الفصل 1

مكوّنات الغذاء Food constituents

مقدمة

ينبغي للإنسان أن يعرف مكوّنات الوجبة الغذائية التي يتناولها يومياً؛ لما لذلك من تأثير مهم في صحته ونشاطه البدني وقدراته الذهنية (العقلية). تتألّف مكوّنات الوجبة الغذائية الأساسية من البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون، والمعادن، والفيتامينات، والماء، وبعض العناصر الأُخرى. وهذه أبرز الأمور التي يتعيَّن عليك تعرّفها بخصوص مكوّنات غذائك الأساسية:

1- أهمية مكوّنات الوجبة الغذائية للجسم.

2- حاجاتك اليومية من مكوّنات الوجبة الغذائية.

3- المصادر الغذائية لمكوّنات الوجبة الغذائية.

4- أعراض نقص مكوّنات الوجبة الغذائية على الجسم.

5- الأمراض المرتبطة بمكوّنات الوجبة الغذائية.

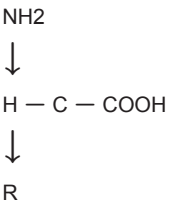
6- إحصائيات غذائية.

وسوف نتطرق في ثنايا هذا الكتاب —بشيء من الإيجاز— إلى هذه النقاط الست؛ بهدف مساعدة المرء على تناول وجبات غذائية متوازنة، تقيه من الإصابة بالأمراض المرتبطة بالغذاء.

المكوّن الأول: البروتينات (Proteins)

تُعَدّ البروتينات أحد أهم العناصر الغذائية التي يحتاج إليها جسم الإنسان؛ نظراً إلى إسهامها في تكوين معظم أنسجة الجسم المختلفة، فمن دونها لا يمكن رؤية أيٍّ من مظاهر الحياة على الأرض. تُعرَف البروتينات بأنّها مركّبات عضوية مؤلّفة من وحدات بنائية من الأحماض الأمينية (Amino Acids) متصلة ببعضها بوساطة روابط ببتيدية (Peptide Bonds)، وهي تُشكِّل ما نسبته 20% من وزن جسم الإنسان.

يتألّف الحمض الأميني من مجموعة كربوكسيل (Carboxyl Group)، ومجموعة أمين (Amino Group)، وهما ترتبطان بذرة كربون مركزية ترتبط بسلسلة جانبية (R)، وبذرة هيدروجين كما هو موضح أدناه:



حمض أميني — ألفا

أنواع البروتينات الموجودة في الغذاء اليومي (Protein Types in Daily Food)

يمكن تقسيم البروتينات إلى قسمين رئيسين، هما:

أولاً: البروتينات المنخفضة القيمة الغذائية (Low Nutritional Value Proteins)

هي بروتينات ينقصها حمض أميني أساسي واحد أو أكثر، وقد لا تكون قادرة على بناء أنسجة جديدة في الجسم وتعويض التالف منها حين يعتمد عليها الإنسان بوصفها مصدراً وحيداً للبروتين، ومثالها بروتينات البقوليات، والبذور، والقمح، والأرز، وغيرها من البروتينات النباتية. ومن الجدير بالذكر أنّ بروتين الذرة (Zein) والجيلاتين (Gelatin) لا يحتويان على أيٍّ من الأحماض الأمينية الأساسية. ويُطلَق على هذا النوع من البروتينات أحياناً اسم البروتينات نصف الكاملة أو البروتينات غير الكاملة كليّاً، مثل الذرة.

ثانياً: البروتينات المرتفعة القيمة الغذائية (High Nutritional Value Proteins)

هي بروتينات تحتوي على الأحماض الأمينية الأساسية جميعها وبكميات كافية لتأمين حاجات الجسم اللازمة لنمو الأنسجة وإصلاح التالف منها. وتُسمّى أحياناً بالبروتينات الكاملة (Complete Proteins)؛ نظراً إلى قدرتها على بناء أنسجة جديدة في الجسم وتعويض التالف منها حين يعتمد عليها الإنسان بوصفها مصدراً وحيداً للبروتين في غذائه. يُذكَر أنّ هذا النوع من البروتينات يشمل البروتينات الحيوانية جميعها، مثل: بروتينات الحليب، والبيض، واللحوم الحمراء، والدواجن، والأسماك.

أهمية البروتينات للإنسان (Importance of Proteins for Human)

تُسهِم البروتينات إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميتها في التغذية:

أ- الإسهام في نمو الجسم وإصلاح الأنسجة التالفة منه؛ إذ تدخل البروتينات في تكوين معظم خلايا أجزاء الجسم وأنسجته، مثل: العضلات، والجلد، والأظافر، والشعر، والأسنان، ونخاع العظام، والإنزيمات، والأجسام المضادة، والأنسجة الرابطة، والدم، وغيرها.

ب- المحافظة على الرقم الهيدروجيني المتعادل (PH=7.2) في سوائل الجسم؛ نظراً إلى احتوائها على مجموعة قاعدة (NH_2) ومجموعة حمض (COOH) تُمكِّنانها من العمل قواعد أو أحماضاً على التوالي؛ وذلك حسب حاجة الجسم.

ج- إمداد الجسم بالطاقة (4 سعرات لكل جرام بروتين) في حالة نقص تناول الكربوهيدرات والدهون في الوجبة الغذائية؛ أي على حساب بناء أنسجة الجسم وإصلاح التالف منها. تجدر الإشارة إلى أنّ استعمال الجسم للبروتينات مصدراً للطاقة مُرهِق للكليتين، وغير مُجدٍ اقتصاديّاً لارتفاع ثمنها.

د- الإسهام الفاعل في تنظيم توازن السوائل داخل الخلايا وخارجها عن طريق ثلاثة أنواع من الضغوط.

حاجة الجسم اليومية من البروتين (Daily Need of Protein)

تتحدّد حاجات الإنسان اليومية من البروتين تبعاً لقيمته الحيوية (جودة البروتين)، والوزن، والعمر، والجنس، والحالة الصحية، وغيرها من العوامل.

ولقد حدّد العلماء كمية البروتين اللازمة لنمو أعضاء الجسم، وإصلاح أنسجته التالفة، وتعويض ما يفقده من بروتين مع البول والبراز والعرق.

من جانبها، حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) (Food and Nutritional Board of the National Research Council: (FNB/NRC) المقرّرات الغذائية المقترحة للبروتين العالي الجودة PER أكثر من 70 وذلك على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — 5 شهور): 2.2 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
(6 شهور — سنة): 6.1 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- الأطفال (1—3 سنوات): 1.23 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
(4—6 سنوات): 1.2 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
(7—10 سنوات): جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- المراهقون (11—18 سنة): جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- البالغون (19—50 سنة): 0.8 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- المسنّون (+ 51 سنة): 0.82 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- المراهقات (11—14 سنة): جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- المراهقات (15— 18 سنة): 0.8 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- البالغات (19—50 سنة): 0.8 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- المسنّات (+ 51 سنة): 0.8 جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم.
- الحوامل: 60 جرام بروتين يومياً.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 65 و62 جرام بروتين يومياً على التوالي.

وبوجه عام، يوصي اختصاصيو التغذية بأن يكون نصف البروتين في الوجبة الغذائية من مصادر حيوانية، على أن تزداد هذه الكمية إلى الثلثين في حالة الحمل والرضاعة، وذلك لضمان حصول الجسم على جميع حاجاته من الأحماض الأمينية اللازمة للنمو، ومعالجة الأنسجة التالفة.

يُعَدّ بروتين البيض من البروتينات ذات الجودة الممتازة (B.V=100)؛ لذا، فهو يُستخدَم بروتيناً مرجعياً (قياسياً) لقياس جودة البروتينات الأُخرى. أمّا القيمة الغذائية لبروتينات اللحم وفول الصويا والأرز والفول السوداني والقمح، فهي: 93، 74، 86، 55، 65 على التوالي.

مصادر البروتين في الغذاء اليومي (Protein Sources in Daily Food)

يمكن تقسيم مصادر البروتينات الغذائية إلى قسمين، هما:

أ- مصادر نباتية

تتميّز البروتينات النباتية بقيمتها الغذائية المنخفضة؛ نظراً إلى خلوّها من واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية الأساسية كما ذكرنا آنفاً. وتشمل مصادر البروتينات النباتية كلاً من: البقوليات (مثل: الفاصوليا الجافة، والبازلاء الجافة، والعدس)، والمكسّرات (مثل: الفول السوداني، وزبدة الفول السوداني)، والحبوب (مثل: الأرز، والقمح، والمكرونة).

ب. مصادر حيوانية

تتميّز البروتينات الحيوانية بقيمتها الغذائية المرتفعة؛ نظراً إلى احتوائها على جميع الأحماض الأمينية الأساسية الضرورية لبناء أنسجة الجسم وإصلاح التالف منها، وهي تشمل: البيض، والأجبان، والحليب، واللحوم الحمراء، والدواجن، والأسماك. ويُوضِّح الجدول (1-1) محتوى بعض الأغذية من البروتين.

الجدول (1-1) محتوى بعض الأغذية من البروتين

اسم الغذاء	نسبة البروتين	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة : Average Serving)	كمية البروتين (جرام)
لحم البقر (صافٍ)	29	ثلاث أوقيات (90 جراماً)	26
لحم الغنم (صافٍ)	28	ثلاث أوقيات (90 جراماً)	25
لحم الدجاج (صافٍ)	31	ثلاث أوقيات (90 جراماً)	28
لحم السمك الحدوق (مسلوق: Boiled)	24	ثلاث أوقيات (90 جراماً)	21.5
التونة المعلّبة	28.5	ثلاث أوقيات (90 جراماً)	25.5
البيض	12	حبّة متوسطة (50 جراماً)	6
الفاصوليا الجافة (مطهوة)	7.8	نصف كوب (90 جراماً)	7
البازلاء الخضراء	5	نصف كوب (80 جراماً)	4
زبدة الفول السوداني	25	ملعقتا مائدة (30 جراماً)	7.5
البازلاء الجافة (مطهوة)	8	نصف كوب (100 جرام)	8
العدس (مطهو)	8	نصف كوب (100 جرام)	8
الخبز الأسمر	8.5	شريحة أو ربع رغيف (25 جراماً)	2.1
الخبز الأبيض	9.2	شريحة أو ربع رغيف (25 جراماً)	2.3
حبوب الإفطار (جافة)	10	نصف كوب قمح (30 جراماً)	3
الأرز	3.8	نصف كوب (105 جرام)	4
حبوب الإفطار (مطهوة)	1.7	نصف كوب (120 جراماً)	2
المكرونة (مطهوة)	2.9	نصف كوب (70 جراماً)	2
الحليب الكامل الدهن	3.7	كوب (245 مل)	9
حليب البودرة منزوع الدهن	33.3	ربع كوب (18 جراماً)	6
جبنة الكوتاج (Cottage)	14	أوقية (30 جراماً)	4
جبنة الشيدر (Chedder)	23.5	أوقية (30 جراماً)	7
جبنة دمياطية	13.8	أوقية (30 جراماً)	4

المرجع: عويضة، ع.ح.(1993) .

الأحماض الأمينية Amino Acids

هي الوحدات البنائية الأساسية لبروتينات الجسم المختلفة، ويُقدَّر عددها بنحو عشرين حمضاً أمينيّاً، فضلاً عن أحماض أُخرى لا تدخل في تركيب البروتين، ولكنّها تدخل في دورة اليوريا، مثل: الأورنثين (Ornithine)، والسيترولين (Citrulline).

توجد الأحماض الأمينية النقية في صورة بلورات بيضاء ذات طعم مرّ (أرجنين) و حلو (جلايسين، وألانين، وسيرين)، أو عديمة الطعم (تربتوفان، وليوسين). وتتحدّد نوعية البروتين وقيمته الغذائية تبعاً لنوعية الأحماض الأمينية وكميتها المكوّنة له. وتشتق معظم الأحماض الأمينية بفعل التحلّل المائي للبروتين (Hyrolysis) بمساعدة الإنزيمات الهاضمة، وهذه الأحماض توجد في وضع ألفا — (Amino Acids) أي إنّ مجموعة الأمين مجاورة لمجموعة الكربوكسيل. في حين توجد جميع الأحماض الأمينية المشتقة من مصادر بروتينية طبيعية على صورة المتشكّل—ل (L—Isomer)؛ أي إنّ مجموعة الأمين تكون على يسار جزيء الحمض الأميني، ويستفيد الجسم من هذا المتشكّل بمعدل أعلى منه للمتشكّل—د (D—Isomer).

تنقسم الأحماض الأمينية إلى مجموعتين رئيستين، هما:

1. الأحماض الأمينية غير الأساسية (Non-Essential Amino Acids)

هي الأحماض التي يستطيع جسم الإنسان تصنيعها من المركّبات الوسطية الناتجة من أيض الكربوهيدرات والدهون وبعض البروتينات؛ أي إنّ هذه المركّبات الوسطية تُعَدّ مصادر للهياكل الكربونية (الأحماض الكيتونية Keto Acids) للأحماض الأمينية غير الأساسية، علماً بأنّ الجسم لا يستطيع تصنيع الهياكل الكربونية للأحماض الأمينية الأساسية (سيرد ذكرها لاحقاً إن شاء الله).

2. الأحماض الأمينية الأساسية (Essential Amino Acids)

هي الأحماض الأمينية التي لا يستطيع جسم الإنسان تكوينها بكميات تكفي للنمو، ومعالجة الأنسجة التالفة، وإنتاج الإنزيمات والهرمونات وغيرها من المركّبات الحيوية في الجسم؛ لذا، يجب على الإنسان تناول هذه الأحماض في الوجبة الغذائية وبالكميات المناسبة.

يبلغ عدد الأحماض الأمينية الأساسية تسعة أحماض، منها ثمانية أساسية للأشخاص البالغين، وواحد أساسي فقط للأطفال الرضّع. وفيما يأتي سرد لهذه الأحماض: اللايسين (Lysine)، الثريونين (Threonine)، الهستدين (Histidine) أساس للأطفال الرضّع، الليوسين (Leucine)، الفالين (Valine)، الأيزوليوسين (Isoleucine)، الفينيل ألانين (Phenylalanine)، الميثيونين (Methionine)، التربتوفان (Tryptophan). وتجدر الإشارة هنا إلى أنّ بعض المراجع تفيد بأنّ الحمض الأميني أرجنين (Arginine) يُعَدّ من الأحماض الأساسية للأطفال؛ نظراً إلى ضآلة الكمية المُصنَّعة منه خلال دورة اليوريا، التي لا تفي بحاجة الطفل في أثناء النمو، بينما تفي بحاجة الشخص البالغ.

الإفراط في تناول البروتينات مضر بالصحة

ينصح العلماء بألّا تتجاوز كمية البروتين التي يتناولها الإنسان يوميّاً ضعف المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA)؛ أي لا تزيد على 165 جراماً لكلّ يوم بالنسبة إلى الشخص البالغ، إذ ثبت أنّ الإفراط في تناول البروتينات يُسبِّب أضراراً كثيرة للإنسان، منها:

1- فقدان كمية كبيرة من الكالسيوم الموجود في العظام والأسنان؛ وذلك عن طريق البول، ممّا يتسبَّب — على المدى البعيد — في الإصابة بمرض هشاشة العظام (Osteoporosis).

2- حدوث إجهاد للكليتين اللتين تعملان معاً على استخلاص النيتروجين الزائد في صورة يوريا (Urea) من البروتين وطرحه خارج الجسم مع البول؛ لذا، يتعيَّن على الأشخاص الذين يعانون مرض السكري، أو أولئك الذين لديهم كلية واحدة فقط، أن يتجنّبوا الإفراط في تناول البروتينات.

3- حدوث ارتفاع في مستوى الكولسترول في الدم في حالة الإفراط في تناول البروتينات الحيوانية، خصوصاً اللحوم الحمراء والدواجن.

الأمراض المرتبطة بالبروتينات (Diseases Related to Proteins)

يوجد العديد من الأمراض المرتبطة بنقص تناول البروتينات، منها:

- مرض الكواشيوركر (Kwashiorker) ينتج هذا المرض بسبب قلّة البروتين في الغذاء، ويصيب الأطفال الحديثي الفطام الذين يتناولون كميات كبيرة من الأغذية النشوية، مثل الحبوب (السيريل) والأرز بدلاً من حليب الأم.

تظهر أعراض مرض الكواشيوركر على الطفل بصورة زيادة في وزن الجسم، وتضخّم في حجم الرجلين واليدين بسبب تجمّع السوائل تحت الجلد (الأديما). كما يحدث توقّف للنمو، وتغيّر في لون الجلد، وضعف عام في الجسم. ويمكن وقاية الطفل من الإصابة بهذا المرض عن طريق إقناع الأمهات بإرضاع أطفالهن أطول مدّة ممكنة، بالإضافة إلى تقديم الأغذية الغنية بالبروتينات للطفل بعد عمر (5—6) شهور.

- مرض المرازمس (الهزال التدريجي Marasmus): يصيب هذا المرض الأطفال حديثي الفطام الذي يتناولون الأطعمة النشوية المخفّفة بالماء الذي يعمل على تقليل محتواها من البروتينات. تظهر أعراض مرض المرازمس بصورة هزال شديد جدّاً يؤدي إلى ظهور عظام الجسم المختلفة. ويمكن وقاية الطفل من الإصابة بهذا المرض باتباع الإرشادات والتعليمات نفسها المتعلقة بمرض الكواشيوركر.

إحصائية غذائية وبيولوجية للبروتينات (Dietary and Biological Statistic for Proteins)

— مخزون الجسم (رجل يزن 65 كيلوجراماً) من البروتين:	— 11 كيلوجراماً (17% من وزن الجسم).
— معدل تصنيع بروتين الجسم لدى الرضّع:	— 6.9 جرام/كيلوجرام/يوم.
— معدل تصنيع بروتين الجسم لدى المراهقين والبالغين:	— 3 جرامات/كيلوجرام/يوم.
— معدل تصنيع بروتين الجسم لدى المسنّين:	— 1.9 جرام/كيلوجرام/يوم.
— صافي الاستفادة (NPU) من بروتين البيضة الكاملة:	— 94 (الفئران)، و87 (الأطفال).
— صافي الاستفادة (NPU) من بروتين حليب الأم:	— 87 (الفئران)، و94 (الأطفال).
— صافي الاستفادة (NPU) من بروتين حليب البقر:	— 82 (الفئران)، و81 (الأطفال).
— تصنيع البروتين في الجسم:	— نحو 300 جرام يوميّاً.
— معدل الامتصاص (الأحماض الأمينية) داخل الجسم:	— اللحوم والحليب والجبنة: 95—97%.

— الأرز المبيض: 88%.

— الخضراوات: 65%.

— 65% (الأمعاء الدقيقة)، و28% (القولون)، و12% (المعدة).

— إجمالي البروتينات في السيرم في الحالة الطبيعية: — (6—8) جرامات/100 ملليلتر.

— مستوى الجلوبيولين (Glubulin) في السيرم أو البلازما: — (2—6) جرامات/100 ملليلتر.

— مستوى الألبيومين (Albumin) في السيرم أو البلازما: — (3.5—5.5) جرامات/100 ملليلتر.

— مستوى الفيبرينوجين (Fibrinogen) في البلازما: — (0.2—0.6) جرام/100 ملليلتر.

— أجزاء البروتين (Protein Fractions) في السيرم وفقاً لطريقة الفصل الكهربائي (Elecrtophoresis):

— (Albumin) (52—68% من إجمالي البروتين).

— (α1Globulin) (2.4—4.4% من إجمالي البروتين).

— (α2Globulin) (6.1 —10.1% من إجمالي البروتين).

— (βGlobulin) (8.5 —14.5% من إجمالي البروتين).

— (γ Globulin) (10 —21% من إجمالي البروتين).

— مستوى الترانسفيرين (Transferin) في السيرم: — (200 —400) ميلليجرام/100 ملليلتر (23—45 ميكرومول/ لتر).

المكوّن الثاني: الكربوهيدرات (Carbohydrates)

الكربوهيدرات (CH_2O) هي مركبات عضوية ألدهيدية أو كيتونية متعدّدة الهيدروكسيل، ويدخل في تركيبها الكربون والأكسجين والهيدروجين، حيث إنّ نسبة العنصرين الأخيرين تماثل نسبة وجودهما في الماء؛ أي 2:1 ($C_6H_{12}O_6$).

تَنتج الكربوهيدرات من عملية البناء الضوئي في النبات، وتُعَدّ مصدراً رئيساً للطاقة التي تلزم الإنسان. ويحصل الجسم على الطاقة من الكربوهيدرات بعد تحطيمها إلى مكوّناتها البسيطة، وهي أساساً الجلوكوز، فيسهل امتصاصها عن طريق جدار الأمعاء الدقيقة، ونقلها بوساطة الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة لكي تتأكسد إلى طاقة.

تتميّز الكربوهيدرات بأنّها مصدر سريع للطاقة (سريعة التأكسد)، وبتوافرها بكميات كبيرة في الطبيعة؛ فهي تُشكِّل نصف الغذاء المتوافر في العالم، ويمكن تخزينها مدّة طويلة من دون حاجة إلى وسائل الحفظ المختلفة، مثل: التبريد، والتجميد، والتجفيف.

أنواع الكربوهيدرات المتوافرة في الغذاء اليومي (Carbohydrates Types in Daily Food)

يمكن تقسيم الكربوهيدرات التي توجد في غذاء الإنسان اليومي إلى ثلاثة أقسام رئيسة، هي:

أولاً: السكريات الأحادية (Monosaccharides)

يُطلَق على هذا النوع اسم السكريات البسيطة (Simple Sugars)، وهي تحتوي على مجموعة من الألدهيدات مثل الجلوكوز، أو على مجموعة من الكيتونات مثل الفركتوز. ويمكن تقسيم السكريات الأحادية تبعاً لمحتواها من ذرات الكربون في الجزيء الواحد إلى الآتي:

- ثلاثية (Trioses $C_3H_6O_3$)، ومثالها: الجليسر ألدهيد (Glyceral Aldhyde).
- رباعية (Tetroses $C_4H_8O_4$)، ومثالها: الإريثروز (Erythrose).
- خماسية (Pentoses $C_5H_{10}O_5$)، ومثالها: الزيلوز (Xylose)، والريبوز (Ribose).
- سداسية (Hexoses $C_6H_{12}O_6$)، ومثالها: الجلوكوز، والفركتوز، والجلاكتوز، والسوربوز، والمانوز.
- سباعية (Heptoses $C_7H_{14}O_7$)، ومثالها: السيدوهبتولوز (Sedoheptulose).

وتُعَدّ السداسية الكربون من أهم السكريات الأحادية تغذويّاً، تليها الخماسية الكربون، وفيما يأتي بيان لهاتين المجموعتين:

أ- السداسية الكربون (Hexoses):

- الجلوكوز (Glucose): يُعرَف الجلوكوز باسم سكر العنب، أو الدكستروز، أو سكر الدم، ويُعَدّ من أهم السكريات الأحادية الألدهيدية تغذويّاً. وتوجد مصادر غذائية كثيرة للجلوكوز، منها: العسل، والفواكه، والخضراوات النشوية، والحبوب ومنتجاتها. ويتراوح تركيز الجلوكوز في الدم ما بين (80—100) ملليجرام لكلّ (100) ملليلتر من الدم، ويصل ارتفاع تركيزه في الدم إلى (160) ملليجراماً لكل (100) ملليلتر؛ وهو ما يُسبِّب الحالة التي تُعرَف باسم ارتفاع السكر في الدم (Hyperglycemia). يُذكَر أنّ الجلوكوز هو المصدر الوحيد الذي يمد عدسة العين والأنسجة العصبية بالطاقة.
- الفركتوز (Fructose): يُعرَف الفركتوز باسم سكر الفواكه أو الليفولوز، ويتوافر بكثرة في الفواكه والتوت (Berries)، ويُعَدّ من أكثر السكريات الأحادية حلاوة، حيث تزيد حلاوته بمقدار 70% على حلاوة سكر السكروز؛ لذا، يمكن الحصول على درجة الحلاوة وكمية السعرات نفسها باستخدام كمية أقل من الفركتوز.

- الجلاكتوز (Galactose): يأتي الجلاكتوز في المرتبة التالية — بعد الجلوكوز والفركتوز — من حيث الأهمية الغذائية، ويندر وجوده في الطبيعة، ولكنّه يدخل في تركيب سكر اللاكتوز (Lactose)، وبعض السكريات المتعدّدة (في قشر بذور البقوليات)، وسكر الرافينوز (في الشوندر).
- المانوز (Mannose): لا يُعَدّ المانوز مصدراً رئيساً للطاقة؛ لأنّه يوجد بكميات قليلة جدّاً في بعض الفواكه، ومنها التفاح والخوخ والبرتقال، ويدخل في تركيب بعض الكربوهيدرات النباتية المتعدّدة غير القابلة للهضم كليّاً في الجهاز الهضمي.

ب- الخماسية الكربون (Pentoses):

- الريبوز (Ribose): هو سكر خماسي يحتوي على خمس ذرات كربون، ولا يُعَدّ مصدراً معتبراً للطاقة في غذاء الإنسان، إلّا أنّه يلعب دوراً حيويّاً مهمّاً بالنسبة إلى الإنسان؛ لأنّه يدخل في تكوين بعض مركّبات الجسم الرئيسة، مثل: الحمض النووي (RNA) و(DNA)، والريبوفلافين (فيتامين ب2)، والنيوكليوتيدات (Nucleotides)، و(ATP)، و (NAD)، و (NADP)، وفي سيتوبلازم الخلية.
- الزيلوز (Xylose): يُصنَّف الزيلوز في المرتبة الثانية بعد البنتوز من حيث انتشاره في الطبيعة، وهو يوجد في الأخشاب، خاصةً المتليّف منها؛ كالتين، وعرنوس الذرة. وينتج الزيلوز حديثاً على مستوى تجاري عن طريق فعل الميكروبات على السليلوز والهيميسليلوز، علماً بأنّ الحيوانات المجترة وبعض الميكروبات تستطيع أيض الزيلوز، خلافاً للإنسان.
- الأربينوز (Arabinose): يوجد الأربينوز في الخضراوات، وهو يَنتج أيضاً من التحلّل المائي للصموغ النباتية.

ثانياً: السكريات الثنائية (Disaccharides)

تتألّف السكريات الثنائية من جزيئين من السكريات الأحادية يرتبطان معاً بوساطة رابطة جلايكوسيدية (Glycosidic Bond). ومن السكريات الثنائية:

- السكروز (Sucrose): يتألّف السكروز من جزيء جلوكوز وجزيء فركتوز، ويُطلَق عليه اسم سكر القصب، أو سكر البنجر، أو سكر المائدة. وبما أنّه يُستخدَم بكثرة في الغذاء، فإنّه يُؤمِّن للإنسان جزءاً كبيراً من حاجاته اليومية من السعرات. يُذكَر أنّ السكروز يوجد في مجموعة واسعة من الأغذية، منها: قصب السكر، والبنجر (الشوندر)، والأناناس، وبعض الفواكه.
- اللاكتوز (Lactose): يتألّف اللاكتوز من جزيئين من السكريات الأحادية، هما: الجلوكوز، والجلاكتوز. وهو يُعَدّ من أقل السكريات حلاوة، حيث تُقدَّر حلاوته بنحو سدس حلاوة السكروز، ويُطلَق عليه اسم سكر الحليب (يُشكِّل 5% من وزن الحليب). وعند عمل اللبن الزبادي أو الروب، يتحوّل جزء منه إلى حمض لاكتيك. أمّا في صناعة الجبن فإنّ اللاكتوز يتركّز في الشرش ممّا يجعل الجبن شبه خالٍ منه.
- المالتوز (Maltose): يُطلَق على المالتوز اسم سكر الشعير، ويتألّف من جزيئين من الجلوكوز يرتبطان معاً بوساطة الرابطة ألفا — 1.4، وهو لا يتوافر بصورة أُخرى في الطبيعة، ويوجد بكميات قليلة في أجنّة الحبوب النباتية (Germinating Cereals)، بالإضافة إلى أنّه يُشتق من نشا الحبوب بفعل إنزيم بيتا — أميليز (Beta — Amylase). يُذكَر أنّ المالتوز يتحلّل نتيجة الهضم إلى جزيئين من الجلوكوز بفعل إنزيم المالتيز (Maltase).

ثالثاً: السكريات المتعدّدة (Polysaccharides)

تتميّز السكريات المتعدّدة بأنّها ذات وزن جزيئي كبير، وعديمة الطعم، وغير قابلة للذوبان في الماء. وبعضها غير قابل للهضم داخل الجهاز الهضمي للإنسان بوساطة الإنزيمات. وفيما يأتي بعض أنواع هذه السكريات المهمة غذائيّاً:

أ- النشا (Starch): يتألّف النشا من عدّة جزيئات من الجلوكوز ترتبط ببعضها بوساطة روابط جلايكوسيدية، وهو يوجد بكثرة في الطبيعة. وهذه أهم المصادر الغذائية للنشا: البذور (70% نشا)، الحبوب (الأرز، والقمح، والجاودار (Rye)، والشعير، والفاصوليا الجافة، 40% نشا)، درنات البطاطس، البطاطا الحلوة.

يتحلّل النشا بفعل إنزيم ألفا—أميليز وبيتا—أميليز إلى جلوكوز ومالتوز على التوالي، وهو يتميّز بأنّه عديم الطعم (قبل تحلّله)، وعدم الذوبان في الماء البارد، إلّا أنّه يُكوِّن قواماً هلاميّاً في الماء الساخن بسبب تشرّبه الماء وانفجار حبيباته.

يوجد نوعان من النشا، هما:

- الأميلوز (Amylose): يتألّف الأميلوز من سلسلة مستقيمة من جزيئات الجلوكوز، قد يصل عددها إلى (2000)، وهي ترتبط ببعضها بوساطة روابط جليكوزيدية جلايكوسيدية من نوع (1,4 — α).
- الأميلوبكتين (Amylopectin): يتألّف الأميلوبكتين من سلاسل متفرّعة من جزيئات الجلوكوز، وهذا التفرّع يكون متصلاً بالسلاسل المستقيمة بوساطة الرابطة الجلايكوسيدية (6 ، 1 — α).

ب- الجلايكوجين (Glycogen): يُطلَق عليه اسم النشا الحيواني، وهو يتألّف من عدّة جزيئات من الجلوكوز ترتبط ببعضها بوساطة روابط جلايكوسيدية (1,4=α)؛ أي إنّه يشبه في تركيبه البنائي الأميلوبكتين، إلّا أنّ تفرّعاته أكثر، إذ يوجد تفرّع لكل (8—10) جزيئات جلوكوز. يوجد الجلايكوجين فقط داخل جسم الإنسان؛ في: العضلات (225 جراماً، 66% من الكمية الكلية)، والكبد (116 جراماً، 34% من الكمية الكلية). ويستفيد منه الجسم في الحصول على الطاقة عند نقص الغذاء، أو خلال أداء الأعمال الشاقة، أو التمارين الرياضية المُجهِدة مدّة طويلة. وبما أنّ معظم الجلايكوجين الموجود في الأنسجة يتحوّل إلى حمض اللاكتيك (Lactic Acid) بعد مدّة قصيرة من ذبح الحيوان، فإنّه لا يُعَدّ مصدراً للطاقة في غذاء الإنسان.

ج- السليلوز (Cellulose): يتألّف السليلوز من آلاف الوحدات من الجلوكوز المتصلة ببعضها بوساطة روابط جلايكوسيدية من نوع (β— 1,4)، غير القابلة للتكسّر بوساطة الإنزيمات الموجودة في الجهاز الهضمي للإنسان والحيوانات الوحيدة المعدة؛ لذا، فإنّ السليلوز الموجود في الغذاء لا يمد الإنسان بالطاقة، إذ يمر خلال الجهاز الهضمي من دون أن يطرأ عليه تغيير. في حين تستطيع الحيوانات المجترة هضم السليلوز بوساطة الإنزيمات البكتيرية الموجودة في جهازها الهضمي، وهذا ما يُفسّر قدرتها على البقاء اعتماداً على محاصيل الأعلاف والأعشاب.

