الفصل الثاني

الماء والمحاليل

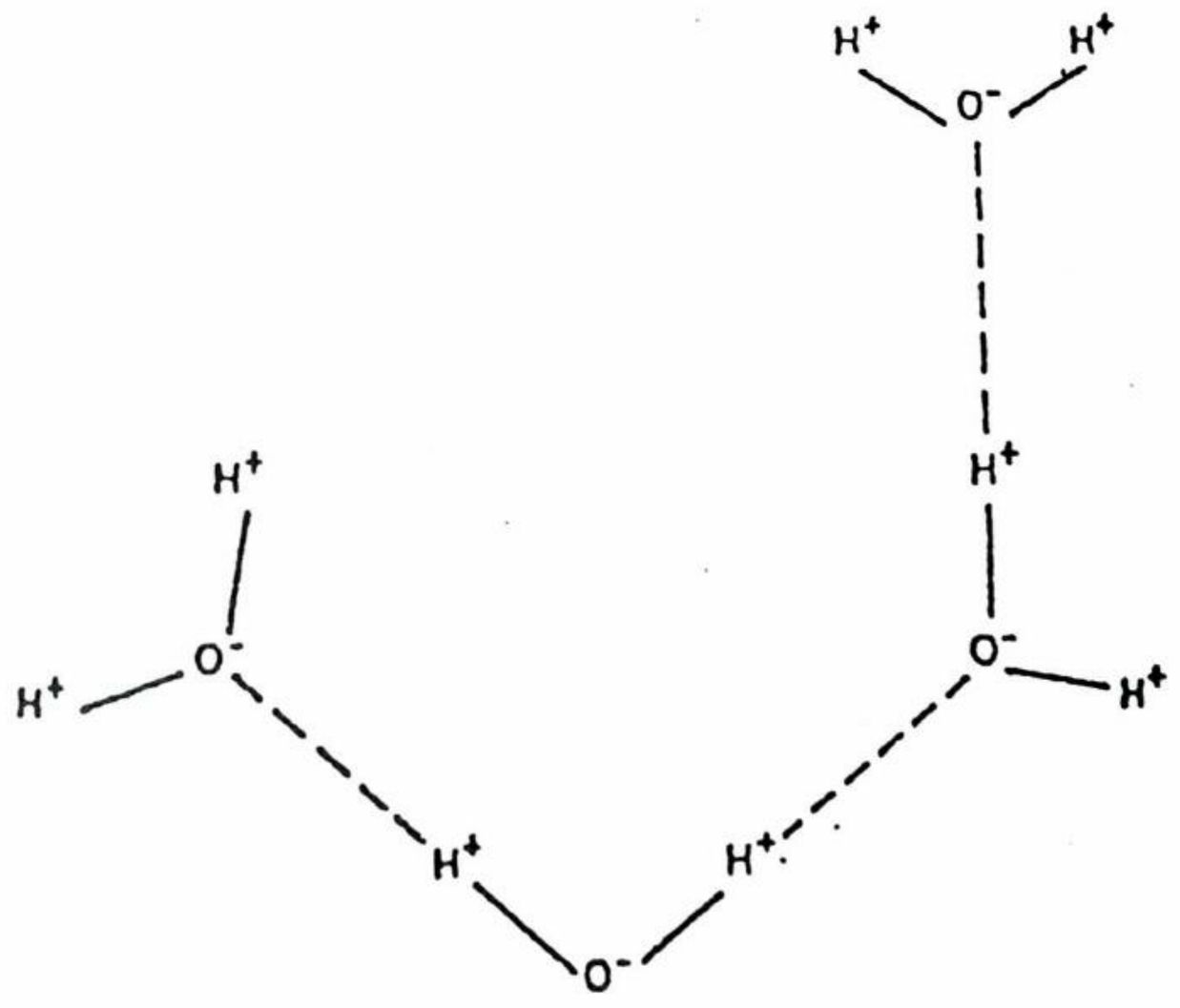
Water and Solutions

خصائص الماء :

يحتوي جسم الكائن الحي على أعلى نسبة من جزيئات الماء تقدر بـ 70% او أكثر من وزن الجسم مقارنة بالجزيئات الاخرى. وفضلاً عن وجود الماء بغزارة على سطح المعمورة فإنه يمتلك خواص كيمياوية وفيزياوية فريدة بحيث تلائم جداً الانظمة البايولوجية. إن معظم هذه الخواص مشتقة من القطبية Polarity ، ومن الآصرة الهيدروجينية Hydrogen bonding التي تملكها جزئية الماء.

