

كلية الصيدلة  
السنة الثانية

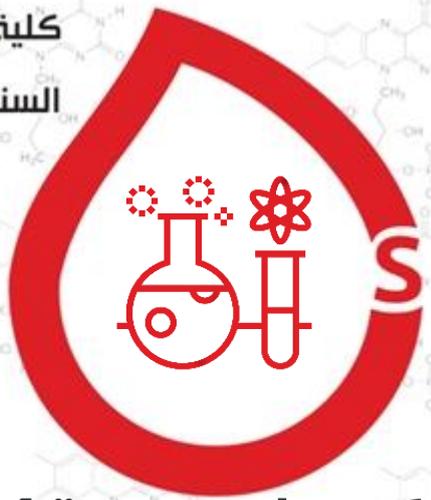
Water الماء  
H2O  
د. طلة الملي

نظري  
75  
12  
Rx 1  
12/3/2018

RB Pharmac

كيمياء حيوية 1 | Biochemistry 1

فريق الكريات الحمراء التطوعي



السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

## مقدمة في الكيمياء الحيوية

لنتعرف بداية على مصطلح الكيمياء الحيوية Biochemistry. إن كلمة Biochemistry مؤلفة من شقين: Bio و chemistry وهي اختصار لكلمة Biology أي علم الحياة. وبالتالي ال Biochemistry هو علم كيمياء الحياة. أي العلم الذي يدرس الأساس الكيميائي للحياة.

## تعريف علم الكيمياء الحيوية

إذا أردنا أن ندخل في تفاصيل التعريف السابق، لنعرف أبعاد هذه المادة، والأبواب التي تطرقها. فإن هذا مايمكن أن نعرفها به:

- ❖ الكيمياء الحيوية هي العلم الذي يدرس المكونات الأساسية الموجودة في الكائن الحي (مختلف أنواع الخلايا) كماً وكيفاً مع الاهتمام بوظيفتها وأهميتها.
- ❖ وهذه المكونات تتوزع إلى: الماء – الأملاح – البروتينات – السكريات – الشحميات – المعادن – الفيتامينات ... بالإضافة إلى التفاعلات التي تجري ضمن جسم الكائن الحي.

كما يهدف هذا العلم إلى وصف وشرح كل العمليات الحيوية التي تتم في الخلايا الحية.



على سبيل المثال: السكر الذي نتناوله، ما الذي يجري عليه من تفاعلات استقلاب في أجسامنا؟ وما سينتج عنه؟ وبمساعدة ماذا؟ ... إلخ





## أقسام الكيمياء الحيوية

تقسم الكيمياء الحيوية التي سترافقنا طيلة هذا العام إلى ثلاثة أقسام:

**الكيمياء الحيوية الأساسية (العامة):** هو العلم الذي يدرس جزيئات الكيمياء

المختلفة الموجودة داخل الخلايا الحية كماً وكيفاً ويضم دراسة (الماء - الأملاح المعدنية - السكاكر - البروتينات - الشحميات - الفيتامينات).

**الاستقلاب Metabolism:** يدرس التفاعلات الكيميائية والسبل الاستقلابية التي تخضع

لها المواد الغذائية داخل الجسم من خلال عمليات:

• البناء Anabolism: وهو تشكيل مركبات يحتاجها لبناء العضيات وجزيئات خزن الطاقة

وغير ذلك، يتطلب توفر: 1- الطاقة، 2- الوحدات الأساسية للبناء.

❖ الهدم Catabolism: وهي السبيل المعاكسة للبناء، فيتم هدم المواد المعقدة (الغذاء

الذي نتناوله، الخلايا الميتة وغير ذلك) وتحويلها إلى مركبات بسيطة وطاقة يستفاد

منهما في عمليات البناء.