يتميّز السليلوز بأنّه شديد الصلابة؛ لذا، فهو المسؤول عن إعطاء النباتات الهيكل الصُّلْب والبنية الأساسية، كما أنّه يُوفّر الهيكل الصُّلْب لغُلُف الحبوب والقشور، مثل قشور المكسّرات. وقد أُطلِق حديثاً مصطلح الألياف الغذائية (Dietary Fibers) على جميع الأجزاء النباتية التي تقاوم التحلّل بالإنزيمات الهاضمة الموجودة في القناة الهضمية للإنسان، وتشمل: السليلوز، والبكتين (Pectin)، والهيميسليوز (Hemicellulose)، والصموغ (Gums)، واللجنين (Lignin)، والهلام النباتي (Mucilages). وتوجد هذه الألياف في الأغذية النباتية، مثل: النخالة (48%)، ودقيق القمح الكامل (11.7%)، والبازلاء (3.4%)، والفراولة (2.1%)، والدقيق الأبيض (1.8%)، والخضراوات، والفواكه، انظر الجدول (1—2).

تمتاز هذه الألياف غذائيّاً بفوائد عدّة، أبرزها:

1- تقليل مستوى الكولسترول في الدم؛ نظراً إلى ارتباطها به وطرحه خارج الجسم، وكذلك تحسين نمو الميكروبات المسؤولة عن تحلّل أحماض الصفراء التي تُطلق الكولسترول؛ لذا، فإنّ هذه الألياف تُعَدّ من العناصر الغذائية التي تُسهِم بفاعلية في الوقاية من الإصابة بأمراض القلب وتصلُّب الشرايين.

2- تسهيل خروج الفضلات من الجهاز الهضمي وطرحها خارج الجسم؛ نتيجة لاحتوائها على عدد كبير من مجموعة الهيدروكسيل (OH)، التي تتميّز بقدرتها على امتصاص الماء؛ ممّا يجعل البراز ليّناً وقابلاً للانزلاق داخل القناة الهضمية. ومن ثَمّ تلعب هذه الألياف دوراً مهمّاً في وقاية الإنسان من الإصابة بأورام في القناة الهضمية.

3- عدم تزويد الجسم بالطاقة والعناصر الغذائية، لهذا يوصى بإدخالها في وجبات الحمية الخاصة بخفض الوزن.

4 - زيادة سرعة تخلص الجسم من المواد السامة والمواد المُسبِّبة للسرطان؛ لأنّها تزيد من حركة الأمعاء الدقيقة والقولون (Colon).

يمكن للإنسان الحصول على حاجته من الألياف الغذائية بتناول الحبوب الكاملة، والخبز الأسمر، والبقوليات، والمكسّرات، والخضراوات. إلّا

أنّـه يوصـى بعـدم الإفراط في تناول هذه الألياف؛ لأنّ ذلك يؤدي إلى الإصابة بالإسـهال وانسـداد الأمعاء، فضلاً عـن ارتباطها ببعض المعادن (تحتوي على حمض الفايتيك)، ومنها الحديد والكالسـيوم والفسـفور والزنك والمغنيسـيوم، وطرحها خارج الجسـم؛ ممّا يؤدي إلى ظهور أعراض نقصها على الإنسان. وبوجه عام، يوصى بتناول (30) جراماً من الألياف الغذائية يومياً؛ أي نحو ملعقتي مائدة من نخالة القمح.

الجدول (1-2): محتوى بعض الأغذية من الألياف الغذائية.

اسم الغذاء	نسبة الألياف الغذائية	مقدار وحدة التقديم الواحدة متوسط الحصة: (Average Serving)	كمية الألياف الغذائية (جرام)
الحبوب (Cereals):			
الأرز (مسلوق، مقشور)	0.8	نصف كوب (105 جرام)	0.84
الخبز الأسمر	5.11	شريحة (25 جراماً)	1.3
الخبز الأبيض	2.72	شريحة (25 جراماً)	0.68
نخالة القمح	30	ثلث كوب (28 جراماً)	8.4
دقيق القمح (100%)	9.6	2.5 ملعقة كبيرة (40 جرام)	3.84
الدقيق الأبيض (72%)	3.0	2.5 ملعقة كبيرة (40 جرام)	1.2
شرائح الذرة	12.4	0.75 كوب (21 جراماً)	2.6
الذرة المُحمَّصة (الفُشَار) (Popcorn)	16.66	3 أكواب (18 جراماً)	3.0
المكسّرات (Nuts):			
جوز عين الجمل (Walnuts)	5.2	نصف أوقية (15 جراماً)	0.78
لوز (Almond)	14.3	نصف أوقية (15 جراماً)	2.14
مكسرات برازيليا (Brazils)	7.7	نصف أوقية (15 جراماً)	1.15
الفول السوداني	9.3	نصف أوقية (15 جراماً)	1.40
زبدة الفول السوداني	7.6	ملعقة مائدة (16 جراماً)	1.20
البقوليات (Legumes):			
الفاصوليا الجافة (مطهوة)		نصف كوب (90 جراماً)	
العدس (مطهو)	3.7	نصف كوب (100 جرام)	3.7
البازلاء (مطهوة)	7.9	نصف كوب (90 جراماً)	7.11
الفواكه (Fruits):			
التمر الجاف	8.8	حبّتان (18 جراماً)	1.6
البرتقال	2.05	حبّة (78 جراماً)	1.6
الفراولة	2.16	كوب (143 جراماً)	3.1
الخوخ	2.3	حبّة متوسطة (100 جرام)	2.3
الأناناس	1.03	نصف كوب (78 جراماً)	0.8
البرقوق المجفّف	16	حبّتان (15 جراماً)	2.4
التفاح	2.4	حبّة متوسطة (140 جراماً)	3.36
التفاح المقشر	2.0	حبّة متوسطة (140 جراماً)	2.8
الموز	1.75	نصف حبّة (60 جراماً)	1.08
الكرز	1.3		
التين الطازج	2.5	حبّة واحدة	
التين الجاف	18.5	حبّة واحدة	

اسم الغذاء	نسبة الألياف الغذائية	مقدار وحدة التقديم الواحدة متوسط الحصة: (Average Serving)	كمية الألياف الغذائية (جرام)
العنب الطازج الأبيض	0.9	12 حبّة (60 جراماً)	0.54
الخضراوات (Vegetables):			
البازلاء الطازجة	7.88	نصف كوب (85 جراماً)	6.7
الفاصوليا الخضراء الطازجة	3.38	نصف كوب (64 جراماً)	2.1
الفاصوليا الخضراء (مطهوة)	3.35	نصف كوب (75 جراماً)	2.51
البندورة الطازجة	1.5	حبّة صغيرة (100 جرام)	1.5
البطاطا المخبوزة (Baked)	2.53	نصف حبّة متوسطة (75 جراماً)	1.9
البطاطس المسلوقة (Boiled Yam)	2.9	نصف حبّة متوسطة (75 جراماً)	2.17
البازلاء المسلوقة			
الخس	5.2		
الجزر الطازج	1.5		
الجزر (مطهو)	3.9		
الكرنب المطهو (Cabbage)	3.07	نصف كوب (78 جراماً)	2.4
الكرفس الطازج (Celery)	2.47	نصف كوب (85 جراماً)	2.1
البنجر (مطهو)	1.83	نصف كوب (60 جراماً)	1.1

المرجع: Briggs, G. (1983) and Weininger, J. (1983) و Crowley (1984) and M.F, Suitor, C.W.

تُسهِم الكربوهيدرات إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميتها في التغذية:

أ- تُعَدّ الكربوهيدرات مصدراً رئيساً للطاقة التي تلزم الإنسان؛ إذ إنّ تناول جرام واحد منها يمد الجسم بنحو 4 سعرات. ويتحوّل الجزء الفائض منها عن حاجة الإنسان إلى جلايكوجين في الكبد والعضلات، حيث يُستخدَم مصدراً للطاقة عند الحاجة. في حين يتحوّل الفائض النهائي من الكربوهيدرات إلى أنسجة دهنية (Adipose Tissues) تمد الجسم بالطاقة عند نفاد مخزون الجلايكوجين. وتجدر الإشارة إلى أنّ الجهاز العصبي وأنسجة الرئة والدماغ هي التي تستفيد فقط من الطاقة الناتجة من أكسدة الكربوهيدرات بصورة جلوكوز.

ب- تُنظِّم الكربوهيدرات أيض الدهون بصورة طبيعية. فعندما يحدث —مثلاً— انخفاض شديد في كمية الكربوهيدرات المتناولة في الوجبة الغذائية، فإنّ ذلك يؤدي إلى ارتفاع معدل سرعة أيض الدهون، وتكوّن مركّبات وسيطة غير مكتملة التأكسد بصورة أحماض دهنية قصيرة السلسلة؛ ممّا يُسبِّب الإصابة بالجفاف، وفقدان الصوديوم من الجسم، والكيتوزية (Ketosis)؛ وهي زيادة غير طبيعية في كمية الأجسام الكيتونية في الجسم، التي تزيد من درجة الحموضة في الدم. يتبيّن ممّا ذُكِر آنفاً أنّ الكربوهيدرات ضرورية لمعادلة ميزان الحموضة في الجسم. وقد وُجِد أنّه يلزم توافر جزيء جلوكوز لأكسدة جزيء من الأحماض الدهنية.

ج- تلعب الكربوهيدرات دوراً مهمّاً في تخليص الجسم من السموم؛ إذ يَنتج من أيض الجلوكوز حمض الجلوكورونيك (Glucuronic Acid) الذي يمكنه الارتباط ببعض الأدوية والمواد السامة وطرحها خارج الجسم بصورة مشتقات حمض الجلوكورونيك.

د- تُسهِّل الألياف الغذائية طرح الفضلات (البراز) خارج الجسم، وتمنع حدوث الإمساك.

هـ- تساعد الكربوهيدرات على ادخار البروتين داخل الجسم. فعند حدوث نقص في كمية الكربوهيدرات المتناولة في الغذاء يستخدم الجسمُ البروتينَ مصدراً للطاقة بدلاً من استخدامه في البناء والنمو وإصلاح الأنسجة التالفة. تعمل الكربوهيدرات أيضاً على تزويد الجسم بهياكل الكربون (Carbon Skeletons) الضرورية لبناء الأحماض الأمينية غير الأساسية.

و- يتميّز سكر اللاكتوز بأنّه أقل ذوباناً من السكريات الأخرى؛ لذا، فهو يبقى في الأمعاء مدّة أطول، ممّا يحفز نمو البكتيريا المنتجة لمجموعة فيتامينات ب، فضلاً عن تحسين امتصاص الكالسيوم والحديد عن طريق جدار الأمعاء.

ز- تدخل الكربوهيدرات في تكوين العديد من أنسجة الجسم ومكوّناته. فمثلاً، يدخل سكر الريبوز في تركيب الحمض النووي (DNA)، و (RNA)، ويُستخدَم كلٌّ من الجلوكوزأمين (Glucoseamine)، والجلاكتوزأمين (Galactoseamine) في تكوين الأنسجة الضامة والغضاريف. كما يدخل الجلوكوزامين في تكوين مادة الهيبارين (Heparin) الضرورية لمنع تحوّل البروتين إلى ثرومبين (منع تجلّط الدم).

الحاجة اليومية من الكربوهيدرات (Daily Need of Carbohydrates)

إنّ كمية الكربوهيدرات المثلى التي تلزم الإنسان يوميّاً تحكمها عوامل عدّة، منها: درجة النشاط، والحالة الصحية، والوزن، والجنس، وغيرها. وبوجه عام، يجب أن تحتوي الوجبة الغذائية للشخص على كربوهيدرات تُوفِّر ما نسبته 55% من حاجات الطاقة الكلية يوميّاً، بحيث يحصل على 10% منها من السكريات البسيطة، و45% منها من الكربوهيدرات المتعدّدة. وتوصي هيئة الغذاء والتغذية الأمريكية بألّا تقل كمية الكربوهيدرات المتناولة يوميّاً عن (100) جرام؛ وذلك لمنع حدوث الكيتوزية والتهدّم المفرط للأنسجة البروتينية في الجسم.

مصادر الكربوهيدرات في الغذاء اليومي (Carbohydrates Sources in Daily Food)

تتوافر الكربوهيدرات في مجموعة كبيرة من الأغذية المصنّعة، مثل: الحلويات (Candy)، والدبس، والمحاليل السكرية، والمربيات، والمشروبات الغازية، إلّا أنّه لا يوصى بالإكثار من تناول هذه الأغذية. وتوجد أيضاً مصادر أُخرى للكربوهيدرات، منها: أغذية الحبوب، والبسكويت الرقيق الهش (65–70%)، ونشا الذرة (80%)، والأرز، والبطاطا (أكثر من 20%)، والخبز (45%)، والذرة، والبازلاء (نحو 20%)، وغيرها. انظر الجدول (1–3) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من الكربوهيدرات (يبيّن هذا الجدول أنّ النسبة في الأرز تصل إلى نحو 81%).

الجدول (1-3): محتوى بعض الأغذية من الكربوهيدرات.

اسم الغذاء	نسبة الكربوهيدرات (جرام/100جرام)	مقدار وحدة التقديم الواحدة متوسط الحصة: (Average Serving)	كمية الكربوهيدرات بالحصة (جرام)
السكر الحبيبي	99.4	ملعقة مائدة (15 جراماً)	15
العسل	81.0	ملعقة مائدة (20 جراماً)	16
المربى والجيلي والمرملاد	71.0	ملعقة مائدة (18 جراماً)	13
الحلويات	95–70	أوقية حليب بالكاكاو (30 جراماً)	16
المحاليل السكرية والدبس	75–55	ملعقة مائدة (120 جراماً)	12
المشروبات الغازية	12–10	4 أوقيات كولا (20 جراماً)	12
التفاح	15	حبّة متوسطة (140 جراماً)	20
البرتقال	9	حبّة متوسطة (140 جراماً)	13
التمر	73	حبّتان (60 جراماً)	12
الموز	22	نصف حبّة (60 جراماً)	13
العنب	20	12 حبّة (60 جراماً)	12
الزبيب	77	ملعقتا مائدة (72 جراماً)	60
البطيخ (الحبحب)	7	كوب (120 جراماً)	8
بطاطس	17	حبّة متوسطة، مسلوقة (137 جراماً)	23
المشمش	13	حبّة متوسطة	23
الخوخ المجفّف	60	حبّتان متوسطة (15 جراماً)	9

اسم الغذاء	نسبة الكربوهيدرات (جرام/100جرام)	مقدار وحدة التقديم الواحدة متوسط الحصة: (Average Serving)	كمية الكربوهيدرات بالحصة (جرام)
الأرز (غير مطهو)	81	نصف كوب، مطهو (105 جرام)	25
المكرونة (غير مطهوة)	75	نصف كوب، مطهوة (70 جراماً)	16
الخبز الأسمر	49	ربع رغيف أو شريحة (25 جراماً)	11
الخبز الأبيض	51	ربع رغيف أو شريحة (25 جراماً)	12
حبوب الإفطار (جافة)	85–70	كوب شرائح قمح (30 جراماً)	24
الكيك	60	قطعة واحدة (70 جراماً)	45
الفاصوليا الخضراء	5	نصف كوب، مطهوة (75 جراماً)	3
الفاصوليا الجافة (مطهوة)	20	نصف كوب (90 جراماً)	9
البازلاء الجافة (مطهوة)	21	نصف كوب (100 جرام)	20

المرجع: عويضة، ع.ح. (1993م).

الإفراط في تناول الكربوهيدرات مضر بالصحة

يوصي علماء التغذية بعدم الإكثار من تناول السكريات البسيطة، مثل سكر السكروز والجلوكوز والفركتوز وغيرها؛ نظراً إلى انخفاض قيمتها الغذائية. وبعبارة أُخرى، فإنّ السكريات البسيطة تخلو تماماً من الفيتامينات والمعادن والبروتينات والدهون، إلّا أنّها تُزوِّد الجسم بالطاقة فقط، وليس لها تأثير ضار بالصحة في حالة تناولها لتلبية حاجات الجسم من الطاقة. وممّا يجدر ذكره هنا أنّ إفراط الأطفال في تناول السكريات والحلويات يؤدي إلى حدوث تسوّس في الأسنان؛ نظراً إلى تحوّل هذه السكريات في الفم إلى أحماض بوساطة البكتيريا التي تعيش داخل الفم. وتعمل هذه الأحماض على تآكل سطح الأسنان الخارجي (طبقة المينا Enamel) وطبقات السنّ الداخلية وإذابتها؛ ممّا يُتلف الأسنان ويصيبها بالتسوّس. وتُعَدّ الحلويات اللزجة مثل حلوى الكرملة من مُسبِّبات التسوّس الرئيسة، تليها عصائر الفواكه والأغذية السريعة التحضير، مثل: الكيك، والمهلبية، والمشروبات الغازية، وغيرها. كما أنّ ترك الأغذية النشوية، مثل الخبز والبسكويت والكيك، في الفم مدّة طويلة يمنح الإنزيمات الموجودة في الفم فرصة تكسيرها إلى سكريات بسيطة قادرة على إذابة الأسنان وتآكلها.

وبوجه عام، يمكن وقاية الطفل من الإصابة بتسوّس الأسنان عن طريق استعمال الفرشاة ومعجون الأسنان على نحوٍ صحيح، بالإضافة إلى غسل الفم بالماء مباشرة بعد تناول الأغذية السكرية والنشوية، خاصةً قبل النوم. ويوصي الأطباء بألّا تزيد كمية السكريات المتناولة يوميّاً على 10% من إجمالي السعرات المتناولة يوميّاً، وتُعادِل هذه نحو 10 ملاعق صغيرة من السكر يوميّاً.

أمّا بالنسبة إلى الألياف الغذائية فقد أشارت الدراسات إلى أنّ الإفراط في تناولها (أكثر من 60 جراماً في اليوم) يُسبِّب المشاكل الآتية:

- الإصابة بالإمساك نتيجة لتصلُّب البراز.
- ارتباط الألياف الغذائية ببعض المعادن (مثل: الكالسيوم، والحديد، والزنك) وطرحها خارج الجسم، ممّا يؤدي إلى ظهور أعراض نقص هذه المعادن على الإنسان.
- تكوُّن الغازات في الجهاز الهضمي.
- تكوُّن كرات من الألياف في المعدة تُسمّى (Phytobezoars)، وهي تعيق سريان الفضلات في الأمعاء.

الأمراض المرتبطة بالكربوهيدرات (Diseases Related to Carbohydrates)

يؤدي الإفراط في تناول الكربوهيدرات إلى الإصابة ببعض الأمراض، منها:

أولاً: السمنة (Obesity)

يُصاب بعض الناس بالسمنة نتيجة الإفراط في تناول الكربوهيدرات؛ إذ تتحوّل الكميات الزائدة منها في الجسم إلى أنسجة دهنية كما هو الحال بالنسبة إلى البروتينات والدهون. ولقد أوضحت الدراسات أنّ سكر السكروز وسكر الفركتوز الموجودين في الأغذية يُسبِّبان زيادة أكثر في الوزن مقارنة بسكر الجلوكوز.

ثانياً: مرض السكري (Diabetes Mellitus)

لم تُثبِت الدراسات في الوقت الحاضر وجود علاقة بين استهلاك الكربوهيدرات أو سكر السكروز والإصابة بمرض السكري. ويصيب مرض السكري عادة الشخص بسبب قلّة إفراز هرمون الأنسولين (Insulin) اللازم لحرق الجلوكوز في الجسم، ممّا يؤدي إلى ارتفاع مستوى السكر في الدم وخروجه مع البول. ويمكن معالجة هذا المرض؛ إمّا بالحمية الغذائية الخاصة لمريض السكري، وإمّا باستخدام الحمية الغذائية والدواء معاً، وذلك تبعاً لنوع مرض السكري. وممّا يجدر ذكره هنا أنّ ممارسة التمارين الرياضية تساعد على اختراق الجلوكوز لأغشية الخلايا، ممّا يؤدي إلى احتراقه، وانخفاض مستواه في الدم.

ثالثاً: مرض عدم تحمّل اللاكتوز (Lactose Intolerance)

يصيب هذا المرض الأشخاص نتيجة لوجود خلل وراثي يؤدي إلى عدم إفراز خلايا جدار الأمعاء أنزيم اللاكتيز (Lactase) الضروري لعملية تحلّل سكر اللاكتوز الثنائي (غير قابل للامتصاص) الموجود في الحليب، إلى جلوكوز وجلاكتوز قابلين للامتصاص عن طريق جدار الأمعاء. وقد يصاب الشخص بهذا المرض نتيجة عدم تناوله الحليب بعد الفطام مباشرة، ممّا يحول دون تكيّف الجسم وعجزه عن إفراز إنزيم اللاكتيز في سنّ البلوغ. وتظهر أعراض المرض بصورة انتفاخ في البطن جرّاء تكوّن الغازات، وحدوث مغص وإسهال وصداع وشعور بالضيق.

نصائح تساعد على الإقلال من تناول السكريات

فيما يأتي بعض النصائح التي تُسهِم في الحدّ من تناول السكر، خاصة للأشخاص السمان (البدينين) الذين يرغبون في خفض أوزانهم:

- الإقلال —قدر الإمكان— من إضافة سكر المائدة (سكر السكروز) إلى الأغذية والمشروبات، وبخاصة الشاي والقهوة وعصير الليمون وغيرها من الأغذية التي يضاف إليها السكر عادة. ويُفضَّل التدرّج في عملية الإقلال من تناول السكر إلى أن تصل الكمية المتناولة إلى الثلث مقارنة بما كان يُستهلَك سابقاً.
- الابتعاد —قدر الإمكان— عن تناول العسل والدبس والمحاليل السكرية.
- الإقلال من تناول الأغذية الغنية بالسكريات، مثل: الحلويات، والكيك، والبسبوسة، والبقلاوة، والدونات، وغيرها من الأغذية المخبوزة.
- تحسين نكهة الأغذية والمشروبات التي قُلِّلت كمية السكر المضافة إليها؛ وذلك بخلطها ببعض البهارات، مثل: القرفة، والهيل، والزنجبيل.
- تجنُّب تناول الأغذية التجارية المُصنَّعة، التي تتميَز بمحتواها المرتفع من السكر، ومحاولة تصنيعها في المنزل بإضافة كميات قليلة جدّاً من السكر.
- الإقلال من تناول المشروبات الغازية، مثل البيبسي، والكولا، والسفن أب والميرندا وكذلك المحليات، مثل: الكستر، والمهلبية، والكريمة. ويمكن الاستعاضة عن المشروبات الغازية وأصناف الشراب (Drinks) بالعصائر الطازجة أو الماء.
- قراءة البطاقة الغذائية المُدوَّنة على عبّوات الأغذية المُصنَّعة لتعرُّف محتواها من السكريات، واختيار ما هو مناسب لحالة الشخص الصحية، أو ما يحتوي على كميات قليلة من السكر.
- شراء الفواكه الطازجة، أو المُعلَّبة في محلول مائي، أو عصير، أو محلول سكري مخفّف، وتجنُّب شراء الفواكه المُعلَّبة في محاليل سكرية مركّزة؛ نظراً إلى محتواها الغني بالسكر.

إحصائية غذائية وبيولوجية للكربوهيدرات (Dietary and Biological Statistic for Carbohydrates)

— متوسط كمية الكربوهيدرات التي يتناولها الشخص البالغ يوميّاً: — 300 جرام.

— مخزون الجسم (رجل يزن 65 كيلوجراماً) من الكربوهيدرات: — كيلوجرام واحد (1.5% من وزن الجسم).

— انخفاض مستوى الجلوكوز في الدم (Hypoglycemia): — أقل من 60 ملليجراماً/100 ملليلتر دم.

— الزمن اللازم لوصول مستوى الجلوكوز في الدم إلى القمة: — بعد 30 دقيقة من تناول الوجبة الغذائية.

— الزمن اللازم لانخفاض مستوى الجلوكوز في الدم إلى مستوى الصوم (Fasting Level): — بعد (90—180) دقيقة من تناول الوجبة الغذائية.

— تركيز الجلايكوجين: — جلايكوجين العضلات: 6 جرامات/كجم (الإجمالي 244 جراماً).

— جلايكوجين الكبد: 60 جراماً/كجم (الإجمالي 108 جرام).

— أقل كمية من الكربوهيدرات اللازم تناولها يوميّاً للحفاظ على البروتين: — (50—100) جرام (للأمان يوصى بـ120 جراماً).

— مخزون السكر في الدم والسوائل خارج الخلايا: — 0.8 جرام/كيلوجرام (الإجمالي 17 جراماً).

— مستوى سكر الجلوكوز في الدم لدى الشخص السليم: — (80—100) ملليجرام/100ملليلتر.

— الطاقة الناتجة من أيض جزيء جلوكوز واحد: — مرحلة التحلّل السكري: (ATP8).

— تحوّل البيروفات إلى أسيل كوانزيم أ: 6(ATP).

— دورة كربس: (ATP24)

— إسهام الأغذية: —الأغذية المُصنَّعة (المضاف إليها السكر): 43%، المشروبات: 28% .

— الحلاوة السنية للسكريات (الجلوكوز هو السكر المرجعي للمقارنة)،تعني ان حلاوة السكريات قيست بناء على حلاوة سكر الجلوكوز —اللاكتوز: 20.

—الجالاكتوز: 32

—المالتوز: 40.

—الجلوكوز: 70.

—السكروز: 100.

—الفركتوز: 170.

—السيكلامات (Cyclamate): (3000—8000).

—أسبرتام (Aspartame): (10000—20000).

—السكارين (Saccharin): (20000—70000).

— معدل الامتصاص: —الجلوكوز والجلاكتوز:100.

—الفركتوز: 30%.

— مستوى جلوكوز الدم عند الصيام (Fasting Blood Glucose Level): —(60—110) ملليجرام/100 ملليلتر (3.6—6.15 ملي مول µmol/لتر) (حين يستيقظ الشخص في الصباح).

— مستوى جلوكوز الدم المصاحب للشعور بالجوع: —(60—65) ملليجراماً/100 ملليلتر.

المكوّن الثالث: الدهون (Lipids)

يُطلَق اسم الدهون أو الليبدات [$CH_3(CH_2)nCOOH$] على الدهون الحيوانية والزيوت النباتية، وهي مركّبات عضوية يدخل في تركيبها الكربون والأكسجين والهيدروجين، وبعضها يحتوي على الكربوهيدرات أو الفوسفور أو المركّبات النيتروجينية القابلة للذوبان في المذيبات العضوية، مثل: إيثر البترول (Petroleum Ether)، والكحول (Alcohol)، والإيثر (Ether)، والبنزين (Benzene)، وغيرها. وتُعَدّ الدهون مصدراً رئيساً مركزاً للطاقة في الأغذية. فالجرام الواحد من الدهن يمد الجسم بنحو 9 سعرات. وهي تُؤمِّن يومياً قرابة 30—40% من حاجات الجسم للطاقة الكلية.

تقسم الأغذية تبعاً لمحتواها من الدهن إلى الآتي:

1- أغذية فقيرة في محتواها من الدهن (أقل من 2% دهن)، مثل: الخضراوات، والفواكه، وبعض الحبوب.

2- أغذية متوسطة في محتواها من الدهن (2—10% دهن)، مثل: الحليب، وبعض أنواع اللحوم.

3- أغذية غنية بالدهون (أكثر من 10% دهن)، مثل: الدهون الحيوانية، والزيوت النباتية، وبعض اللحوم، وصفار البيض، والمكسّرات.

تتألّف الدهون من جزأين رئيسين، هما: الأحماض الدهنية (Fatty Acids:FA)، والجيليسرول (Glycerol). ويتحد هذان الجزءان لتكوين الجليسريدات الثلاثية (الدهون). وتُعرَف الأحماض الدهنية بأنّها مواد عضوية مُؤلَّفة من سلسلة كربونية ينتهي أحد طرفيها بمجموعة الكاربوكسيل (Carboxyl Group: COOH) والطرف الآخر بمجموعة الميثيل (Methyl Group: CH_3) ومعظم الأحماض الدهنية الموجودة في الأغذية هي سلاسل مستقيمة تحتوي على أعداد زوجية (Even Number) من ذرات الكربون.

يمكن تقسيم الأحماض الدهنية حسب طول السلسلة الكربونية إلى الآتي:

1- الأحماض الدهنية الطويلة السلسلة: يتألّف هذا النوع من أكثر من (12) ذرة كربون، علماً بأنّ الأحماض الدهنية الموجودة في الأنسجة الحيوانية تحتوي على (16—26) ذرة كربون.

2- الأحماض الدهنية المتوسطة السلسلة: يتألّف هذا النوع من (8—12) ذرةكربون.

3- الأحماض الدهنية القصيرة السلسلة: يتألّف هذا النوع من (4—6) ذرات كربون.

وتقسم الأحماض الدهنية الطويلة السلسلة تبعاً لدرجة تشبّعها إلى الآتي:

1- الأحماض الدهنية المشبعة (Saturated Fatty Acids): وفيها تحتوي جميع ذرات الكربون الموجودة في السلسلة على ذرتي هيدروجين، وهي توجد بكثرة في الدهون الحيوانية وجوز الهند.

2- الأحماض الدهنية غير المشبعة (Unsaturated Fatty Acids): هي أحماض فقدت ذرة هيدروجين من كلٍّ من ذرتي الكربون المتجاورتين، ممّا أدى إلى تكوين رابطة مزدوجة بين ذرتي الكربون. وتنقسم الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى الآتي:

أ- أحماض دهنية غير مشبعة أحادية (Monounsaturated: FA): تحتوي هذه الأحماض على رابطة مزدوجة واحدة، ومثالها حمض الأوليك (Oleic Acid) الذي يتوافر بكثرة في دهون الأغذية ودهون الجسم، وهو يتألّف من (18) ذرة كربون، ورابطة مزدوجة واحدة في الموقع 9؛ أي $18:1\Delta^{9}$.

ب- أحماض دهنية غير مشبعة متعدّدة (Polyunsaturated: PUFA): تحتوي هذه الأحماض على رابطتين مزدوجتين أو أكثر؛ أي ينقصها أربع ذرات كربون أو أكثر، ومثالها حمض اللينوليك (Linolic Acid) ($18:2\Delta^{9.12}$)، وحمض اللينولينيك (Linolenic Acid) ($18:2\Delta^{9.12.15}$)، وحمض الأراكيدونيك (Arachidonic Acid) ($20:4\Delta^{5.8.12.14}$). وفيما يأتي التركيب الكيميائي للأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة المذكورة أعلاه:

$$CH_3 - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$$

حمض الأوليك:

$$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$$

حمض اللينوليك:

$$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$$

حمض اللينولينيك:

$$CH_3 - (CH_2)_4 - (CH = CH\,CH_2)_4 - (CH_2)_2 - COOH$$

حمض الأراكيدونيك:

أمّـا الجليسـرول فهـو كحـول عضوي يحتوي على ثـلاث ذرات كربون وثلاث مجموعات هيدروكسـيل، وجزء الأحماض الدهنيـة يرتبط بواحدة أو اثنتين أو ثلاثٍ من مجموعات الهيدروكسيل (OH) مُكوِّناً الجليسريدات الأحادية أو الثنائية أو الثلاثية على التوالي.

أنواع الدهون التي توجد في الغذاء (Lipids Types in Food)

تقسم الدهون تبعاً لتركيبها الكيميائي إلى الآتي:

أولاً: الدهون البسيطة (Simple Lipids)

هـي إسـترات لأحماض دهنيـة وكحـولات، مثل الجليسـريدات الثلاثيـة (TG) (الزيوت والدهون) التي تُشـكِّل نحـو 90% من دهون الجسـم. يُذكَر أنّ الجليسريدات الثلاثية توجد في الأنسجة الدهنية المخزّنة في الجسم، وتحت الجلد، وحول الأعضاء الداخلية.

