الداخلي نفسه مؤلفاً من طورين بحيث يكون كامل المستحلب من نمط **زيت / ماء / زيت**، أو

ماء / زيت / ماء

نظريات الاستحلاب

وضعت العديد من النظريات في محاولة لإيضاح كيف يمكن للعوامل الاستحلابية أن تعمل على تعزيز الاستحلاب:

- نظرية التوتر السطحي.
- توجه جزيئات العامل الاستحلابي في سطح الفصل.
- ونظرية الفيلم اللدن أو الواقع بين سطحين.

1- سطح الفصل – التوتر في سطح الفصل:

إذا بعثرنا، بنتيجة رج شديد، الزيت ضمن الماء على شكل قطيرات يكون عدد القطيرات مرتفعاً وتزداد قيمة سطح الفصل بين الزيت والماء، هذه الزيادة الهائلة في قيمة سطح الفصل بين السائلين في أثناء عملية الاستحلاب هي السبب في عدم ثبات المستحلب الناتج بسبب قوة تسمى التوتر في سطح الفصل، تعمل على إنقاص سطح التماس بين الس

التوتر في سطح الفصل بين سائلين:

حسب قاعدة انتونوف Antonoff، الفرق بين التوترين السطحيين للسائلين المتماسين. أي أن:

$$\text{تو أ} / \text{ب} = \text{تو أ} - \text{تو ب}$$

تو أ / ب = التوتر في سطح الفصل بين السائلين أ و ب.

تو أ = التوتر السطحي للسائل أ.

تو ب = التوتر السطحي للسائل ب.

يحدد التوتر في سطح الفصل بالعلاقة:

$$\text{تو } \alpha/\beta = \Delta / \epsilon \text{ س}$$

حيث: $\epsilon =$ العمل أو القدرة الضرورية لزيادة السطح بمقدار Δ س.
 Δ س = زيادة السطح.

$$\text{ومنه : } \epsilon = \text{تو } \alpha/\beta \times \Delta \text{ س}$$

أي أن العمل الضروري للاستحلاب يتناسب طردياً مع جداء التوتر في سطح الفصل في زيادة سطح التماس بين السائلين، أي كلما كان التوتر في سطح الفصل كبيراً كانت القدرة الضرورية للوصول إلى حالة تبعثر محدودة كبيرة.

تختزن القدرة المقدمة في أثناء عملية الاستحلاب في الجملة المبعثرة الناتجة، التي تصبح ذات قدرة كبيرة، وتسمى بالقدرة السطحية الحرة (قد) حيث:

$$\text{قد} = \text{تو } \alpha/\beta \times \Delta \text{ س}$$

كما هو واضح من العلاقة السابقة، فإن هذه القدرة تكون كبيرة كلما كان التوتر في سطح الفصل بين السائلين كبيراً.

كل جملة ذات قدرة كبيرة تكون غير ثابتة من الناحية الترموديناميكية وتعمل تلقائياً على إيصال هذه القدرة إلى حدودها الدنيا

فإن جملة مبعثرة متميزة بتوتر مرتفع في سطح الفصل تعمل على إيصال القدرة السطحية الحرة إلى حالتها البدئية بسرعة. وذلك بإنقاص سطح الفصل عن طريق اندماج القطيرات المبعثرة، وتشكل قطرات أكبر إلى أن ينفصل طورا المستحلب انفصالاً كاملاً (الحد الأدنى للقدرة).

لكي تتمتع الجملة المبعثرة بثبات كاف، يجب **إنقاص قيمة التوتر** في سطح الفصل بين طوري المستحلب. من الناحية العملية:

- يكون الاستحلاب صعباً إذا كانت قيمة التوتر في سطح الفصل بين طوري المستحلب **أكبر من 10 دينة / سم (Dyn/cm)**.
- يتشكل المستحلب بسهولة عندما تكون قيمة التوتر في سطح الفصل محصورة **بين 5 و 10 دينة / سم**.
- بينما يتشكل المستحلب تلقائياً إذا كانت قيمة التوتر في سطح الفصل بحدود **1 دينة / سم**.

