الماء

● المقدمة ● توزيع الماء في الجسم ● وظائف الماء ● الماء الأيضي ● احتياجات الماء ● مصادر الماء للجسم ● فقدان الماء من الجسم ● توازن الالكتروليتات في ماء الجسم.

(١١,١) المقدمة Introduction

يعتبر الماء من أهم المواد الغذائية الموجودة في جسم الإنسان، لهذا فهو أساس الحياة، وبدونه لا توجد حياة على سطح الكرة الأرضية، ويصنف الماء في المرتبة الثانية بعد الأكسجين بالنسبة لأهميته للإنسان. ولقد وجد أن الإنسان يستطيع أن يحيا ما يقرب من مائة يوم بدون الطعام اعتمادًا على الأنسجة المختلفة المخزنة في جسمه، بينما يموت بعد عدة أيام (٣-٥ أيام) في حالة الاستغناء عن الماء. كذلك لوحظ بأن الإنسان لديه القدرة على الحياة لو فقد جميع الأنسجة الدهنية والجليكوجية من جسمه و٥٠٪ من الأنسجة البروتينية، إلا أن فقدان ٢٠٪ من محتوى الماء في الجسم يسبب الوفاة. يتبين مما ذكر أعلاه مدى أهمية الماء كعنصر غذائي أساسي وضروري للمحافظة على اتزان العناصر الغذائية في جسم الإنسان homeostasis واستمرار الحياة، وصدق الله العظيم الذي يقول في كتابه العزيز ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ﴾. ويشكل الماء حوالي ثلثي وزن جسم الشخص البالغ، لهذا فالإنسان يحيا في بركة من الماء. ويتميز الماء بأنه سهل الامتصاص، وسهل الخروج من الجسم، ولا يخزن في الجسم بكميات تزيد على احتياجات الشخص.

(١١,٢) توزيع الماء في الجسم Distribution of Water in Body

يعتبر الماء مكونًا أساسيًا لجميع أجزاء الجسم، حيث يشكل حوالي ٦٠٪ من وزن الجسم الكلي بالنسبة للشخص العادي البالغ و ٥٠٪ بالنسبة للشخص البدين، و٧٥٪ بالنسبة للطفل الرضيع، و ٧٠٪ بالنسبة للشخص الممتلىء العضلات lean person . ويوجد حوالي ٦٥٪ من الماء الكلي في الجسم داخل الخلايا (٤٠٪ من وزن الجسم)، و ٣٥٪ خارج الخلايا extracellular (٢٠٪ من وزن الجسم). وتحتوي أنسجة الجسم على نسب متباينة من الماء وهي :

الأسنان Enamel	٥٪
العظـــام	٢٥٪
الأنسجة الدهنية	٣٠-٤٥٪
العضـــــلات	٧٥-٨٠٪
بلازمـا الـدم	٩٠-٩٢٪

(١١,٣) وظائف المـاء Functions of Water

يعد الماء من أهم مركبات الجسم (بعد الأكسجين) من وجهة النظر الفسيولوجية والتشريحية، وتأتي أهميته من خلال الأدوار التي يقوم بها في جسم الإنسان والتي تتمثل في التالي :

١ ـ يعتبر الماء المفاعل reactant والوسط الأساسي الضروري لعمليات هضم العناصر الغذائية، حيث يعمل على التحلل المائي hydrolysis للدهون والكربوهيدرات والـبروتينـات بمسـاعدة بعض الإنزيمات، ويحولها إلى مواد بسيطة غير معقدة يسهل هضمها وامتصاصها من خلال جدار القناة الهضمية. كذلك يساعد الماء على تليين وطحن المادة الغذائية المتناولة مما يسهل بلعها ومرورها في القناة الهضمية.