ثانياً: الدهون المركّبة (Compound Lipids)

هي دهون مركّبة من جليسريدات ثنائية حَلّ فيها حمض الفوسفوريك ومركّبات أُخرى محلّ الحمض الدهني الثالث، ومن أمثلتها:

- الدهون المفسـفرة (Phospholipids): تشـبه هذه الدهون في تركيبها الكيميائي الجليسـريدات الثلاثية، بيد أنّ واحداً من الأحماض الدهنية اسـتُبدِل به حمض الفوسـفوريك وقاعدة النيتروجين كالكولين، أو الإيثانول أمين، أو السـيرين. تُقدَّر نسـبة الدهون المفسـفرة في صفار البيض بنحو 25% ، وفي الزيوت النباتية 1—2%، وهي تأتي في المرتبة الثانية بعد الجليسريدات الثلاثية من حيث انتشارها فـي بعض أجزاء جسـم الإنسـان، ومن أمثلتها: الأنسـجة الدهنية، والدماغ، وأغشـية الخلايـا، وبلازما الـدم (215 ملليجراماً لكل 100 ملليلتـر). وتُسـهِم الدهـون المفسـفرة بفاعليـة في بعض الأنظمـة الإنزيمية، ونقـل اللبيدات في بلازمـا الدم، فضلاً عن اسـتخدامها مصدراً للطاقة.

تشـمل الدهون المفسـفرة مركّبات عديدة، منها: الليسـيثين ((Lecithin؛ وهو من أكثر الدهون المفسـفرة انتشـاراً في أنسـجة جسـم الإنسان، والسـيفالين (Cephalin)، والفوسـفاتيديـل سـيرين (Phosphatidyl Serin)، والسـفنجومـايلين (Sphingomyelin)، والفوسـفاتيديل أينوسـيتول (Phosphatidyl Inosetol)، والفوسفاتيديل جليسرول (Phosphatidyl Glycerol).

- الدهـون السـكرية (Glycolipids): هـي جليسـريدات ثلاثية (دهـن) تحتوي على جزيء من سـكر الجلاكتوز أو الجلوكوز، وتنتشـر في الدماغ والخلايا العصبية والكبد، ومن أمثلتها: الجانجيلوسيدات (Gangliosides)، والسيروبيروسيدات (Cerobrosides).

أهمية الدهون للإنسان (Importance of Lipids for Human)

تُسهِم الدهون إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميتها في التغذية:

أ- تُعَدّ الدهون من مصادر الطاقة المركزة التي تلزم الإنسان؛ إذ إنّ تناول جرام واحد منها يمد الجسم بنحو 9 سعرات، وهي كمية من الطاقة تعادل أكثر من ضعف تلك الناجمة عن البروتينات أو الكربوهيدرات.

ب- تُعَدّ الدهون مصدراً رئيساً للأحماض الدهنية الأساسية (Essential Fatty Acids) (حمض اللينوليك)؛ وهي الأحماض التي لا يستطيع جسم الإنسان تصنيعها بكميات كافية لسد حاجاته، لهذا يجب توافرها في الوجبة الغذائية. ويترتّب على نقص حمض اللينوليك في غذاء الإنسان تأثُّر الخلايا الدفاعية والخلايا التناسلية والنمو بصورة سلبية. وتظهر غالباً أعراض نقص حمض اللينوليك على الأطفال الرضّع الذين يعتمدون في غذائهم على الحليب الصناعي الخالي من الدهن (Non—Fat Milk Formula)؛ وذلك بصورة التهاب في الجلد (Dermatitis) (جفاف، واحمرار، وتقشّر، وحكّ). يُذكَر أنّ حمض اللينوليك يتوافر بتراكيز مرتفعة (تزيد على 50%) في الزيوت النباتية، مثل: زيت الذرة، وزيت نوّار الشمس، وزيت القرطم (Safflower).

ج- تعمل الدهون على حمل الفيتامينات الذائبة في الدهن، وهي فيتامينات (ك)، و (هـ)، و(د)، و (أ) (K, E, D, A)، كما أنّها تساعد على امتصاصها خلال جدار الأمعاء، وتحميها من التأكسد والتلف. وقد تَبيَّن أنّ تزنخ الدهن (اكسدة الدهن)، أو انسداد قناة الصفراء (Bile Duct) يتعارض مع امتصاص الدهون من خلال جدار الأمعاء، ممّا يُقلِّل من معدل استفادة الجسم من الفيتامينات الذائبة فيها.

د- تساعد طبقة الدهن المحيطة بأعضاء الجسم الرئيسة، ومنها القلب والكليتان، على حمايتها من الصدمات والمؤثرات الخارجية؛ فتعمل عمل وسادة للكليتين، كما أنّ طبقة الدهن التي تتكوّن أسفل الجلد تعمل مثل الطبقة العازلة على منع فقدان حرارة الجسم، خاصةً في الأجواء الباردة.

هـ- تُكسب الدهونُ الخضراواتِ واللحومَ المختلفة طعماً مستساغاً في أثناء عملية الطهو.

و- تعمل الدهون على تقليل إفرازات المعدة الهاضمة، والحدّ من حركة المعدة؛ ممّا يؤدي إلى إبطاء تفريغ المعدة من الطعام، وتأخير الشعور بالجوع (الشعور بالشبع مدّة طويلة).

الحاجة اليومية من الدهون (Daily Need of Lipids)

إنّ كمية الدهون المثلى التي تلزم الإنسان يوميّاً تحكمها عوامل عدّة، منها: درجة النشاط، والحالة الصحية، والوزن، والجنس، وغيرها. وبوجه عام، يوصى بأن تعادل كمية الدهون المستهلكة يوميّاً نحو 30% (25—35%) من حاجات الطاقة الكلية بالنسبة إلى الشخص السليم، وهذه النسبة تُوزَّع كالآتي:

- 10% من حاجات الطاقة الكلية مصدرها الدهون المشبعة.
- 10% من حاجات الطاقة الكلية مصدرها الدهون غير المشبعة الأحادية.
- 10% من حاجات الطاقة الكلية مصدرها الدهون غير المشبعة المتعدّدة.

ولقد وُجِد بأنّ حصول الجسم على 10% من حاجات الطاقة الكلية اليومية من الدهون غير المشبعة المتعدّدة يعني أنّ الطاقة التي يُوفِّرها حمض اللينوليك منفرداً لا تقل عن 3% من الطاقة الكلية؛ وهي النسبة الموصى بها. كما يوصى بألّا تزيد كمية الكولسترول في الغذاء على 300 ملليجرام يوميّاً؛ لوقاية الإنسان من الإصابة بأمراض القلب وتصلُّب الشرايين وارتفاع ضغط الدم. وهذا يمكن تحقيقه حين تكون نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعدّدة إلى الأحماض الدهنية المشبعة (P/S Ratio) عالية؛ أي حين يتم تناول الزيوت الغنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة، مثل: زيت الذرة، وزيت السمسم، وزيت فول الصويا، وزيت بذرة القطن.

يتطلّب علاج بعض الأمراض خفض نسبة الدهون في الوجبة الغذائية إلى نحو 10% من حاجات الطاقة الكلية في اليوم، ومن هذه الأمراض: المرارة (Gallblader Disease) (كمية الصفراء المفرزة قليلة جدّاً)، وارتفاع نسبة الدهون في الدم (Hyperlipidemia). وبوجه عام، فإنّ الإفراط في تناول الدهون يُفضي إلى الإصابة بالسمنة، وأمراض القلب، والسكري، وضعف القدرة الجنسية، واضطراب الجهاز الهضمي.

مصادر الدهون في الغذاء اليومي (Lipids Sources in Daily Food)

تتوافر الدهون في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية. وحديثاً، قُسِّمت مصادر الدهون في الغذاء تبعاً لرؤيتها بالعين المجردة إلى الآتي:

1- مصادر الدهون غير المرئية (Invisible Fats): تشمل هذه المصادر اللحوم الحمراء، والدواجن، والحليب الكامل الدسم، والأسماك، والقشدة، والجبنة، وبعض البقوليات، والبذور، والمكسّرات، وغيرها من الأغذية المحتوية على الدهن. وهذه المصادر تُشكِّل ما نسبته 60% من الدهون في الوجبة الغذائية.

2- مصادر الدهون المرئية (Visible Fats): تشمل هذه المصادر الزيوت النباتية، والدهون الحيوانية، والزبدة، والمارجرين، والسمن الصناعي المهدرج. وهذه المصادر تُشكِّل ما نسبته 40% من الدهون في الوجبة الغذائية. وتجدر الإشارة إلى أنّ الخضراوات والفواكه تُعَدّ من الأغذية الفقيرة في الدهن (أقل من 1% دهن) باستثناء الزيتون (30% دهن)، والأفوكاتو (16% دهن). أمّا الدهون الحيوانية فتتوافر جميعها بصورة صُلْبة ما عدا دهن السمك فإنّه يوجد بصورة سائلة؛ لأنّه يحتوي على نسبة عالية من الأحماض الدهنية الطويلة والمتعدّدة العديمة التشبّع. كما تتميّز بعض الأسماك بمحتواها المنخفض من الدهن (أقل من 1% دهن) إلّا أنّ بعضها يحتوي على نسبة عالية من الدهن قد تصل إلى 12%. تحتوي الأغذية الحيوانية على الكولسترول، خاصةً الكبدة والمخ والكلاوي وصفار البيض كما هو مُوضَّح في الجدول (1—5). ويوجد الحمض الدهني الأساسي اللينوليك بنسب مرتفعة في بعض الزيوت النباتية، مثل: القرطم (74%)، وزيت بذرة القطن (58%)، وزيت فول الصويا (52%)، وزيت الذرة (53%). انظر الجدول (1—4) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من الدهون.

الجدول (1-4): محتوى بعض الأغذية من الدهون.

اسم الغذاء	نسبة الدهن	نسبة حمض اللينوليك 3 : 18	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة: Average Serving)	كمية الدهن (جرام)	كمية حمض اللينوليك (جرام) 2 : 18
دهن سنام الجمل	100	1.8	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	0.3
دهن أحشاء الجمل	100	3.5	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	0.5
دهن لية الخروف	100	3.2	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	0.4
دهن البقر أو الغنم	100	3.0	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	0.4
دهن الدواجن	100	20.0	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	2.8
زبدة الفول السوداني	50	29.0	ملعقة مائدة (16 جراماً)	8	2.3
الكاشو (الكاجو) المُحمَّص بالزيت	46	7.3	نصف أوقية (15 جراماً)	6.9	1.1
اللوز	54	9.9	نصف أوقية (15 جراماً)	8.1	1.5
البندق (Filberts)	63	6.3	نصف أوقية (15 جراماً)	9.5	1.0
فول الصويا	20.1	4.2	نصف أوقية (15 جراماً)	3	0.6
زيت الزيتون	100	9.0	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	1.3
زيت السمسم	100	45.0	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	6.3
زيت القرطم	100	74.0	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	10.4
زيت نوّار الشمس	100	65.5	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	9.2
زيت الذرة	100	58.0	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	8.1
زيت بذرة القطن	100	51.5	ملعقة مائدة (14 جراماً)	14	7.2
لحم الجمل (غير مطهو)	23	0.4	3 أوقيات (90 جراماً)	21	0.3

اسم الغذاء	نسبة الدهن	نسبة حمض اللينوليك 3 : 18	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة : Average Serving)	كمية الدهن (جرام)	كمية حمض اللينوليك 2 : 18 (جرام)
لحم البقر الصافي (مشوي)	7	0.3	3 أوقيات (90 جراماً)	3.6	0.3
لحم الدجاج (مشوي)	3.4	1.1	3 أوقيات (90 جراماً)	3	1.0
لحم الدجاج (مقلي)	11	2.5	3 أوقيات (90 جراماً)	10	2.3
لحم البقر المشوي مع الدهن	20	0.5	3 أوقيات (90 جراماً)	18	0.5
لحم البقر المفروم الصافي (مشوي)	12	0.4	3 أوقيات (90 جراماً)	10.8	0.4
لحم الغنم الصافي	9		3 أوقيات (90 جراماً)	8.1	
بيضة كاملة (مسلوقة أو بيض مخفوق ومقلي scrambled)	12.5	1.2	حبّة واحدة (50 جراماً)	6.2	0.6

المرجع: عويضة، ع. ح (1993) م.

الكولسترول

هو مركّب عضوي حلقي ذو أهمية حيوية للإنسان؛ إذ يُعَدّ مولّداً رئيساً للأحماض الصفراء، ومنها حمض الكيمو دي أوكسي كوليك (Chemodeoxy Cholic Acid)، والهرمونات التي تفرزها قشرة الغدة فوق الكلية (Adrenocortical Hormones)، وهرمونات الجنس الاستيرويدية (Steroid Sexual Hormones). يحصل جسم الإنسان على الكولسترول من مصدرين رئيسين، هما:

1- الوجبة الغذائية: يتوافر الكولسترول في معظم الأغذية الحيوانية، مثل: اللحوم الدسمة، وصفار البيض، والكبدة، والكلاوي، والمحار، والمخ، والروبيان، والزبدة، والقشدة، والجبن. وتُؤمِّن الوجبة الغذائية نحو 40% من حاجات الشخص اليومية من الكولسترول (500—800 ملليجرام).

2- جسم الإنسان: يتم تصنيع 60% تقريباً من حاجات الشخص اليومية من الكولسترول في الكبد (500—2000 ملليجرام)، كما أنّه يُخزَّن في الكبد أيضاً؛ لذا، لا يحتاج الإنسان إلى تناول الأغذية الغنية بالكولسترول على الرغم من أهميته الكبيرة، لأنّ الكبد قادر على تصنيعه. أضف إلى ذلك أنّ الإفراط في تناول الأغذية الغنية بالكولسترول يُسبِّب الإصابة بأمراض القلب وتصلُّب الشرايين (Atherosclerosis)، خاصةً حين يزيد مستواه في الدم على 225 ملليجرام لكل 100 ملليلتر، كما أنّه قد يُسبِّب تجمّع الكولسترول في الحوصلة المرارية مُكوِّناً حصًى. وبوجه عام، يزداد تركيز الكولسترول داخل جسم الإنسان في الكبد، والغدة فوق الكلية، وخلايا الأمعاء الدقيقة، والأعصاب المحيطية، والبروتينات الدهنية في البلازما (Lipoproteins Plasam). يُذكَر أنّ المصدر الوحيد لجميع ذرات الكربون في حلقة الكولسترول، هو مركّب أستيل مرافق الأنزيم — أ (Acetyl Coenzym A) الذي يمكن اشتقاقه من الدهون (الأحماض الدهنية) والكربوهيدرات (الجلوكوز) وغيرهما.

جدول (1-5): محتوى بعض الأغذية من الكولسترول.

اسم الغذاء	المقدار	كولسترول (ملليجرام)
الحليب الخالي الدهن	كوب (244 جراماً)	5
جبنة الكوتاج (Uncreamed)	نصف كوب	7
قشدة (Light Lable – Cream)	أوقية (30 جراماً)	20
جبنة الكوتاج (Creamed)	نصف كوب	24
قشدة (Half and Half)	ربع كوب	26
المثلّجات/ البوظة (عادية: 10% دهن)	نصف كوب (66 جراماً)	27
جبنة الشيدر (Cheddar)	أوقية (30 جراماً)	28
الحليب الكامل الدهن	كوب (244 جراماً)	34
الزبدة	ملعقة مائدة	35
المحار (Oyster)، السلمون	3 أوقيات (85 جراماً) (مطهو)	40
المحار (Clam، التونة)	3 أوقيات (85 جراماً) (مطهو)	55
لحم الدجاج، الديك الرومي، اللحم الخفيف	3 أوقيات (مطهو)	67
اللحم البقري، الدجاج، الديك الرومي، اللحم الداكن	3 أوقيات (مطهو)	75
لحم الخروف، لحم العجل (Veal)	3 أوقيات (مطهو)	85
الروبيان	3 أوقيات (مطهو)	130
قلب البقر	3 أوقيات (مطهو)	230
البيض	حبّة (50 جراماً) أو صفارها	250
الكبد (بقر، غنم، عجل)	3 أوقيات (85 جراماً) (مطهو)	370
الكلية	3 أوقيات (مطهو)	680
المخ	3 أوقيات (طازج Raw)	أكثر من 1700

المرجع: Papas، A.S. and، Nizel، A.E. (1989)

الإفراط في تناول الدهون مضر بالصحة

تُعَدّ الدهون من أخطر العناصر الغذائية المُسبِّبة للأمراض. فقد أشارت الدراسات إلى أنّ الإفراط في تناول الدهون قد يؤدي إلى الإصابة بالسمنة، ومرض السكري، والسرطان، وارتفاع ضغط الدم، وتصلُّب الشرايين. ولتجنُّب التأثيرات الصحية الضارة للدهون، فإنّه يوصى باتباع الآتي:

- تناول الدهون باعتدال بحيث لا تزيد نسبتها على 30% من إجمالي الطاقة المتناولة يوميّاً.
- الإقلال من الأحماض الدهنية المشبعة (أقل من 10% من إجمالي الطاقة)؛ وذلك بتناول الزيوت النباتية، مثل: زيت الذرة، ونوّار الشمس، والزيتون بدلاً من الدهون الحيوانية والزبدة.
- الإقلال من تناول الأغذية الغنية بالكولسترول بحيث لا تزيد الكمية المتناولة منها يوميّاً على 300 ملليجرام.
- تناول الأسماك مرتين في الأسبوع؛ نظراً إلى غناها بالحمض الأميني أوميجا 3— (Omega—3 Fatty Acid) الذي يقي الإنسان من الإصابة بأمراض القلب وتصلُّب الشرايين، ويُسهِم في خفض مستوى الجليسريدات الثلاثية (الدهون) والكولسترول في الدم،

والوقاية من الإصابة بارتفاع ضغط الدم. وفي المقابل، لا يوصى بتناول مدعمات زيت السمك المُصنَّع من كبدة السمك؛ نظراً إلى غناها بالطاقة، واحتمال احتوائها على نسب مرتفعة من فيتامين (د) و(أ) اللذيْن لهما تأثير سام في الإنسان (الكميات المفرطة).

- الإقلال من تناول الأغذية الغنية بالدهون، ومنها: المايونيز، والمارجرين، والمكسّرات، وزبدة الفول السوداني، والأفوكادو، وجبنة الشيدر، وشطائر الهمبرجر، وشرائح اللحم، وغيرها.

الأمراض المرتبطة بالدهون (Diseases Related to Fats)

يؤدي الإفراط في تناول الدهون إلى الإصابة بالعديد من الأمراض، مثل: أمراض القلب، والسمنة، وارتفاع ضغط الدم. وفيما يأتي بيان موجز لأمراض القلب.

يُطلَق مصطلح أمراض القلب على مجموعة من الأمراض ذات العلاقة بالقلب، منها مرض انسداد شرايين القلب الناتج عن ترسّب الدهون والكولسترول في الشرايين؛ ممّا يؤدي إلى ضيقها، وعدم وصول الدم إلى عضلة القلب. ويصاحب ذلك الإصابة بالذبحة الصدرية أو احتشاء عضلة القلب. وتتميّز الجلطة الصدرية بحدوث ألم في القفص الصدري وضيق في الصدر، وينتشر هذا المرض بكثرة في الدول المتقدمة بعد عمر 40 سنة. ولقد ثبت أنّ احتمال إصابة الإنسان بمرض انسداد شرايين القلب يزداد عندما يصل مستوى الكولسترول في الدم إلى 225 ملليجراماً / 100 ملليلتر. ويمكن خفض مستوى الكولسترول في الدم باتباع الآتي:

- تناول وجبات غذائية فقيرة في محتواها من الكولسترول.
- الإقلال من تناول الأغذية المقلية.
- ممارسة الأنشطة الرياضية.
- الإقلال من تناول الملح والأغذية المملحة، والإكثار من تناول الفواكه والخضراوات.
- استبدال الحليب الكامل الدسم، واللحوم القليلة الدهن باللحوم الدسمة، والزيوت النباتية بالدهون الحيوانية.

إحصائية غذائية وبيولوجية للدهون (Dietary and Biological Statistic for Lipids)

— مخزون الجسم (رجل يزن 65 كيلوجراماً) من الدهون: 9.1 كيلوجرام (14% من وزن الجسم).
— نسبة الجليسريدات الثلاثية: 95% من الدهون الغذائية، و90% من دهون الجسم.
— مصادر الكولسترول: 40% من الحاجات اليومية من الأغذية (500 ملليجرام).
60% من الحاجات اليومية يصنعها الكبد في الجسم.
— مستوى الكولسترول في الدم في الحالة الطبيعية: (140—300) ملليجرام/100 ملليلتر.
— امتصاص الدهون: الدهون: 95%.
الكولسترول: (25—50%) من الكمية الموجودة في الغذاء.
— تركيب البروتينات الدهنية:
(HDL): (45—50%) بروتين، 30% دهون مفسفرة، 20% كولسترول، 5% (TG).
(LDL): 25% بروتين، 22% دهون مفسفرة، 45% كولسترول، 10% (TG).
(VLDL): (5—10%) بروتين، (15—20%) دهون مفسفرة، (10—15%) كولسترول، (55—65%) (TG).
كيلوميكرون: (1—2%) بروتين، (3—6%) دهون مفسفرة، (2—7%) كولسترول، (80—90%) (TG).

— عدد الأحماض الدهنية الطبيعية:
— أكثر من 40 حمضاً دهنيّاً.

— كمية الدهن في الجسم:
— رجل سليم: (7—15) كيلوجراماً.
— امرأة سليمة: (10—20) كيلوجراماً.
— شخص بدين جداً: أكثر من 100 كيلوجرام.

— إسهام الأغذية:
— الدهون والزيوت: 43 % ، اللحوم: 36% ، الحليب ومنتجاته 12%.

— مستوى الجليسريدات الثلاثية في السيرم:
— أقل من 165 ملليجراماً/ 100 ملليلتر.

— مستوى أجزاء الدهون (Lipid Fractions):
— (HDL): كولسترول أكثر من 40% ملليجرام/ 100 ملليلتر في السيرم أو البلازما.
— (LDL): كولسترول أقل من 180 ملليجراماً/ 100 ملليلتر في السيرم أو البلازما.
— (VLDL): كولسترول أقل من 40 ملليجراماً/ 100. ملليلتر في السيرم أو البلازما (يُضرب في 0.026 للتحويل إلى ملي مول µmol/ لتر).

— إجمالي الدهون في السيرم:
— (100—450) ملليجرام/ 100 ملليلتر.

❋
❋
❋

المكوّن الرابع: الفيتامينات (Vitamins)

أولاً: الفيتامينات الذائبة في الماء (Water Soluble Vitamins)

الفيتامينات هي مجموعة من المواد العضوية التي توجد بتركيز ضئيل جدّاً في الأغذية، ويحتاج إليها جسم الإنسان بوصفها مرافقات الإنزيمات (Coenzymes) خلال أكسدة الكربوهيدرات والدهون والبروتينات لتوليد الطاقة داخل خلايا الجسم.

لا يستطيع جسم الإنسان تصنيع الفيتامينات جميعها؛ لذا، يحتاج الإنسان إلى تناول الأغذية المحتوية عليها باستثناء فيتامين د الذي يمكن تصنيعه داخل الجسم. وتوجد بعض الفيتامينات التي يمكن تصنيعها بكميات قليلة داخل الجسم بوساطة المخلوقات الدقيقة الموجودة في الجهاز الهضمي، وهي: فيتامين ب1، وفيتامين ب12، وفيتامين ك. توجد أيضاً بعض الفيتامينات في صور غير فاعلة وظيفيّاً في الغذاء، ومنها: فيتامين أ، وفيتامين د، والنياسين، والكولين، وتُسمّى مولّدات الفيتامين (Vitamin Precursors)، ولكنّ هذه الفيتامينات تنشط وظيفيّاً بعد تناول الطعام داخل الجسم.

يُذكَر أنّ الفيتامينات يرتبط بعضها ببعض للقيام بوظائفها داخل الجسم؛ إذ يؤدي نقص أحدها إلى حدوث اضطرابات وخلل في وظائف الفيتامينات الأُخرى. أضف إلى ذلك أنّ احتواء الوجبة الغذائية على مجموعات الغذاء الأساسية وبالكميات الموصى بها، يضمن حصول الجسم على حاجاته من الفيتامينات ما عدا فيتامين د خلال بعض مراحل العمر.

تشمل الفيتامينات الذائبة في الماء فيتامين ج (Vitamin C)، ومجموعة فيتامينات ب (فيتامين ب1 Thiamine، و ب2 Riboflavin، و ب6 Pyridoxin، و ب12 Cobalamine، والنياسين، والفولاسين، والبيوتين، وحمض البانتوثنيك، والأينوسيتول، والكولين). وتتميّز هذه الفيتامينات بأنّها سريعة التحلّل خلال طهو الطعام، وعدم قابليتها للذوبان في الدهن، وبأنّها غير سامة. فالكمية الزائدة منها تُطرح مع البول خارج الجسم، وهي لا توجد بصورة مولّدات الفيتامين بل تكون بالصورة الفاعلة وظيفيّاً، وتستعمل بوصفها مرافقات الإنزيمات لأكسدة العناصر الغذائية المولّدة للطاقة.

فيتامين ج (Vitamin C)

يُعرَف هذا الفيتامين باسم حمض الأسكوربيك (Ascorbic Acid)، أو الفيتامين المضاد للأسقربوط؛ وهو بلورات ناعمة عديمة اللون، ذات طعم حمضي، تتشابه في تركيبها مع السكريات الأساسية، لهذا يمكن تصنيع الفيتامين من الجلوكوز. ومن الملاحظ أنّ هذا النوع من الفيتامينات يتأكسد بسرعة بوساطة الحرارة والأكسجين، خاصةً في حال وجود المعادن الثقيلة من مثل أيونات الحديد والنحاس، كما أنّه يتلف عند تعريضه للضوء، أو وضعه في الوسط القلوي، إلّا أنّه يقاوم التحلّل في المحاليل الحمضية التي يكون (PH-) لها أقل من 4،كما يحدث عند إضافة قطرات من حمض الستريك إلى الطعام في أثناء الطهو. وتتميّز الصورة المتبلورة الجافة بأنّها أكثر استقراراً ومقاومةً للتأكسد والتلف.

يتألّف فيتامين ج من ستّ ذرات كربون متصلة ببعضها في سلسلة، وتوجد روابط مزدوجة بين ذرتي الكربون الثانية والثالثة؛ لذا، فهو يُعَدّ مركّباً غير مشبع. يحتوي هذا الفيتامين أيضاً على حلقة لاكتونية (Lactone Ring) متصلة بذرتي الكربون الأولى والرابعة.

أهمية فيتامين ج للإنسان (Importance of Vitamin C for Human)

يُسهِم فيتامين ج إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- المساعدة على تصنيع المادة اللاحمة الغروية الموجودة في الأنسجة الضامة (Connective Tissue) المعروفة باسم الكولاجين (Collagen)، التي تعمل على ربط الخلايا ببعضها في العظام، والغضاريف، والأسنان، والجلد، والعضلات، والبروتينات المخاطية (Mucins)، وجدر الشعيرات الدموية.

ب- المساعدة على التئام الجروح؛ لأنّه يدخل في تركيب المواد اللاحمة الموجودة في جدر الشعيرات الدموية.

ج- تحسين أيض بعض الأحماض الأمينية، مثل: التربتوفان، والتيروسين، والفنيل الأنين. على سبيل المثال، يعمل فيتامين ج على تكوين هرمون النورإبنفرين (Norepinephrine) الضروري للتغلّب على الشعور بالإجهاد من التيروسين. وكذلك تكوين مادة السيروتونين (Serotonin) المهمة لنقل المنبهات العصبية وتنظيم ضغط الدم، من التربتوفان.

د- زيادة معدل امتصاص الحديد من خلال جدار الأمعاء، وبمساعدة حمض الهيدروكلوريك الموجود في المعدة، عن طريق تحويل أيون الحديديك Ferric (Fe^{+3}) إلى أيون الحديدوز Ferrous (Fe^{+2}) الذي يُسهِّل امتصاصه من خلال جدار الأمعاء، أو تكوين معقّد سهل الامتصاص.

هـ- الإسهام في تصنيع الخلايا العصبية المسؤولة عن نقل الإحساس.

و- تسهيل اختزال حمض الفوليك إلى حمض الفولينيك الفاعل فسيولوجيّاً.

ز- العمل بوصفه مضادّاً للأكسدة (Antioxidant)؛ لأنّه قادر على التشكُّل في الصورتين: المؤكسدة، والمختزلة؛ لذا، فهو يؤكسد نفسه داخل الجسم لحماية العناصر الغذائية التي تدخل في تركيب أغشية الخلايا من التأكسد، مثل: فيتامين أ، ومجموعة فيتامينات ب، وفيتامين هـ، والأحماض الدهنية غير المشبعة المتعدّدة.

ح- تناول جرام واحد منه يوميّاً يساعد على مقاومة أمراض البرد والأنفلونزا والرشح والحمى. ويُعتقد أنّ قدرة فيتامين ج على مقاومة البرد تُعزى إلى تسريعه الأيض الغذائي للحامضين الأمينين التيروسين والفنيل الأنين اللذين يدخلان في تكوين هرمون الثيروكسين (Thyroxine) والأدرينالين (Adrenaline) اللازمين لتنظيم الأيض القاعدي وإنتاج الطاقة.

ط- تسهيل خروج الكولسترول من الجسم، وخفض مستواه في الدم عن طريق إفرازه مع البول، وكذلك تحويله إلى أحماض الصفراء التي تُطرح خارج الجسم.

الحاجة اليومية من فيتامين ج (Daily Need of Vitamin C)

يمكن إجمال المقرّرات الغذائية (Recommended Dietary Allowance: RDA) لفيتامين ج، التي أوصت بها هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م)، على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (30–35) ملليجراماً/ يوم.
- الأطفال (1–10 سنوات): (40–45) ملليجراماً/ يوم.
- المراهقون، والمراهقات: (50–60) ملليجراماً/ يوم.
- البالغون، والبالغات، والمسنّون، والمسنّات: 60 ملليجراماً/ يوم.
- الحوامل: 70 ملليجراماً/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 95، و90 ملليجراماً/ يوم على التوالي.

مصادر فيتامين ج في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin C in Daily Food)

تُعَدّ الفواكه والخضراوات من المصادر الغذائية الغنية بفيتامين ج، ومنها: فواكه الحمضيات (البرتقال، والليمون، واليوسفي، والجريب فروت)، والجوافة، والفراولة، والشمام (Cantaloupe)، والبروكولي (Broccolli)، والفلفل الأخضر، والقرنبيط (Cauliflower). أمّا المصادر الغذائية المتوسطة في محتواها من فيتامين ج فهي: الملفوف (الكرنب) (Cabbage)، والبطاطا، والموز، والأناناس. وقد أظهرت الأبحاث أنّ تناول الشخص البالغ ربع كوب من عصائر الحمضيات (50 ملليلتراً)، أو برتقالة واحدة، أو نصف حبّة جريب فروت، يزوّده بحاجاته اليومية من فيتامين ج. ويُعَدّ حليب الأم مصدراً لا بأس به لفيتامين ج، خلافاً للحليب المبستر الفقير بهذا الفيتامين. انظر الجدول (1–6) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من فيتامين ج.

الجدول (1-6): محتوى بعض الأغذية من فيتامين ج (حمض الأسكوربيك).