تعتمد الوسيلة المتبعة في إنقاص قيمة التوتر في سطح الفصل بين سائلين على **تغيير طبيعة سطح الفصل** بين هذين السائلين، وذلك بإضافة مادة مناسبة تسمى **العامل الاستحلابي**

العوامل الفعالة سطحياً

العوامل الفعالة سطحياً هي مواد تخفض من قيمة التوتر السطحي للسوائل التي تضاف إليها بنتيجة امتزاز جزيئاتها الإيجابي على سطح السائل.

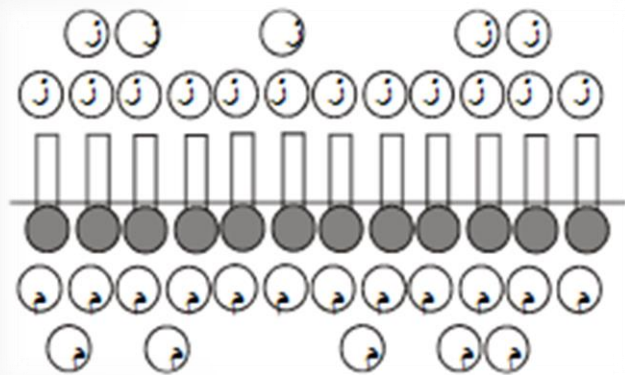
امتزاز العوامل الفعالة سطحياً - علاقة جيبس

إذا أضفنا إلى الجملة المبعثرة مادة تنتقل جزيئاتها بشكل أفضل إلى سطح الفصل، فإن قيمة التوتر في سطح الفصل، وبالتالي القدرة السطحية الحرة، تنخفض تلقائياً لأن جزيئات طوري المستحلب لا تعود بتماس مباشر

يمكن توضيح عملية امتزاز الجزيئات على سطح الفصل لجملة ثنائية
الطور كميّاً **بعلاقة جيبس** الآتية:

$$m = - (f / \theta) \times (\Delta / \theta) \quad (f)$$

حيث: m = الامتزاز، أي زيادة كمية المادة في وحدة السطح بالنسبة لكمية
المادة المنحلة ضمن كتلة المحلول.



f = فعالية المادة المنحلة (جزيئة / ل).

θ = التوتر في سطح الفصل.

θ = ثابتة الغازات الكاملة.

h = درجة الحرارة المطلقة.

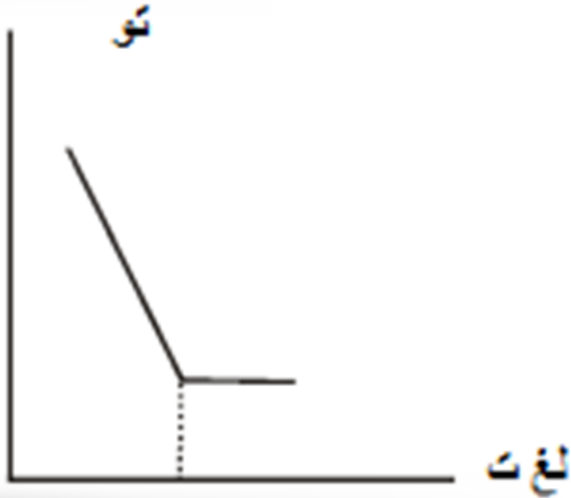
تكون **قيمة الامتزاز (م)**، بالنسبة للمواد الفعالة سطحياً، عملياً مساوية
لعدد جزيئات المادة الفعالة سطحياً الممتزة على 1 سم² من سطح الفصل.

بالنسبة للجمل الممددة، تكون الفعالية (ف) عملياً مساوية لتركيز المادة الفعالة سطحياً في المحلول (ت). وبالتالي فإن علاقة جيبس تصبح على الشكل الآتي:

$$m = - \left(\frac{t}{\Delta} \right) \times \left(\frac{\Delta}{t} \right)$$

حيث: ت = تركيز المادة الفعالة سطحياً.

بتحديد كمية المادة الفعالة سطحياً الممتزة على وحدة سطح الفصل بدلالة لوغار يتم تركيز المادة الفعالة سطحياً



ييدي المنحنى قيمة ثابتة للتوتر في سطح الفصل لا تتغير مع ازدياد تركيز المادة في المحلول.