**الكيمياء الحيوية السريرية (المرضية - الطبية):** تدرس التغيرات الجزيئية على

مكونات جسم الكائن الحي التي قد تؤدي إلى " حالة مرضية" ، فهي تدرس آلية حدوث

المرض سواءً أكانت ناتجة عن آليات استقلابية (خلل في العمليات الاستقلابية الطبيعية او

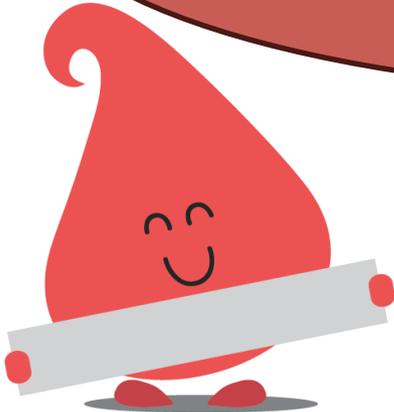
عمليات استقلابية جديدة) أو آليات أساسية تشمل البنية الكيميائية (عوز أنظيم ما).

**مثال إثرائي:** الأشخاص المصابون بالفوال لديهم عوز أنظيم

(غلوكوز 6 فوسفات ديهيدروجيناز) على عكس الأشخاص

السليمين، القادرين على أكسدة غلوكوز 6 فوسفات بنزع

الهيدروجين.





## المكونات الأساسية للمادة الحية

**الماء:** يشكل الماء نسبة كبيرة من جسم الكائن الحي، وسطيا أكثر من 60% عند الانسان البالغ وترتفع إلى 70% عند الأطفال و 97% عند الأجنة.

❖ معلومة: ترتبط كمية الماء بالعمر والجنس والوزن.

**الأملاح المعدنية:** تقسم المعادن الى قسمين:

**(المعادن الرئيسية):** P, Cl, K, Na, Ca

**(المعادن الزهيدة):** أساسية للحياة لاتستبدل بغيرها مثل: (F, I, Cu, Fe, ...)

معنى ذلك أنه لايمكن في حالة عوز الحديد استبداله بالنحاس في تركيب خضاب الدم، فلكل معدن دوره المميز الخاص.

**المركبات العضوية:** يمكن تصنيف المركبات العضوية في الخلية أو الكائن الحي إلى:

**مركبات هيكلية:** يدخل في تركيبها بشكل رئيسي أربعة عناصر كبيرة هي (H, C, O, N)

وتتضمن هذه المركبات: البروتينات والدهون والسكريات .

هذه المركبات تؤلف البنية الهيكلية: كالأغشية، العضلات، العظام... وغيرها.

**مركبات غير هيكلية:** ضرورة من الناحية الوظيفية ولكنها غير بنيوية مثل: البروتينات

الوظيفية - الأنزيمات - الهرمونات - الفيتامينات - المعادن.

نلاحظ : يوجد من المعادن ما هو هيكلي وظيفي في الوقت ذاته مثل Ca و P.

## تركيب جسم الانسان

الجدول التالي يبين التركيب التقريبي لجسم شخص بالغ يزن 75 كغ ( للاطلاع )

المحتوى %/Content	المادة Material
61.6%	الماء
0.7%	أملاح غير عضوية ذائبة
5.5%	أملاح غير عضوية غير ذائبة
16%	بروتين
13.5%	الجليسيريدات الثلاثية TG





شحوم غشائية	٪2.5
سكريات	٪1.5
حمض نووي	٪0.3

من خلال هذا الجدول نرى أهم المكونات الأساسية في الجسم هي الشحوم الثلاثية او مايسمى بالجليسيريدات الثلاثية (TG Triglyceride).

- ❖ إن كمية هذا المركب (TG) تعتمد على الأنسجة الشحمية .
- ❖ يعتبر ال (TG) المركب الأساسي الذي من خلاله يتم اختزان الطاقة في الجسم .

#### معلومة

إن 1 غ من الدسم يعطي (طاقة) تعادل تقريباً ضعف الطاقة الناتجة عن السكريات، ولذلك مرضى السكري الذين لا يستقبلون السكريات بقدر كافٍ يستقبلون الدسم عوضاً عن ذلك.

**المركب الأساسي الثاني هو البروتينات:** حيث تعتبر المركب الأساسي في معظم أو كل الأنسجة.

- إن حوالي نصف البروتينات في الجسم تتوضع في العضلات.
- للبروتينات وظائف عديدة في الأنسجة بنائية (عضلات وهيكل خلوي...) ووظيفية (تشتق منها الأنزيمات وبعض الهرمونات...).