اسم الغذاء	نسبة حمض الأسكوربيك (ملليجرام/100جرام)	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة : Average Serving)	كمية حمض الأسكوربيك (ملليجرام)
البرتقال الطازج	55	حبّة متوسطة (120 جراماً)	66
الجوافة (معلّبة)	180	حبّة متوسطة (100 جرام)	180
الفراولة	60	كوب (143 جراماً)	86
البطيخ	25	كوب (120 جراماً)	30
الموز	10	حبّة متوسطة (120 جراماً)	12
عصير البرتقال	49	نصف كوب (122 جراماً)	60
عصير الليمون	42	نصف كوب (122 جراماً)	51
عصير الجريب فروت	34	نصف كوب (122 جراماً)	41
عصير التفاح	3	نصف كوب (122 جراماً)	4
التفاح	–	حبّة صغيرة (100 جرام)	3
الشمام	32	ثلث حبّة متوسطة (100 جرام)	32
الخوخ	7	حبّة متوسطة (100 جرام)	7
المشمش	7	حبّة متوسطة (36 جراماً)	3
التوت	24	نصف كوب (65 جراماً)	16
الفلفل الأخضر (طازج)	120	أوقية (30 جراماً)	30
البروكولي (مطهو)	88	نصف كوب (75 جراماً)	66
ملفوف بروكسل Brussel Sprouts (مطهو)	92	نصف كوب (75 جراماً)	70
القرنبيط (مطهو)	55	نصف كوب (75 جراماً)	41
الكرنب (طازج)	48	نصف كوب (75 جراماً)	
عصير البندورة	16	نصف كوب (122 جراماً)	20
البندورة (طازجة)	21	حبّة متوسطة (100 جرام)	21
بطاطس (مسلوقة)	16	حبّة متوسطة (100 جرام)	16
الخس (طازج)	20	أوقية (30 جراماً)	6
الجزر (طازج)	6	أوقية (30 جراماً)	2
الكرفس		أوقية (30 جراماً)	2
السبانخ (مطهوة)	33	نصف كوب (75 جراماً)	25
البازلاء الخضراء (مطهوة)	21	نصف كوب (75 جراماً)	16
الفاصوليا الخضراء (مطهوة)	11	نصف كوب (75 جراماً)	8
الكبدة (مطهوة)	15	أوقيتان (60 جراماً)	10
الحليب المعالج بالحرارة	1	كوب (244 جراماً)	2

المرجع: عويضة، ع. ح(1993)م.

أعراض نقص فيتامين ج لدى الإنسان (Deficiency of Vitamin C)

يمكن إجمال أعراض نقص فيتامين ج لدى الإنسان فيما يأتي:

- الإصابة بمرض الأسقربوط (Scurvy) .
- بطء التئام الجروح بسبب عدم تكوّن مادة الكولاجين اللاحمة بين الخلايا.
- الإصابة بنزلات البرد الصدرية والزكام، وعدم قدرة الجسم على تحمّل درجات الحرارة الباردة.
- إصابة الأطفال الرضّع بالأنيميا ذات خلايا الدم الصغيرة، والأنيميا ذات خلايا الدم المتضخّمة (Megaloblastic Anemia) بسبب قلّة معدل امتصاص الحديد.
- تشوّه شكل القدمين (مشابه لموضع رجل الضفدعة) لدى الأطفال، وفقدهم الشهية للأكل.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنّ تناول الشخص البالغ جراماً أو جرامين من فيتامين ج يوميّاً لا يؤثّر سلباً في الجسم، إلّا أنّ الجرعات التي تزيد على جرامين يوميّاً قد تؤدي إلى ظهور أعراض التسمّم بالفيتامين مثل الغثيان، وتكوّن الحصوة في الكلية (حمض الأوكساليك) ، والإصابة بالأسقربوط الارتدادي، والاضطراب في التوازن الحامضي القاعدي بالجسم، والإصابة بفقر الدم الانحلالي (Hemolytic Anemia) .

الأمراض المرتبطة بفيتامين ج (Diseases Related to Vitamin C)

أوضحت الدراسات وجود علاقة بين فيتامين ج وبعض الأمراض، مثل: السرطان، والأسقربوط، وأمراض القلب. وفيما يأتي لمحة عن علاقة فيتامين ج بهذه الأمراض.

1. السرطان (Cancer)

يعمل فيتامين ج على وقاية الإنسان من الإصابة بمرض السرطان عن طريق إبطال مفعول المواد المُسبِّبة له؛ إذ يعمل هذا الفيتامين بوصفه مضادّاً للأكسدة على الشقوق الحرّة المُسبِّبة للسرطان، كما يزيد من كفاءة جهاز المناعة وفاعليته، ويمنع تكوّن مركّبات النيتروسامين (Nitrosamins) في الأغذية وفي الجهاز الهضمي، ممّا يساعد على وقاية الإنسان من الإصابة بسرطان المعدة (Gastric Cancers) . يعمل فيتامين ج أيضاً على إزالة سُمّية بعض المواد الكيميائية المُسبِّبة للسرطان، مثل: المعادن الثقيلة، والمبيدات الحشرية (Organochlorine Pesticides) ، والبنزبيرين (Penzpyrene) ، والأنثراسين (Anthracene) ، وغيرها.

2. أمراض القلب

أوضحت دراسات حديثة أنّ اتباع نظام غذائي يحتوي على كمية كافية من فيتامين ج يُخفّف خطر الإصابة بأمراض القلب إلى النصف لدى المسنّين، في حين أنّ نقص فيتامين ج يزيد من أخطار الإصابة بأمراض القلب، شأنه في ذلك شأن تأثير ضغط الدم المرتفع جدّاً في الشرايين. ولذلك يوصى المسنّون بتناول وجبات غذائية غنية بفيتامين ج، للوقاية من الإصابة بأمراض القلب بمعدل 50%. وتُعزى قدرة فيتامين ج على وقاية المرء من أمراض القلب إلى دوره الفاعل في المحافظة على سلامة الأوعية الدموية وصحتها.

3. مرض الأسقربوط

يؤدي نقص فيتامين ج في جسم الإنسان إلى إصابته بمرض الأسقربوط (التهاب اللثة) الذي تظهر أعراضه في صورة نزيف والتهاب شديد في اللثة، بالإضافة إلى حدوث نزيف تحت الجلد، والشعور بالإجهاد والضعف، وفقدان الشهية. يصاب الأطفال الرضّع بمرض الأسقربوط نتيجة تناول حليب الرضاعة الصناعي المعامل بالحرارة وغير المُدعّم بفيتامين ج. أمّا المسنّون فيصابون به نتيجة عدم تناول الفواكه والخضراوات الغنية بفيتامين ج؛ لذا، يمكن الوقاية من الإصابة بمرض الأسقربوط بتناول فواكه الحمضيات، مثل: البرتقال، واليوسفي، والليمون (حبّة واحدة، أو نصف كوب يوميّاً على الأقل) ، فضلاً عن تناول الخضراوات الغنية بفيتامين ج، مثل: البندورة، والفلفل الأخضر، والقرنبيط، والبروكولي، والأسبرجس.

4. تأثيرات أُخرى

يُؤثّر فيتامين ج في أيض الكولسترول والأحماض الدهنية؛ إذ يعمل على إحداث تغيير في تحوّل الكولسترول المعدي إلى أحماض دهنية، وفي تحوّل الأحماض الدهنية إلى أنسجة دهنية في الجسم.

وقد أشارت الدراسات إلى أنّ لفيتامين ج القدرة على خفض مستوى الهستامين (Histamine) في الجسم بالنسبة إلى الأشخاص الذين يعانون الحساسية، بالإضافة إلى قدرته على الإسراع من التئام الجروح، والتخفيف من التأثير الضار للمعادن الثقيلة عن طريق خفض معدل امتصاصها في الجهاز الهضمي، أو تحويلها إلى مواد أقل سُمّية.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين ج (Dietary and Biological Statistic for Vitamin C)

— تركّز فيتامين ج في غدّة الإدرينالين والدماغ والبنكرياس لدى البالغين:	— 393، و110، و152 ملليجرام/كيلوجرام على التوالي.
— متوسط حاجة الإنسان البالغ يوميّاً إلى فيتامين ج من الفواكه والخضراوات:	— 42% ، و49% على التوالي.
— مستوى فيتامين ج في البلازما لدى الرضّع:	— (0.5—1.5) ملليجرام (متوسط 1500 ملليجرام).
— مستوى فيتامين ج في بلازما الدم، أو السيرم في الحالة الطبيعية:	— (1—1.2) ملليجرام/ 100 ملليتر.
— مستوى فيتامين ج في بلازما الدم، أو السيرم في حالة النقص:	— 0.2 ملليجرام/ 100 ملليتر.
— إجمالي كمية فيتامين ج في الجسم:	— (1000—4000) ملليجرام (متوسط 1500 ملليجرام).
— الإخراج:	— (60—80%) من الكمية المتناولة.
— مستوى فيتامين ج في دم الجنين:	— أعلى من 70 ملليجراماً/ 100 ملليتر.
— مستوى فيتامين ج في دم الأم:	— 30 ملليجراماً/ 100 ملليتر.

فيتامين ب$_1$ (Thiamine)

يُعرَف هذا الفيتامين باسم الثيامين، أو الفيتامين المضاد لمرض البري بري، أو الثيامين المضاد لالتهاب الأعصاب (Antinuteuritic Vitamin). وهو يوجد بصورة بلورات بيضاء قابلة للذوبان في الماء والكحول (95%)، وذات طعم ملحي ورائحة خفيفة تشبه الخميرة.

يتحلّل فيتامين ب$_1$ عند التعرّض للأشعة فوق البنفسجية، أو الحرارة في الوسط القلوي، إلّا أنّ الشكل الصُّلْب للفيتامين يتحمّل درجة حرارة تصل إلى 120°م في الوسط الحامضي. ويتلف هذا الفيتامين عند إضافة أملاح الكبريت واستخدامها مادة حافظة.

يتوافر فيتامين ب$_1$ بصورة تجارية نشطة تُسمّى هيدروكلوريد الثيامين (Thiamine Hydrochloride)، الذي يتركّب من حلقتين ترتبطان معاً بوساطة مجموعة ميثيلين (Methylene)؛ إحداهما تُسمّى حلقة البريميدين (Pyrimidine)، والأُخرى حلقة الثيازول (Thiazol) التي ترتبط بالنيتروجين والكبريت، وتُمثّل فيتامين ب$_1$.

أهمية فيتامين ب$_1$ للإنسان (Importance of Vitamin B1 for Human)

يُسهِم فيتامين ب$_1$ إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- عمل الشكل الفاعل فسيولوجيّاً للفيتامين؛ وهو ثيامين بيروفوسفات (TPP)، عمل مرافق الإنزيم لبعض النظم الإنزيمية الضرورية لأيض الكربوهيدرات والبروتين والدهون المولّدة للطاقة.

ب- مساعدة الجهاز العصبي على أداء وظائفه؛ لأنّه يدخل في تركيب أغشية الخلايا العصبية، وكذلك إفراز المركّبات التي تنقل المنبّهات الخارجية إلى الجهاز العصبي، من مثل: السيروتونين (Serotonin)، والأستيل كولين (Acetylcholine).

ج- إسهام الشكل الفاعل فسيولوجيّاً للفيتامين في تكوين سكر الريبوز من الجلوكوز عن طريق تنشيط إنزيم الترانس كيتوليز (Transketolase).

الحاجة اليومية من فيتامين ب$_1$ (Daily Need of Vitamin B_1)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) لفيتامين ب$_1$، تبعاً لكمية السعرات الكلية التي يحتاج إليها الجسم يوميّاً (0.5 ملليجرام فيتامين ب$_1$ لكل 1000 سعرة)، وذلك على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (0.3—0.4) ملليجرام/ يوم.
- الأطفال (1—10 سنوات): (0.7—1) ملليجرام/ يوم.
- المراهقون (11—18 سنة): (1.3—1.5) ملليجرام/ يوم.
- البالغون (19—50 سنة): 1.5 ملليجرام/ يوم.
- المسنّون (أكثر من 50 سنة): 1.2 ملليجرام/ يوم.
- المراهقات، والبالغات: 1.1 ملليجرام/ يوم.
- المسنّات: 1.0 ملليجرام/ يوم.
- الحوامل: 1.5 ملليجرام/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 1.6 ملليجرام/ يوم.

مصادر فيتامين ب$_1$ في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin B_1 in Daily Food)

تحتوي معظم الأغذية الحيوانية والنباتية على فيتامين ب$_1$ ما عدا الزيوت والدهون؛ لذا، يندر ظهور أعراض نقصه على الإنسان. وهذه الأغذية الغنية بفيتامين ب$_1$: الخميرة الجافة، جنين القمح، الكبدة، الكلاوي، المكسّرات، الفول السوداني، الفاصوليا، البازلاء الجافة، الحبوب الكاملة، الأغذية المدعّمة مثل الأرز وشرائح القمح والذرة، انظر الجدول (1—7). ويوجد هذا الفيتامين بكميات لا بأس بها في السمك، والبيض، والخضراوات الخضراء، والجزر، والفواكه، ومنتجات الحليب ما عدا الزبدة.

يتركّز فيتامين ب$_1$ في القشرة الخارجية للحبوب؛ لذا، فإنّ الخبز المصنوع من الحبوب الكاملة يكون غنيّاً به. وتوجد مضادات لفيتامين ب$_1$ تُقلّل من استفادة الجسم منه، مثل: الكافيين (Caffeine)، وحمض التنيك (Tannic Acid)، وإنزيم الثيامينيز (Thiaminase).

الجدول (1-7): محتوى بعض الأغذية من الثيامين (Thiamin)، والريبوفلافين (Riboflavin)، والنياسين (Niacin)

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة: Average Serving)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)
مجموعة الحليب:				
الحليب (الكامل الدهن، أو الخالي الدهن)	كوب (244 جراماً)	0.08	0.42	0.15
المثلّجات/ البوظة	سدس (60 جراماً) quart	0.03	0.12	–
جبن شيدر	أوقية (30 جراماً)	–	0.12	–
جبن كوتاج	ربع كوب (60 جراماً)	–	0.16	–
مجموعة اللحوم:				
كبد البقر والعجل (مطهو)	أوقيتان (60 جراماً)	0.15	2.50	9.60
لحم الضأن (مطهو)	3 أوقيات (90 جراماً)	0.10	–	4.50
لحم البقر الصافي	3 أوقيات (90 جراماً)	0.05	–	4.50
البيض	حبّة (50 جراماً)	0.05	0.14	–
السمك (مطهو)	3 أوقيات (90 جراماً)	0.05	–	–
الدجاج، أو الديك الرومي (مطهو)	3 أوقيات (90 جراماً)	0.04	0.15	6.30
السلمون	أوقيتان (60 جراماً)	–	0.12	4.50
المحار (غير مطهو)	5 حبات متوسطة (90 جراماً)	–	0.16	–
لسان البقر	3 أوقيات (90 جراماً)	–	0.28	–
لحم العجل (مطهو)	3 أوقيات (90 جراماً)	0.10	–	6.30
التونة (معلّبة)	أوقيتان (60 جراماً)	–	0.12	7.60
البقوليات الجافة والمكسّرات:				
المكسّرات	حبات (8 جرامات)	0.04	0.05	–
زبدة الفول السوداني	ملعقة مائدة (16 جراماً)	0.02	–	2.50
الفاصوليا (Baked Bea)	نصف كوب (100 جرام)	–	0.04	–
الفاصوليا (Red Kidney)	نصف كوب (75 جراماً)	–	–	0.40
مجموعة الخضراوات والفواكه:				
اللفت (مطهو)	نصف كوب (75 جراماً)	–	0.18	–
السبانخ والبامية	نصف كوب (75 جراماً)	–	0.15	–
البروكولي (مطهو)	نصف كوب (75 جراماً)	–	0.15	–
القرع الشتوي	نصف كوب (100 جرام)	–	0.13	–
الهليون (مطهو)	نصف كوب (75 جراماً)	0.12	0.12	1.00
البرقوق	6 حبات متوسطة (100 جرام)	–	0.07	–
الفراولة (طازجة)	(100 جرام)	–	0.07	–
البازلاء (مطهوة)	نصف كوب (75 جراماً)	0.21	–	1.50
بطاطس (مطهوة)	حبّة متوسطة (100 جرام)	0.10	0.02	1.20
فاصوليا ليما (مطهوة)	نصف كوب (75 جراماً)	0.10	–	–
البرتقال، أو حمضيات أُخرى	حبّة (100 جرام)	0.10	0.02	0.03
الأناناس	شريحة (100 جرام)	0.09	–	–
الخوخ	حبّة متوسطة (100 جرام)	–	–	1.00
الموز	حبّة صغيرة (100 جرام)	–	–	0.70

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة: Average Serving)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)
مجموعة الخبز والحبوب:				
شرائح القمح (مدعّمة)	كوب (35 جراماً)	0.22	0.05	1.70
الخبز (مدعّم)	3 شرائح (70 جراماً)	0.18	0.15	1.60
شرائح الذرة	كوب (28 جراماً)	0.12	–	–
الأرز المطهو (مدعّم)	نصف كوب (100 جرام)	0.11	–	1.20
خبز الذرة	(100 جرام)	–	–	1.30

المرجع: Anderson، L. وآخرون (1982م).

أعراض نقص فيتامين ب1 على الإنسان (Deficiency of Vitamin B1)

يمكن إجمال أعراض نقص فيتامين ب1 على الإنسان فيما يأتي:

- حدوث اضطرابات في أيض بعض المكوّنات الغذائية، خاصة الكربوهيدرات؛ ممّا يؤدي إلى تراكم بعض المركّبات البسيطة السامة في أنسجة الجسم والدم.
- الإصابة بأحد أنواع مرض البري بري (beri—Beri): الجاف، أو الرطب، أو الحاد.
- فقدان الشهية للأكل (Anorexia)، والشعور بالإجهاد (Fatigue).
- حدوث اضطرابات في الجهازين: العصبي، والهضمي.
- حدوث تثبيط لنشاط إنزيم الترانس كيتوليز اللازم لتحويل سكر الجلوكوز إلى الرايبوز الذي يدخل في تكوين الحمض النووي (RNA)، و(DNA).
- إصابة الأشخاص المدمنين على الكحول بمرض (Wernicke Korsakoff Disease) الذي تظهر أعراضه بصورة اضطرابات عقلية.

الأمراض المرتبطة بفيتامين ب1 (Diseases Related to Vitamin B1)

- مرض البري بري Beri Beri

يصيب هذا المرض الأشخاص الذين يعانون نقصاً في فيتامين ب1، وتظهر أعراضه بصورة تورّم وتضخّم في الرجلين (مرض البري بري الرطب)، وضمور في عضلات الرجلين (مرض البري بري الجاف)، وشحوب في لون الجلد، وتقيّؤ، وفقدان الشهية (مرض بري بري الأطفال).

ويصيب مرض البري بري الحاد الرضيع وهو في عمر شهرين أو ثلاثة أشهر، وتظهر أعراضه بصورة التهاب حاد، وضعف عضلة القلب، وازرقاق البشرة، وضيق التنفس، والبكاء بصوت خافت، وعسر البلع، وقد تحدث الوفاة في نهاية المطاف.

يمكن معالجة مرض البري بري بإعطاء المريض فيتامين ب1 (50—100 ملليجرام في اليوم) عن طريق الأوردة (Intravenously)، أو العضل مدّة تتراوح بين (7—14) يوماً، ثمّ تُقلّل الجرعة إلى 10 ملليجرام في اليوم، حيث تُعطى عن طريق الفم حتى يشفى المريض تماماً من المرض. ولضمان عدم الإصابة بالمرض مرة أُخرى، يُنصح المريض بتغيير عاداته الغذائية، وتناول وجبات غذائية غنية بفيتامين ب1، وتجنّب تعاطي الكحول.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين ب$_1$ (Dietary and Biological Statistic for Vitamin B_1)

— مخزون الجسم من فيتامين ب1:	50 جراماً، خصوصاً في القلب والكليتين والعضلات.
— نسبة إسهام الحبوب واللحوم يوميّاً:	42% ، و29% على التوالي.
— مستوى الفيتامين في البول:	أكثر من 0.1 ملليجرام/ جرام كرياتينين (Creatinine).
— الأعراض:	الإصابة بمرض البري بري بعد 6 أسابيع من النقص، وحدوث انخفاض في تركيز إنزيم الترانس كيتوليز في الدم.
— الجرعة المسموح تناولها يوميّاً بصورة مدعّمات (Supplements):	(1—2) ملليجرام.
— الجرعة المسموح تناولها يوميّاً بصورة مركّبات لمعالجة النقص:	(5—25) ملليجراماً.

فيتامين ب$_2$ (Riboflavin)

يُعرَف هذا الفيتامين باسم الريبوفلافين، أو الهيباتوفلافين (Hepatoflavin)، أو الأوفوفلافين (Ovoflavin)، أو الفيردوفلافين (Verdoflavin)، أو اللاكتوفلافين (Lactoflavin)، أو فيتامين جي (Vitamin G)؛ وهو مادة متبلورة صفراء—برتقالية، عديمة الرائحة، ذات طعم مرّ، تُطلِق وميضاً أصفر مخضر (Yellowish Green Fluorescence).

يتميّز فيتامين ب$_2$ بأنّه مقاوم للحرارة والأحماض والأكسجين، إلّا أنّه يتأثّر بسرعة بالضوء، والأشعة فوق البنفسجية، والوسط القلوي الشديد. وهو يتكوّن من جزأين، هما:

1- الفلافين (Flavin) (الأيسو اللوكسازين) الذي يتألّف من ثلاث حلقات متصل بعضها ببعض.

2- سكر الريبوز (Ribose)، وهو سبب تسميته باسم الريبوفلافين. أمّا المواقع النشطة في التركيب البنائي للفيتامين فهي ذرة الهيدروجين رقم 3 ورقم 10.

يدخل فيتامين ب$_2$ في تكوين اثنين من مرافقات الإنزيمات، وهما الشكلان الفاعلان فسيولوجيّاً:

1- فلافين أدينين ثنائي النيوكليوتيد (FAD:Dinucleotide Adenin Flavin)

2- فلافين أحادي النيوكليوتيد (FMN:Nucleotide Mono Flavin)

أهمية فيتامين ب$_2$ للإنسان (Importance of Vitamin B_2)

يُسهِم فيتامين ب$_2$ إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- عمل الأشكال الفاعلة فسيولوجيّاً للفيتامين مرفقات إنزيمات خلال عملية أيض الكربوهيدرات والبروتين والدهون المولّدة للطاقة.

ب- تحويل حمض التربتوفان إلى نياسين عن طريق تنشيطه فيتامين ب6.

ج- تحويل حمض الفوليك إلى الشكل الفاعل فسيولوجيّاً؛ وهو مرافق الإنزيم المُسمّى حمض الفوليك الرباعي الهيدروجين (TH4).

د- المساعدة على النمو الطبيعي للجنين وتطوره.

هـ- المحافظة على سلامة الجلد، والأنسجة المخاطية، والأنسجة المبطنة للتجاويف.

و- تنشيط العصب البصري، وحماية العين من الموجات الضوئية القصيرة؛ نظراً إلى انتشاره في صبغة شبكية العين.

ز- الإسهام في تكوين خلايا الدم الحمراء في نخاع العظام، وكذلك تنشيط الغدة الكظرية والدرقية لإفراز هرموناتهما.

الحاجة اليومية من فيتامين ب$_2$ (Daily Need of Vitamin B_2)

كما هو الحال بالنسبة إلى فيتامين ب1، فقد حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) لفيتامين ب$_2$ تبعاً لكمية السعرات الكلية المتناولة يوميّاً (0.6 ملليجرام فيتامين ب$_2$ لكل 1000 سعرة)، وذلك على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (0.4—0.5) ملليجرام/ يوم.
- الأطفال (1—10 سنوات): (0.8—1.2) ملليجرام/ يوم.
- المراهقون (11—18 سنة): (1.5—1.8) ملليجرام/ يوم.
- البالغون (19—50 سنة): 1.7 ملليجرام/ يوم.
- المسنّون (أكثر من 50 سنة): 1.4 ملليجرام/ يوم.
- المسنّات: 1.2 ملليجرام/ يوم.
- المراهقات، والبالغات: 1.3 ملليجرام/ يوم.
- الحوامل: 1.6 ملليجرام/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 1.8، و1.7ملليجرام/ يوم على التوالي.

مصادر فيتامين ب$_2$ في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin B_2 in Daily Food)

يتوافر فيتامين ب$_2$ في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية كما هو الحال في الثيامين؛ لذا، تندر ظهور أعراض نقصه على الإنسان. ومن الأغذية التي يكثر وجود هذا الفيتامين فيها: الخميرة، وجنين الحبوب، والكلاوي، وكبدة البقر والعجل (يُسمّى هيباتوفلافين)، واللحوم الحمراء، والأسماك، والبيض (يُسمّى أوفوفلافين)، والحبوب الكاملة، والخبز المدعّم، والخضراوات، مثل: البامية، والهليون، والبروكولي، والسبانخ. انظر الجدول (1—7).

تُعَدّ الحبوب الكاملة والحليب من المصادر الرئيسة لفيتامين ب$_2$ (يُسمّى لاكتوفلافين) في غذاء الإنسان. وتُلزِم الدول المتقدمة المصانع بتعبئة الحليب في عبّوات لا ينفذ إليها الضوء لحمايته من التلف. وتجدر الإشارة إلى أنّ تناول كوبين من الحليب يوميّاً يمنح الجسم نصف حاجاته اليومية من فيتامين ب$_2$.

وفي المقابل، توجد بعض الأدوية والمركّبات التي تُقلّل من استفادة الجسم من فيتامين ب$_2$، مثل: مُدرّات الثيازول (Thiazide Diuretics)، ومضادات التتراسيكلين (Tetracycline Antibodies) (تزيد إفرازه في البول)، ومركّبات السلفا (Sulphonamides)، وحبوب منع الحمل.

أعراض نقص فيتامين ب$_2$ على الإنسان (Deficiency of Vitamin B_2)

يمكن إجمال أعراض نقص فيتامين ب$_2$ على الإنسان فيما يأتي:

- التهاب اللسان (Glossitis) وتبقّعه (يُعرَف باللسان الجغرافي)، وتشقّق الشفة (Cheilosis).
- حدوث بطء وخلل في التطور والنمو الطبيعي للطفل.
- ظهور الشعيرات الدموية الحمراء في قرنية العين نتيجة امتلائها بالدم؛ ممّا يؤدي إلى تضخّمها (Corneal Vascularization)، فتصبح العين حسّاسة للضوء، وتصاب بالحكّة والحرقان والدمعان والإجهاد.

- الإصابة بالتهاب الغدد الدهنية في الجلد (Seborrheic Dermatitis) الذي تظهر أعراضه بصورة تراكم للمواد الدهنية على الجبهة، وعلى جوانب الأنف، وفي داخل الأذن.
- قلّة إفراز هرمون الإسترين (Estrin) المُسبِّب للرغبة الجنسية.
- الإصابة بالأنيميا التي تتميّز بمستوى الهيموجلوبين الطبيعي والحجم الطبيعي لخلايا الدم الحمراء.

الأمراض المرتبطة بفيتامين ب$_2$ (Diseases Related to Vitamin B_2)

يؤدي نقص فيتامين ب$_2$ في الجسم إلى إصابة الشخص بمرض تشقّق الشفة الذي يتميّز بتشقّق جوانب الفم، واحمرار جوانب العين، ونعومة اللسان. ويمكن بسهولة معالجة المريض الذي يعاني نقص هذا الفيتامين؛ وذلك بإعطائه فيتامين ب$_2$ (6—12 ملليجراماً/ يوم)، بالإضافة إلى مجموعة فيتامينات ب عدّة أيام إلى أن يشفى. كما يوصى المريض بتغيير عاداته الغذائية، وتناول الأغذية الغنية بفيتامين ب$_2$.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين ب $_2$ (Dietary and Biological Statistic for Vitamin B_2)

— مخزون فيتامين ب$_2$ في الكبد والكليتين:	25، و 16 ميكروجراماً على التوالي.
— الجرعة المسموح بها يومياً في حالة تناول المدعّمات:	(1—2) ميكروجرام.
— الجرعة المسموح تناولها يومياً في حالة معالجة النقص:	(5—25) ميكروجراماً.
— إسهام الأغذية:	الخضراوات والفواكه: 36%، اللحوم: 29%، الحبوب: 23%.
— ظهور الأعراض:	بعد (6—8) أسابيع من النقص، وحدوث انخفاض في تركيز إنزيم جلوتاثيون ريديكتيز (Glutathione .Reductase)
— مستوى الفيتامين في البول:	أكثر من 0.08 ملليجرام/ جرام كريتنين.
— الفاقد مع البول:	30% من الكمية المتناولة يومياً.
— مستوى فيتامين ب2 في السيرم في الحالة الطبيعية:	أكثر من 5 نانوجرام (ng) PLP/ ملليلتر.

فيتامين ب$_6$ (Pyridoxin)

يُعرَف هذا الفيتامين باسم العامل المضاد لالتهاب جلد الفئران، أو حمض البيريدوكسيك (Pyridoxic Acid)؛ وهو مادة متبلورة بيضاء ذات طعم ملحي يذوب بسرعة في الماء، وببطء في الكحول. ومع أنّه يقاوم الحرارة والحموضة (خاصةً البيرويدوكسين،) إلّا أنّه يتلف عند تعرّضه للضوء والأشعة فوق البنفسجية، وكذلك في الوسط القلوي.

توجد ثلاثة أشكال فاعلة فسيولوجيّاً لفيتامين ب$_6$، هي: البيريدوكسال (Pyridoxal: PL)، والبيريدوكسين (Pyridoxin: PN)، والبيريدوكسامين (Pyridoxamine:PM)، وهذه الأشكال الثلاثة جميعها مشتقة من حلقة البيريدين (PyridineRing)، ولها القدرة على التحوّل إلى صورة فوسفات البيريدوكسال (Pyridoxal Phosphate:PLP)، وهو الشكل الفاعل الذي يعمل عمل مرافق الإنزيم.

أهمية فيتامين ب$_6$ للإنسان (Importance of Vitamin B_6)

يُسهِم فيتامين ب$_6$ إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- عمل الشكل الفاعل فسيولوجيّاً (PLP) عمل مرافق الأنزيم لعدد من الإنزيمات الضرورية لأيض الأحماض الأمينية.

ب- المحافظة على صحة الجلد، والبشرة، والجهاز العصبي، والأوعية الدموية.

ج- تحويل حمض اللينوليك إلى حمض الأراكيدونيك.

د- الإسهام في تصنيع مادة السفنجولبيد (Sphingolipid) التي تحيط بالأعصاب الطرفية، وإنتاج الأجسام المضادة التي تعمل على حماية الإنسان من العدوى البكتيرية والإصابة بالأمراض.

هـ- المساعدة على تحلّل الجلايكوجين إلى جلوكوز —1— فوسفات بمساعدة إنزيم الجلايكوجين فوسفوريليز (Glycogen Phosphorylase).

و- المساعدة على تكوين مولّدات حلقات البورفيرين التي تدخل في تكوين الهيموجلوبين.

الحاجة اليومية من فيتامين ب$_6$ (Daily Need of Vitamin B_6)

يتوافر فيتامين ب$_6$ في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية؛ لذا، يندر ظهور أعراض نقصه على الإنسان. ويمكن إجمال المقرّرات الغذائية (Recommended Dietary Allowance: RDA) لفيتامين ب$_6$، التي أوصت بها هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م)، على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (0.3—0.6) ملليجرام/ يوم.
- الأطفال (1—6 سنوات): (1—1.1) ملليجرام/ يوم.
- الأطفال (7—10 سنوات): 1.4 ملليجرام/ يوم.
- المراهقون (11—18 سنة): (1.7—2) ملليجرام/يوم
- البالغون، والمسنّون (19—50 سنة): 2 ملليجرام/ يوم.
- المراهقات: (1.4—1.5) ملليجرام/ يوم.
- البالغات، والمسنّات: 1.6 ملليجرام/ يوم.
- الحوامل: 2.2 ملليجرام/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 2.1 ملليجرام/ يوم.

وبوجه عام، تتناسب كمية فيتامين ب$_6$ التي يحتاج إليها الإنسان بصورة يومية تناسباً طرديّاً مع كمية البروتين المتناولة في الوجبة الغذائية.