يعود ذلك إلى تشكل **مذيلات Micelles** من جزيئات المادة الفعالة سطحياً اعتباراً من تركيز محدد يسمى التركيز المذيبي الحرج (ت. م. ح.). فاعتباراً من هذا التركيز **لا تتغير** فعالية المادة الفعالة سطحياً عندما يزداد تركيزها

أي يصل الامتزاز إلى حده الأعظمي، وتصبح الفعالية ثابتة نتيجة تشكل المذيلات **اعتباراً من التركيز المذيبي الحرج**

التركيز المذيبي الحرج **ثابتة مهمة** بالنسبة للمادة الفعالة سطحياً: إذا كانت قيمة هذا التركيز **منخفضة**، تجتمع جزيئات المادة لتشكيل المذيلات بدلاً من توزيعها في مواقع الامتزاز **ويضيع** بذلك قسم من الفعالية السطحية للمادة.

امتزاز جزيئات المادة الفعالة سطحياً يرتبط بعوامل عديدة، منها:

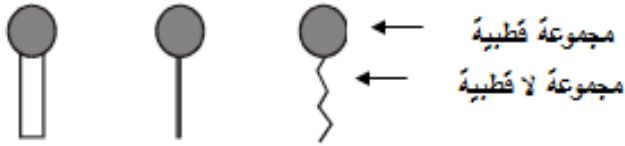
- طبيعة جزيئات المادة.
- قيمة باهاء pH الوسط.
- طبيعة الكهارل الموجودة في الوسط وتركيزها.
- طبيعة الطورين المشكلين لسطح الفصل.
- درجة الحرارة.

2- بنية العوامل الفعالة سطحياً – نمط المستحلب:

تتميز العوامل الفعالة سطحياً ببنية ثنائية الميل Amphiphile تتألف من:

مجموعة قطبية أو محبة للماء.

مجموعة لا قطبية أو نفورة من الماء



المادة ثنائية الميل أكثر ميلاً للماء أو أكثر ميلاً للزيت، وذلك حسب **تغلب** المجموعات القطبية أو المجموعات اللاقطبية في الجزيئة.

من الضروري وجود **توازن مناسب بين هذين الميادين** بحيث تمتز (أو تتوضع) جزيئة المادة الفعالة سطحياً في سطح الفصل بين طورَي المستحلب، **لا أن تنجذب كاملاً** إلى الطور المائي أو إلى الطور الزيتي.

عندما تكون جزيئات العامل الاستحلابي **أكثر حباً للماء** (تغلب المجموعة القطبية)، تكون قوى جذب جزيئات الماء للمجموعة المحبة للماء في جزيئات العامل الاستحلابي أكبر، وينحني سطح الفصل بحيث يكون التحذب من الطرف المائي ويكون التقعر من الطرف الزيتي (مستحلب من **نمط ز / م**).

في حال جزيئات العامل الاستحلابي **أكثر حباً للدهن**، يكون الوضع بالعكس وتعطي **مستحلبات م / ز**.

مثال: نخلات الكالسيوم،

تكون المجموعة اللاقطبية

المحبة للزيت أقوى من

المجموعة القطبية. لذلك

فهي تعطي مستحلبات من

نمط م / ز



الحالة التي يعتبر فيها العامل الاستحلابي طوراً ثالثاً مستقلاً في المستحلب، من الممكن تفسير تشكل المستحلب وفق نمط معين بوجود توتر في سطح الفصل بين العامل الاستحلابي والزيت (توع/ز) وتوتر في سطح الفصل بين العامل الاستحلابي والماء (توع/م).

- $\text{توع/ز} < \text{توع/م}$: ينكمش سطح الفصل بين طبقة العامل الاستحلابي والزيت ينكمش بصورة أشد من انكماش سطح الفصل بين العامل الاستحلابي والماء. أي أن الزيت يصبح طوراً داخلياً، وبالتالي فإن المستحلب يكون من نمط ز / م.
- $\text{توع/م} < \text{توع/ز}$: المستحلب الناتج يكون من نمط م / ز.