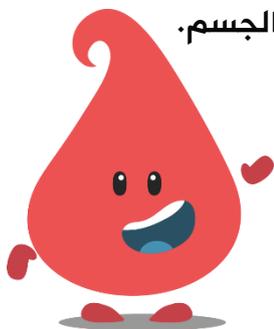
#### **المركب الثالث هو السكريات:**

- السكريات أقل وجوداً في الجسم مقارنة بالبروتينات ولكنها هامة وأساسية.
- تعتبر السكريات مركبات بنائية (تدخل في تركيب ال DNA وبعض الهرمونات وتحديد الزمر الدموية)، وأيضاً ركائز أساسية لتوليد الطاقة الاستقلابية في الجسم.

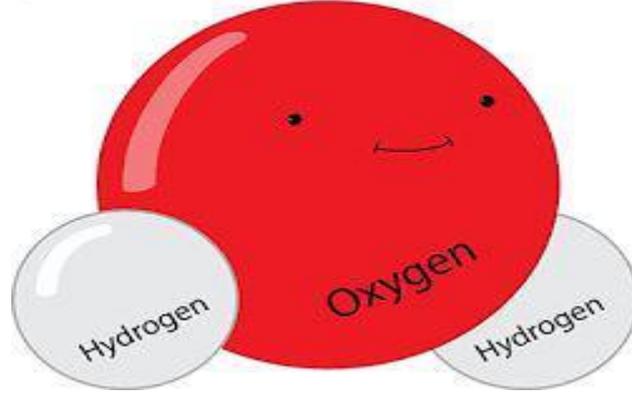
#### ملاحظة

لا يستطيع الدماغ القيام بوظائفه إلا بوجود السكريات (وخاصة الغلوكوز).

- نلاحظ من الجدول أيضاً وجود الأملاح غير العضوية الذائبة التي تكون موزعة داخل سوائل الجسم.



## الماء H<sub>2</sub>O



❖ **الماء في العضوية:** يكون الماء من الناحية الكمية المكون الرئيسي للعضوية الحية حيث يشكل أكثر من 60% منها كما يعد المكون الأكثر غزارة في أغلب الأغذية الطبيعية باستثناء البذور.

يشكل الماء جزءاً من خلايا وسوائل الجسم، فهو يوجد في الدم والخلايا وحول وبين الخلايا. يشكل الماء نحو 60-65% من وزن الجسم البالغ و 70-75% من وزن جسم الطفل وعند الأجنة أكثر من 90%.

## وظائف الماء في جسم الإنسان

- ❖ يعد الماء مادة حالة خلال جميع مراحل الهضم حيث يحافظ على المواد المغذية بشكل محلول مما يجعلها قابلة للامتصاص عبر الجدار المعوي.
- ❖ ينقل الماء الموجود في الدم المواد المغذية إلى خلايا الجسم.
- ❖ يساهم الماء في طرح الفضلات الناتجة بوساطة الأمعاء الكليتين.
- ❖ يعمل كمادة مزلفة فيمنع الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة كالمفاصل.
- ❖ ينظم الماء حرارة الجسم بعملية التبخر من الرئتين والجلد.
- ❖ يشكل الماء الوسط الأساسي لتفاعلات ضرورية مثل الأكسدة والحلمة وغيرها. مثلاً: أنظيمات الحلمة لاتعمل إلا في الوسط الذي فيه ماء.
- ❖ يشكل الماء المنتج النهائي للأيض (الاستقلاب) التأكسدي لكل المواد الغذائية.