مصادر فيتامين ب$_6$ في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin B_6 in Daily Food)

يتوافر فيتامين ب$_6$ في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية بصوره التي ذُكرت آنفاً. والأغذية الغنية بالفيتامين هي: الحبوب الكاملة، والموز، والبلح الجاف، والبطاطا، والخميرة، وجنين القمح، والبقوليات، والكبدة، واللحوم. كما يُعَدّ البيض والحليب والخضراوات (السبانخ، والجزر، والملفوف) مصادر معتدلة لفيتامين ب$_6$. ويُصنع هذا الفيتامين أيضاً في الأمعاء بوساطة المخلوقات الدقيقة.

وفي المقابل، توجد بعض الأدوية التي تُقلّل من استفادة الجسم من فيتامين ب$_6$، منها: الهيدرالازين (Hydralazine) (مضاد لارتفاع ضغط الدم)، ومدرّات البول، والبنسيلامين (Penicillamine) (لمعالجة الأمراض الروماتيزمية)، والإيزونيازيد (Izoniazid) (لمعالجة مرض السل) وغيرها. انظر الجدول (1—8) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من فيتامين ب$_6$.

الجدول (1-8): محتوى بعض الأغذية من فيتامين ب$_6$، والفولاسين، وفيتامين ب$_{12}$.

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة : Average Serving)	فيتامين ب$_6$ (ملليجرام)	فولاسين (ملليجرام)	فيتامين ب$_{12}$ (ميكروجرام)
البيض واللحوم والسمك:				
البيض المقلي	حبّة كبيرة	0.05	22	0.57
اللحم البقري (مشوي)	3 أوقيات	0.47	3	1.54
الهمبرغر	3 أوقيات	0.32	3	1.52
لحم الدجاج	3 أوقيات	0.40	–	0.30
التونا	3 أوقيات	0.42	3	2.20
زبدة الفول السوداني	ملعقتان صغيرتان	0.9	26	–
السلمون (معلّب)	3 أوقيات	0.3	–	–
المحار	3 أوقيات	–	–	16.20
منتجات الحبوب:				
شرائح الذرة	كوب واحد	0.54	–	–
القمح	قطعة بسكويت واحدة	0.07	–	–
الموالح (Saltines)	أربع قطع (10جرامات)	0.001	13	–
الأرز الجاف	أوقية واحدة	0.03	2	–
الخبز الأبيض	شريحة واحدة	0.009	10	–
الخبز الأسمر	شريحة واحدة	0.04	16	–
منتجات الألبان:				
الحليب الكامل	8 أوقيات	0.10	12	0.86
الحليب (2% دهن)	8 أوقيات	0.12	12	0.91
جبنة الشيدر	أوقية واحدة	0.02	5	0.25
الفواكه:				
التفاح	حبّة متوسطة	0.04	4	–
الموز	حبّة متوسطة	0.63	23	–
عصير البرتقال (مجمّد)	4 أوقيات	0.04	55	–
الخوخ	حبّة متوسطة	0.02	3	–
الجريب فروت	نصف حبّة متوسطة	–	–	–
الفراولة	نصف كوب	0.04	13	–
الشمام	نصف حبّة	0.15	45	–
الخضراوات:				
الذرة (مطهوة)	نصف كوب (4 أوقيات)	0.20	41	–
الفاصوليا الخضراء	نصف كوب (4 أوقيات)	0.07	22	–
البازلاء الخضراء	نصف كوب (4 أوقيات)	0.05	66	–
الخس	ربع رأس (100 جرام)	0.04	13	–
طماطم	حبّة متوسطة	0.10	53	–
بطاطس (مخبوزة)	حبّة متوسطة	0.22	56	–
البروكولي (مجمّد)	نصف كوب	–	86	–
السبانخ (مجمّدة)	نصف كوب	0.28	14	–

المرجع: Guthrie، H. A. (1986)م.

أعراض نقص فيتامين ب$_6$ على الإنسان (Deficiency of Vitamin B_6)

مـن النـادر ظهور أعراض نقص فيتامين ب$_6$ على الإنسـان؛ نظراً إلى انتشـاره فـي العديد من الأغذية الحيوانية والنباتية، إلّا أنّ إعطاء الإنسـان مضاد الفيتامين (Antagonist)، مثل دي أوكسـ بيريدوكسـين (Deoxypyridoxine)، مع تناول وجبات غذائية خالية من فيتامين ب$_6$، يؤدي إلى ظهور أعراض نقصه، وهي:

- تشقّق الشفة، ونعومة اللسان وميل لونه إلى الأرجوازي (Glossitis).
- حدوث اضطرابات عصبية وتشنّجات (Convulsions).
- تغيّر سلوك الفرد، مثل: الشعور بالضعف الجسمي والعقلي، والفتور، والكآبة، والارتباك.
- الإصابة بالأنيميا.
- قلّة عدد الخلايا الليمفاوية (Lymphopenia).
- ظهور إفرازات دهنية على جلد الفم والأنف وحول العين (Seborrhea). كما أنّ إعطاء الأطفال الرضّع الحليب الصناعي (Commercial Formula) أو الحليـب المعقّـم يـؤدي إلـى ظهـور أعراض نقص فيتامين ب$_6$ عندهـم؛ نظراً إلى تحلّـل الفيتامين بالتأثيـرات الحرارية. وتظهـر الأعراض علـى الرضّع بصـورة تهيّجات عصبيـة ونوبـات تشـنّجية (Convulsive Seizures)، وبطء في النمو، وتقيّـؤ، وألم في البطن، وأنيميا، وتخلّج (عدم القدرة على تنسيق الحركات العضلية اللازمة) (Ataxia). يُذكَر أنّ تناول جرعات مناسبة من فيتامين ب$_6$ يُفضي إلى زوال الأعراض السابقة، خاصةً التشنّجات.

الأمراض المرتبطة بفيتامين ب$_6$ (Diseases Related to Vitamin B_6)

يسـاعد فيتامين ب$_6$ على الوقاية من العديد من الأمراض وعلاجها، مثل: التوحّد (الاسترسـال في التخيّل هرباً من الواقع) (Autism)، ومرض سـكري الحمـل، وأعراض القمع الرسـغي (Carpal Tunnel Symptoms)، والإحبـاط، وأعراض ما قبل الطمث. يُسـتعمل فيتامين ب6 لعلاج الالتهابات والتشـقّقات التي تصيب اللسـان وجوانب الفم والعينين. وقد أشـارت الدراسـات إلى أنّ مسـتوى فيتامين ب$_6$ في البلازما ينخفض عند الإصابة ببعض الأمراض، مثـل: أمراض القلـب التاجيـة، ومرض سـرطان الثدي، والربـو (Asthma)، ومرض الكلـى، وأنيميا خلايا الـدم المنجليـة (Sickle Cells Anemia)، ومرض السكري.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين ب$_6$ (Dietary and Biological Statistic for Vitamin B_6)

— إسهام الأغذية:	اللحـوم: 42%، منتجـات الحليـب: 11%، الحبـوب:15%، الخضراوات والفواكه: 21%.
— الصورة السائدة في البول:	(50—70%) بصورة 4— حمض البيريدوكسيل (4—Pyridoxil Acid)
— الفاقد مع البول:	(40—50%) من الكمية المتناولة.
— مخزون الفيتامين في الجسم:	50% في الفضلات.
— الجرعة المسموح بها يوميّاً في حالة تناول المدعّمات:	(1.5—2.5) ملليجرام.
— الجرعة المسموح تناولها لمعالجة النقص:	(7.5—25) ملليجرام.

فيتامين ب$_{12}$ (Cobalamine)

يُعـرَف هذا الفيتامين باسـم السـيانوكوبالامين، أو الكوبالامين، أو الفيتامين المضاد للأنيميا الخبيثـة، أو عامل نضج خلايا الدم الحمراء؛ وهو مادة بلورية إبرية ذات لون أحمر بسبب احتوائه على عنصر الكوبالت. يتأثّر فيتامين ب$_{12}$ بالقواعد والأحماض والضوء والأكسجين والحرارة في الوسط القلوي أوالقاعدي، إلّا أنّه يتحمّل الحرارة في الوسط المتعادل، وهو يتألّف من جزأين رئيسين، هما:

* حلقة الكورين (Corin Ring).
* النيوكليوتيد (Nucleotide).

أهمية فيتامين ب$_{12}$ للإنسان (Importance of Vitamin B_{12} for Human)

يُسهِم فيتامين ب$_{12}$ إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- المساعدة على تصنيع خلايا الدم الحمراء (Erythropoiesis) داخل نخاع العظام.

ب- تصنيع بعض الأحماض الأمينية، مثل الميثيونين من الهوموسستيين (Homocysteine).

ج- المساعدة على تصنيع الكولين من الميثيونين.

د- المساعدة على تصنيع مركب 5 — ميثيل حمض الفوليك (5—N.Methyl Th4).

هـ- المحافظة على الخلايا الطلائية.

و- تحويل مركّب ميثيل مالونات (Metylmalonate) الناتج من أيض الدهون والأحماض الأمينية إلى سكسينات (Succinate).

ز- المحافظة على سلامة الجهاز العصبي بالمحافظة على غُلُف الميلين (Myelin Sheaths) التي تحيط بالألياف العصبية وتعزلها.

ح- المساعدة على تحويل حمض الفوليك إلى حمض الفولينيك الذي يعمل عمل مرافق للإنزيمات الضرورية لتكوين خلايا الدم الحمراء.

الحاجة اليومية من فيتامين ب $_{12}$ (Daily Need of Vitamin B_{12})

حـدّدت هيئـة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكـي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحـة (RDA) لفيتامين ب$_{12}$ على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (0.3 — 0.5) ميكروجرام/ يوم.
- الأطفال (1—6 سنوات): (0.7 — 1) ميكروجرام/ يوم.
- الأطفال (7—10 سنوات): 1.4 ميكروجرام/ يوم.
- المراهقون، والمراهقات، والبالغون، والبالغات، والمسنّون، والمسنّات: 2 ميكروجرام/ يوم.
- الحوامل: 2.2 ميكروجرام/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 2.6 ميكروجرام/ يوم.

مصادر فيتامين ب$_{12}$ في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin B12 in Daily Food)

لا تحتـوي الأغذيـة النباتيـة على فيتامين ب$_{12}$، إلّا أنّه يوجد بكثرة في الأغذيـة الحيوانية، مثل: الكلاوي، والكبدة، واللحـوم الحمراء، والدواجن،

والبيض، والجبن، والأسماك، والحليب. وتظهر عادة أعراض نقص فيتامين ب$_{12}$ على النباتيين الملتزمين الذين لا يتناولون الأغذية الحيوانية؛ لذا، يتعيَّن عليهم تناول جرعات من هذا الفيتامين، علماً بأنّ بكتيريا الأمعاء الغليظة يمكنها تصنيع كميات لا بأس بها من فيتامين ب$_{12}$. انظر الجدول (1—8) الآنف الذكر الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من فيتامين ب$_{12}$.

أعراض نقص فيتامين ب$_{12}$ على الإنسان (Symptoms of Vitamin B_{12} Deficiency)

يمكن إجمال أعراض نقص فيتامين ب$_{12}$ على الإنسان فيما يأتي:

- الإصابة بالأنيميا الخبيثة (الأنيميا ذات خلايا الدم المتضخمة) (Pernicious Anemia)؛ نتيجة ضعف امتصاص فيتامين ب$_{12}$ من خلال جدار المعدة بسبب توقّف تكوين العامل الداخلي (Intrinsic Factor)؛ وهو بروتين تُفرزه خلايا المعدة يساعد على امتصاص فيتامين ب$_{12}$، أو بسبب حدوث التهاب في الطبقة المبطّنة للمعدة، أو استئصال كامل المعدة أو جزء منها، أو الإقلال من تناول فيتامين ب$_6$، أو تقدّم السنّ، أو وجود طفيليات في الأمعاء تنافس العائل على فيتامين ب$_{12}$. وتظهر أعراض الأنيميا الخبيثة بصورة تضخّم لخلايا الدم الحمراء، وقلّة عددها، وانخفاض مستوى الهيموجلوبين وخلايا الدم البيضاء، وتحلّل الأغشية المخاطية المبطّنة للمعدة، وحدوث تغيّرات في النخاع الشوكي.
- حدوث اضطرابات في الجهاز العصبي بسبب تحلّل غُلُف الميلين.
- انحلال الحبل الشوكي.

اضطراب في البصر يُعرَف باسم الإعتام (الغمش) الغذائي (Nutritional Amblyopia).

الأمراض المرتبطة بفيتامين ب$_{12}$ (Diseases Related to Vitamin B_{12})

يرتبط نقص فيتامين ب$_{12}$ بالإصابة بمرض الأنيميا ذات خلايا الدم المتضخّمة، وهو يصيب عادة الأشخاص النباتيين الذين لا يتناولون أغذية حيوانية، مثل: اللحوم، والأسماك، والدواجن، والبيض، وهي أغذية تتميّز بمحتواها الغني بفيتامين ب$_{12}$.

تتمثَّل أعراض الأنيميا ذات خلايا الدم المتضخّمة في انخفاض عدد الصفائح الدموية (Platelets)، فتصبح أقل من 500000/ ملليمتر مكعب (Thrombocytopenia)، ويصبح عدد خلايا الدم البيضاء أقل من 3000/ ملليمتر مكعب. وكذلك الإصابة بالالتهاب، وتحلّل الأعصاب، والإصابة بمرض كبدي حاد (Hepatic Disease)، وارتفاع نسبة البولينا في الدم (Uremia)، والغيبوبة (Coma).

وبوجه عام، يتمثَّل خطر الأنيميا ذات خلايا الدم المتضخّمة في إصابة الشخص بضيق التنفس (Dyspnea)، والخناق الصدري (Angina) اللذين يصاحبهما انخفاض الهيماتوكريت (Hematocrit) (نسبة خلايا الدم الحمراء في عينة دم كاملة) لأقل من 15%. ويمكن معالجة ضيق التنفس والخناق الصدري عن طريق نقل وحدتين من عبّوات خلايا الدم الحمراء (Packed Erythrocyte). وفي حال ارتفع الضغط الوريدي (Venous Pressure)، يجب أن يصاحب عملية نقل الدم سحب كمية مساوية أو أقل قليلاً من الدم الكامل (Whole Blood)؛ إذ إنّ نقل الدم الكامل من دون سحب دم من الجسم يؤدي إلى ارتفاع حاد في الضغط الوريدي.

وتجدر الإشارة إلى وجوب إعطاء المريض جرعات من فيتامين ب$_{12}$ (100 ميكروجرام)، والفولاسين (15 ملليجراماً) في العضل مباشرة وقبل بدء التشخيص. ويلي ذلك إعطاء المريض 5 ملليجرامات من الفولاسين يومياً عن طريق الفم، وكذلك 100 ميكروجرام من فيتامين ب$_{12}$ عن طريق العضل مدّة أسبوع واحد.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين ب$_{12}$ (Dietary and Biological Statistic for Vitamin B_{12})

— معدل امتصاص الشخص البالغ من فيتامين ب$_{12}$:	(15—30%).
— مخزون الجسم من فيتامين ب$_{12}$:	(2—4) ملليجرامات.
— مخزون الكبد (المستودع الرئيس):	أكثر من 2 ملليجرام.
— إسهام الأغذية:	اللحوم: 80%، منتجات الحليب: 20%.
— الجرعة المسموح بها يوميّاً في حالة تناول المدعّمات:	2.6 ميكروجرام/ يوم.
— معالجة الأنيميا الناتجة من نقص فيتامين ب$_{12}$:	(1—1.5) ميكروجرام حقن في العضل،أو حقن 100 ميكروجرام شهريّاً.
— مستوى فيتامين ب$_{12}$ في السيرم في الحالة الطبيعية:	أكثر من 100بيكوجرام (Pg) / ملليلتر.

النياسين (Niacin)

يُعرَف النياسين باسم فيتامين ب$_3$، أو حمض النيكوتينيك (Nicotinic Acid)، أو الفيتامين المضاد لمرض البلاجرا (Anti—Pellagra Vitamin)؛ وهو بلورات إبرية بيضاء ذات طعم مرّ.

يُعَدّ النياسين من أكثر الفيتامينات ثباتاً للعوامل الخارجية؛ لأنّه يقاوم الحرارة، والأحماض، والقلويات، والأكسدة، والضوء، والتعقيم. ونظراً إلى أنّه قابل للذوبان في الماء؛ فإنّ جزءاً كبيراً منه يُفقَد خلال عملية السلق.

يوجد شكلان فاعلان وظيفيّاً للنياسين (مرافقات الأنزيمات)، هما: نيكوتين أميد أدنين ثنائي النيوكليوتيد Nicotinamide Adinine Dinucleotide: NAD، ونيكوتين أميد أدنين ثنائي النيوكليوتيد فوسفات (Nicotinamide Adinine Dinucleotide Phosphate: NADP).

أهمية النياسين للإنسان (Importance of Niacin for Human)

يُسهِم النياسين إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- عمل الشكلان الفاعلان وظيفيّاً بوصفهما مرافقات (Coenzyme) لأنزيمات الديهيدروجينيز (Dehydrogenases) الضرورية لأيض الكربوهيدرات والبروتينات والدهون المولّدة للطاقة. وتقوم أنزيمات الديهيدروجينيز بنقل الإلكترونات والهيدروجين من مركّب إلى آخر داخل الخلايا، ومنها: مالات الديهيدروجينيز، وأيزوسيترات الديهيدروجينيز، وبيروفات الديهيدروجينيز، وألفا—كيتو الديهيدروجينيز، ولاكتات الديهيدروجينيز.

ب- المحافظة على سلامة الجهاز العصبي وصحة الجلد.

ج- الإسهام في تصنيع سكر الريبوز الخماسي.

د- مساعدة النياسين في صورته المختزلة (NADPH+H+) المتكوّنة داخل تحويلة البنتوز (Pentose Shunt) على تصنيع هرمونات الأستيرويد (Steroid Hormones)، والأحماض الدهنية والكولسترول، وكذلك تحويل الفنيل ألانين إلى تيروسين.

هـ- خفض مستوى الكولسترول في الدم عند تناوله بمعدل (1—2) جرام ثلاث مرّات يوميّاً.

الحاجة اليومية من النياسين (Daily Need of Niacin)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للنياسين على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (5—6) ملليجرامات/ يوم.
- الأطفال (1—10 سنوات): (9—13) ملليجراماً/ يوم.

- المراهقون (11—18 سنة): (17—20) ملليجراماً/ يوم.
- البالغون (19—50 سنة): 19 ملليجراماً/ يوم.
- المسنّون، والمراهقات، والبالغات: 15 ملليجراماً/ يوم.
- المسنّات: 13 ملليجراماً/ يوم.
- الحوامل: 17 ملليجراماً/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 20 ملليجراماً/ يوم.

وبوجه عام، تتحدّد **حاجات** الفرد للنياسين تبعاً لكمية السعرات المتناولة يوميّاً، وكمية البروتين ونوعيته في الوجبة الغذائية، وكمية فيتامينات (ب)، وكمية حمض التربتوفان، وحالة الفرد الصحية، ووجود مواد مضادة لفاعلية الفيتامين في الوجبة الغذائية. وتجدر الإشارة هنا إلى أنّ الإفراط في تناول النياسين يُسبِّب توسُّعاً في الأوعية الدموية، والشعور باندفاع الدم إلى أنحاء الجسم واحمراره. ويستطيع جسم الإنسان تحويل جزء من التربتونات إلى نياسين بمعدل ملليجرام نياسين من كل 60 ملليجرام تربتونات تأتي من 6 جرامات بروتين.

مصادر النياسين في الغذاء اليومي (Sources of Niacin in Daily Food)

يتوافر النياسين في العديد من الأغذية الحيوانية والنباتية، مثل: اللحوم، والجراد، والكبد، والكلاوي، والأسماك، وزبدة الفول السوداني، والحبوب الكاملة، والخبز المدعّم، والأرز (Converted Rice). وبوجه عام، تُعَدّ جميع الأغذية الغنية بحمض التربتوفان، وبخاصة الأغذية الحيوانية، مصادر جيدة للنياسين. إلّا أنّ الجسم لا يستطيع الاستفادة من النياسين الموجود في الحبوب، خاصةً الأرز والذرة؛ نظراً إلى وجوده بصورة مرتبطة، لهذا تُعامَل هذه الحبوب بالقلوي لتحرير النياسين وفصله. انظر الجدول (1—7) الآنف الذكر الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من النياسين.

أعراض نقص النياسين على الإنسان (Symptoms of Niacin Deficiency)

يمكن إجمال أعراض نقص النياسين على الإنسان فيما يلي:

الإصابة بمرض البلاجرا (Pellagra) الذي يتميّز بثلاثة أعراض رئيسة تبدأ جميعها بحرف (D)، وهي:

1- التهاب الجلد (Dematitis): إذ يصبح الجلد المعرّض للشمس، خاصةً جلد اليدين والرقبة، جافّاً خشناً، محمرّاً، وتظهر عليه قشور واضحة.

2- الإسهال (Diarrhea): يحدث الإسهال أحياناً، ويصاحبه تقيّؤ، وعدم رغبة في الأكل، والتهاب بالفم.

3- الاضطرابات العقلية (Dementia): يتمثَّل ذلك في حدوث تخلّف عقلي يصاحبه شعور بالكآبة، والإحباط، والتهيّج، والأرق، والكآبة، والدوخة، والهيستيريا، وقد تحدث الوفاة في نهاية المطاف.

الأمراض المرتبطة بالنياسين (Diseases Related to Niacin)

أشارت الدراسات إلى أنّ تناول النياسين يحدّ من حدوث ارتداد لاحتشاء عضلة القلب (Myocardial Infractions)، ممّا يُقلّل من معدل الوفيات بأمراض القلب. كما ثبت أنّ تناول النياسين بمقدار (1.5—3) جرامات يوميّاً يؤدي إلى خفض مستوى الكولسترول المنخفض الكثافة (LDL—Cholesterol)، ورفع مستوى الكولسترول المرتفع الكثافة (HDL—Cholesterol) في البلازما. يُذكَر أنّ تناول هذه الكميات الكبيرة من النياسين قد تُسبِّب بعض المشكلات للإنسان، مثل: حدوث وخز في الجلد، وضعف في وظائف الكبد، وارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم، وارتفاع مستوى البول في الدم (Hyper— uricemia)، إلّا أنّ هذه الأعراض تختفي بتوقّف تناول الفيتامين. وفي المقابل، يُسهِم النياسين بفاعلية في خفض مستوى الدهون في البلازما.

إحصائية غذائية وبيولوجية للنياسين (Dietary and Biological Statistic for Niacin)

— ملليجرام واحد من النياسين:	يعادل 60 ملليجراماً من التربتوفان.
— إسهام البروتين:	6 جرامات بروتين تُوفّر60 ملليجراماً من التربتوفان، تتحول إلى ملليجرام نياسين.
— أسهام حمض التربتوفان:	يُوفّر 65% من حاجات الإنسان اليومية من الفيتامينات.
— إسهام الأغذية:	اللحوم: 45 % ، الحبوب: 28% ، الخضراوات والفواكه: 16%.
— الجرعة المسموح بها يوميّاً في حالة تناول المدعّمات:	(10—20) ملليجراماً من النياسين أميد (Niacinaminde).
— الجرعة المسموح تناولها لمعالجة النقص:	(25—50) ملليجراماً من النياسين أميد.
— تركيز الفيتامين في البول:	أكثر من 1.6 ملليجرام ميثيل نيكوتين أميد N—Methyl Nicotinamide/ جرام كيراتينين.

الفولاسين (Folate of Folacin)

يُعرَف الفولاسين باسم حمض الفوليك، أو العامل المضاد للأنيميا، أو حمض البترويل جلوتاميك (Pteroyl Glumatic Acid (PGA، أو عامل البكتيريا (Lactobacillus Casei)، أو فيتامين م، أو حمض الفولينيك (Folinic Acid)؛ وهو بلورات صفراء لامعة عديمة الطعم والرائحة، وسريعة التلف بالحرارة والأكسجين والأحماض وأشعة الشمس، إلّا أنّه يقاوم درجات الحرارة العالية (100°م) في الوسط القاعدي والمتعادل (PH تساوي 7 أو أكثر).

أهمية الفولاسين للإنسان (Importance of Folacin for Human)

يُسهِم الفولاسين إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- تكوين خلايا الدم الحمراء؛ بتصنيعه مجموعة الهيم (Heme) المكوّنة لهيموجلوبين الدم داخل نخاع العظام بمساعدة فيتامين ب12. لهذا يستعمل الفولاسين لمعالجة الأنيميا ذات خلايا الدم المتضخّمة، وبخاصة عند الأطفال والحوامل والمسنّين.

ب- تعمل مرافقات الأنزيمات (أحماض الفوليك الرباعية الهيدروجين) على نقل المجموعات الأحادية الكربون (مجموعة الفورميل —OCH3Formyl ، والفورميمينو —CH=NH Formimino، والميثيلين CH3Methylene، والميثيل CH3Methyl) من مركّب إلى آخر؛ ممّا يؤدي إلى تكوين مركّبات جديدة، مثل: الميثيل نيكوتين أميد (Methylnicotinamide) من النيكوتين أميد، والثيامين من اليوراسيل، والتيروسين من الفينيل ألانين، والميثيونين من الهوموسيستين، والسيرين من الجلايسين، والكولين من الإيثانول أمين (Ethanolamine)، وكذلك تصنيع القواعد النيتروجينية البريميدينات (Pyrimidines)، والبيورينات (Purines) اللازمة لتصنيع الحمض النووي (DNA)، و (RNA)، وخلايا الدم الحمراء.

الحاجة اليومية من الفولاسين (Daily Needs of Folacin)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للفولاسين على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (25 — 35) ميكروجراماً/ يوم.
- الأطفال (1—6 سنوات): (50 — 75) ميكروجراماً/ يوم.
- الأطفال (7—10 سنوات): 100 ميكروجرام/ يوم.
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون: 200 ميكروجرام/ يوم.

- المراهقات، والبالغات، والمسنّات: 180 ميكروجراماً/ يوم.
- الحوامل: 400 ميكروجرام/ يوم.

المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 280، و260 ميكروجرام/ يوم على التوالي.

مصادر الفولاسين في الغذاء اليومي (Sources of Folacin in Daily Food)

يوجد الفولاسين في العديد من الأغذية الحيوانية والنباتية، مثل: الكبد، والكلاوي، والخميرة، والليمون، والفراولة، والموز، وبعض الخضراوات، من مثل: السبانخ، والفاصوليا، والهليون، والبروكولي. ويُعَدّ البيض واللحوم الحمراء (لحم البقر والعجل) والحبوب الكاملة مصادر جيدة لهذا الفيتامين. وتجدر الإشارة إلى أنّ طهي الطعام على درجات حرارة مرتفعة يُسبِّب فقدان نحو (50—100%) من الفولاسين. وفي حال معاملة الحليب بالحرارة، أو تصنيع الحليب المجفّف، يوصى بإضافة فيتامين ج لمنع تحلّل الفولاسين. انظر الجدول (1—8) الآنف الذكر الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من الفولاسين.

أعراض نقص الفولاسين على الإنسان (Symptoms of Folacin Deficiency)

تظهر أعراض نقص الفولاسين على الإنسان؛ إمّا نتيجة لنقص كمية الفيتامين المتناولة في الوجبة الغذائية، وإمّا جرّاء الإصابة ببعض أمراض الجهاز الهضمي، مثل السلياك (Celiac)، التي تعيق امتصاص الفيتامين، وتتمثَّل أعراض نقص الفولاسين في الآتي:

- الإصابة بالأنيميا ذات خلايا الدم الحمراء المتضخّمة، التي تتمثَّل أعراضها المختبرية بحدوث انخفاض في مستوى الهيموجلوبين وعدد خلايا الدم البيضاء وعدد الصفائح الدموية. أمّا الأعراض الظاهرية فتتمثَّل في الشعور بالتعب والفتور، وبطء العمليات الحيوية في الجسم، وسرعة التنفس، وضعف مناعة الجسم الميكروبية، وبطء عملية تجلّط الدم.
- اضطراب المعدة والأمعاء، والإصابة بالإسهال، والتهاب سطح اللسان، ونعومته، وتغيّر لونه إلى الأرجواني.

الأمراض المرتبطة بالفولاسين (Diseases Related to Folacin)

انظر الأمراض المرتبطة بالنياسين.

إحصائية غذائية وبيولوجية للفولاسين (Dietary and Biological Statistic for Folacin)

— فقدان الفيتامين في أثناء الطهو على درجات الحرارة المرتفعة:	(50—100%).
— مستوى الفيتامين في حالة النقص (الأنيميا ذات كرات الدم المتضخّمة):	أقل من 6 نانوجرام (ng)/ ملليلتر واحد سيرم.
— الجرعة المقترحة لمعالجة أنيميا نقص الفولاسين:	(5—10) ملليجرامات فولاسين يومياً.
— صور الفولاسين في الغذاء:	25% بصورة حرة، والبقية بصورة مرتبطة.
— معدل الامتصاص:	(30—50%).
— إسهام الأغذية:	الخضراوات والفواكه: 42%، منتجات الحليب: 33%، اللحوم: 14%، الحبوب: 11%.
— مخزون الجسم من الفولاسين:	75 ملليجراماً في الكبد.
— مستوى الفيتامين في سيرم الدم:	أكثر من 200 نانوجرام/ ملليلتر من فولات الخلايا الحمراء (Red Cell Folate).

حمض البانتوثنيك (Pantothenic Acid)

يُعـرَف هذا الحمض باسـم البانتوثين (Pantotheine)، أو البانتوثينـول (Pantothenol)، أو فيتامين ب$_5$، أو العامل المضاد. ويوجد بصورة زيت أصفر لزج، أو أملاح بنتوثينات الكالسـيوم أو الصوديوم (Sodium or Calcium Pantothenate) وهي الصورة التجارية منه، وتتألّف من مسـحوق أبيض متبلور ذي طعم حلو قليلاً. يُذكَر أنّ الفيتامين يتحلّل بوسـاطة القلويات والأحماض والحرارة (في الوسـط الحامضي والقاعدي)، لكنّه يقاوم الأكسـدة وحرارة الطهي العادية في الوسط المتعادل.

أهمية حمض البانتوثنيك للإنسان (Importance of Pantothenic for Human)

يُسهِم حمض البانتوثنيك إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- الإسـهام فـي تركيـب مرافـق الإنزيـم —أ (Coenzyme A) الضـروري لأيض الكربوهيـدرات والبروتينـات والدهون المولّـدة للطاقة، وعمل مرافق الإنزيم على نقل مجموعة الأسـتيل (CH_3—CO) الناتجة من أيض العناصر الغذائية إلى داخل دورة كربس، فضلاً عن نقل مجموعة الأسـيل (Acyl Group) خلال أكسـدة الدهون (B—Oxidation) قبل دخولها دورة كربس بصورة أسـتيل مرافق الأنزيم (Acetyl COA).

ب- تصنيع مركّب الأستيل كولين (Acetylcholine)؛ وهو ناقل عصبي (Neurotransmitter) ينقل السيالات العصبية.

ج- تصنيع البورفيرين (Porphyrin)، ومنها مجموعة الهيم (Heme) التي تدخل في تركيب الصبغة الحمراء في خلايا الدم الحمراء.

د- تنشيط الغدة الدرقية، وعمليات الامتصاص في جدار الأمعاء.

الحاجة اليومية من حمض البانتوثنيك (Daily Need of Pantothenic Acid)

لا توجد حديثاً مقرّرات غذائية مقترحة لحمض البانتوثنيك، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) قدّرت الحاجات اليومية من هذا الفيتامين التي يُعتقد أنّها تفي بحاجات الجسم على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (2 — 3) ملليجرامات/ يوم.
- الأطفال (1—10 سنوات): (3 — 5) ملليجرامات/ يوم.
- المراهقون، والمراهقات، والبالغون، والبالغات: (4 — 7) ملليجرامات/ يوم.