ويمكن تلخيص تفاعلات التحلل المائي للكربوهيدرات والدهون وملح الطعام كالآتي :

$$\text{سكر السكروز} \xleftarrow[\text{انفرتيز}]{\text{ماء}} \text{جلوكوز} + \text{فركتوز}$$

$$\text{سكر المالتوز} \xleftarrow[\text{مالتيز}]{\text{ماء}} ٢ \text{ جلوكوز}$$

$$\text{الجليسريدات الثلاثية (TG)} \xleftarrow[\text{ليبيز}]{\text{ماء}} \text{جلسرول} + \text{أحماض دهنية}$$

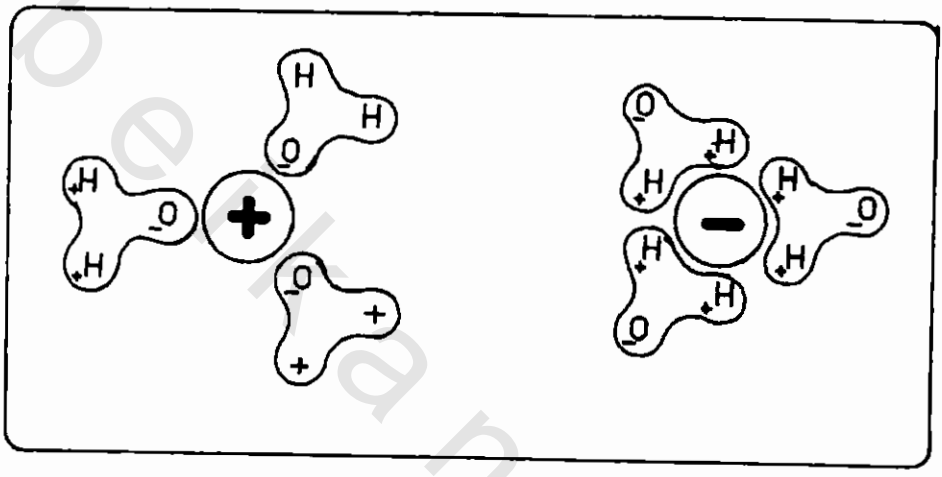
$$\text{ملح الطعام (NaCl)} \xleftarrow{\text{ماء}} Cl^- + Na^+$$

٢ - يدخل الماء في تركيب جميع سوائل الجسم المختلفة مثل الدم واللمف lymph والبول والعصارات الهاضمة digestive juices والعرق sweat ، وهذه السوائل تساعد على نقل العناصر الغذائية إلى الخلايا وطرح المخلفات wastes المتبقية منها خارج الجسم. كما أن الماء يدخل في تركيب جميع أنسجة الجسم وبنسب مختلفة كما أشير إلى ذلك أعلاه. ولقد وجد بأن الجرام الواحد من الأنسجة الدهنية يرتبط بحوالي ٢ , ٠ جرام من الماء، والجرام الواحد من الأنسجة العضلية (بروتين) يرتبط بحوالي ٤ جرامات ماء.

٣ - يعد الماء وسطاً مناسبًا لنقل المواد الغذائية في الجسم أثناء عملية الهضم والامتصاص والأيض، وكذلك يعمل على طرح الفضلات خارجه excretion of waste products نظرًا لأن معظم العناصر الغذائية البسيطة ومخلفات الأيض الغذائي قابلة للذوبان في الماء. فمثلاً بواسطة الماء تنتقل العناصر الغذائية المهضومة من خلال جدار الأمعاء الدقيقة إلى الدورة الدموية، ومنها إلى أنسجة الجسم المختلفة، كما يعمل الماء على نقل مخلفات الأيض الغذائي (ثاني أكسيد الكربون والأمونيا والإلكتروليتات وغيرها) إلى الرئتين والكُليتين والجلد والأمعاء gut لطرحها خارج الجسم. وتقدر كمية السوائل في الشرايين والأوعية والشعيرات الدموية والتي تحمل العناصر الغذائية الممتصة

(أحماض دهنية، أحماض أمينية، سكريات، أملاح، فيتامينات) إلى أنسجة الجسم المختلفة بحوالي ٣ ـ ٥ لترات.

٤ ـ يعد الماء الوسط المذيب solvent المناسب لجميع العناصر الغذائية، ويوضح الشكل ذوبان الأيونات ions بواسطة الماء.



الشكل (١١,١) ذوبان الأيونات ions بواسطة الماء.