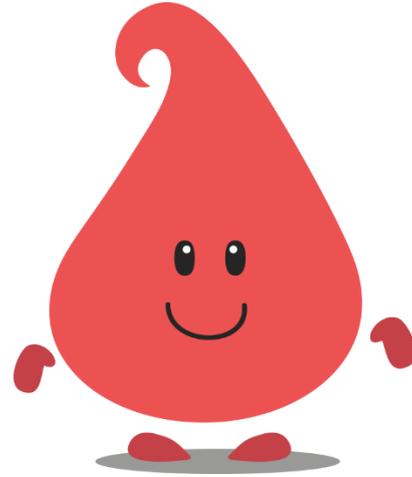
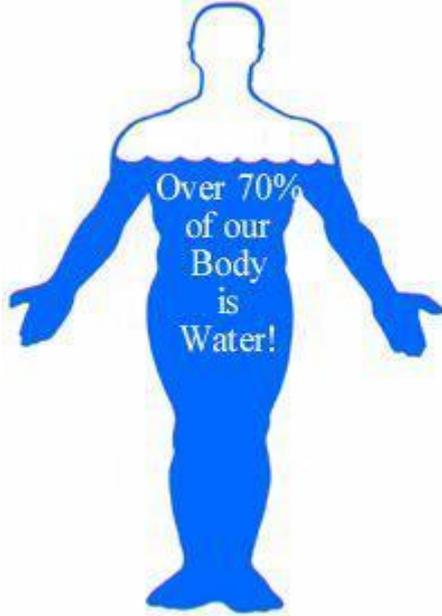
تذكر: نزع الـ H وتشكيل H<sub>2</sub>O يعني أكسدة



❖ تنشأ المقدرات الفعالة للأنظيمات (مواقع التفاعل) من خلال طرد الماء خارجها أو إدخاله إليها) سواءً أكان متفاعلاً أم لا).



له علاقة بالتوازن الأيوني (الشاردي).

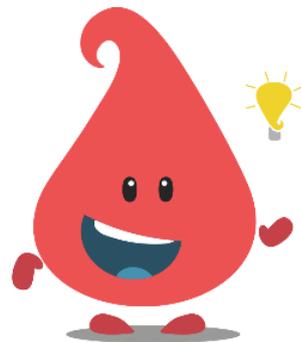


## يعتمد تنظيم الماء على

- آليات وطائية تتحكم بالعطش.
- الهرمون المضاد لإدرار البول ADH.
- احتباس أو إدرار الماء من قبل الكليتين.
- ضيق الماء عن طريق التبخر (التنفس - التعرق).

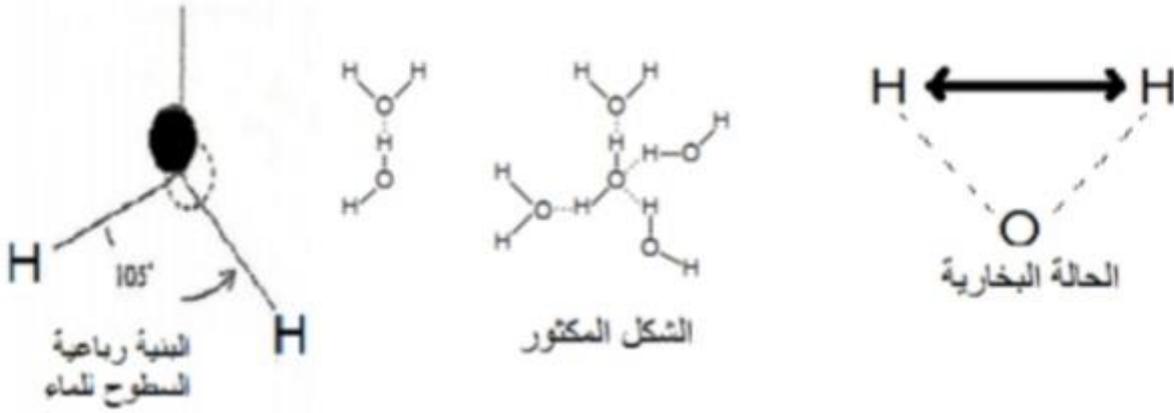
## سؤال: ماهي العوامل الأساسية التي تتحكم بنسبة الماء؟

- تعتمد نسبة الماء في جسم الإنسان على العمر والجنس والوزن.
- نسبة الماء في الشخص البدين أقل ب 30% من شخص نحيل وبنفس العمر، ويعتبر هذا النقص في احتياطي السوائل عاملاً أساسياً في جعل الأشخاص البدينين أكثر عرضة لمخاطر الجراحة.
- كما نلاحظ أن نسبة الماء عند النساء أقل بحوالي 10% منها عند الرجال البالغين.
- إن نسبة الماء في جسم الطفل أكبر نسبتها عند الذكور والنساء.
- ومن المؤثرات أيضاً: الحالة الفيزيولوجية والظروف المناخية والنشاط.