وتُؤمّن الوجبة الغذائية المتكاملة نحو (6—20) ملليجراماً من حمض البانتوثيك يوميّاً، وتعمل بكتيريا الأمعاء على تصنيعه بكميات قليلة، لهذا لا تظهر أعراض نقصه على الإنسان.

مصادر حمض البانتوثنيك في الغذاء اليومي (Sources of Pantothenic Acid in Daily Food)

إنّ كلمـة (بانتوثنيـك) تعنـي باليونانيـة (فـي كل مـكان)؛ أي إنّ هـذا الفيتامين يوجد فـي معظم الأغذيـة الحيوانيـة وبعض الأغذيـة النباتية. والمصادر الغنية به هي: الخميرة، والكبدة، والكلاوي، وصفار البيض، والمخ، واللحوم الحمراء، والدواجن، والحبوب الكاملة، والذرة، والحليب، وبعض الخضراوات، مثل: البطاطا، والسـبانخ، والبندورة، والكرفس. جدير بالذكر أنّ جزءاً كبيراً من حمض البانتوثنيك يُفقَد خلال عملية الطهو (اللحوم: 33%)، وعملية الطحن (الحبوب: 50%).

أعراض نقص حمض البانتوثنيك على الإنسان (Symptoms of Pantothenic Acid Deficiency)

لقد أمكن إحداث أعراض نقص الفيتامين على الإنسان عن طريق إعطائه مضادات الفيتامين مدّة طويلة بصورة أوميجا ميثيل حمض البانتوثنيك (Omega Methyl Pantothenic Acid)، بالإضافة إلى إعطائه أغذية نقية خالية من حمض البانتوثنيك. وفيما يأتي الأعراض الناجمة عن ذلك:

- حدوث تقلّص وضعف وتشنّج في عضلات الساق (Leg Cramps)، وحرقة في القدمين والرجلين.
- الإحساس بالحكة والتنميل والخدر من غير علّة ظاهرة.
- الشعور بالضيق (القلق) العام (General Malaise)، والأرق (Insomnia).
- القصور العقلي (Mental Depression).
- التهاب الجهاز التنفسي.
- قلّة إنتاج الأجسام المضادة في الجسم.

إحصائية غذائية وبيولوجية لحمض البانتوثنيك (Dietary and Biological Statistic for Pantothenic Acid)

— الفاقد في أثناء التصنيع:	33% من اللحوم في أثناء الطهو، وأكثر من 50% من الحبوب في أثناء الطحن.
— تناول المدعّمات:	لا يوصى بتناوله في صورة مدعّمات (أقراص فيتامين).
— الحاجات اليومية:	تُقدَّر بنحو 10 أضعاف حاجات الثيامين.
— إسهام الأغذية:	تناول 3000 سعرة تُؤمِّن للجسم (3—19) ملليجراماً من حمض البانتوثنيك.
— الفاقد يومياً:	(2—7) ملليجرامات مع البول، و (1—2) ملليجرام مع البراز، والبقية من الكمية المتناولة (3—10 ملليجرامات) تُحتجَز في الجسم.
— تحلّل الفيتامين:	(46—78%) نتيجة تعليب الأغذية النباتية، و (20—35%) نتيجة تعليب الأغذية الحيوانية، و (50%) نتيجة تكرير القمح).
— الجرعة المفرطة:	تناول (10—20) جراماً يُسبِّب حدوث الإسهال.

البيوتين (Biotin)

يُعرَف البيوتين باسم فيتامين (H)، وهو بلورات إبرية بيضاء لا تتأثّر بالحرارة أو الضوء أو الأحماض، إلّا أنّه يمكن وقف فعله التأكسدي بوساطة الأحماض والقلويات القوية التي تؤكسِد ذرة الكبريت الداخلة في تركيبه. والبيوتين حمض أحادي الكاربوكسيل (Monocarboxylic Acid) حلقي مشتق من اليوريا، وهو يحتوي على مجموعة كبريت في حلقة الثيوفين (Thiophene Ring).

أهمية البيوتين للإنسان (Importance of Biotin for Human)

يُسهِم البيوتين إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- العمل مثل مرافق الإنزيم لبعض النظم الأنزيمية التي تساعد على نزع مجموعة الأمين (Deamination) (NH_2) من الأحماض الأمينية؛ كالسيرين والمثيونين والثريونين والأسبارتيك، لتكوين أحماض أمينية جديدة، وإنتاج الطاقة.

ب- الإسهام في تصنيع الأجسام المضادة، والأحماض الدهنية غير المشبعة، وهرمون الأنسولين، وأنزيم الأميليز البنكرياسي (Pancreatic Amylase)، وحمض النيكوتينك.

ج- المساعدة على بناء السكر وتحلّل الجليكوجين (Gluconeogenesis or Glycogenolysis).

د- المحافظة على صحة الجلد وسلامته.

الحاجة اليومية من البيوتين (Daily Need of Biotin)

لـم تُحـدَّد المقـرّرات الغذائيـة المقترحة (RDA) للبيوتين، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطنـي الأمريكي (1989م) قدّرت الكميات التي يُعتقد أنّها مأمونة لسدّ حاجات الجسم على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (10 – 15) ميكروجراماً/ يوم.
- الأطفال (1–10 سنوات): (20 – 30) ميكروجراماً/ يوم.
- المراهقون، والمراهقات، والبالغون، والبالغات: (30 – 100) ميكروجرام/ يوم.

مصادر البيوتين في الغذاء اليومي (Sources of Biotin in Daily Food)

يتوافـر البيوتيـن فـي مجموعة واسـعة من الأغذية الحيوانيـة والنباتية، مثل: الكبـدة، والكلاوي، والحبـوب، واللحوم، وصفار البيض، والمشـروم (عش الغراب)، والبقوليات (الفاصوليا والبازلاء الجافة)، والحليب، والحبوب الكاملة، وبعض الفواكه من مثل الفراولة والموز. وتُعَدّ بكتيريا الأمعاء مصدراً لا بأس به للبيوتين. وتجدر الإشـارة هنا إلى أنّ بياض البيض الطازج يحتوي على بروتين سـام يُدعى أفيدين (Avidin)، وهو قادر على الاتحاد بالبيوتيـن لتكويـن مركّـب معقّد يصعب امتصاصه من خلال جدار الأمعاء، ولا يتأثّـر بالإنزيمات المُحلِّلة للبروتين، إلّا أنّ حرارة الطهي تتلف الأفيدين، وتُحلِّل المعقّد؛ ممّا يُسهِّل امتصاص البيوتين.

أعراض نقص البيوتين على الإنسان (Symptoms of Biotin Deficiency)

أمكـن إحـداث أعراض نقص البيوتين على الإنسـان بإعطائـه أغذية نقية خالية من البيوتيـن، بالإضافة إلى تناول مضـادات الفيتامين من مثل الأفيدين، أو قتل بكتيريا الأمعاء المُصنِّعة للبيوتين. وتشبه أعراض نقصه أعراض نقص فيتامين ب$_{7}$، وهي:

- ظهـور التهابـات جلديـة، وجفـاف، وبقع، وقشـور، مـع شـحوب وامتقاع في لـون الجلد، خاصـةً الرجليـن والذراعين واليديـن والمنطقة المحيطة بالرقبة.
- الشعور بالأرق، والدوخة، والتعب، والقلق، وفقدان الشهية للطعام.
- القصور العقلي، وفرط الحس (Hyperesthesia).
- التهاب اللسان، ونعومته، وميل لونه إلى الأرجواني.
- الإصابة بالأنيميا بسبب انخفاض مستوى الهيموجلوبين في الدم.
- انخفاض كمية الألبيومين المفرزة مع البول إلى عُشْر الكمية الطبيعية.
- ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم (Hypercholesterolemia).

ثانياً: الفيتامينات الذائبة في الدهون (Fat Soluble Vitamins)

يشـمل هـذا النـوع جميـع الفيتامينـات القابلـة للذوبـان في الدهـون ومذيبـات الدهـون (Fat Solvents)، ومثالهـا فيتامين (أ)، و(د)، و(هـ) و(ك). وتتميّز هذه المجموعة من الفيتامينات بالخصائص الآتية:

- قابليتها للذوبان في الدهن، وعدم قابليتها للذوبان في الماء؛ لذا، فهي لا تُفقَد في ماء الطهو، ولا تتحلّل في أثناء عملية الطهو نفسها.
- امتصاصها عن طريق جدار الأمعاء وهي متحدة مع الدهون.
- انتشارها في الأغذية بصورة مولّدات فيتامين، أو فيتامينات نشيطة.

- تخزين الكميات الزائدة منها في الكبد (90%)، والأنسجة الدهنية وغيرها؛ لذا، فإنّ الإفراط في تناولها يؤدي إلى ظهور أعراض التسمّم.
- نقلها بعد امتصاصها من الأمعاء بوساطة الأوعية الليمفاوية أو الأوعية الدموية، بعد ارتباطها بحامل بروتيني؛ نظراً إلى عدم قابليتها للذوبان في الماء.

فيتامين أ (Vitamin A)

يُعرَف هذا الفيتامين باسم الريتينول (Retinol)، أو الفيتامين المضاد لجفاف الملتحمة؛ وهو يتألّف من بلورات صفراء ذات وزن جزيئي عالٍ، ولا يتأثّر بالتعقيم أو حرارة الطهو العادية، إلّا أنّه يتأكسد عند التعرّض للضوء، أو الأشعة فوق البنفسجية، أو الأحماض، أو الحرارة العالية جدّاً (أعلى من 100° م)، أو الهدرجة التي تتعرّض لها الزيوت.

يوجد فيتامين أ بشكلين، هما:

1- مولّدات فيتامين أ (A Provitamins)، وتشمل الكاروتينات؛ وهي صبغات نباتية توجد في الأوراق الخضراء والفواكه الصفراء، مثل: البيتا—كاروتين، والجاما—كاروتين، والألفا — كاروتين. وجميعها تتحوّل داخل الأمعاء الدقيقة إلى فيتامين أ. يُذكَر أنّ تحلُّل جزيء واحد من البيتا—كاروتين يعطي جزيئين من فيتامين أ، في حين تعطي بقية الكاروتينات جزيئاً واحداً من هذا الفيتامين؛ أي إنّ فاعليتها بوصفها فيتامين تبلغ نحو 50% من فاعلية البيتا—كاروتين.

2- الريتينول (فيتامين أ) ومشتقاته، مثل: الريتنال (Retinal)، وإسترات الريتنول (Ester Ritnyl)، وحمض الريتنويك (Retinoic)، والريتنول المنزوع الهيدروجين (dehydroretinol—3 (A2)).

أهمية فيتامين أ للإنسان (Importance of Vitamin A for Human)

يُسهِم فيتامين أ إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- المساعدة على الرؤية في الضوء الخافت؛ إذ تحتوي الخلايا العصوية في شبكية العين على صبغة الإبصار رودوبسين (Rhodopsin)، التي تتكوّن في الظلام من اتحاد الريتنال (فيتامين أ) ببروتين الأوبسين (Opsin). وهذه الصبغة هي المسؤولة عن الرؤية ليلاً، أو في الضوء الخافت. كما أنّ الخلايا المخروطية (Cones) في الشبكية تحتوي على صبغة الأودبسين (Idopsin)، التي تتكوّن من اتحاد الريتنال ببروتين الفوتوبسين (Photopsin)، وبذلك يستطيع الإنسان الرؤية نهاراً، أو في الضوء الساطع.

ب- الإسهام بفاعلية في نمو العظام طوليّاً وعرضيّاً، وفي نمو الأسنان. كما أنّه ضروري لنمو المشيمة والجنين وتطورهما، لهذا يُسمّى فيتامين أ بعامل النمو.

ج- الإسهام بفاعلية في عملية التكاثر، وتكوين الحيوانات المنوية.

د- المساعدة على تصنيع الأغشية المخاطية المبطّنة لقرنية العين (Cornea)، والقناة الهضمية، والقناة البولية، والجهاز التنفسي؛ ممّا يحميها من الجفاف، والإصابة بالعدوى الجرثومية.

الحاجة اليومية من فيتامين أ (Daily Need of Vitamin A)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) لفيتامين أ على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): 375 ميكروجراماً مكافئ الريتنول/ يوم.
- الأطفال (1—6 سنوات): (400—500) ميكروجرام مكافئ الريتنول/ يوم.

- الأطفال (7—10 سنوات): 700 ميكروجرام مكافئ الريتنول/ يوم.
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون: 1000 ميكروجرام مكافئ الريتنول/ يوم.
- المراهقات، والبالغات، والمسنّات: 800 ميكروجرام مكافئ الريتنول/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 1300، و1200 ميكروجراماً مكافئ الريتنول/ يوم على التوالي.

مصادر فيتامين أ في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin A in Daily Food)

يوجد فيتامين أ في الأغذية الحيوانية فقط، مثل: الكبدة، وصفار البيض، والكلاوي، والزبدة، والحليب الكامل الدسم ومنتجاته، والجبنة، وزيت السمك، والقشدة. أمّا الكاروتينات ومولّدات الفيتامين فتوجد في الخضراوات الورقية الخضراء، من مثل: ورق العنب، والملوخية، والسبانخ، والبقدونس، والخس، والفلفل الأخضر، وكذلك توجد في الفواكه الصفراء، مثل: الجزر، والمشمش، والبابايا، والخوخ، والقرع العسلي، والشمام. علماً بأنّ الأغذية المدعّمة، مثل الحليب والمارجرين وحبوب الإفطار، هي أغذية غنية بالفيتامين.

وتجدر الإشارة إلى أنّ تناول الفرد الكبدة مرّة واحدة في الأسبوع يمدّه بجميع حاجاته من فيتامين (أ). انظر الجدول (1—9) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من فيتامين أ.

الجدول (1-9): محتوى بعض الأغذية من فيتامين أ.

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة: Average Serving)	فيتامين أ (وحدة دولية IU)	مكافئ الريتينول (RE)
الخضراوات والفواكه:			
السبانخ	نصف كوب	10600	1060
الجزر (مقطّع)	نصف كوب	9065	906
الكرنب	نصف كوب	4610	461
البروكولي	نصف كوب	2550	255
البازلاء	نصف كوب	575	58
الكرنب ذو الرؤوس (Brusseles Sprouts)	نصف كوب	260	26
فاصوليا ليما	نصف كوب	230	23
الكرنب أو الملفوف (مطهو)	75 جراماً	75	8
اللفت	نصف كوب (75 جراماً)	5400	540
بطاطس الحلوة	حبّة صغيرة (100 جرام)	670	67
المشمش (جاف)	نصف كوب	8195	820
المشمش (معلّب)	نصف كوب	2260	226
البابايا	نصف كوب	1595	160
البطيخ	شريحة بطيخ وزن 2 باوند Pounds Wedge 2	1365	126
الخوخ	نصف كوب، أو حبّة متوسطة	1115	112
البرتقال	حبّة متوسطة	290	29
الموز	حبّة متوسطة	95	10
الأناناس	نصف كوب	90	9
التفاح	حبّة متوسطة	90	9

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة : Average Serving)	فيتامين أ (وحدة دولية IU)	مكافئ الريتينول (RE)
الشمام	ثلث حبّة (100 جرام)	3400	340
منتجات الألبان:			
الحليب الكامل الدهن	كوب (244 جراماً)	390	118
جبن شيدر	أوقية (30 جراماً)	378	114
الزبدة	ملعقة مائدة	230	70
المارجرين	ملعقة مائدة	230	70
الحليب الخالي من الدهن	كوب (244 جراماً)	10	3
اللحم والسمك والدواجن والبيض:			
البيض	حبّة كاملة	590	179
البيض	صفار بيضة كاملة	580	176
كبدة البقر	3 أوقيات (90 جراماً)	45450	13773
كبدة الخروف	3 أوقيات (90 جراماً)	43000	13030
كبد الدواجن	3 أوقيات (90 جراماً)	27000	8182
كبد العجل (Calf)	3 أوقيات (90 جراماً)	19000	5758
لحم بقري (مطهو)	3 أوقيات (90 جراماً)	50	

المرجع: Guthrie، H. A. (1983)م.

أعراض نقص فيتامين أ على الإنسان (Symptoms of Vitamin A Deficiency)

يمكن إجمال أعراض نقص فيتامين أ على الإنسان فيما يأتي:

- الإصابة بالعمى الليلي (Night Blindness)؛ نظراً إلى عدم تكوّن صبغة الإبصار (الرودوبسين) في شبكية العين، التي يدخل في تركيبها فيتامين أ، ويعاني المصاب بهذا المرض عدم القدرة على الرؤيا في الضوء الخافت.
- الإصابة بفرط التقرّن (Hyperkeratosis) الذي يشمل تقرّن بصيلات الشعر انسداد جريب الشعر بالكيراتين (Keratin)، وتحبُّب سطح الجلد خاصةً عند الذراعين والفخذ، وهذه من الأعراض المبكّرة لنقص فيتامين أ.
- الإصابة بمرض جفاف الملتحمة (Xerophthalmia)، الذي يعمل على جعل القرنية معتمة (غير شفّافة) (Opaque) وسميكة ولينة (Keratomalacia) في النهاية. كما تظهر فيها بقع وقروح على صورة رغوة، وقد يصاب المريض بالعمى الدائم في نهاية المطاف.
- التهاب الجهاز التنفسي نتيجة عدم تكوّن الطبقة المخاطية المبطّنة له؛ ممّا يُسهِّل مهاجمة البكتيريا، وإصابته بالأمراض.
- ضعف تكوين الحيوانات المنوية، وتثبيط نمو الجنين والمشيمة وتطورهما.
- توقف نمو الأسنان بسبب عدم تكون مادة العاج والمينا .

ويؤدي الإفراط في تناول فيتامين أ إلى ظهور أعراض التسمّم على الرضّع (5 ملليجرامات يومياً مدّة شهر)، وعلى الأطفال (30—150 ملليجراماً من الريتينول يومياً عدّة شهور)، وعلى البالغين (14—90 ملليجراماً من الريتينول يومياً مدّة ثمانية شهور).

ملحوظة:

1- يُحسَب مكافئ الريتنول بتقسيم الوحدات الدولية (IU) على 10 (الخضروات والفواكة).

2- يُحسَب مكافئ الريتنول بتقسيم الوحدات الدولية (IU) على 3.3 (منتجات الالبان واللحوم).

الأمراض المرتبطة بفيتامين أ (Diseases Related to Vitamin A)

1. 1 السرطان (Cancer)

إنّ تناول جرعات كبيرة من فيتامين أ يُقلِّل من عودة الإصابة ببعض أنواع سرطان الجلد أو تكرار الإصابة بها، ويُسهِم حمض الريتنويك (All—Trans Retinoic Acid) بفاعلية في معالجة اللوكيميا الحادة (Promyelocyte Leukemia) (ابيضاض الدم)، كما أنّ أحد أنواع فيتامين أ (Hydroxyphenyl Retinamid) يحدّ من خطر الإصابة بسرطان الثدي لدى الإنسان والحيوان.

أضف إلى ذلك أنّ تناول البيتا—كاروتين (b—Caroteine) الغذائي (مولّد فيتامين أ الموجود في الأغذية) يساعد على تقليل الإصابة بسرطان الرئة وبعض الأعضاء الأُخرى في الجسم. وقد يُعزى تأثير فيتامين أ في قدرته على معالجة السرطان إلى عمله بوصفه مضاداً للأكسدة بمساعدة عناصر أُخرى، منها: فيتامين هـ، وفيتامين ج، وبعض العمليات الإنزيمية.

2.3 حَبّ الشباب (Acne)

تُستعمَل بعض أنواع فيتامين أ، خاصةً (Cisretinoic Acid—13)، لمعالجة حَبّ الشباب وغيره من الاضطرابات والمشاكل الجلدية. كما يمتاز فيتامين أ بقدرته على تقليل حدوث تجعّد في القشرة (Wrinkling)، وإزالة صبغات الجلد الدكناء.

وقد أوضحت الدراسات الحديثة أنّ للكاروتينات قدرة على حماية البروتينات الدهنية المنخفضة الكثافة من الأكسدة؛ ممّا يقي الإنسان من الإصابة بمرض تصلُّب الشرايين.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين أ (Dietary and Biological Statistic for Vitamin A)

— مخزون الجسم من فيتامين أ:	95% في الكبد (يُؤمِّن حاجات الجسم مدّة 3 شهور).
— مكافئ الريتنول:	يعادل 12 ميكروجراماً من مولّدات فيتامين أ باستثناء بيتا—كاروتين.
—مكافئ الريتنول:	يعادل 6 ميكروجرامات من بيتا—كاروتين.
— مكافئ الريتنول:	يعادل 3.33 وحدة دولية.
— إسهام حليب الأم:	تناول الطفل 100 ملليلتر يوميّاً يمدّه بنحو 49 ميكروجراماً.
— الجرعة السامة:	
— البالغون:	(14—90) ملليجراماً من الريتنول في اليوم مدّة ثمانية شهور.
— الأطفال الرضّع:	5 ملليجرامات يوميّاً مدّة شهر.
— الجرعة المسموح بها في حالة تناول المدعّمات:	(1250—2500) وحدة دولية (IU).
— الجرعة الموصى بها يوميّاً لمعالجة النقص:	(5000—10000) وحدة دولية (IU).
— معدل الامتصاص:	يساوي معدل امتصاص الدهون.
— الكاروتينات:	33%.
— إسهام الأغذية:	الخضراوات: 40%، اللحوم: 22% ، الحليب ومنتجاته: 12%، الدهون والزيوت: 8%.
— نقص الفيتامين في الأطفال:	يحدث ما يقرب من 250000 حالة عمى سنويّاً للأطفال في الدول النامية.
— مستوى الفيتامين في السيرم:	(15—60) ميكروجراماً/ 100 ملليلتر (0.53—2.0 ميكرومول/ لتر).

فيتامين د (Vitamin D)

يُعرَف هذا الفيتامين باسم كولكالسيفيرول (Cholecalciferol)، أو العامل المضاد للكساح (Antirachitic Factor)؛ وهو بلورات بيضاء عديمة الرائحة تقاوم القلويات والأكسدة والحرارة؛ لذا، يُعَدّ فيتامين د من أكثر الفيتامينات استقراراً ومقاومةً للتأثيرات الخارجية. إلّا أنّ تعرّضه لكمية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية يؤدي إلى تلفه وتحلّله.

يوجد شكلان فاعلان فسيولوجيّاً لفيتامين د، هما:

1- فيتامين د3 ($Vitamin\ D_3$) أو الكولكالسيفيرول، وهو يتكوّن نتيجة تعرّض مركّب 7—ديهيدروكولسترول (7—dehyrocholestrol) (مولّد الفيتامين) الموجود في الخلايا الحيوانية تحت الجلد إلى الأشعة فوق البنفسجية.

2- فيتامين د2 ($Vitamin\ D_2$)K أو الإرجوكالسيفيرول (Ergocalciferol)، أو الفيوستيرول (Viosterol)، أو الكالسيفيرول (Calciferol)، وهو يتكوّن من تعرّض مادة الإرجوستيرول (Ergosterol) (مولّد الفيتامين) الموجودة في الأنسجة النباتية إلى الأشعة فوق البنفسجية. يُذكَر أنّ فيتامين د3 الفاعل فسيولوجيّاً متوافر بكثرة في الأنسجة الحيوانية، في حين يوجد مولّد فيتامين د3 بقلّة في الطبيعة.

أهمية فيتامين د للإنسان (Importance of Vitamin D for Human)

يُسهِم فيتامين د إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- محافظة الشكل الهرموني (1)، و (25) ثنائي هيدروكسي الكولكالسيفيرول [Calciferol، أو (Dihydroxycholecalciferol) —1,25 3D3(OH) —1,25] على مستوى الكالسيوم والفوسفور من العظام إلى الدم بمساعدة هرمون الجار الدرقي (PTH)، وكذلك إعادة امتصاص الكالسيوم والفوسفور في الكليتين.

ب- تنظيم الشكل الهرموني للفيتامين عملية امتصاص الكالسيوم والفوسفور عن طريق تصنيع البروتين الحامل للكالسيوم (Ca—BP)، والبروتين الحامل للفوسفور (P—BP)، اللذين ينقلانهما من خلال جدار الأمعاء إلى الدورة الدموية.

ج- الإسهام بفاعلية في عملية تكدّس العظام بسبب تنشيطه أنزيمات الفوسفوتيز القلوية (Alkaline Phaphotases) التي تساعد على امتصاص الكالسيوم وترسيبه في العظام.

الحاجة اليومية من فيتامين د (Daily Need of Vitamin D)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) لفيتامين د على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (7.5—10) ميكروجرام/ يوم.
- البالغون، والمسنّون، والمسنّات: 5 ميكروجرامات/ يوم.
- الأطفال، والمراهقون، والمراهقات، والبالغون: 10 ميكروجرامات/ يوم.
- البالغات، والحوامل، والمرضعات: 10 ميكروجرامات/ يوم.

مصادر فيتامين د في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin D in Dairy Food)

يوجد مصدران لفيتامين د، هما:

- أشعة الشمس: تُعَدّ أشعة الشمس مصدراً رئيساً لفيتامين د. ويُسبِّب زجاج النوافذ والملابس والأتربة والضباب والدخان حجباً لأشعة الشمس؛ ممّا يحدّ من استفادة الإنسان من هذا المصدر.

- الأغذية: يتوافر فيتامين د في أغذية محدودة، منها: زيت كبد السمك، وصفار البيض، والكبد، والزبدة، والأسماك، خاصةً السلمون والسردين والجمبري والتونة، والأغذية المدعّمة بالفيتامين، مثل: الحليب، والمارجرين، والسمنة النباتية. يُذكَر أنّ الحليب يُدعَّم عادة بفيتامين د بمعدل 10 ميكروجرامات لكل لتر حليب.

أعراض نقص فيتامين د على الإنسان (Symptoms of Vitamin D Deficiency)

يمكن إجمال أعراض نقص فيتامين د على الإنسان فيما يأتي:

- إصابة المسنّين والحوامل والمرضعات والبالغين بمرض لين العظام (Osteomalacia) الذي تظهر أعراضه بصورة انحناء للعمود الفقري، ولين العظام، وتقوّس الرجلين، والتواء الحوض لدى المرأة الحامل.
- إصابة الرضّع باضطرابات عصبية (تشنّجات) بسبب انخفاض مستوى الكالسيوم في الدم.
- إصابة الأطفال بالكساح (Rickets) نتيجة انخفاض معدل امتصاص الكالسيوم والفوسفور، وتوقف عملية التكلّس في العظام.
- بطء ظهور الأسنان لدى الأطفال، وتشوّهها، وتسوّسها.

ويؤدي الإفراط في تناول فيتامين د لدى الأطفال (250 ميكروجراماً يوميّاً عدّة أسابيع)، والبالغين (2500 ميكروجراماً يوميّاً عدّة أسابيع) إلى حدوث تسمّم تظهر أعراضه بصورة غثيان، وتقيّؤ، ودوخة، وفقدان الشهية للأكل، وجفاف الجلد وتقشّره، وهشاشة العظام، وارتفاع مستوى الكالسيوم في الدم (Hypercalcemia)، وارتفاع مستوى اليوريا في الدم، وتكوّن حصى الكلية وتلف أنسجتها، وتصلُّب بعض أنسجة الجسم، مثل الرئتين والأوعية الدموية والقلب، بسبب تراكم الكالسيوم فيها.

الأمراض المرتبطة بفيتامين د (Diseases Related to Vitamin D)

1. مرض الكُساح

يرتبط نقص تناول فيتامين د في الغذاء بالإصابة بالكُساح الذي تظهر أعراضه لدى الأطفال بصورة تقوّس في عظام الرجلين والضلوع، وتضخّم في عظام الركبة والمفاصل ومعصم اليد، وكِبَر حجم الرأس والجبهة، وتشوّه العظام الطويلة مثل عظام الرجلين واليدين. ويصاب الأطفال بالكُساح نتيجة عدم التعرّض لأشعة الشمس، أو قلّة تناول الأغذية الغنية بفيتامين د ، أو تناول حليب الأم أو الحليب الصناعي غير المُدعَّم بفيتامين د.

تعمل الدول حاليّاً على وقاية الأطفال من الإصابة بمرض الكُساح؛ وذلك بتدعيم الحليب المُجفَّف الصناعي والحليب السائل بنحو 10 ميكروجرامات من فيتامين د2 أو فيتامين د3 لكل كوارت (لتر تقريباً). إلّا أنّه يجب عدم الإفراط في الكمية المضافة لأنّها سامة، خاصةً بالنسبة إلى الرضّع. وقد أخذت بعض دول أوروبا تضيف فيتامين د إلى بعض الأغذية، مثل الحبوب والمارجرين، خاصةً بعد ثبت أنّ تعريض بعض الأغذية، ومنها: الزيتون، والقطن، وزيت بذر الكتّان (Linseed)، والخس، والقمح النابت (Growing Wheat)، للأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet Radiation) (من لمبة الزئبق) يكسبها فاعلية، ولا سيّما المواد المضادة للكُساح (Antirachitic Poperties)، التي توجد عادة في زيت كبد سمك القُد (Cod Liver Oil).

2. أمراض أخرى

تظهر على بعض المسنّين أعراض سوء امتصاص فيتامين د، أو الفشل الكلوي، أو الفشل الكبدي. ويعطى المصاب في هذه الحالة مدعّمات فيتامين د بمعدل 50000 وحدة دولية (1250 ميكروجراماً من فيتامين د) في الأسبوع.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين د (Dietary and Biological Statistic for Vitamin D)

— الجرعة السامة:	2500 ميكروجراماً يوميّاً عدّة أسابيع (البالغون).
	250 ميكروجراماً يوميّاً مدّة 4 شهور (الأطفال).
— تدعيم الأغذية:	
* الحليب:	يدعم الحليب بمعدل 10 ميكروجرامات/ لتر حليب.
* الدقيق:	يدعم الدقيق في أمريكا بمعدل (250—1000) وحدة دولية من فيتامين د/ باوند (اختياري).
* المارجرين:	يدعم المارجرين في بريطانيا بمعدل (1300—1600) وحدة دولية من فيتامين د/ باوند.
— ميكروجرام واحد من الكوليكالسفيرول:	يعادل 40 وحدة دولية من فيتامين د.
— الجرعة المسموح بها يوميّاً في حالة تناول المدعّمات:	400 وحدة دولية (حتى عمر 18 سنة). 200 وحدة دولية (البالغون).
— معدل الامتصاص:	80% من الكمية المتناولة.
— الإخراج:	(60—80%) من الفيتامين يطرح مع البراز.
— مستوى فيتامين د في السيرم:	فيتامين د3: (8—55) نانوجرام ng/ ملليلتر، (Calciferol): (1—5) نانوجرام/ ملليلتر.

فيتامين ك (Vitamin K)

يُعرَف فيتامين ك باسم العامل المضاد للنزيف (Antihemorrhagic Factor)؛ وهو مادة زيتية أو متبلورة صفراء اللون لها القدرة على تحمّل درجة حرارة الطهو والأكسدة والرطوبة، إلّا أنّها تتلف بوساطة الضوء والأحماض والقواعد القوية.

يوجد ثلاثة أشكال لفيتامين ك، هي:

- الفيلوكوينون (Phylloquinone) (فيتامين ك1): يوجد في الأوراق الخضراء، والبلاستيدات الملونة.
- الميناكوينون (Menaquinone) (فيتامين ك2): يُصنَع بوساطة بكتيريا الأمعاء الغليظة.
- الميناديون (Menadione) (فيتامين ك3)، أو (Synkayvie)، أو الهاي كينون (Hykinone): هو فيتامين صناعي تُماثِل فاعليته الحيوية (2—3) أضعاف فاعلية الفيتامينات الطبيعية (ك1، و ك2).