٥ ـ ينظم الماء درجة حرارة الجسم، ويحافظ على تثبيتها عند درجة الحرارة الطبيعية، وعدم تأثرها بالمتغيرات الخارجية من حرارة أو برودة، ويُعزى ذلك إلى أن الماء يتميز بحرارة نوعية مرتفعة high specific heat ، أي أنه يحتاج إلى مقدار كبير من الحرارة مقارنة بالوسائل الأخرى لرفع درجة حرارته. وتعرف الحرارة النوعية بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من السائل درجة مئوية واحدة. ويمكن أن نستنتج مما ذكر أعلاه بأن حرارة الجسم لا تتغير بشكل سريع بتغير الظروف الجوية من حرارة أو برودة. كما يتميز الماء بأنه موصل جيد للحرارة good conductor of heat ، حيث يعمل على امتصاص الحرارة الناتجة من التفاعلات الكيميائية وينقلها من داخل الجسم إلى خارجه بواسطة العرق عن طريق الجلد أو هواء الزفير عن طريق الرئتين. ولقد وجد بأن ٢٥٪ من حرارة الجسم تفقد عن طريق الرئتين والجلد، حيث إن خروج لتر واحد من الماء مع العرق يمثل فقداناً في حرارة الجسم مقدارها ٦٠٠ سعر.

٦ ـ يعمل الماء كمادة مزلقة (ملينة) lubricant تقلل الاحتكاك بين أجزاء الجسم وتسهل حركة العضلات muscles والأعضاء organs والمفاصل joints في الجسم. كذلك يساعد اللعاب saliva على بلع الطعام وتساعد الإفرازات المخاطية mucous secretion في الجهاز الهضمي على مرور الطعام من خلال القناة الهضمية ثم طرح مخلفات الأيض الغذائي خارج الجسم من خلال الجهاز الإخراجي.

٧ ـ يساعد الماء على نقل الصوت sound في الأذن.

٨ ـ يلعب الماء دورًا مهمًا في المحافظة على توازن الضغط الأسموزي في الجسم نظرًا لذوبان البروتينات والإلكتروليتات فيه.

(١١,٤) الماء الأيضي Metabolic Water

يقصد به كمية الماء الناتجة من عمليات الأيض الغذائي (أكسدة العناصر الغذائية) في داخل الخلايا. وتختلف كمية الماء الناتجة من عملية الأيض الغذائي باختلاف المادة الغذائية، فمثلاً تنتج الكربوهيدرات ٦٠٪ من وزنها ماء أيضيًا، وتنتج البروتينات ٤٢٪ من وزنها ماء أيضيًا، وتنتج الدهون ١٠٧٪ من وزنها ماء أيضيًا لأنها غنية جدًا في محتواها من الهيدروجين. ويمكن توضيح ذلك بالمعادلات الآتية:

الكربوهيدرات Carbohydrates :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \text{------} > 6CO_2 + 6H_2O + 683 \text{ كيلو كالوري}$$

(جلوكوز) (الماء الأيضي)

الوزن الجزيئي للجلوكوز = ٦ (C) × ١٢ + ١٢ (H) × ١ + ٦ (O) × ١٦

= ٧٢ + ١٢ + ٩٦

= ١٨٠

الوزن الجزيئي لـ ٦ جزئيات ماء = ١٢ (H) × ١ + ٦ (O) × ١٦

= ١٢ + ٩٦

= ١٠٨

نسبة الماء الأيضي الناتج = ١٠٨ ÷ ١٨٠ × ١٠٠ = ٦٠٪

الدهــون Fats :

$$CH_3(CH_2)_{16}COOH + 26O_2 \text{------} > 18\,CO_2 + 18\,H_2O$$

(الماء الأيضي) (حمض الاستياريك)

٣٢٤ ٢٨٤

نسبة الماء الأيضي الناتج = ٣٢٤ ÷ ٢٨٤ × ١٠٠ = ١١٤٪

ويشكل الماء الأيضي حوالي ١٠٪ من كمية الماء التي يتناولها الشخص في اليوم، ويستخدم جزء منه في عمليات التحلل المائي hydrolysis وجزء في امتصاص الحرارة الناتجة من التفاعلات الكيميائية، وجزء لتخفيف مخلفات الأيض الغذائي لإخراجها مع البول.