## بنية جزيء الماء

- ❖ في الحالة البخارية (الغازية) يوجد جزيء الماء على شكل موحد Monomer (كل جزيء لوحده في الوسط)، أما في الحالة الصلبة فتكون على شكل جزيء مكثور polymer ذي بنية بلورية نتيجة ارتباط جزيئات متعددة أحادية من الماء فيما بينها بروابط هيدروجينية، حيث يتحد كل موحد بأربعة أخرى أما في الحالة السائلة فتحتوي على 3.5 جزيء.
- ❖ ويعزى إلى هذه الروابط الهيدروجينية بعض خصائص المادة في الحالة السائلة، كدرجة الغليان والانصهار والحرارة الكامنة للتبخر والانصهار والحرارة النوعية والتوتر السطحي وثابت العزل.



- ❖ المركبات الحاوية على ذرة ذات كهرسلبية عالية (O - N - S) تذوب بالماء بسبب قدرتها على أن تعمل كمستقبلات للهيدروجين أو مانحات له (أي أنها تشكل روابط هيدروجينية مثال: البروتينات الحاوية على S تكون روابط هيدروجينية أكثر من غيرها)، وقد استبعدنا الفلور مع أنه أعلى الذرات كهرسلبية حيث تعادل كهرسلبيته (4) لأن هذا العنصر لا يمكن أن يكون موجوداً في المركبات الحيوية، إضافة إلى أن استعماله أكثر في الكيمياء العامة.

### فاصل ترفيهي

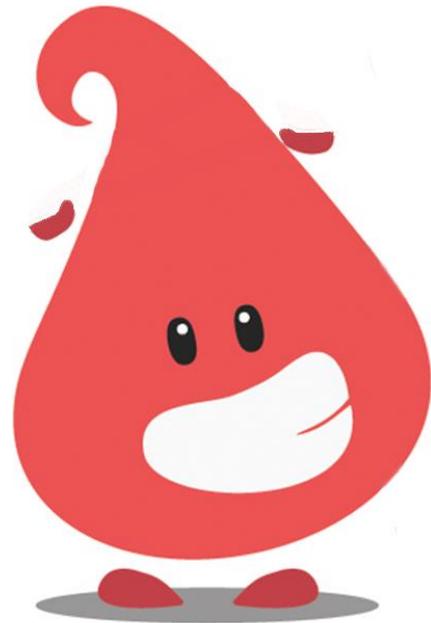
ضلي اضحكي

ضلي اضحكي

عيوونك ما خلقت للبكي

حطك ع جرحيي بطيب

ومايسوى عمري بلاكي





## ملاحظة

1

ينقص عدد الروابط الهيدروجينية في حال وجود بعض الكهريات (نتيجة Na,K,Cl) تشكل روابط بين هذه الشوارد وجزيئات الماء).

2

بينما تؤثر السكاكر والمجموعات القطبية في السلاسل الجانبية للبروتينات وتؤدي لزيادة عدد هذه الروابط.

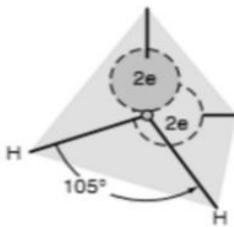
3

تحافظ الروابط الهيدروجينية على استقرار بنية البروتينات والأحماض النووية.

يشكل الماء روابط هيدروجينية مع مواد أخرى مانحة او مستقبلة للبروتونات، مثل: المركبات الحاوية على N-S تذوب في الماء بسبب قدرتها على أن تعمل كمستقبلات للهيدروجين أو مانحات له.