أهمية فيتامين ك للإنسان (Importance of Vitamin K for Human)

يُسهِم فيتامين ك إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- الإسهام في عملية تجلّط الدم عند حدوث النزيف؛ نظراً إلى دوره الفاعل في تكوين مادة البروثرومبين (Prothrombin) (العامل II) في الكبد، وتحويلها إلى الثرومبين (Thrombin) الذي يُحوِّل مادة الفيبرينوجين (Fibrinogen) الذائبة في الدم إلى فيبرين (Fibrin)؛ وهي المادة الصُّلْبة المُكوِّنة لتجلّط الدم.

ب- معالجة النزيف لدى الأطفال الحديثي الولادة، وكذلك منع النزيف في أثناء الجراحة.

ج- الإسهام في عملية النمو، وعملية نقل الإلكترونات، والبناء الضوئي.

د- الإسهام في تكوين بروتين الأوستيوكالسين (Osteocalcin) الذي يوجد بكثرة في العظام، ويُعتقد أنّه يساعد على عملية أيض الكالسيوم التي تتضمّن ترسيب الكالسيوم ونقله.

الحاجة اليومية من فيتامين ك (Daily Need of Vitamin K)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) لفيتامين ك على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (5–10) ميكروجرامات/ يوم.
- الأطفال (1 – 10 سنوات): (15–30) ميكروجراماً/ يوم.
- المراهقون (11–18 سنة): (45–65) ميكروجراماً/ يوم.
- البالغون، والمسنّون: 80 ميكروجراماً/ يوم.
- المراهقات: (45–55) ميكروجراماً/ يوم.
- البالغات، والمسنّات، والحوامل، والمرضعات: 65 ميكروجراماً/ يوم.

يوصى بإعطاء المرأة الحامل قبل الولادة حقنة عضلية مقدارها 5 ملليجرامات من فيتامين ك1 أو (10–20) ملليجراماً عن طريق الفم؛ لضمان حصول الجنين على كمية كافية من الفيتامين قبل الولادة. يوصى أيضاً بإعطاء الأطفال الرضّع غير مكتملي النضج عند الولادة جرعة مقدارها ملليجرام واحد لمنع حدوث النزيف؛ نظراً إلى خلو أمعائهم من البكتيريا المُصنِّعة لفيتامين ك في أثناء هذه الفترة.

مصادر فيتامين ك في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin K in Daily Food)

يوجد فيتامين ك بكثرة في الخضراوات الورقية الخضراء، مثل: الكرنب، والقرنبيط، والسبانخ، والخس. كما يوجد بكميات متوسطة في البقوليات، وقشور القمح، والبندورة، والجبن، والكبدة، وصفار البيض، واللحوم الحمراء، وزيت فول الصويا، وبعض الزيوت النباتية الأُخرى، علماً بأنّ بكتيريا الأمعاء تصنع فيتامين ك بكميات لا بأس بها.

أعراض نقص فيتامين ك على الإنسان (Symptoms of Vitamin K Deficiency)

يمكن إجمال أعراض نقص فيتامين ك على الإنسان فيما يأتي:

- بطء تجلّط الدم بسبب انخفاض مستوى البروثرومبين في الدم (Hypoprothrombinemia).
- حدوث نزيف للأطفال الحديثي الولادة بسبب خلو أمعائهم من البكتيريا المُصنِّعة لفيتامين ك خلال الأيام الأولى بعد الولادة.

يوجد العديد من العوامل التي تُسبِّب نقص فيتامين ك لدى الإنسان، منها:

1- ضعف امتصاص الفيتامين بوساطة جدار الأمعاء؛ نتيجة تناول كمية مفرطة من المضادات الحيوية (Sulfonamides، Teracycline)، والإصابة بأمراض الدوسنطاريا (الديزنطاريا) والسلياك والقولنج التي يصاحبها إسهال يتعارض مع امتصاص الفيتامين، واستعمال الأدوية المانعة للتجلّط (Hyrocomarol، Dicumarol)، واستعمال المليّنات، ووجود تشوّهات خلقية في تكوين الأمعاء.

2- إصابة الكبد بالتلف؛ ممّا يفقده القدرة على تصنيع البروثرومبين بمساعدة فيتامين ك. وبوجه عام، يستطيع الإنسان تحمّل الجرعات الكبيرة من فيتامين ك1، و ك2، والفيتامينات الطبيعية من دون حدوث تسمّم، إلّا أنّ الإفراط في تناول فيتامين ك3 الصناعي يؤدي إلى ارتفاع البيلوروبين في الدم، والإصابة بالأنيميا والقيء. وبالمثل، فإنّ إعطاء الأطفال الرضّع كميات زائدة من هذا الفيتامين مدّة طويلة ربّما يؤدي إلى إصابتهم باليرقان (تلوّن الجلد وبياض العين باللون الأصفر)، وبأنيميا تحلّل خلايا الدم الحمراء.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين ك (Dietary and Biological Statistic for Vitamin K)

— إسهام الأغذية: الأغذية النباتية: تُؤمِّن 50% من حاجات الإنسان اليومية، بكتيريا الأمعاء: 50%.

— معدل الامتصاص: (40—70%) من الكمية المتوافرة في الغذاء.

— الحاجات اليومية: ميكروجرام واحد من فيتامين ك/ كيلوجرام من وزن الجسم (البالغون).

— توصيات:

* إعطاء الرضع غير مكتملي النضج ملليجراماً واحداً من فيتامين ك1 عند الولادة؛ لمنع النزيف.

* إعطاء المرأة الحامل (2—5) ملليجرامات من الفيتامين بصورة حقنة عضلية؛ لسدّ حاجات الجنين.

فيتامين هـ (Vitamin E)

يُعرَف فيتامين هـ باسم ألفا—توكوفيرول (Alpha—Tocopherol)، أو العامل المانع للتأكسد (Antioxidant Factor)، أو فيتامين الخصوبة، أو العامل المانع للعقم (Antisterility Factor)؛ وهو مادة عضوية زيتية صفراء اللون تُستخدَم كثيراً بوصفها عاملاً مضادّاً للأكسدة في الأغذية المُصنَّعة.

يتميّز فيتامين هـ بمقاومته للأحماض، إلّا أنّه يتأثّر بالقلويات، والأكسجين، والحرارة، والأشعة فوق البنفسجية في الضوء؛ إذ يتلف جزء كبير منه أثناء عملية القلي. ويساعد على أكسدة فيتامين ك وجود أملاح الحديد والرصاص والزيوت المزنخة (المؤكسدة) في الغذاء.

توجد ثمانية أشكال لفيتامين هـ، منها:

- ألفا—توكوفيرول (α—Tocopherol): تبلغ فاعليته 100% بوصفه فيتامين‌اً.
- بيتا— توكوفيرول (β—Tocopherol): تبلغ فاعليته 50% من فاعلية ألفا—توكوفيرول.
- دلتا— توكوفيرول (Δ—Tocopherol): تبلغ فاعليته 20% من فاعلية ألفا—توكوفيرول.
- جاما— توكوفيرول (γ—Tocopherol): تبلغ فاعليته 10% من فاعلية ألفا—توكوفيرول.

أهمية فيتامين هـ للإنسان (Importance of Vitamin E for Human)

يُسهِم فيتامين هـ إسهاماً فاعلاً في تغذية الإنسان، وفيما يأتي بيان لأهميته في التغذية:

أ- المحافظة على صحة أنسجة الجسم وسلامتها؛ بمنعه أكسدة الأحماض الدهنية المتعدّدة غير المشبعة، والدهون المفسفرة، وفيتامين أ وفيتامين جـ الموجودين في الجسم. يعمل هذا الفيتامين أيضاً عمل مانع الأكسدة؛ بإزالته الجذور الحرّة (Free Radicals) التي تدخل الجسم، أو تلك التي تتكوّن داخله.

ب- حماية خلايا الدم الحمراء من التحلّل؛ بعمله عمل مانع الأكسدة.

ج- تنظيم انتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية (مسار الفسفرة التأكسدية)؛ ممّا يساعد على إنتاج الطاقة.

د- الإسهام في تصنيع بعض المركّبات المهمة في الجسم، مثل مرافق الأنزيم Q.

الحاجة اليومية من فيتامين هـ (Daily Needs of Vitamin E)

- الرضّع (من الولادة — سنة): (3—4) ملليجرامات من ألفا—مكافئ التوكوفيرول (α—TE).

- الأطفال (1 — 10 سنوات): (6—7) ملليجرامات من ألفا—مكافئ التوكوفيرول (α—TE).
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون، والحوامل: 10 ملليجرامات من ألفا—مكافئ التوكوفيرول (α—TE).
- المراهقات، والبالغات، والمسنّات: 8 ملليجرامات من ألفا—مكافئ التوكوفيرول (α—TE).
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 12، و 11 ملليجراماً من ألفا—مكافئ التوكوفيرول (α—TE) على التوالي.

وتجدر الإشارة إلى أن قلّة الأحماض الدهنية المتعدّدة غير المشبعة في الوجبة الغذائية يؤدي إلى خفض حاجة الإنسان اليومية من فيتامين هـ؛ لذا، يوصى بزيادة المقرّرات المتناولة من الفيتامين عند الإفراط في تناول الزيوت النباتية؛ لمنع تأكسد الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة فيها، علماً بأنّ الوحدة الدولية الواحدة من فيتامين هـ تعادل نحو 0.67 ملليجرام د—الفاتوكوفيرول.

مصادر فيتامين هـ في الغذاء اليومي (Sources of Vitamin E in Daily Food)

يوجد فيتامين هـ في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية، خاصةً الزيوت النباتية، مثل: زيت حبّة القمح، وزيت الذرة، وزيت الزيتون، وزيت فول الصويا، وزيت الفستق، وزيت بذرة القطن، وزيت النخيل، والمارجرين.

يصاحب ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة (خصوصاً حمض اللينوليك) في الزيت زيادة تركيز فيتامين هـ فيه. ويُعَدّ حليب الأم مصدراً جيداً لفيتامين هـ؛ لذا، يحصل الطفل الذي يتغذّى بحليب الثدي على كامل حاجاته من هذا الفيتامين، وذلك خلافاً لحليب البقر الفقير بفيتامين هـ. انظر الجدول (1—10) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من فيتامين هـ.

الجدول (1-10): محتوى بعض الأغذية من فيتامين هـ.

اسم الغذاء	إجمالي فيتامين هـ لكل 100 جرام (ملليجرام)	ألفا- توكوفيرول لكل 100 جرام (ملليجرام)	إجمالي فيتامين هـ في الحصة الواحدة (ملليجرام)
زيت فول الصويا (مهدرج)	103	10	14 ملليجراماً/ ملعقة مائدة
زيت فول الصويا (مكرّر)	94	11	13 ملليجراماً/ ملعقة مائدة
زيت الذرة (مكرّر)	83	14	11 ملليجراماً/ ملعقة مائدة
زيت بذر القطن	65	35	9 ملليجرامات/ ملعقة مائدة
زيت نوّار الشمس	64	60	9 ملليجرامات/ ملعقة مائدة
مارجرين زيت الذرة	58	13	8 ملليجرامات/ ملعقة مائدة
المايونيز	58	21	8 ملليجرامات/ ملعقة مائدة
بذور نوّار الشمس (مقشّر)	52	49	14 ملليجراماً/ أوقية
جنين القمح (طازج)	28	14	9 ملليجرامات/ أوقية
عين الجمل (Walnut) (مقشّر)	20	1	6 ملليجرامات/ أوقية
فاصوليا ليما (جافة)	8	آثار	4 ملليجرامات/ 0.5 كوب
البطاطس الحلوة (بطاطا)	5	5	9 ملليجرامات/ حبّة واحدة
السبانخ	3	3-2	3 ملليجرامات/ 3.5 أوقية
خضراوات أُخرى	أقل من 2	متنوع	أقل من 2 ملليجرام/3.5 أوقية
سمك، كبدة، بيض، قشريات	أقل من 2	–	أقل من 2 ملليجرام/3.5 أوقية

المرجع: Suitor، C.J.W. M.F. Crowley، (1984 م).

أعراض نقص فيتامين هـ على الإنسان (Symptoms of Vitamin E Deficiency)

يمكن إجمال أعراض نقص فيتامين هـ على الإنسان فيما يأتي:

- تحلّل خلايا الدم الحمراء بسبب أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعدّدة الموجودة في أغشيتها، وبخاصة لدى الأطفال.
- إصابة الإنسان بالإسهال الدهني (Steatorrhea)، وتليّف المرارة (Cirrhosis of Gall Blader)، وكذلك زيادة إفراز الكرياتين (Creatin) في البول.
- حدوث تجمّع للسوائل تحت الجلد (Edema)، وإصابة الأطفال الرضّع بأضرار جلدية، خاصة أولئك الذين يتغذون بحليب الزجاجة الغني بالأحماض الدهنية غير المشبعة المتعدّدة.

ويندر عادة ظهور أعراض نقص فيتامين هـ على الإنسان، إلّا في حالة الإفراط في تناول الزيوت الغنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة المتعدّدة مدّة طويلة، أو الإصابة بمرض السليماك.

الأمراض المرتبطة بفيتامين هـ (Diseases Related to Vitamin E)

يستعمل فيتامين هـ في حالة الإصابة بالعديد من الأمراض، مثل: نقص تروية القلب (Ischemic Heart Disease)؛ وهو فقر دم موضعي ناشئ عن عقبات تعترض تدفّق الدم في الشرايين، والعرج المتقطع (الام في العضلات أثناء ممارسة الرياضة) (Intermittent Claudication)؛ وسُمّية الأكسجين الرئوي (Pulmonary Oxygen Toxicity) إلّا أنّ هذا الجانب يحتاج إلى مزيد من الدراسات والأبحاث.

يُستخدَم فيتامين هـ (ألفا—توكوفيرول أسيتات α—Tocopheryl Acetate) بكثرة في معالجة أعراض نقص الفيتامين نفسه لدى الإنسان بسبب قلّة أو ضعف امتصاصه في الجهاز الهضمي. كما أنّ مدعّمات فيتامين هـ تساعد على معالجة الإسهال الدهني (وفرة المواد الدهنية في الغائط) الناتج من عدم كفاءة البنكرياس. وتُقدَّر جرعات فيتامين هـ اللازم تناولها يوميّاً للوقاية أو علاج أعراض النقص بنحو (25—50) وحدة دولية (IU) للرضّع؛ و(50—100) وحدة دولية للأطفال ما بين عمر (1—10) سنوات؛ و100 وحدة دولية للأولاد في عمر (10—18) سنة؛ و200 وحدة دولية للأشخاص الذين تزيد أعمارهم على 18 سنة.

إحصائية غذائية وبيولوجية لفيتامين هـ (Dietary and Biological Statistic for Vitamin E)

— معدل الامتصاص (التوكوفيرول): (50—70%) من الكمية المتوافرة في الوجبة الغذائية.

— وحدة دولية واحدة من فيتامين هـ: تعادل 0.67 ملليجرام من د—ألفا—توكوفيرول.

— الجرعة المسموح بها يوميّاً في حالة تناول المدعّمات: 50 ملليجراماً من ألفا— مكافئ التوكوفيرول.

— الجرعة الموصى بها يوميّاً لمعالجة النقص: 300 ملليجرام من ألفا— مكافئ التوكوفيرول.

— مستوى التوكوفيرول في البلازما في الحالة الطبيعية: (0.5—1.2) ملليجرام/ ملليلتر.

— محتوى زيت فول الصويا، وزيت الذرة، وزيت الزيتون: 94، و83، و65 ملليجراماً من فيتامين هـ/ 100جرام.

— الجرعة السامة: (300—600) ملليجرام يوميّاً.

❋ ❋ ❋

المكوّن الخامس: العناصر المعدنية (Minerals)

تقسم العناصر المعدنية إلى قسمين هما: العناصر المعدنية الكبرى، والعناصر المعدنية الصغرى.

أولاً: العناصر المعدنية الكبرى (Macroelements)

هي عناصر غير عضوية، وغير منتجة للطاقة، وتُشكِّل نحو 3.5% من وزن جسم الإنسان، وتبلغ حاجة الإنسان منها يوميّاً نحو 0.1 جرام أو أكثر.

تشمل العناصر المعدنية الكبرى كلّاً من: الكالسيوم، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكبريت، والصوديوم، والكلوريد، والمغنيسيوم. وتُسهِم هذه العناصر الغذائية بفاعلية في بناء جسم الإنسان، ومن ذلك:

- نقل المنبّهات الخارجية خلال الخلايا العصبية كما هو الحال بالنسبة إلى الكالسيوم.
- تنشيط بعض النظم الإنزيمية بوساطة الكالسيوم، والزنك، والمغنيسيوم، والنحاس، والفوسفور.
- تكوين العظام والأسنان كما هو الحال بالنسبة إلى الكالسيوم والفوسفور.
- تركيب الأنسجة الطرية في الجسم، ومن الأمثلة على ذلك: الفوسفور الذي يدخل في تركيب العضلات، واليود الذي يدخل في تركيب الغدة الدرقية وهرمون الثيروكسين، والحديد الذي يدخل في تركيب الهيموجلوبين.
- تنظيم الضغط الأسموزي وتوازن الماء كما هو الحال بالنسبة إلى الصوديوم والكلوريد الموجودين في سوائل الجسم خارج الخلايا، والبوتاسيوم الموجود في سوائل الجسم داخل الخلايا.
- المساعدة على انقباض العضلات وانبساطها ومنها عضلة القلب؛ إذ يساعد الكالسيوم على انقباض العضلات، ويعمل الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم على انبساطها.
- زيادة نفاذية أغشية الخلايا.
- المحافظة على التوازن الحامضي القاعدي في سوائل الجسم بحيث يكون (PH= 7.35—7.42)، ويساعد على ذلك العناصر المعدنية القاعدية، ومنها البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم، والعناصر المعدنية الحامضية، مثل الكلوريد والكبريت والفوسفور. انظر الجدول (1—11) الذي يُوضِّح كمية العناصر المعدنية في جسم الإنسان البالغ.

الجدول (1-11): كمية العناصر المعدنية في جسم الإنسان البالغ.

العنصر المعدني		المقدار (جرام)
الكاليسوم	Calcium	1200
الفوسفور	Phosphorus	860
الكبريت	Sulfur	300
البوتاسيوم	Potassium	180
الكلور	Chlorine	74
الصوديوم	Sodium	64
المغنيسيوم	Magnesium	25
الحديد	Iron	4.5

العنصر المعدني		المقدار (جرام)
الفلور	Fluorine	2.6
الزنك	Zinc	2
النحاس	Copper	0.1
اليود	Iodine	0.025
الكروم	Chromium	0.006
الكوبالت	Cobalt	0.0015
السيلكون	Silicon	0.024
الفاناديوم	Vanadium	0.018
القصدير	Tin	0.017
السيلينيوم	Selenium	0.013
المنجنيز	Manganese	0.012
النيكل	Nickle	0.010
الموليبدنيوم	Molybdenium	0.009

المرجع: Krause، M.V. Mahan، L.K. (1979م).

الكالسيوم (Calcium)

يُشكِّل الكالسيوم نحو 2% من وزن جسم الإنسان، ويوجد ما يقرب من 99% منه في العظام والأسنان، و1% في بلازما الدم وسوائل الجسم والأنسجة الرخوة، ويُرمز إليه بالرمز Ca، ووزنه الذري = 40.

يوجد الكالسيوم في بلازما الدم بثلاث صور، هي:

- الأيونات الحرّة (50%)، وهي قابلة للتبادل مع كالسيوم العظام والأسنان والأنسجة الأُخرى.
- الاتحاد بالأحماض، ومنها: الفوسفوريك، والستريك، والكبريتيك (صورة معقّدة) (5%)، والقابلية للتبادل.
- الاتحاد ببروتينات البلازما، ومنها: الألبيومين (Albumin)، والجلوبيولين (Globulin) (45%)، وهو غير قابل للتبادل.

تجدر الإشارة إلى وجود عملية تبادل مستمرة بين كالسيوم العظام وكالسيوم الدم؛ إذ تساعد الخلايا العظمية البانية (Osteoblasts) على ترسيب أملاح الكالسيوم في أثناء تكوين العظام، في حين تساعد الخلايا العظمية الهادمة (Osteoclasts) على إزالة أملاح الكالسيوم الزائدة.

أهمية الكالسيوم للإنسان (Importance of Calcium for Human)

يمكن إجمال أهمية الكالسيوم للإنسان فيما يأتي:

أ- نقل السيال العصبي (Nerve Impulse) عن طريق تحريره للمستقبلات العصبية، ومنها الأستيل كولين والسيروتونين التي تنقل السيال العصبي بين الخلايا العصبية المتجاورة.

ب- الإسهام في تكوين العظام والأسنان بصورة ملح الهيدروكسي أباتيت (Hydroxyapatite) $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ الذي يمنحهما الصلابة والقوة.

ج- المساعدة على تجلّط الدم؛ بتحويله مادة البروثرومين إلى ثرومبين.

د- زيادة نفاذية أغشية الخلايا؛ ممّا يُسهِّل مرور الأيونات والعناصر الغذائية من الخلية وإليها.

هـ- تنظيم عملية انقباض العضلات.

و- لمساعدة على تنشيط الإنزيمات، مثل ليبيز البنكرياس Pancreatic Lipase و(ATP ase).

الحاجة اليومية من الكالسيوم (Daily Needs of Calcium)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للكالسيوم على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (400–600) ملليجرام كالسيوم/ يوم.
- الأطفال (1 – 10 سنوات)، والمسنّون والمسنّات: 800 ملليجرام كالسيوم/ يوم.
- المراهقون (11–18سنة)، والمراهقات، والحوامل، والمرضعات: 1200 ملليجرام كالسيوم/ يوم.
- البالغون، والبالغات: (800–1200) ملليجرام كالسيوم/ يوم.

مصادر الكالسيوم في الغذاء اليومي (Sources of Calcium in Dairy Food)

يوجد الكالسيوم بوفرة في الحليب ومشتقاته؛ إذ يحتوي كوب الحليب على 290 ملليجراماً من الكالسيوم، كما يوجد في السردين والمحار والسلمون والروبيان، والخضراوات الورقية، والحبوب. إلّا أنّ الخضراوات الورقية والحبوب تحتويان على حمض الأوكساليك وحمض الفيتيك على التوالي، اللذين يتحدان مع الكالسيوم لتكوين معقّد غير قابل للامتصاص من خلال جدار الأمعاء. انظر الجدول (1–12) الذي يبيّن محتوى بعض الأغذية من الكالسيوم.

الجدول (1-12): محتوى بعض الأغذية من الكالسيوم والفوسفور.

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة : Average Serving)	الكالسيوم (ملليجرام)	الفوسفور (ملليجرام)
الفول السوداني (محمص بالقشرة)	ثلثا كوب	69	391
لحم الديك الرومي (مشوي)	3 أوقيات	7	213
سمك الهالبوت (مشوي)	4.5 أوقية	20	310
الحليب المنزوع الدسم	كوب (8 أوقيات)	296	233
الحليب الكامل الدسم	كوب (8 أوقيات)	288	227
لحم الدجاج (مشوي)	3.33 أوقية	2	242
اللحم البقري المفروم (الهمبرجر)	3 أوقيات	10	196
المحار (غير مطهو)	6 حبّات	81	123
جبنة صلبة	أوقية واحده	240	–
البازلاء (مطهوة)	ثلثا كوب	25	105
البيض (مسلوق)	حبّة كبيرة	51	121
شرائح القمح	كوب	12	83

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة : Average Serving)	الكالسيوم (ملليجرام)	الفوسفور (ملليجرام)
الذرة الحلوة (معلّبة)	ثلثا كوب	4	102
السبانخ (مطهوة)	نصف كوب (100 جرام)	89	34
الخبز الأبيض المدعّم	شريحة واحدة	21	24
البطاطس(مطهوة) *	حبّة متوسطة (100 جرام)	6	48
الخضراوات الورقية (الخضراء، والصفراء)*	نصف كوب (75 جراماً)	44	28
البرتقال *	حبّة متوسطة	55	35
البازلاء الجافة (مطهوة) *	كوب واحد	90	170
البازلاء الخضراء (مطهوة) *	نصف كوب	20	55
الفاصوليا الخضراء (مطهوة) *	نصف كوب	30	25
الحبوب المطهوة (أرز، مكرونة،...) *	نصف كوب (100 جرام)	9	73
السبانخ المطهوة * *	نصف كوب	85	

المرجع: Krause، M.V. و Mahan، L.K. (1979م).

الأغذية المؤشرة بعلامة * مأخوذة من مصادر أُخرى متعدّدة.
** الكالسيوم الموجود في السبانخ يكون بصورة غير قابلة للامتصاص؛ نظراً إلى اتحاده بحمض الأوكساليك الموجود فيها.

أعراض نقص الكالسيوم على الإنسان (Symptoms of Calcium Deficiency)

- إصابة المسنّين بمرض هشاشة العظام الذي يتميّز بضمور العظام، وسهولة كسرها، وانخفاض كثافتها نتيجة سحب أملاح الكالسيوم منها، وصعوبة التئام الكسور فيها. توجد عوامل كثيرة تُسبِّب الإصابة بمرض هشاشة العظام، منها:

1- انخفاض إفراز هرمون الأستروجين (Estrogen) لدى النساء بعد سنّ انقطاع الطمث.

2- انخفاض معدل امتصاص الكالسيوم نتيجة الإصابة ببعض أمراض الجهاز الهضمي، مثل: التغوّط الدهني، ونقص فيتامين د.

3- نقص إفراز هرمون الجار الدرقي (PTH) الذي يُنظِّم مستوى الكالسيوم في الدم.

4- قلّة تناول الأغذية الغنية بالكالسيوم خلال مرحلة الطفولة والشباب.

- إصابة الأطفال بالكُساح نتيجة نقص فيتامين د الذي يساعد على امتصاص الكالسيوم. وتظهر على الطفل أعراض أُخرى، مثل: حدوث تشوّهات في عظام القفص الصدري (صدر الحمامة)، وتقوّس الرجلين، وتوقّف النمو، وتضخّم عظم الرسغ، وتقوّس العمود الفقري.
- حدوث تشنّج (Tetany) لدى الأطفال والبالغين، خاصةً الأطفال الذين يعتمدون في تغذيتهم على حليب الزجاجة الصناعي.
- إصابة النساء الحوامل بمرض لين العظام (Osteomalacia) نتيجة قلّة تناول الأغذية الغنية بالكالسيوم وفيتامين د، أو عدم التعرّض لضوء الشمس، أو الإصابة بأمراض الجهاز الهضمي، مثل: السليماك، والتغوّط الدهني.

الأمراض المرتبطة بالكالسيوم (Diseases Related to Calcium)

يمكن حصر الأمراض المرتبطة بالكالسيوم بما يأتي:

1. ارتفاع ضغط الدم (Hypertension)

أوضحت الدراسات أنّ التناول الطبيعي للكالسيوم يتناسب عكسياً مع ضغط الدم؛ وأنّ تعاطي مدعّمات الكالسيوم يساعد على خفض مستوى ضغط الدم لدى الأشخاص المصابين بارتفاع ضغط الدم. وقد ثبت أنّ الأشخاص الذين لديهم ارتفاع في ضغط الدم وانخفاض في مستويات إنزيم الرنين (Renin) يعانون اضطراباً في أيض الكالسيوم، وارتفاع كلٍّ من الهرمون الجار الدرقي (PTH)، و$1.25(OH)_2D$، وانخفاض هرمون الكاليسوتونين (Calcitonin)، والكالسيوم المتأيّن في السيرم. كما أنّ بعض الأشخاص الذين يعانون ارتفاع ضغط الدم قد لا يستفيدون من الكالسيوم المتناول عن طريق الفم.

2. سرطان القولون (Colon Cancer)

تنص بعض الافتراضات على أنّ تناول الكالسيوم وَفق المقرّرات الغذائية الموصى بها (RDA) أو أكثر قليلاً، تقي الإنسان من الإصابة بسرطان القولون؛ إذ تَبيّن أنّ تناول الأشخاص الذين هم أكثر عرضة للإصابة بسرطان القولون لمدعّمات الكالسيوم، أدى إلى تثبيط تكاثر (Proliferation) الخلايا وإعاقة انتشارها في الأغشية المخاطية (Mucosa) المبطّنة للقولون. وتُعزى قدرة مدعّمات الكالسيوم على حماية الإنسان من سرطان القولون إلى قيامها بزيادة تركيز أيونات الكالسيوم وأملاح فوسفات الكالسيوم في تجويف القولون؛ وكلاهما يساعد على ترسيب أحماض الصفراء (Bile Acids) أو الأحماض الدهنية التي تحفز طبقة الخلايا الطلائية في القولون إلى التكاثر.

3. ارتفاع مستوى الكالسيوم في البول (Hypercalciuria)، وتكوّن حصوة الكالسيوم في الكلية (Calcium Nephrolithiasis)

يتميّز معظم الأشخاص المصابين بحصوة الكالسيوم في الكليتين بارتفاع مستوى الكالسيوم في البول، الذي تظهر أعراضه لدى غالبية هؤلاء بصورة ارتفاع معدل امتصاص الكالسيوم، وارتفاع نسبة كالسيوم البول إلى الكرياتنين (Creatinine)، وارتفاع مستوى فيتامين د $[1.25(OH)_2D_3]$ في السيرم. ويمكن معالجة المرضى بجرعات من فوسفات سليلوز الصوديوم (Sodium Cellulose Phosphate)، التي تعمل على إعادة معدل الامتصاص الطبيعي، وإفراز البول الطبيعي، وتوازن الكالسيوم؛ نظراً إلى ارتباطه (الكالسيوم) بالعناصر المعدنية في الأمعاء.

ومن الأمراض التي ترتبط بسوء امتصاص الكالسيوم (بالإضافة إلى فيتامين د)، وتصيب المعدة والأمعاء: مرض السلياك، ومرض كرون (Crohns)، واستئصال الأمعاء. يُذكَر أنّ محتوى الكالسيوم في الجسم بصورة إسترات ينخفض بسبب ضعف معدل امتصاصه في الأمعاء، أو قلّة تناول الأدوية الغنية بالكالسيوم، أو الإصابة بمرض التغوّط الدهني.

إحصائية غذائية وبيولوجية للكالسيوم (Dietary and Biological Statistic for Calcium)

— مستوى الكالسيوم في الدم في الحالة الطبيعية:	(8.5—10) ملليجرامات/100 ملليلتر.
— معدل الامتصاص:	حليب البقر: (10—40%)، حليب الأم: 75%.
— مخزون الجسم من الكالسيوم:	99% في العظام والأسنان (الكلي 1200 جرام).
— الجرعة المسموح تناولها يومياً بصورة مدعّمات:	(400—800) ملليجرام.
— نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور (المثلى):	(1:1 — 2:1)، و (1—1.3) (الرضّع).
— إسهام الأغذية:	الحليب ومنتجاته: 75%.
	كوب حليب واحد يمد الجسم بنحو 315 ملليجراماً من الكالسيوم.
— الجرعة المفرطة:	تناول أكثر من جرامين من الكالسيوم لا يُؤثِّر سلباً في الجسم.
— الإخراج:	85% من الكمية المتناولة مع البراز، و 13% مع البول.
— مستوى الكالسيوم في الدم في حالة النقص:	أقل من 7 ملليجرامات/ 100 ملليلتر.

— التركيز في الخلايا والسوائل داخل الخلايا:	8 ملليجرامات/ 100 ملليلتر.
— التركيز في الحليب:	حليب البقر: 120 ملليجراماً/ 100 ملليلتر،
	حليب الأم: 34 ملليجراماً / 100 ملليلتر.
— الكمية الموجودة في الهيكل العظمي للطفل الحديث الولادة:	30 جراماً.
— الكمية الموجودة في الهيكل العظمي للشخص البالغ:	1200 جرام.
— الكمية المطروحة مع البول:	(50—150) ملليجراماً/ يوم (تبعاً للكمية المتناولة).