(١١,٥) احتياجات الماء Water Requirements

تتحدد كمية الماء التي يحتاجها الشخص في اليوم بواسطة عوامل كثيرة مثل درجة حرارة الجو، ومعدل النشاط العضلي الذي يؤديه الشخص، وحالته الصحية، وغيرها من العوامل التي سوف نتحدث عنها لاحقًا إن شاء الله. وبشكل عام يحتاج الشخص إلى حوالي ١-١,٥ لتر ماء يوميًا في الظروف الطبيعية التي تشمل تناول وجبات منخفضة في محتواها من المواد الذائبة والأملاح، وممارسة تمارين رياضية خفيفة، والحياة في مناطق ذات أجواء معتدلة لا تسبب فقدانًا في العرق. ويحصل الشخص على هذه الكمية من الماء من المصادر الأساسية الثلاثة وهي المشروبات المختلفة (بما فيها الماء)، والأغذية، والماء الأيضي الناتج من أكسدة العناصر الغذائية. وتختلف كمية الماء التي يحتاجها الفرد باختلاف عمره، فلقد وجد بأن الشخص البالغ يحتاج إلى ١ ملل ماء لكل كيلو كالوري واحد من الطاقة المستهلكة، بينما يحتاج الرضيع إلى ١,٥ ملل ماء لكل كيلو كالوري واحد من الطاقة المستهلكة.

العوامل التي تؤثر على احتياجات الماء Factors affecting water requirements

يمكن تلخيص العوامل التي تؤثر على احتياجات الشخص للماء كالآتي:

١ ـ نوع الغذاء Type of diet: تحدد نوع الوجبة الغذائية المتناولة كمية الماء التي يحتاجها الشخص، فمثلًا تناول البطيخ watermelon أو الخيار يقلل من احتياجات

الشخص للماء، بينما تناول شرائح الذرة cornflakes أو البروتينات أو الأغذية الجافة الأخرى يزيد من الاحتياجات المائية. كذلك تزداد احتياجات الشخص للماء بزيادة محتوى الوجبة من المواد غير القابلة للهضم undigestible materials والأملاح والأغذية المسهلة laxative foods ، حيث إن مادة اليوريا urea الناتجة من الجزء غير المتأكسد من البروتين، وكذلك الأملاح الزائدة على حاجة الجسم تحتاج إلى كمية من الماء لتخفيفها وإخراجها من الجسم لتفادي سميتها، كما أن المواد غير القابلة للهضم تمتص كمية كبيرة من الماء في القناة الهضمية مما يسبب فقدها مع البراز.

٢ ـ كمية الغذاء **Amount of food** : تزداد كمية الماء المتناولة بازدياد كمية الأغذية الصلبة المستهلكة، لهذا يقل احتياج الشخص للماء أثناء فترة الصيام.

٣ ـ الإنتاجية **Production** : تحتاج عملية إنتاج الحليب في الغدد الثديية أثناء فترة الرضاعة إلى كمية كبيرة من الماء قد تصل إلى ٩٠٠ ملل في اليوم، بينما يحتاج بناء الأنسجة tissues growth إلى كمية أقل من الماء.

٤ ـ الظروف البيئية **Environmental conditions** : تزداد احتياجات الشخص للماء بارتفاع درجة حرارة الجو، وانخفاض الرطوبة الجوية كما أشير إلى ذلك أعلاه.

٥ ـ الظروف المرضية **Pathological conditions** : تزداد حاجة الشخص للماء عند الإصابة بالإسهال أو الالتهابات أو الحروق.