– قطبية جزئية الماء Polarity of water Molecule

نظراً للكهربائية السالبة electronegativity لذرة الاوكسجين وزاوية الآصرة bond ang مابين ذرتي الهيدروجين، اصبحت جزئية الماء قطبية، فذرة الاوكسجين تحمل حنة سالبة جزئياً، وكل من ذرتي الهيدروجين تحمل شحنة موجبة جزئياً (انظر الشكل 1–).



شكل (2–1) دور الاواصر الهيدروجينية في تركيب الماء الموضحة بالخطوط المتقطعة

Scanned by TapScanner

ولكون الماء مركباً قطبياً فعليه يعد مذيباً جيداً للمركبات القطبية ، ولكنه غير قابل للامتزاج بالمركبات غير القطبية الحاوية على مجاميع كارهة للماء hydrophobic groups .

٢- الآصرة الهيدروجينية لجزيئة الماء Hydrogen bonding of water molecule

تتكون الأصرة الهيدروجينية على العموم من تجاذب الحث الكهربائي electrostatic attraction مابين ذرة سالبة كهربائياً (عادة الاوكسجين او النتروجين) مع ذرة الهيدروجين المرتبطة بآصرة تساهمية مع ذرة اخرى سالبة كهربائياً. فجزئية الماء في الحالة السائلة اذن لها القابلية على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزئيات الماء الاخرى كما في الشكل 2-1. ونظراً لاحتواء جزئيات الماء على هذه الخاصية فانه يمتلك الصفات الأتية :

١- ارتفاع درجة حرارة التبخر Heat of vaporization

إن الكمية العالية من الحرارة وقدرها 540 سعرة / غم اللازمة لتبخر غرام واحد من الماء لها فائدة كبيرة للمحافظة على كمية الماء داخل الجسم بحيث ان تبخر الماء يصبح أقل مايمكن.

٢- درجة انصهار عالية High melting point

تعد درجة انصهار الماء عالية اذا ما قورنت بدرجات انصهار المذيبات الاخرى كالميثانول والايثانول والبروپانول والاستيون والكلوروفورم. ان الاهمية البايولوجية لارتفاع درجة انصهار الماء تظهر في المحافظة على الكائنات الحية من الانجماد ، اذ كلما زادت درجة حرارة الانصهار تطلب رفع تلك الحرارة العالية من السائل لتحويله الى الصلب.

٣- قابلية استيعاب عال للحرارة High heat capacity

إن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء تقدر بسعرة حرارية واحدة. ان هذه الكمية من الحرارة تعد عالية بالنسبة للماء. ان الفائدة البايولوجية المتوخاة من هذه الصفة هي ان الكائن الحي بامكانه أن يكتسب اويفقد حرارة عالية نسبياً بأقل مايمكن من تغيير في درجة حرارة الجسم.

Scanned by TapScanner

عند إذابة مادة صلبة في سائل فإن هنالك ثلاثة امور تتم وهي :