## أما الماء من حيث البنية الجزيئية

- ❖ هو جزيئة رباعية السطوح منحرفة قليلاً تحتل ذرة الأوكسجين المركز فيها وتتوجه الرابطتان مع الهيدروجين إلى زاويتين من زوايا رباعي السطوح.
- بينما تحتل الالكترونات غير المشاركة والواقعة على المدارين الهجينين  $2SP^3$  الزاويتين الباقيتين.
- ❖ إن الزاوية بين ذرتي الهيدروجين (105 درجة)، وهي أصغر بقليل من الزاوية الموجودة في رباعي الوجوه النظامي (109.5).
- ❖ وتتوزع الشحنة الالكترونية بشكل غير متساو حول جزيئة الماء حيث تكون جهة الأوكسجين غنية بالإلكترونات بينما تشكل ذرتا الهيدروجين منطقة ذات شحن موجبة.



## نتيجة

تشكل جزيئات الماء أقطاباً مزدوجة-ثنائي القطب.

## فقدان الماء

يفقد الماء من الجسم من خلال الجلد والرئتين والكليتين ومن الجهاز الهضمي.

إن فقدان الماء شيء طبيعي وهو ضروري لقيام الجسم بوظائفه بشكل صحيح.

❖ ويقسم هذا الإطراح الطبيعي إلى قسمين:

a. الإطراح غير المحسوس: مثل تبخر الماء.

حيث يفقد من الماء عبر الجلد 500 مل وعبر الرئتين 350 مل.

b. الإطراح المحسوس: عبر البول وجهاز الهضم مثلاً.

حيث يفقد من الماء عبر البول 1500 مل وعبر جهاز الهضم (البراز) 200 مل.

❖ في الحالة السوية يتناول الإنسان 2-2.5 ل من الماء في اليوم الواحد وبشكل عام لا بد

من تحقيق المعادلة التالية:

كمية الماء المأخوذ = كمية الماء المطروح

❖ علماً أن ناتج الأكسدة وعمليات الأيض هو الماء (تترتفع نسبته في الجسم).

❖ جدول نسب الماء الداخل والمفقود من وإلى الجسم (مطلوب):

المدخل	المفقود
السوائل المتناولة 1500 مل	مع البول 1500 مل
الأطعمة الصلبة 800 مل	عبر الجلد 500 مل
الماء الناتج عن طريق الأكسدة مثل البروتينات والشحوم والسكريات 250 مل	الرئتين 350 مل البراز 200 مل
المجموع 2550 مل	المجموع 2550 مل

## تعويض الماء

يعوض الجسم الماء الذي يفقده بطريقتين:

❖ بتناول الماء عن طريق جهاز الهضم: حيث أن البالغ المتوسط الوزن يشرب يومياً

حوالي 1500-2000 مل من الماء ويحصل على 500 – 800 مل عن طريق المأكولات الصلبة

نصفها موجود بشكل حر والباقي يتحرر بعد أكسدة الطعام.



**بطريقة الاستقلاب:** هناك مصدر داخلي للماء، حيث ينتج عن أكسدة الدهون والبروتينات 250 مل بالإضافة إلى الماء الناتج عن تخريب الخلايا وعن انكماش الخلايا. فالجسم قادر على إنتاج ماء من الداخل في حالة الصيام التام يقدر بـ 2000 مل في اليوم وذلك نتيجة استقلاب 1 كغ من الدهون.

### مثال

تعادل مرحلة النقاهاة التالية للجراحة حالة الفرد الصائم المستريح حيث في هذه المرحلة يستقلب 0.5 كغ من البروتين و 0.5 كغ من الدهون لتعطي حوالي 1 لتر من الماء المنشأ الداخلي يوميا.

## احتياج الجسم للماء

- يحتاج البالغ الطبيعي حوالي 30-40 مل من الماء لكل 1 كغ من وزن الجسم كل 24 ساعة وذلك لتعويض الخسارة الإلجبارية من السوائل .
- يحتاج الأطفال الذين يتراوح وزنهم من (10-40) كغ إلى (45-100) سم3 (مل) من الماء لكل 1 كغ من وزنهم.
- اما الأطفال الذين يتراوح وزنهم من (3-10) كغ فيحتاجون إلى (100-150) سم3 (مل) من الماء لكل 1 كغ من وزن الجسم خلال 24 ساعة.
- كما أن الكهل يحتاج إلى الماء أكثر من الشاب، والبدين أكثر من العادي.