٦ ـ النوع **Species** : تفرز الثدييات mammals اليوريا urea في صورة ذائبة في الماء، ولكنها سامة على الإنسان في حالة التركيزات المرتفعة، لهذا يلزم الماء بكميات كبيرة لتخفيفها وإخراجها مع البول، بينما تفرز الطيور مخلفات هدم المواد البروتينية في صورة حمض يوريك uric acid والذي يتميز بأنه أقل سمية، ولهذا تحتاج الطيور إلى كميات أقل من الماء مقارنة بالثدييات لتخفيفه. كذلك يستطيع الجمل أن يعيش مدة طويلة بدون الحاجة إلى الماء، ويرجع ذلك إلى تناوله أغذية غنية بالكربوهيدرات وفقيرة في البروتينات، لهذا فإن كمية اليوريا الناتجة من الأيض الغذائي للجمل قليلة جدًا ولا تحتاج إلى كمية كبيرة من الماء لتخفيفها. كما تستطيع الجمال أن تحصل على احتياجاتها من الماء من مخزون الدهن في السنام hum الذي يتميز بإنتاجه العالي من الماء الأيضي.

ولقد أشارت الدراسات بأن الجمل يفقد ٤٠٪ من كمية الماء الموجودة في جسمه، وكذلك يستطيع أن يشرب كمية من الماء تعادل ٣٥٪ من وزن جسمه في فترة ١٠ دقائق دون الإصابة بأي ضرر أو أذى.

(١١,٦) مصادر الماء للجسم Water Sources to the Body

هناك ثلاثة مصادر رئيسة تمد جسم الإنسان بالماء وهي:

١ ـ ماء الشرب والمشروبات Beverages والسوائل الأخرى

تعتبر السوائل التي يتناولها الشخص المصدر الأساسي للماء الذي يحتاجه الجسم، وتتراوح كمية الماء والسوائل الأخرى التي يتناولها الشخص البالغ في اليوم ما بين ١٠٠٠ ـ ١٥٠٠ ملل في الظروف الطبيعية.

٢ ـ الماء الغذائي Water in foods

تحتوي جميع الأغذية التي يتناولها الإنسان على الماء ولكن بنسب مختلفة حسب نوع المادة الغذائية، ويمكن توضيح ذلك كالآتي:

الخضراوات الطازجة	٩١٪ ماء
الحليب الكامل الدسم	٨٧٪ ماء
الفواكه والخضراوات	٧٠ـ٩٥٪ ماء
الحبوب المطهوة	٦٠ـ٨٠٪ ماء
اللحوم المطهوة	٤٠ـ٥٠٪ ماء
البيض	٧٤٪ ماء
الخبز الأبيض	٣٦٪ ماء

وتتراوح كمية الماء الغذائي (ماء الغذاء) التي يتناولها الإنسان في اليوم ما بين ٥٠ـ٤٠٠ ملل.

٣ ـ الماء الأيضي Metabolic water

تختلف كمية الماء حسب نوع المادة الغذائية كما ذُكر آنفًا، فمثلاً ١٠٠جم من

البروتينات تنتج ٤٢ ملل ماء، و ١٠٠ جم من الكربوهيدرات تنتج ٥٦ ملل ماء و ١٠٠ جم من الدهون تنتج ١٠٧ ملل ماء.

مثال : تناول شخص وجبة غذائية تحتوي على ٢٥٠٠ سعر، وقد اتضح أن ٥٨٪ من السعرات مصدرها الكربوهيدرات، و ١٥٪ مصدرها البروتينات، و ٢٧٪ مصدرها الدهون، احسب كمية الماء الأيضي الناتج من العناصر الغذائية الثلاثة الأساسية.

الحـل:

كمية الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية = (٢٥٠٠×٠,٥٨) ÷ ٤ = ٣٦٢,٥جم