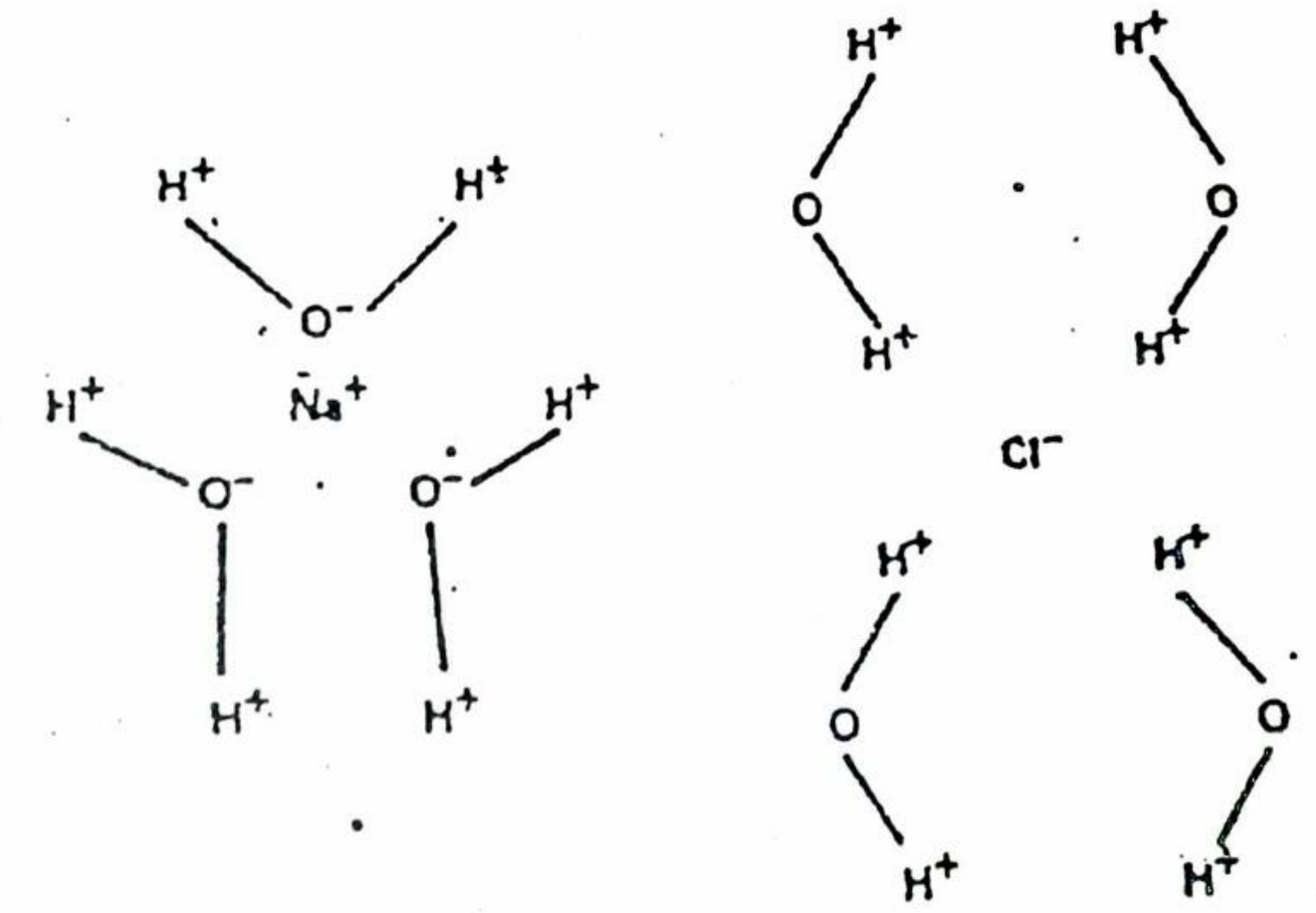
١ – تكسر الاواصر التي تربط بين الجزئيات او الايونات للمركب الصلب .

٢ – تكسر الاواصر التي تربط بين جزئيات السائل (المذيب) .

٣ –تشكيل أواصر جديدة مابين جزئيات السائل المذيب وجزئيات أو أيونات المركب المذاب .