تصنيف العوامل الفعالة سطحياً

تصنف العوامل الفعالة سطحياً في أربع زمر كبيرة:

- 1- العوامل **الصاعدية** أو ذات الشحنة السالبة Anionics.
- 2- العوامل **الهابطية** أو ذات الشحنة الموجبة Cationics.
- 3- العوامل **المذبذبة** أو ثنائية الشحنة Amphoteric.
- 4- العوامل **غير المتشردة** أو **عديمة الشحنة** Nonionics.

1- العوامل الفعالة سطحياً الصاعديّة

يختلف بعضها عن بعض بطبيعة المجموعة الكيميائية التي تحمل الشحنة السالبة، وبالرابط الذي يربط هذه المجموعة بالقسم المحب للزيت من جزيئة العامل.

أهمها:

آ - مجموعة الكاربوكسيل R-COOM :

1- الصوابين القلوية:

هي أملاح لحموض دسمة (مؤلفة من 12 - 18 فحماً) مشبعة أو غير مشبعة لهوابط (شوارد موجبة) أحادية التكافؤ مثل الصوديوم أو البوتاسيوم أو الأمونيوم وتعطي مستحلبات من نمط ز / م.

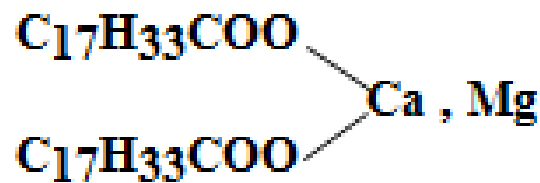
✓ كشمات الصوديوم $C_{17}H_{35}COO Na$

✓ و زيئات الصوديوم أو البوتاسيوم $C_{17}H_{33}COO Na, K$

✓ و ريسينولات الصوديوم $C_{17}H_{33} (OH) COO Na$

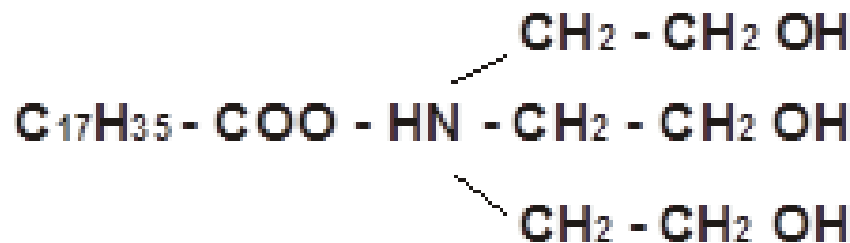
2- الصوابين المعدنية: هي أملاح لحموض دسمة (مؤلفة من 12- 18 فحماً) مشبعة أو غير مشبعة لهوابط ثنائية أو ثلاثية التكافؤ مثل Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} وتعطي مستحلبات من نمط م / ز.

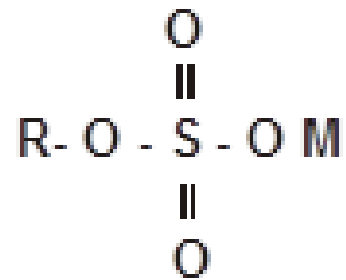
كزيئات الكالسيوم أو المغنزيوم



3- الصوابين العضوية: تعطي مستحلبات من نمط ز / م

كشحات التري ايتانولامين





ب - مجموعة السلفات

ومثالها:

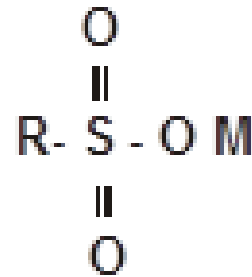


لوريل سلفات الصوديوم

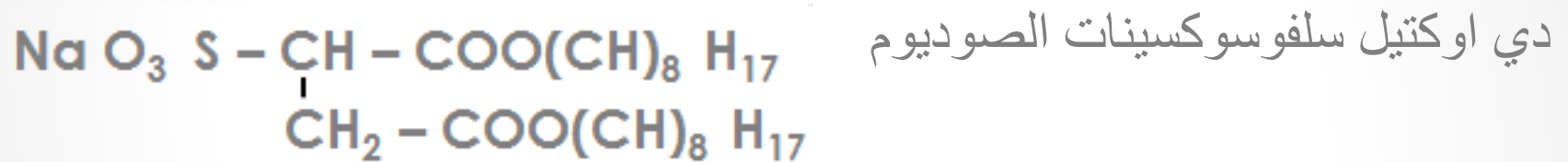


وستيل سلفات الصوديوم

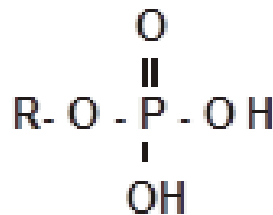
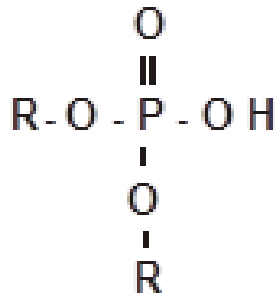
• ج - مجموعة السلفونات



ومثالها:



د - مجموعة الفسففات



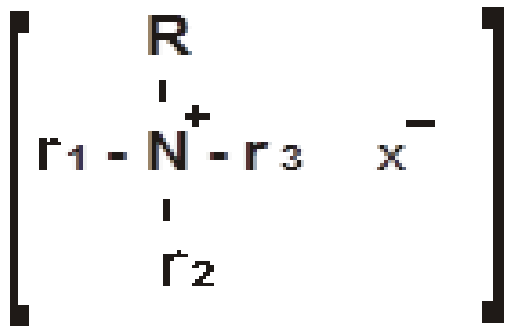
ومثالها:

فسفات الادي ديسيل (استرات فوسفورية مع أغوال دسمة).

2- - العوامل الفعالة سطحياً الهابطية

1- أملاح الأمونيوم الرباعية

من أكثر العوامل الفعالة سطحياً الهابطية استعمالاً



حيث:

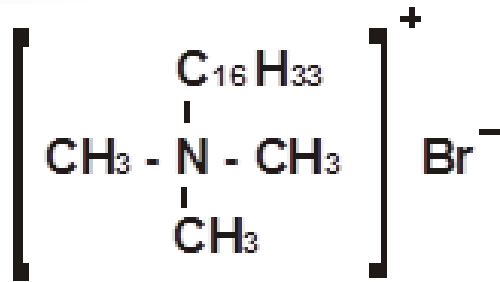
R = سلسلة فحمية يتراوح عدد ذرات الفحم فيها بين 10 و 18 ذرة.

r1, r2, r3 = جذور متشابهة أو مختلفة: C₆H₅-CH₂, C₂H₅,
....، CH₃

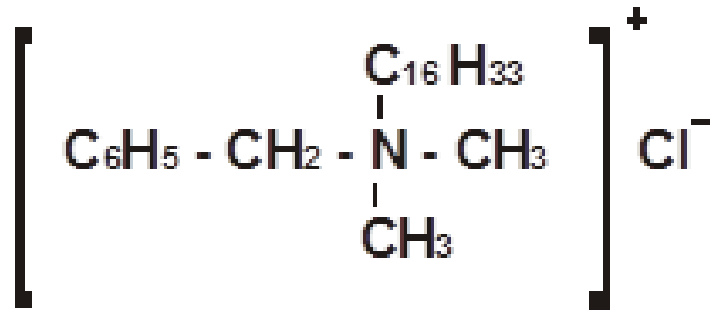
X = شاردة بروم أو كلور أو يود.

أمثلة هذه المركبات:

السيتريميد Cetrime أو السيتافلون Cetavlon (بروم ستيل ثلاثي متيل أمونيوم):