كمية البروتينات في الوجبة الغذائية = (٢٥٠٠×٠,١٥) ÷ ٤ = ٩٣,٨جم

كمية الدهون في الوجبة الغذائية = (٢٥٠٠×٠,٢٧) ÷ ٩ = ٧٥جم

كمية الماء الناتجة من أيض الكربوهيدرات = ٣٦٢×٠,٥٦=٢٠٢,٧جم

كمية الماء الناتجة من أيض البروتينات = ٩٣,٨×٠,٤٢ = ٣٩,٤جم

كمية الماء الناتجة من أيض الدهون = ٧٥×١,٠٧=٨٠,٣جم

كمية الماء الأيضي الكلية = ٢٠٢,٧+٣٩,٤+٨٠,٣= ٣٢٢,٤جم

(١١,٧) فقدان الماء من الجسم Loss of Water from Body

يجب أن تكون كمية الماء التي يتناولها الشخص متساوية مع الكمية التي يفقدها من جسمه، وهذا ما يعرف باسم التوازن المائي water balance. ولقد وجد بأن الإصابة ببعض الأمراض تؤدي إلى حدوث اختلال (اضطراب) في التوازن المائي داخل الجسم، فمثلاً تُسبب الإصابة بالاديما (الإستسقاء) edema احتجاز الماء وتجمعه في أنسجة الجسم، بينما تسبب الإصابة بالإسهال فقدان لكمية كبيرة من ماء الجسم والإصابة بالجفاف dehydration . لهذا ينصح بالتقليل من تناول الماء بالنسبة للحالة الأولى والإكثار من تناوله بالنسبة للحالة الثانية لتعويض الكمية المفقودة من الجسم. ويفقد الشخص الماء من جسمه من طرق عديدة أهمها الكُليتين والجلد والرئتين

والأمعاء. وتجدر الإشارة إلى أن الماء الذي يخرج من الجسم عن طريق الكُليتين في صورة بول يشكل الجزء الأكبر من الماء المفقود من الجسم حيث تقدر كميته بحوالي ٠,٦ ـ ١,٥ لتر في اليوم، أي بمعدل ١ ملل/دقيقة واحدة. ولقد وجد أن كمية البول التي يفرزها الجسم يوميًا تتناسب طرديًا مع كمية الفضلات التي يجب أن يتخلص منها الجسم، فمثلاً يقل إفراز البول في حالة تناول وجبة غذائية غنية بالبروتينات أو الأملاح خصوصًا كلوريد الصوديوم. ويتركب البول من حوالي ٩٧٪ ماء والباقي مركبات أخرى مثل اليوريا وكلوريد الصوديوم. ولقد تبين بأنه في حالة فقدان الجسم لكمية كبيرة من الماء بسبب العرق المفرط أو الغزير أو نتيجة الإصابة بالإسهال فإن الكليتين تعملان على إفراز كمياء، قليلة من البول بفعل هرمون ADH Pituitary antidiuretic hormone الذي يحفز على إعادة امتصاص الماء في الكليتين. أما بالنسبة للماء الذي يُفقد عن طريق الجلد في صورة عرق فإن كميته المفرزة تزداد بارتفاع درجة حرارة الجو، وبازدياد المجهود العضلي الذي يؤديه الشخص. وتوجد صورتان للعرق المفقود من الجلد هما:

١ ـ العرق المنظور (المرئي) Visible prespiration

وهو العرق الذي يمكن رؤيته بسهولة، خصوصًا أثناء القيام بمجهود عضلي، وتتراوح كميته ما بين صفر في الأجواء الباردة إلى عدة لترات في الأجواء الحارة أو عند القيام بمجهود عضلي. وتقدر كمية الماء التي يفقدها اللاعب في المباريات العنيفة مثل كرة القدم والجري لمسافات طويلة بحوالي ٣ـ٥ لترات.

٢ ـ العرق غير المدرك (الخفي) Insensible prespiration

وهو العرق الذي لا يشعر به الشخص، لأنه يفرز بكميات ضئيلة جدًا تتبخر بمجرد تكوينها. ويفقد الجسم كمية ثابتة تقريبًا من الماء في صورة عرق غير محسوس تقدر بحوالي ٠,٣٥ ـ٠,٦ لتر في اليوم نظرًا لكبر المساحة السطحية للجسم. ويكون معدل فقدان الماء عن طريق الجلد أعلى للأطفال منه للكبار لأن مساحة الجسم السطحية لديهم أكبر.