ولما كان الماء مركباً قطبياً Polar عالياً ، فهو مذيب جيد للجزئيات القطبية والأيونية ومن الامثلة على ذلك :

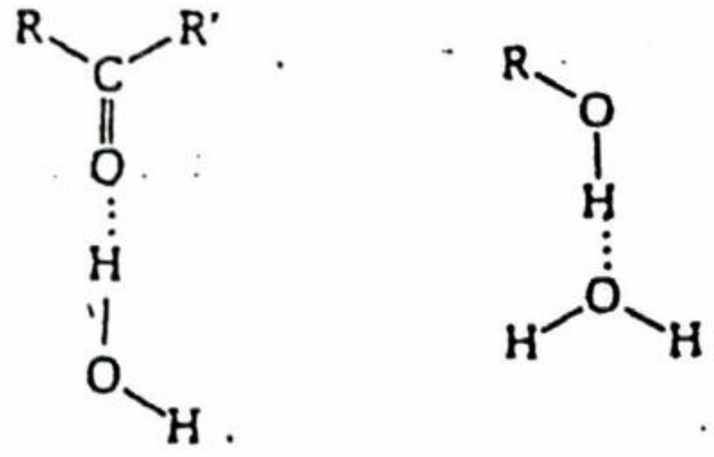
١ – يستطيع الماء أن يذيب ملح الطعام حيث ان الايونات تترتب بحيث تكون أيونات الصوديوم الموجبة قريبة من ذرات الاوكسجين الحاملة للشحنة السالبة في حين تكون أيونات الكلوريد السالبة محاطة بذرات الهيدروجين الحاملة الشحنة الموجبة (شكل 2–2).



الشكل (2–2) ترتيب جزيئات الماء حول ايونات الصوديوم والكلوريد في المحلول .

٢ – ومن المركبات الاخرى التي تذوب في الماء هي المركبات العضوية الحاوية على مجاميع قطبية ، ومن هذه المركبات السكريات والكحولات والالديهايدات والكيتونات . ويعزى ذوبان هذه المركبات الى ميل جزئية الماء الشديد الى تكوين آصرة هيدروجينية مع مجاميع الهيدروكسيل للسكريات والكحولات ، او مجاميع الكاربونيل للالديهايدات والكيتونات ، كما هو موضح في الشكل (2–3).

Scanned by TapScanner



الشكل (2–3) أواصر هيدروجينية (أ) بين الماء والكحولات (ب) بين الماء ومجاميع الكربونيل.

ذوبان المركبات غيرالقطبية Solubilisation of non— polar compounds

ان معظم المركبات الموجودة في الانسجة الحية هي قطبية سريعة الذوبان في الماء ، غير ان هناك بعض المركبات غير القطبية كالدهون مثلاً . ويتوجب على هذه المركبات ان تنتقل في المحلول الى الانسجة المختصة لكي تشارك في التفاعلات الحياتية . ولكي تتحول المركبات غير القطبية الى مركبات ذائبة في المحلول يجب ان ترتبط بجزئية اخرى قطبية ذائبة في الماء. ومن الامثلة الحيوية على ذلك مايأتي :

١ـ الاتحاد مع بروتينات مصل الدم Association with plasma proteins

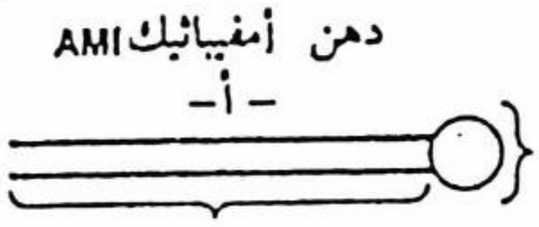
تعد بروتينات مصل الدم مثل الالبومين Albumin خير ناقل لكثير من المركبات غير القطبية كالاحماض الدهنية والبليروبين bilirubin وبعض العقاقير كالپنسلين والاسپرين . حيث تحتوي جزيئة الالبومين على سلاسل جانبية مشحونة كهربائياً ، فهي اذن قطبية وذائبة في الماء. وفي نفس جزيئة الالبومين مناطق غير قطبية حيث تعد موقعاً للاتحاد مع المركبات غير القطبية.