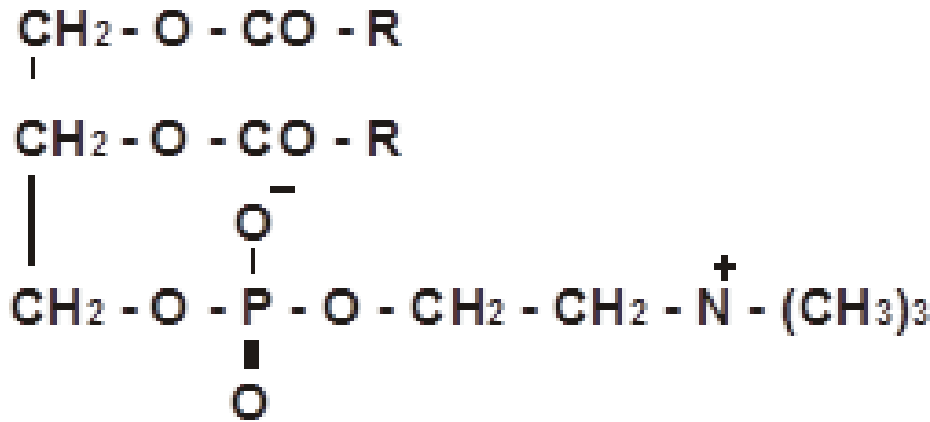


كلور البنزلكونيوم (كلور ستيل ثنائي متيل بنزيل أمونيوم):



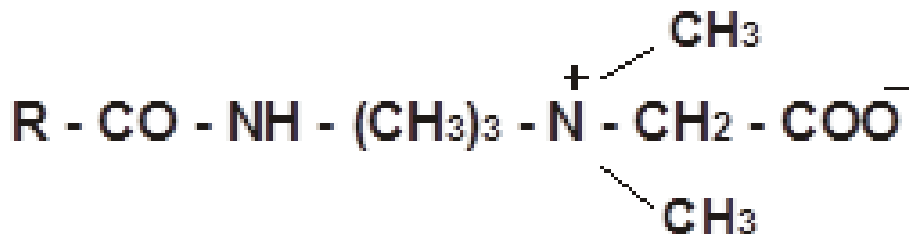
3- العوامل الفعالة سطحياً المذبذبة

تحتوي جزيئاتها مجموعات حمضية ومجموعات قلوية، لهذا فهي تتصرف كعوامل هابطية أو صاعدة، وذلك حسب قيمة باهاء الوسط الذي توجد فيه.
منها:



الفسفوليبيدات Phospholipids

البيتائينات Betaine



حيث:

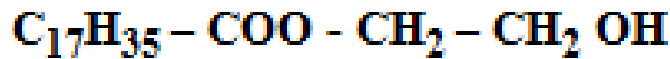
R = جذر حمض دسم مشبع
أو غير مشبع
(مؤلف من 12 - 18 فحماً)

4- العوامل الفعالة سطحياً عديمة الشحنة

- ✓ من أهم العوامل الفعالة سطحياً.
 - ✓ تمتاز بعدم تأثرها عملياً بقيمة باهاء الوسط.
 - ✓ لا تتنافر مع العوامل الأخرى الصاعدية أو الهابطية أو المذبذبة.
- تصنف تلك العوامل بعامة **حسب طبيعة الرابط** الذي يجمع بين القسم المحب للماء والقسم المحب للزيت في جزيئة العامل الفعال سطحياً.

(آ) استرات الغليكول مع الأحماض الدسمة

مثالها:



شحومات الاتيلين غليكول

أو البروبيلين غليكول

أو ثنائي اتيلين غليكول

ب) استراتات الغليسرول مع الأحماض الدسمة

ومثالها: وحيدة شحومات الغليسرول



ج) مشتقات بولي أكسي اتيلين

يمكن تصنيفها في زمر عدة:

1- استراتات بولي أكسي اتيلين مع الأحماض الدسمة:

(تسمى تجارياً ميرج **Myrj**)



حيث: R = جذر حمض دسم مشبع أو غير مشبع (مؤلف من 12 - 18 فحماً)

2- اتيرات بولي أكسي اتيلين مع الأغوال الدسمة: (تسمى تجارياً بريج **Brij**)

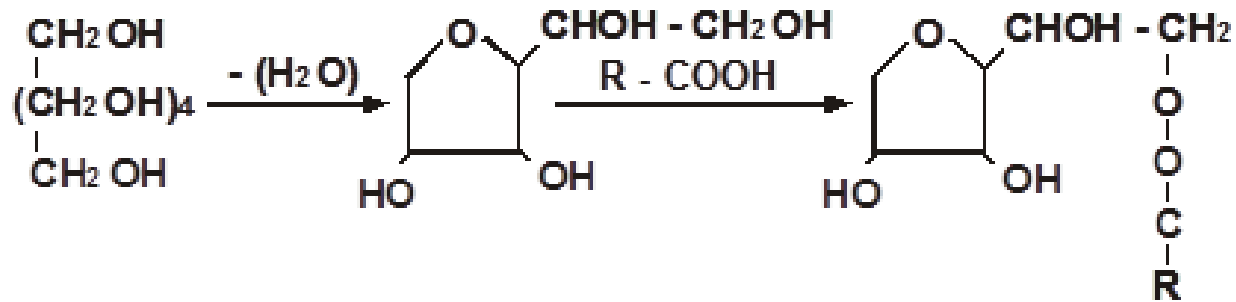


حيث: R = جذر غول دسم (مؤلف من 12 - 18 فحماً)