أما الماء المفقود عن طريق الرئة فيكون في صورة بخار ماء في هواء الزفير، وتتراوح كميته ما بين ٠,٢٥ ـ ٠,٤٠ لتر يوميًا. وتزداد كمية الماء المفقودة عن طريق الرئة بزيادة

معدل التنفس، خصوصًا عند الإصابة بالحمى أو الالتهاب أو أداء مجهود عضلي شاق أو في حالة الحروق أو التقيؤ. كذلك يفقد الجسم الماء عن طريق القناة الهضمية (القولون) مع البراز المطروح خارج الجسم، ويقدر ذلك بحوالي ٥٠-٢٠٠ ملل في اليوم، وتزيد هذه الكمية بزيادة نسبة الألياف المتناولة في الوجبة الغذائية. ولقد وجد بأن الجسم يفرز أكثر من ٨,٣ لترات من العصارات الهاضمة digestive juices التي تسمى أحيانًا بالماء الدوراني water turnover ، كما تصل كمية الماء في الدورة الدموية إلى أكثر من ٣ لترات. وبشكل عام فإنه يجب أن تكون كمية الماء الداخلة إلى الجسم يوميًا مساوية لكمية الماء المفقودة منه، وهي تقدر بحوالي ٢-٢,٤ لترات.

ويبين الشكل (٢,١١) توازن الماء في جسم الشخص البالغ (الماء المتناول والماء المفقود) في ظروف الحياة الطبيعية.

الماء المفقود (لتر) Water losses (L)	استعمالات الماء في الجسم (لتر)	الماء المتناول (لتر) Water intake (L)
البول ١,١-١,٤	عصارة الصفراء ٠,٥	ماء الشرب ٠,٧
العرق ٠,٣-٠,٥	عصارة البنكرياس ٠,٨	المشروبات بما فيها القهوة والشاي والحليب ٠,٥٥
البراز ٠,٢	اللعاب ١,٥	الماء الأيضي ٠,٢٥
هواء الزفير ٠,٤	العصارة المعدية ٢,٥	ماء الغذاء ٠,٥-٠,٩
	العصارة المعوية ٣	
المجموع ٢-٢,٤	الدم ٣,٥	المجموع ٢-٢,٤

شكل (٢,١١). توازن الماء في جسم الشخص البالغ.

(١١,٨) توازن الإلكتروليتات في ماء الجسم
Electrolytes Balance in Body Water

الإلكتروليتات عبارة عن أيونات ions ناتجة من تأين المركبات الكيميائية في الماء، وتحمل إما شحنات كهربائية سالبة (أنيونات Anions) أو موجبة (كاتيونات Cations . وأهم الإلكتروليتات في الجسم هي الصوديوم (Na^+) والبوتاسيوم (K^+) والمغنسيوم (Mg^{2+}) والكالسيوم (Ca^{2+}) والكلوريد (Cl^-) والفوسفور (HPO_4^{2-}) و ($H_2PO_4^{2-}$) والبيكربونات (HCO_3^{2-}) التي تنتج عن العمليات الأيضية metabolism وليست العناصر الغذائية، ويعبر عن تركيز الإلكتروليتات في سوائل الجسم بالملي مكافئات milliequivallents (mEq) وهي عبارة عن وزن العنصر بالملليجرامات الذي يتحد أو يحل محل ملليجرام واحد من الهيدروجين.

ويمكن حساب الملي مكافئات للإلكتروليت electrolyte من المعادلة التالية:

$$\text{ملي مكافيء/لتر mEq/liter} = \frac{\text{وزن العنصر في لتر واحد}}{\text{الوزن المكافيء (EW)}}$$

$$\text{الوزن المكافيء} = \frac{\text{الوزن الذري (AW)}}{\text{التكافؤ Valence}}$$

مثال:

وجد بأن تركيز المغنسيوم في بلازما الدم حوالي ٣,٦ مجم لكل ١٠٠ ملل، فما هو الملي مكافيء له، علمًا بأن تكافؤ المغنسيوم ٢ والوزن الذري له ٢٤.