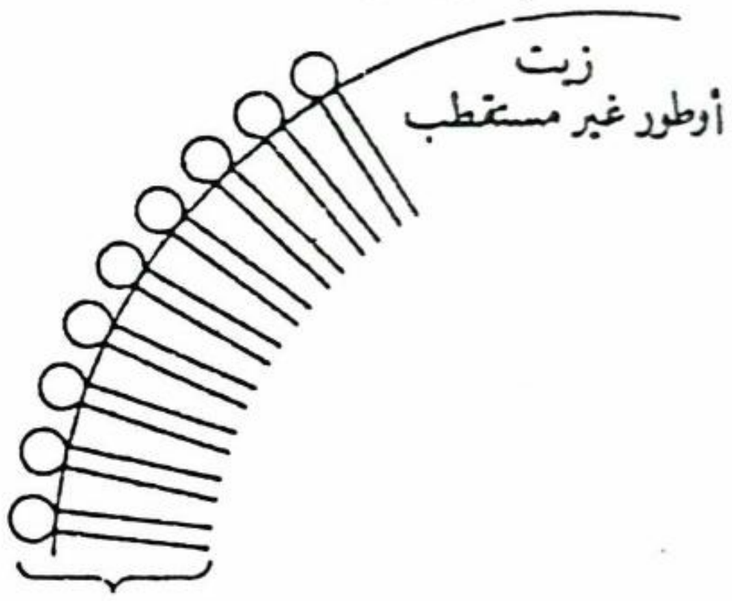
٢– تكوين المذيلات Micelles formation

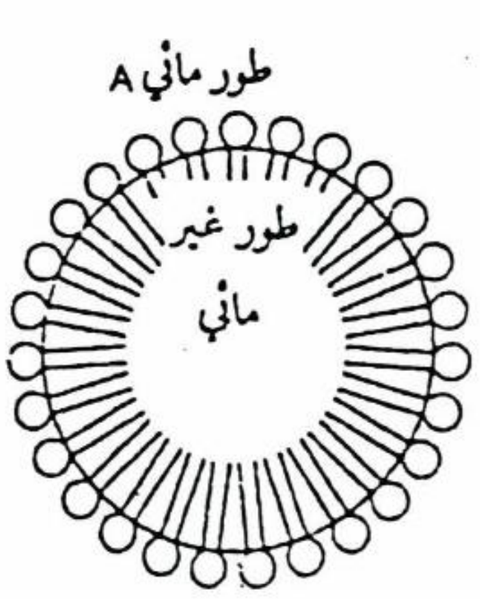
إن الدهون عموماً غير ذائبة في الماء ، حيث تحوي عموماً على مجاميع غير مستقطبة (هايدروكاربونية). إلاّ أن الاحماض الدهنية والدهون المستقطبة مثل الدهون الفوسفاتية والإسفنجية وأملاح الصفراء وغيرها (انظر فصل 4) تحوي جميعاً مجاميع مستقطبة أيضاً وبهذا فإن قسماً من جزيء هذا الدهن يكون كارهاً للماء (غير ذائباً في الماء) hydrophobic، وقسماً منه محباً للماء (ذائباً في الماء) hydrophilic. ويطلق على مثل هذه الدهون بالدهون القطبية– غير القطبية المزدوجة (أمفيباثيك amphipathic) شكل (2–4 – أ).