3- استرات السوربيتان مع الأحماض الدسمة

- ✓ وهي المركبات الأكثر استعمالاً في الصيدلة.
- ✓ تنتج هذه المركبات من أسترة السوربيتان (بلا ماء السوربيتول) مع حمض دسم.

- ✓ تسمى هذه المركبات تجارياً سبان **Span** أو أرلاسيل **Arlacel**
- ✓ يختلف بعضها عن بعض باختلاف الحمض الدسم المتأستر.
- ✓ تعطي مستحلبات من نمط م / ز.



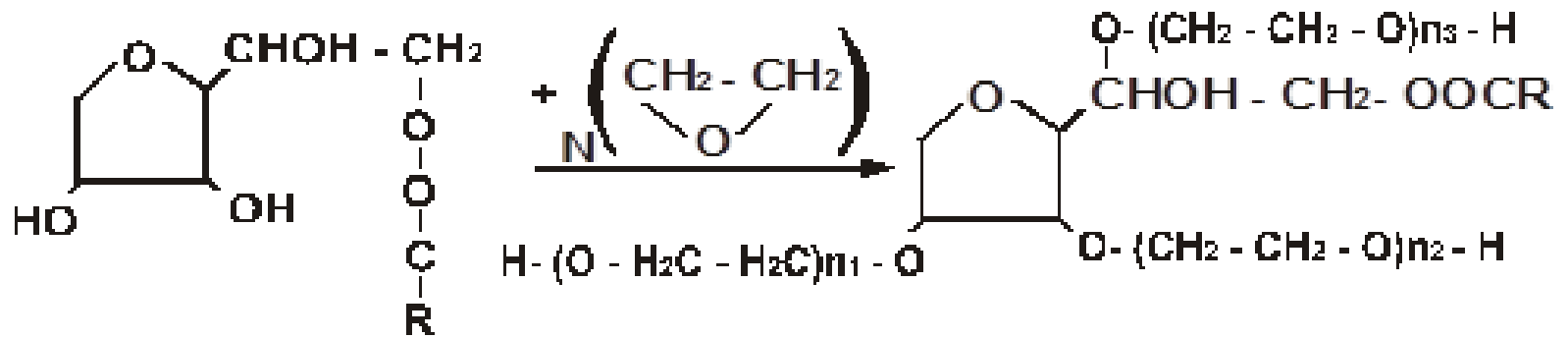
سوربيتول

1، 4 بلا ماء السوربيتول

سبان أو أرلاسيل

1، 4 سوربيتان

عند تثبيت مجموعات أكسيد الاثيلين مكان الوظائف الغولية في المركبات السابقة نحصل على مركبات محبة للماء تسمى بولي سوربات Polysorbates أو التوين Tween:



حيث: $N = n_1 + n_2 + n_3$

تختلف مركبات التوين فيما بينها باختلاف الحمض الدسم المتأستر من جهة، وباختلاف عدد مجموعات أكسيد الاثيلين من جهة أخرى، وهي تعطي مستحلبات من نمط ز / م

يشار إلى مركبات السبان والتوين بأرقام تدل على طبيعة الحمض الدسم المتأستر مع السوربيتان، وذلك وفق الجدول:

الرقم	الحمض الدسم المتأستر
20	حمض الغار (12 فحماً)
40	حمض النخل (16 فحماً)
60	حمض الشحم (18 فحماً)
80	حمض الزيت (18 فحماً مع رابط مضاعف)
65	ثلاثي شحمات
85	ثلاثي زيئات
83	زيئات ونصف (نولاً سوربيتان لكل ثلاث سلاسل نسمة)