## أهم الحالات المرضية المتعلقة باضطرابات توازن السوائل

- ❖ إن أهم الحالات المرضية هي نقص حجم السائل (الماء) الخارج الخلوي ويحدث ذلك عن طريق:
  - 1- نقص (الشوارد) (كما في حال الغيبوبة).
  - 2- زيادة معدل فقده في الجسم (التعرق المفرط والحمى والإسهال والإقياء والنزيف الدموي والحروق بشكل أساسي).
  - 3- ضياعه عن طريق الكلى (الداء السكري – حيث من أهم أعراضه: كثر البوالة)





❖ ملاحظة: نقص حجم السائل خارج الخلوي بنسبة 10٪ يؤدي إلى البوالة التفهة كلوي المنشأ - السكري الكاذب (ناجمة عن عدم قدرة مستقبلات الهرمون المضاد لادرار البول التناضحية في النبيبات الكلوية على الاستجابة للهرمون المضاد لادرار ADH).

معلومة  
سريرية

إن من أهم الشوارد التي لها علاقة باحتباس الماء هي شاردة الصوديوم، حيث ينصح المرضى المعرضين لارتفاع ضغط الدم بعدم الإكثار من تناول الملح لاحتوائه على هذه الشاردة.

🔥 **الأهمية الطبية (المرضية)** تكمن في احتباس الماء وعدم طرحه مما له الأثر البالغ في عدم طرح الفضلات المرافقة للماء في البول.

## أشكال الماء

- للماء داخل الجسم "العضوية" حالات أساسية وهي على الشكل التالي:
- 1- **الماء الحر:** وهو السائل الذي يشكل معظم سوائل الجسم (مثل البول والدم والعصارات الهاضمة والصفراوية...) وهو السائل الذي يتوضع بين الخلايا.
  - 2- **الماء المرتبط:** وهو ذلك الجزء من الماء الذي يكون مرتبطاً بشكل أساسي مع الجزيئات الحيوية مثل البروتينات وأيضاً مع الشوارد مثل شوارد الصوديوم  $Na^+$  ويشكل هذا الماء ما يسمى بالماء الهيدراتي.

من أهم خواص الماء المرتبط :

- 🔥 لا يتجمد عند انخفاض درجة الحرارة إلى مادون الصفر.
- 🔥 لا يعتبر مذيباً أو محلاً عضوياً للمركبات الموجودة في العضوية.
- 🔥 كميته قليلة نسبياً مقارنة مع الماء الحر.

- 3- **الماء الثابت:** نسبته أكبر من نسبة الماء المرتبط وله علاقة بشكل أساسي بالبنية الليفية المجهرية والجدر الخلوية، وليس له أي علاقة ارتباط مع بروتينات أو أيونات الصوديوم.





## من أهم خواصه

❗ يتجمد في درجة حرارة أقل من صفر مئوية.

❗ يعتبر مذيباً لكثير من المركبات المكون للعضوية.

### ملاحظة

نلاحظ أن خواص الماء الثابت هي بعكس خواص الماء المرتبط.

❗ الشحوم لا تكون روابط هيدروجينية مع الماء، إذاً لا بد من حامل يحمل هذه الشحميات وينقلها (مثال: الدم نرى الشحميات فيها غير ذوابة وبالتالي تحتاج لحامل ينقلها).

❗ الروابط الهيدروجينية تزيد من الانحلالية، والمركبات الحاوية على N - O - S تكون ذوابة أكثر من غيرها.

❗ الوزن الجزيئي للماء = 18 في الحالة السائلة.

بينما الميثان = 16 الذي هو عبارة عن غاز.

-السبب قدرة الماء على تشكيل الروابط الهيدروجينية، بينما الميثان لا يكون روابط هيدروجينية لأنه لا يحوي على O أو ذرة ذات كهربية عالية.

❖ وحسب تكوين الروابط الهيدروجينية تقسم المواد العضوية إلى:

- 1- منحلة: تشكل روابط هيدروجينية (التيوليات - الأغوال - الحموض - السكاكر - البروتينات).
- 2- غير منحلة: لا تشكل روابط هيدروجينية [الهيدروكربونات (الفحوم الهيدروجينية)].

انتهت المحاضرة