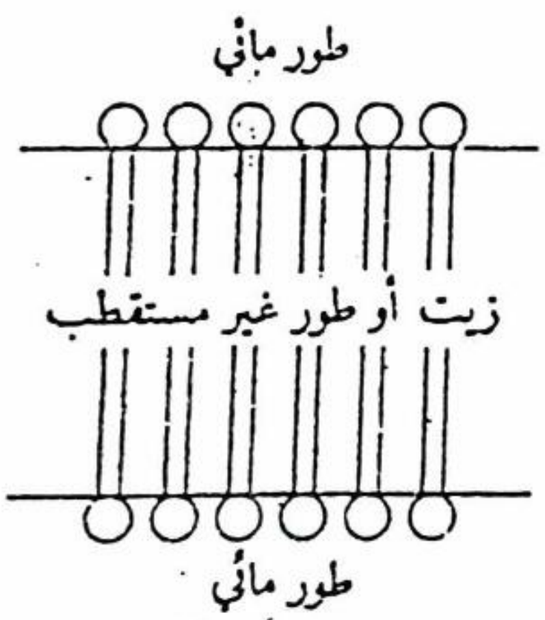
Scanned by TapScanner

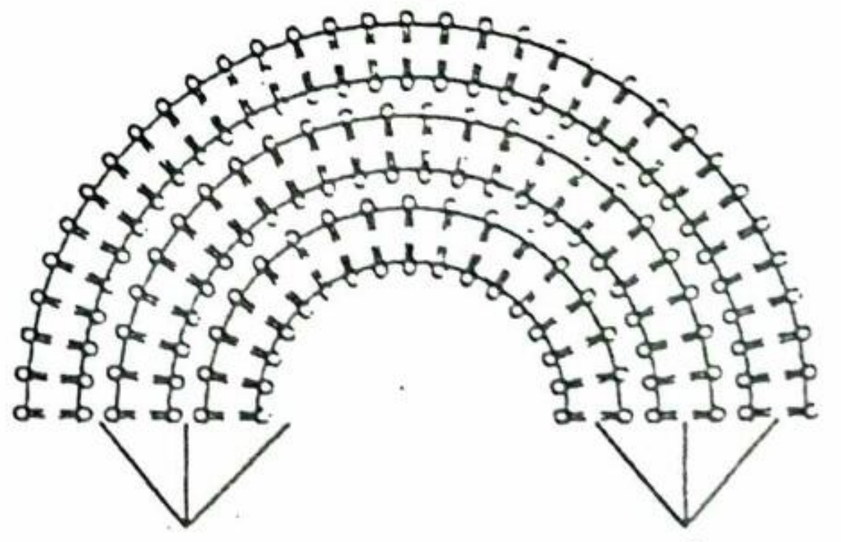
وعند تواجد مثل هذه الدهون (وبتركيز حرج) في وسط مائي فإنها تكون تجمعات (مذيلات) تدعى ميسيلس micelles. حيث أنه وبصورة تلقائية تتجه المجاميع غير المستقطبة (السلاسل الهيدروكاربونية) نحو الداخل، بعيداً عن الطور المائي، متجاذبة مع بعضها بوساطة قوى ڤاندر ڤالس Vander walls، بينما تتجه المجاميع المستقطبة الى الخارج مرتبطة بالطور المائي شكل (2 – 4 – جـ). وقد تذوب الدهون غير المستقطبة في الوسط المائي مكونة مستحلبات emulsions(وهذه دقائق او تجمعات أكبر من المذيلات) وذلك بإضافة مواد استحلاب emulsifying agents (مثل الليسيثين). إن املاح الصفراء bile salts، تكون مذيلات وجسيمات دهنية (ليبوسومات) liposomes في الوسط المائي، وبهذا تكون مهمة في تسهيل عملية هضم وأمتصاص الدهون. ويعتبر التركيب الأساسي للأغشية البايولوجية (الحيوية) عبارة عن طبقة ثنائية bilayer من دهون قطبية – لاقطبية مزدوجة amphipathic، شكل (2 – 4).