الحل:

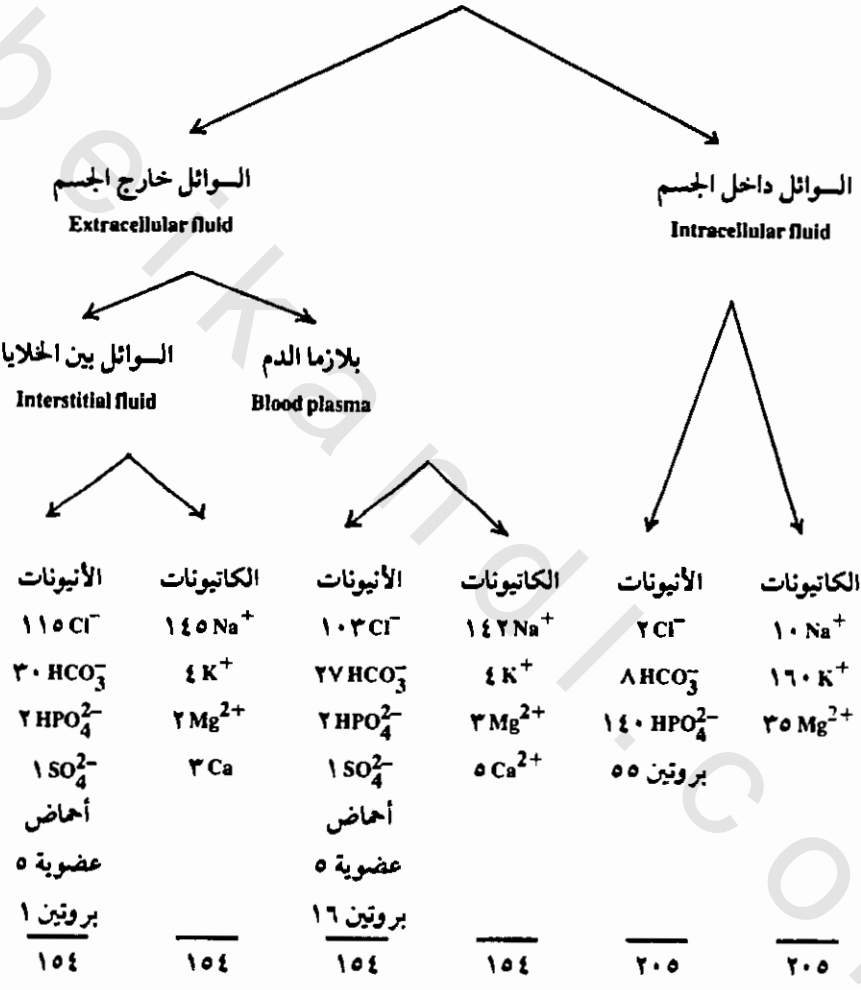
$$\text{ملي مكافيء/لتر} = \frac{\text{وزن المغنسيوم في لتر دم}}{\text{الوزن المكافيء}}$$

الوزن المكافىء = ٢٤÷٢=١٢

إذن ملي مكافىء/لتر = ٣٦÷١٢=٣

توجد الإلكتروليتات في السوائل داخل الخلايا وخارجها (بلازما الدم والسائل بين الخلايا Interstitia) كما هو موضح على الشكل (١١,٣). والجدير بالذكر أنه على الرغم من أن تركيز الإلكتروليتات يختلف في السوائل داخل الخلايا عنه في السوائل خارج الخلايا إلا أن الأزموزية osmolarity في كلا السائلين متساوية، وتقدر بحوالي ٢٨١ ملي ازموليس milliosmoles ، إلا أنها تكون مرتفعة بمعدل قليل جدًّا في بلازما الـدم، ويتحرك الماء دخولاً وخروجًا من خلال الأغشية الخلوية للمحافظة على هذا الاتزان. ومما تجدر الإشارة إليه أيضًا أن تركيز الإلكتروليتات في بلازما الدم مشابه تمامًا لتركيزها في السوائل بين الخلايا. وعندما ترتفع الأزموزية osmolarity في السوائل خارج الخلايا فإن الماء يتحرك إلى خارج الخلايا بواسطة الضغط الأسموزي osmosis مما يسبب انقباض الخلايا، بينما يترتب على انخفاض الأزموزية osmolarity في السوائل خارج الخلايا تحرك الماء إلى داخل الخلايا مسببًا انتفاخها.

توزيع الإلكتروليتات في سوائل الجسم بالملي مكافىء



شكل (١١,٣). توزيع الإلكتروليتات في سوائل جسم الشخص البالغ بالملي مكافىء لكل لتر (mEq/liter).