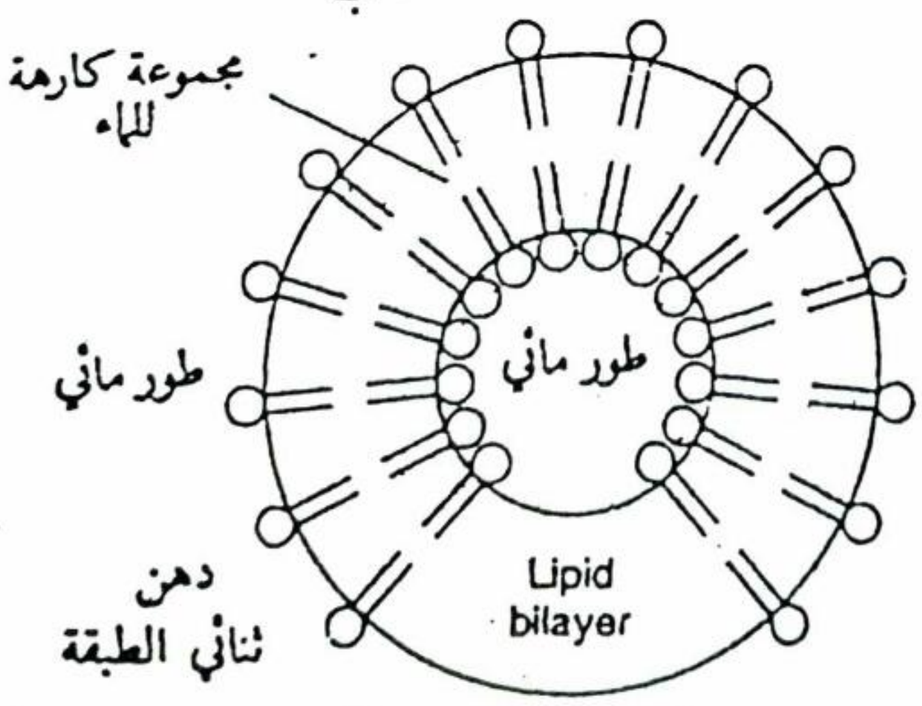












جسيمة دهنية متعددة الصفيحات
– و –

شكل (2 – 4) : – تكون الأغشية الدهنية، المذيلات، المستحلبات والجسيمات الدهنية، من الدهون الامفيباثيكيه Amphipathic (دهون مستقطبة – غير مستقطبة مزدوجة).

Scanned by TapScanner

Salts & Ions

الأملاح والأيونات

الاملاح ضرورية للمحافظة على الضغط الأزموزي والتوازن الحامضي– القاعدي للخلية. إن زيادة تراكيز الايونات داخل الخلية يزيد الضغط الأزموزي وبالتالي يسمح بدخول الماء الى داخل الخلية. أن تراكيز الأيونات في السائل الخلوي يختلف بأختلاف نوعية الأيونات. فعلى سبيل المثال تكون تراكيز ايونات البوتاسيوم والمغنيسيوم داخل الخلية عالية في حين أن ايونات الصوديوم والكلوريد تكون موجودة بشكل رئيسي خارج الخلية. كما يعد الفوسفات المصدر الرئيس داخل الخلية كما تحتوي الخلية على ايون البيكاربونات. اما ايونات الكالسيوم فهي موجودة في كل من خلايا الدم. اما في العظام فترتبط ايونات الكالسيوم مع ايونات الفوسفات والكاربونات لتكون ترتيبات بلّورية .. وتوجد الفوسفات في الدم والسوائل النسيجية على شكل أيون حر، ولكن اكثر الفوسفات يكون مرتبطاً على شكل دهون مفسفرة phospholipids ونيوكليوتيدات nucleotides وبروتينات مفسفرة phosphoproteins وسكريات مفسفرة suger phosphates. وهناك الفوسفات الأحادية $H_2PO_4^-$ والفوسفات الثنائية HPO_4^{-2} التي تعد منظماً لتثبيت pH الدم وسوائل الأنسجة.

وهناك أيونات اخرى موجودة في الأنسجة كالكبريتات والكاربونات والبيكاربونات والمغنيسيوم والأحماض الأمينية. وهناك معادن موجودة باشكال غير متأينة كالحديد الذي يوجد في جزيئة الفيّريتين Ferritin والسايتوكرومات Cyochromes وبعض الأنزيمات مثل الكتاليس Catalase وسايتوكروم اوكسيديس Cytochrome oxidase.

وأخيراً هناك آثار قليلة من المعادن منها المنغنيز والنحاس والكوبلت واليود والسلينيوم والنيكل والمولبدنيوم والزنك تعد ضرورية لعمل بعض الأنزيمات ولادامة فعالية الخلية.

pH and Buffers

الرقم (الأس) الهيدروجيني والمحاليل المنظمة

Scanned by TapScanner