الفوسفور (Phosphorus)

يُشكِّل الفوسفور (رمزه P، ووزنه الذري = 31) نحو 1% من وزن جسم الإنسان، ويوجد ما يقرب من 85% منه في العظام والأسنان بصورة أملاح فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ الصُّلْبة (الأباتيت)، والبقية توجد في سوائل الجسم وخلاياه بصورة أملاح فوسفات البوتاسيوم (K_3PO_4)، وفوسفات الصوديوم (Na_3PO_4).

أهمية الفوسفور للإنسان (Importance of Phosphorus for Human)

يمكن إجمال أهمية الفوسفور للإنسان فيما يأتي:

أ- منح العظام والأسنان الصلابة والقوة؛ لأنّه يدخل في تركيبهما بصورة أملاح الأباتيت.

ب- أحد مكوّنات الحمضيْنِ النوويّنِ (DNA , RNA) المسؤوليْنِ عن نقل الصفات الوراثية.

ج- أحد مكوّنات الأدينوسين الثلاثي الفوسفات (ATP)، ومركّب الفوسفات العالي الطاقة الذي ينقل الطاقة ويُخزِّنها في جسم الإنسان.

د- أحد مكوّنات الدهون المفسفرة الموجودة في أغشية الخلايا، وهي المسؤولة عن سلامة نفاذية هذه الأغشية.

هـ- الإفادة منه في فسفرة الجلوكوز والجليسرول؛ ممّا يُسهِّل امتصاصهما من خلال جدار الأمعاء، ويُسهِّل إعادة امتصاص الجلوكوز بوساطة الكليتين.

و- تنظيم حموضة الجسم (PH = 7.35—7.45)؛ لسهولة تفاعل أيونات الفوسفور مع أيونات الهيدروجين الزائدة.

ز- أحد مكوّنات أنزيم الفوسفوكينيز (Phosphokinase)، وفيتامين $ب_1$، وإنزيم الكوكاربوكسيليز (Co—Carboxylase).

الحاجة اليومية من الفوسفور (Daily Need of Phosphorus)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للفوسفور على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (300—500) ملليجرام من الفوسفور/ يوم.
- الأطفال، والمسنّون، والمسنّات: 800 ملليجرام من الفوسفور/ يوم.
- المراهقون، والمراهقات، والحوامل، والمرضعات: 1200 ملليجرام من الفوسفور/ يوم.
- البالغون، والبالغات: (800—1200) ملليجرام من الفوسفور/ يوم.

مصادر الفوسفور في الغذاء اليومي (Sources of Phosphorus in Daily Food)

يتوافر الفوسفور في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية؛ لذا، فإنّ احتمالية وجوده في الغذاء أكثر من احتمالية نقصه. وكذلك الحال بالنسبة إلى ندرة ظهور أعراض نقصه على الإنسان. ومن الأغذية التي يتوافر فيها الفوسفور بكثرة: الحليب ومنتجاته، والحبوب الكاملة (يوجد بصورة حمض الفيتيك)، والمشروبات الغازية، واللحوم المُصنَّعة، والسردين، والجمبري، وصفار البيض، والبقوليات (العدس، والبازلاء الجافة). انظر الجدول (1—12) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من الفوسفور.

أعراض نقص الفوسفور على الإنسان (Symptoms of Phosphorus Deficiency)

تظهر أعراض نقص الفوسفور على الإنسان فقط في حالة تناول الأدوية المضادة للحموضة بصورة مستمرة، أو عند الإصابة بإسهال البلاد الحارة، أو إصابة الكليتين بمرض ما، أو احتواء الغذاء على مادة الفيتين (Phytin). وتتمثّل أعراض نقصه في الآتي:

- الشعور بالتعب، والإرهاق، وتدهور الحالة الصحية.
- ضعف العضلات، وصعوبة تحريك المفاصل.
- عدم اكتمال تكلّس العظام والأسنان.
- الاضطراب والبطء في النمو الطبيعي لدى الأطفال.

الأمراض المرتبطة بالفوسفور (Diseases Related to Phosphorus)

أشارت الدراسات إلى أنّ انخفاض مستوى الفوسفور في الدم (Hypophosphatemia) يرتبط بالعديد من الأمراض والمشكلات، مثل: مرض السكري، والاضطراب الوظيفي للكليتين، وضعف امتصاص الفوسفور في الجهاز الهضمي، وتناول الأغذية الفقيرة المحتوى من الفوسفور، ومرض السلياك، ومرض كرون، وحالات المجاعة (Starvation). أمّا ارتفاع مستوى الفوسفور في الدم (Hyperphosphatemia) فيرتبط بمرض الفشل الكلوي الحاد، وتحلّل الدم (Hemolysis)، ومتلازمة انحلال الأورام (Tumor Lysis Syndrome)، وفشل وظائف الغدد الصماء وانحلال الربيدات Rhabdomyolysis.

إحصائية غذائية وبيولوجية للفوسفور (Dietary and Biological Statistic for Phosphorus)

— مخزون الجسم من الفوسفور:	860 جراماً (85% منه في العظام والأسنان).
— مستوى الفوسفور في الدم:	(30—45) ملليجراماً/ 100 ملليلتر.
— معدل الامتصاص:	(50—70%) من الكمية الموجودة في الغذاء.
— الإخراج:	(0.6—1) جرام يومياً مع البول.
— إسهام الغذاء:	الحليب ومنتجاته: 35%، اللحوم: 30%.
المشروبات الغازية (الكولا):	52 ملليجراماً/ 12 أوقية.
— مستوى فوسفور الدم الطبيعي:	(3—4.5) ملليجرام/ 100 ملليلتر (البالغون).
	(4—7) ملليجرامات/ 100 ملليلتر (الأطفال).
— مستوى الفوسفور في الدم في حالة النقص:	أقل من 3 ملليجرامات/ 100 ملليلتر.

المغنيسيوم (Magnesium)

يوجد المغنيسيوم (رمزه Mg، ووزنه الذري= 24) في أنسجة الجسم جميعها. ويحتوي جسم الإنسان البالغ في المتوسط على نحو 27.5 ملليجرام مغنيسيوم، منها 70% على سطح العظام متحدة مع أملاح الكالسيوم والفوسفور والكربونات، و28% داخل الأنسجة الرخوة، و2% في السوائل خارج الخلايا.

أهمية المغنيسيوم للإنسان (Importance of Magnesium for Human)

يمكن إجمال أهمية المغنيسيوم للإنسان فيما يأتي:

- المساعدة على تنشيط الإنزيمات الضرورية لإنتاج الطاقة من العناصر الغذائية، مثل: الكولين إيستريز (Cholinesterase)، والفوسفاتيز القلوي (Alkaline Phosphatase)، والإنوليز (Enolase)، والإنزيمات الضرورية لتكوين (ATP) (لأكسدة الفوسفورين Phosphorine)، وتلك التي تساعد على إفراز هرمون الجار الدرقي (PTH).
- الإسهام في عملية تصنيع البروتينات؛ إذ يعمل على تجميع الرايبوسومات (Ribosomes) وربطها بالحمض النووي (RNA).
- المساعدة على الوقاية من أمراض القلب.
- أحد مكوّنات صبغة الكلوروفيل (Chlorophyll) الموجودة في النباتات الخضراء.
- العمل على انبساط العضلات عن طريق تنشيط إنزيمي (Actomycin ATP—ase)، و(Myosin ATP— ase) الضروريين لانبساط العضلات وانقباضها على التوالي.
- نقل المنبّهات العصبية من خلية إلى أُخرى على امتداد الأعصاب والعضلات.
- تصنيفه الكاتيون الثاني —بعد البوتاسيوم— من حيث الأهمية في خلايا الجسم.

الحاجة اليومية من المغنيسيوم (Daily Need of Magnesium)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للمغنيسيوم على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (40—60) ملليجراماً من المغنيسيوم/ يوم.
- الأطفال (1—6 سنوات): 120 ملليجراماً من المغنيسيوم/ يوم.
- الأطفال (7—10 سنوات): 170 ملليجراماً من المغنيسيوم/ يوم.
- المراهقون، والمراهقات (11—14 سنة): 280 ملليجراماً من المغنيسيوم/ يوم.
- المراهقون، والمراهقات (15—18 سنة): 400 و300 ملليجرام من المغنيسيوم/ يوم.
- البالغون، والمسنّون: 350 ملليجراماً من المغنيسيوم/ يوم.
- البالغات، والمسنّات: 280 ملليجراماً من المغنيسيوم/ يوم.
- الحوامل: 320 ملليجراماً من المغنيسيوم/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 355، و340 ملليجراماً من المغنيسيوم/ يوم على التوالي.

مصادر المغنيسيوم في الغذاء اليومي (Sources of Magnesium in Daily Food)

يوجد المغنيسيوم بكميات جيدة في الخضراوات الخضراء، والحبوب الكاملة، والخبز الأسمر، والكاكاو، والذرة، والمكسّرات (مثل: اللوز، وعين الجمل)، والبقوليات من مثل: البازلاء، والفاصوليا الجافة.

أعراض نقص المغنيسيوم على الإنسان (Symptoms of Magnesium Deficiency)

يمكن إجمال أعراض نقص المغنيسيوم على الإنسان في الآتي:

- الشعور بالخدر والتنميل (تشوّش الحس).
- التهيّج المفرط (Hyperirritability).
- تشنّج العضلات، والرجفان، والرعشة (Tremors).
- تورّد الجلد نتيجة توسّع الأوعية الدموية.
- سرعة خفقان القلب (Tachycardia).
- ضعف المقدرة على التفكير.
- الهذيان، وقد ينتهي بالوفاة.

وبوجه عام، يندر ظهور أعراض نقص المغنيسيوم على الإنسان، إلّا في حالة تناول أغذية فقيرة بالمغنيسيوم مدّة طويلة، أو ضعف معدل امتصاصه من خلال جدار الأمعاء، أو تناول بعض الأدوية المليّنة والمدرّة للبول، أو الإصابة ببعض الأمراض، مثل: السكري، والفشل الكلوي، والتغوّط الدهني، وجميعها تُسبِّب خفضاً في مستوى المغنيسيوم بالدم.

الأمراض المرتبطة بالمغنيسيوم (Diseases Related to Magnesium)

1. ارتفاع ضغط الدم (Hypertension)

يوجد ارتباط بين المغنيسيوم وارتفاع ضغط الدم. فقد تَبيّن أنّ حقن سائل في الوريد يحوي نحو 200 ملليجرام من المغنيسيوم (Mg^{2+}) بصورة كبريتات (Sulfate)، يؤدي —خلال ثلاث ساعات— إلى ارتفاع مستوى المغنيسيوم في السيرم من 0.83 ملليمول (mmol) إلى 1.75 ملليمول/لتر، وانخفاض ضغط الدم الانقباضي وضغط الدم الانبساطي بمعدل 10 و8 ملليمول على التوالي، فضلاً عن حدوث ارتفاع في معدل سريان الدم في الكليتين، وتحسّن في طرح مركب (6—Keto—PGFI—α) مع البول.

2. مرض السكري (Diabetes)

أشارت الدراسات الحديثة إلى أنّ تناول مدعّمات المغنيسيوم يُقلِّل من حاجات الأنسولين لدى مريض السكري. ومن المعلوم — منذ أمد بعيد— أنّ الجسم يفقد المغنيسيوم في حالة ارتفاع مستوى الكيتونات في الدم (Ketoacidosis) الناتج من مرض السكري. كما وُجِد أنّ مرضى السكري غير الملازمين للفراش (المتحركون) (Ambulatory) الذين لا يعانون عجزاً أو قصوراً في وظائف الكليتين يتعرّضون —بصورة مستمرة — لانخفاض معدل المغنيسيوم في الجسم لأكثر من 30%.

توجد علاقة عكسية بين مستوى المغنيسيوم في البلازما والعضلات من جهة، والجلايكوهيموجلوبين (Glycohemoglobin) في الدم من جهة أُخرى لدى مرضى السكري البالغين الذين يتناولون الأنسولين (IDDM). وبوجه عام، يؤدي تعاطي مدعّمات المغنيسيوم إلى إرجاع مستوى المغنيسيوم في الدم إلى حالته الطبيعية، خصوصاً لدى مرضى السكري المعتمدين على الأنسولين.

3. مرض الشريان التاجي (Coronary Artery Disease)

يُسهِم المغنيسيوم بفاعلية في حفز القلب على أداء وظائفه الحيوية؛ ممّا يقي الإنسان —بمشيئة الله— من الموت المفاجئ الناتج من مرض

القلب التاجي. وقد ثبُت أنّ انخفاض مستوى المغنيسيوم مُرتبِط بعدم انتظام النبض (Dysrhythmia)، وموت جزء من أنسجة القلب نتيجة انسداد الأوعية الدموية المغذية لها (Infraction).

إنّ استعمال مدرّات البول (Diuretics) مدّة طويلة، وبجرعات كبيرة، مثل Thiazides و Furosemide، يؤدي إلى فقدان كمية كبيرة من المغنيسيوم والبوتاسيوم من خلال الكليتين؛ ممّا يؤدي إلى استنزافهما، وارتفاع معدل انتشار حالات عدم انتظام ضربات القلب (Arrhythmias). وأشارت دراسات حديثة إلى أنّ تناول المغنيسيوم في الوريد للأشخاص الذين يُشتبه بإصابة أنسجة القلب لديهم بموت جزئي، قد يُقلِّل من تكرار حدوث عدم انتظام النبض، ويحدّ من معدل الوفيات؛ إذ إنّ ارتفاع تركيز المغنيسيوم في السيرم يُسبِّب توسُّعاً للأوعية التاجية والأوعية الدموية الأُخرى الطرفية (Peripheral Vessel)، عن طريق منافسته الكالسيوم، وتحفيز إفراز البروستاسيكلين (Prostacyclin)؛ وهو مُثبِّط قوي لعملية تجلّط الدم تَصْنَعه جدران الأوعية الدموية من الغشاء المبطّن لها (Endothelium).

إحصائية غذائية وبيولوجية للمغنيسيوم (Dietary and Biological Statistic for Magnesium)

— مستوى المغنيسيوم في بلازما الدم في الحالة الطبيعية:	(2—3) ملليجرامات/ 100 ملليلتر.
— محتوى الأغذية (حليب الأم، وحليب البقر):	4 ملليجرامات، و12 ملليجراماً/ 100 ملليلتر على التوالي.
— معدل الامتصاص:	40% من الكمية الموجودة في الغذاء.
— محتوى العظام من المغنيسيوم:	1% في رماد العظام (Bone Ashes).
— الإخراج:	(100—200) ملليجرام مع البول، و15% مع العرق في الأجواء الحارة.
— إسهام الأغذية:	الحليب ومنتجاته:20%، الخضراوات: 19%.
— مخزون الجسم من المغنيسيوم:	(20—35) جراماً (70% على سطح العظام).
— مستوى المغنيسيوم في بلازما الدم في حالة النقص:	أقل من 1.5 ملليجرام/ 100 ملليلتر.

البوتاسيوم (Potassium)

يُعَدّ البوتاسيوم (رمزه K، ووزنه الذري = 39.1) من أكثر الكاتيونات وجوداً في السوائل داخل الخلايا. ويحتوي جسم الشخص البالغ منه على نحو 260 جراماً، منها 98% داخل الخلايا، والبقية توجد في السوائل خارج الخلايا.

أهمية البوتاسيوم للإنسان (Importance of Potassium for Human)

يمكن إجمال أهمية البوتاسيوم للإنسان فيما يأتي:

- المساعدة على ارتخاء العضلات كما هو الحال بالنسبة إلى المغنيسيوم.
- المحافظة على التوازن الحامضي — القاعدي للسوائل داخل الخلايا.
- تنظيم الضغط الأسموزي داخل الخلايا.
- المساعدة على نقل المنبّهات العصبية من خلايا العضلات والأعصاب.
- المساعدة على تصنيع البروتين والجلايكوجين في الجسم.
- تنشيط بعض التفاعلات الإنزيمية داخل الخلايا.

الحاجة اليومية من البوتاسيوم (Daily Need of Potassium)

لا توجد حديثاً مقرّرات غذائية مقترحة للبوتاسيوم؛ إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) قدّرت الحاجات الدنيا للبوتاسيوم كما يأتي:

- الأطفال (من الولادة — 11 شهراً): (500—700) ملليجرام/ يوم.
- الأطفال (عمر سنة): 1000 ملليجرام/ يوم.
- الأطفال (2—9 سنوات): (1400—1600) ملليجرام/ يوم.
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون (ذكوراً وإناثاً): 2000 ملليجرام/ يوم.

مصادر البوتاسيوم في الغذاء اليومي (Sources of Potassium in Daily Food)

يوجد البوتاسيوم بكثرة في الفواكه، مثل: التفاح، والموز، والبرتقال، والجريب فروت، والفواكه المجفّفة مثل الزبيب. كما تُعَدّ اللحوم المختلفة، والفول السوداني، والطماطم، والبطاطس، والجزر، والكرفس، واللوز، مصادر جيدة للبوتاسيوم. انظر الجدول (1—13) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من البوتاسيوم.

الجدول (1-13): محتوى بعض الأغذية من الصوديوم والبوتاسيوم.

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة، أو الحصة الواحدة (جرام)	الصوديوم (مكافئ المليجرام) (mEq)	البوتاسيوم (مكافئ المليجرام) (mEq)
مجموعة اللحوم:			
اللحم البقري (مطهو)	أوقية واحدة (30)	0.8	2.8
لحم الغنم (مطهو)	أوقية واحدة (30)	0.9	2.2
الكبدة (مطهوة)	أوقية واحدة (30)	2.4	3.2
السجق (مطهو)	حبّة واحدة (50)	24	3
الدجاج (مطهو)	أوقية واحدة (30)	1	3
البيض	حبّة واحدة (50)	2.7	1.8
السمك	أوقية واحدة (30)	1	2.6
السلمون (معلّب)	¼ كوب (30)	4.6	2.6
التونا (معلّبة)	¼ كوب (30)	10.4	2.3
السارديـن	3 حبّات متوسطة (35)	12.5	4.5
الروبيان	5 حبّات صغيرة (30)	1.8	1.7
المحار	5 حبّات صغيرة (70)	2.1	1.5
الإسكالوب	حبّة كبيرة (50)	5.7	0.6
جبنة الشيدر	شريحة واحدة (30)	9.1	0.6

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة، أو الحصة الواحدة (جرام)	الصوديوم (مكافئ المليجرام) (mEq)	البوتاسيوم (مكافئ المليجرام) (mEq)
الجبنة القابلة للدهن	ملعقتا مائدة (30)	15	0.8
جبنة الكوتاج	¼ كوب (50)	5	1.1
زبدة الفول السوداني	ملعقتا مائدة (30)	7.8	5
مجموعة الدهون:			
الزبدة (مملّحة)	ملعقة صغيرة (5)	2.2	–
المارجرين (مملّح)	ملعقة صغيرة (5)	2.2	–
القشدة	ملعقة مائدة (15)	0.3	1
الزيت	ملعقة صغيرة (5)	–	–
الزيتون الأخضر	3 حبّات متوسطة (30)	31.3	0.4
مجموعة الخبز:			
الخبز الأبيض	شريحة واحدة (25)	5.5	0.7
الخبز الأسمر	شريحة واحدة (25)	6.5	2.2
الموفينة (فطيرة مدوّرة)	حبّة قطرها بوصتان (35)	9.6	0.7
خبز الصامول	حبّة قطرها بوصتان (25)	5.5	0.6
الكعكعة المحلّاة قليلاً	حبّة واحدة (30)	6.6	0.7
الوفل (كعكة بالبيض)	½ Square (53)	8.5	1
شرائح القمح الجافة	ثلثا كوب (20)	8.7	0.6
رقائق البسكويت (مملّحة)	6 حبّات (20)	9.6	0.6
المكرونة	ربع كوب (50)	–	0.8
الأرز المطهو بالملح	½ كوب (100)	15.2	–
الحبوب (مطهوة)	ثلثا كوب (140)	8.7	2
البسكويت	حبّة قطرها بوصتان (35)	9.6	0.7
مجموعة الخضراوات (من دون إضافة الملح):			
الفاصوليا الجافة (مطهوة)	½ كوب (90)	–	10
الفاصوليا (معلّبة)	½ كوب (100)	10	2.5
البازلاء الجافة	½ كوب (90)		؟؟؟ 68
البازلاء (معلّبة)	½ كوب (100)	10	1.2
الكرنب (مطهو)	½ كوب (90)	0.6	4.2
الجزر (مطهو)	½ كوب (100)	1.4	5.7
القرنبيط (مطهو)	كوب (100)	0.4	5.2

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة، أو الحصة الواحدة (جرام)	الصوديوم (مكافئ المليجرام) (mEq)	البوتاسيوم (مكافئ المليجرام) (mEq)
الخس	متنوع (100)	0.4	4.5
البامية	½ كوب (100)	–	4.4
البصل (مطهو)	½ كوب (100)	–	2.8
الفلفل الأخضر (مطهو)	½ كوب (100)	–	5.5
رقائق البطاطس	أوقية واحدة (30)	13	3.7
البطاطس (مخبوزة)	½ كوب (100)	–	13
البطاطس (مسلوقة)	½ كوب (100)	–	7.3
البطاطس الحلوة (مخبوزة)	¼ كوب (50)	0.4	4
السبانخ	½ كوب (100)	–	3.5
الطماطم	½ كوب (100)	–	6.5
عصير الطماطم	½ كوب (100)	0.7	3.8
اللفت	½ كوب (100)	1.5	4.8
مجموعة الحليب:			
الحليب الكامل الدسم	كوب واحد (240)	5.2	8.2
الحليب الكامل الدسم (مركّز)	½ كوب (120)	6	9.2
الحليب الكامل الدسم (مجفّف)	¼ كوب (30)	5.2	10
مخيض اللبن	كوب واحد (240)	13.6	8.5
الحليب المنزوع الدهن	كوب واحد (240)	5.2	8.8
الحليب المنزوع الدهن (مجفّف)	¼ كوب (30)	6.9	13.5
مجموعة الفواكه:			
البرتقال (طازج)	حبّة متوسطة (100)	–	5.1
عصير البرتقال	½ كوب (120)	–	5.7
التفاح (طازج)	حبّة متوسطة (80)	–	2.3
عصير التفاح	½ كوب (120)	–	3.1
الموز	½ حبّة صغيرة (60)	–	4.8
التمر (من دون نوًى)	حبتان (15)	–	2.7
الفراولة	كوب واحد (150)	–	6.3
الكرز (معلّب)	½ كوب (120)	–	4.0

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة، أو الحصة الواحدة (جرام)	الصوديوم (مكافئ المليجرام) (mEq)	البوتاسيوم (مكافئ المليجرام) (mEq)
الكرز (طازج)	15 حبّة صغيرة (80)	–	2.7
المشمش (معلّب)	½ كوب (120)	–	6
المشمش (طازج)	3 حبّات صغيرة (120)	–	8
التين (معلّب)	½ كوب (120)	–	4.6
التين (طازج)	حبّة كبيرة (60)	–	3
الفواكه المشكّلة	½ كوب (120)	–	5
العنب (معلّب)	½ كوب (80)	–	2.2
العنب (طازج)	15 حبّة (80)	–	3.2
عصير العنب	¼ كوب (60)	–	2.8
الجريب فروت	حبّة متوسطة (120)	–	3.6
المانجا (طازجة)	½ حبّة صغيرة (70)	–	3.4
البطيخ	½ شريحة (Slice) (200)	–	5
الشمام	½ حبّة صغيرة (200)	–	13
الكمثرى (معلّبة)	½ كوب (120)	–	2.5
الكمثرى (مجفّفة)	نصفا أنصاف (20)	–	3
الكمثرى (طازجة)	حبّة صغيرة (80)	–	2.6
الخوخ (معلّب)	½ كوب (120)	–	4
الخوخ (مجفّف)	نصفا أنصاف (20)	–	5
الخوخ (طازج)	حبّة متوسطة (120)	–	6.2
الزبيب	ملعقة مائدة (15)	–	2.9
الخيار (يعد من الخضروات)	حبّة متوسطة (100)	0.3	4

أعراض نقص البوتاسيوم على الإنسان (Symptoms of Potassium Deficiency)

يمكن حصر أعراض نقص البوتاسيوم على الإنسان في الآتي:

- اضطراب في الجهاز العصبي والتنفسي.
- ضعف في العضلات قد يؤدي إلى الشلل.
- انتفاخ في المعدة وتقيّؤ.
- ارتفاع ضغط الدم، وعدم انتظام النبض، وزيادة عدد دقات القلب.

وبوجه عام، يندر ظهور أعراض نقص البوتاسيوم على الإنسان. ولكن، هناك عوامل كثيرة تُسبِّب انخفاض مستواه في الدم (Hypokalemia)،

منها: الإصابة ببعض الأمراض من مثل مرض السكري والمسالك البولية وأمراض سوء التغذية، واستعمال الأدوية المدرّة للبول أو المسهلة مدّة طويلة، وارتفاع حموضة الدم، وإصابة الأنسجة بأضرار كبيرة كما في حالة الحروق.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنّ هناك عدّة صور لأملاح البوتاسيوم في الطبيعة، منها: كبريتات البوتاسيوم (Potassium Sulfate)، وكلوريد البوتاسيوم Potassium (Chloride)، وفوسفات البوتاسيوم (Potassium Phosphate). ويضاف البوتاسيوم إلى العديد من الأغذية بصورة مواد مضافة، مثل ألجينات البوتاسيوم (Potassium Alginate)؛ وهي مواد معلّقة ومستحلبة، وأيودات البوتاسيوم (Potassium Iodate) (مواد منظّمة للعجينة)، ونترات البوتاسيوم (Potassium Nitrate) (مواد حافظة)، وكلوريد البوتاسيوم (بديل للملح).

إحصائية غذائية وبيولوجية للبوتاسيوم (Dietary and Biological Statistic for Potassium)

— مستوى البوتاسيوم في بلازما الدم:	19 ملليجراماً/ 100 ملليلتر.
— إسهام الأغذية:	الوجبة الغذائية المتكاملة تمدّ الجسم بنحو (2—6) جرامات يوميّاً، ونصف كوب من السبانخ يمدّ الجسم بنحو 800 ملليجرام.
— مخزون الجسم من البوتاسيوم:	250 جراماً (97% داخل الخلايا).
— نسبة الصوديوم إلى البوتاسيوم داخل الخلايا وخارجها:	(10:1)، و (1:28) على التوالي.

الكبريت (Sulfur)

ينتشر الكبريت (رمزه S، ووزنه الذري = 32.06) في بروتينات الجسم جميعها؛ نظراً إلى أنّه يدخل في تركيب الأحماض الأمينية الكبريتيدية، وهي: الميثيونين، والسستين، والسستيين. ويحتوي جسم الإنسان البالغ على نحو 140 جراماً من الكبريت، ويتركّز معظمه في السيتوبلازم بصورة مركّبات عضوية، منها الأحماض الأمينية الكبريتية، والبيوتين، وفيتامين ب$_1$، وبروتين الكيراتين (Keratin)، وغيرها. كما يحتوي جسم الإنسان على كبريت غير عضوي، مثل كبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم.

أهمية الكبريت للإنسان (Importance of Sulfur for Human)

يمكن إجمال وظائف الكبريت الفسيولوجية في جسم الإنسان في الآتي:

أ- أحد مكوّنات الأحماض الأمينية الكبريتية.

ب- أحد مكوّنات بروتينات الأوتار والغضاريف، وكذلك بروتينات الجسم، مثل: الكيراتين الذي يوجد في الأظفار والشعر والريش والجلد، والجلوتاثيون (Glutathione) الذي يوجد بكثرة في خلايا الدم الحمراء، والهيبارين (Heparin) وهو مادة مانعة لتجلّط الدم، والأنسولين (Insulin).

ج- تنشيط العديد من مرافقات الإنزيمات الضرورية لإنتاج الطاقة من الدهون والكربوهيدرات، مثل: فيتامين ب1، وحمض البانتوثنيك وهو مرافق الإنزيم، وحمض الليبوليك، وفيتامين البيوتين.

د- ارتباطه بالمواد السامة (Cresols, Indoxyls, Phenols)، وطرحها خارج الجسم.

الحاجة اليومية من الكبريت (Daily Need of Sulfur)

لا توجد حديثاً مقرّرات غذائية مقترحة (RDA) لعنصر الكبريت، إلّا أنّ تناول الشخص المقرّرات الغذائية المقترحة للبروتين يفي بحاجته من الكبريت.

مصادر الكبريت في الغذاء اليومي (Sources of Sulfur in Daily Food)

يتوافر الكبريت بكثرة في الأغذية البروتينية الغنية بالأحماض الأمينية الكبريتية، مثل: اللحوم الحمراء، والدواجن، والأسماك، والبيض، والحليب ومنتجاته (مثل الجبنة)، والكبدة، والبقوليات (البازلاء الجافة، والفاصوليا الجافة، والعدس)، والجمبري، والسلمون، والكاكاو، والمكسّرات.

أعراض نقص الكبريت على الإنسان (Symptoms of Sulfur Deficiency)

لا تُعرَف حتى الآن أعراض نقص الكبريت على الإنسان؛ نظراً إلى توافره في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية.

إحصائية غذائية وبيولوجية للكبريت (Dietary and Biological Statistic for Sulfur)

— مخزون الجسم من الكبريت:	140 جراماً (معظمه في السيتوبلازم).
— إسهام الأغذية:	الأحماض الأمينية الكبريتية تمدّ الجسم يومياً بنحو (0.6—1.6) جرام كبريت.
— الإخراج:	95% مع البول بصورة أيونات حرّة.
	5% في صورة مركّبات إسترات عضوية (Organic Esters).
— مستوى الكبريت في السيرم أو البلازما:	(0.5—1.5) ملليجرام/ 100 ملليلتر.

الصوديوم (Sodium)

يُعَدّ الصوديوم (رمزه Na، ووزنه الذري = 23) الكاتيون الرئيس الموجود في السوائل خارج الخلايا. ويحتوي جسم الشخص البالغ على نحو 120 جراماً من الصوديوم، منها 60% في البلازما والسوائل خارج الخلايا، و30% في الهيكل العظمي، و10% في السوائل داخل الخلايا. يُذكَر أنّ الصوديوم الموجود على سطح العظام قابل للتبادل مع السوائل خارج الخلايا، خاصةً عند تناول وجبات غذائية فقيرة بالصوديوم.

أهمية الصوديوم للإنسان (Importance of Sodium for Human)

يمكن إجمال أهمية الصوديوم للإنسان فيما يأتي:

أ- تنظيم الضغط الأسموزي للخلايا؛ ممّا يُسهِّل حركة السوائل من الخلايا وإليها.

ب- المساعدة على امتصاص بعض العناصر الغذائية، مثل الفيتامينات والجلوكوز من خلال جدار الأمعاء، بطريقة النقل الفاعل الذي يحتاج إلى مضخة الصوديوم.

ج- تنظيم التوازن الحامضي— القاعدي في سوائل الجسم للمحافظة على الرقم الهيدروجيني الأمثل للجسم.

د- المساعدة على نقل السيالات العصبية، وتنظيم انقباض عضلات القلب.

الحاجة اليومية من الصوديوم (Daily Need of Sodium)

لم تُحدَّد المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للصوديوم، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) توصي بأن يتناول الشخص البالغ (1875—5625) ملليجرام صوديوم يومياً. ويمكن بيان الحاجات الدنيا اليومية للصوديوم على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — 11 شهراً): (120—200) ملليجرام صوديوم/ يوم.
- الأطفال (1—5 سنوات): (225—300) ملليجرام صوديوم/ يوم.

- الأطفال (6—9 سنوات): 400 ملليجرام صوديوم/ يوم.
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون (ذكوراً وإناثاً): 500 ملليجرام صوديوم/ يوم.

وبوجه عام، يحتاج الشخص البالغ السليم الذي لا يعاني ارتفاع ضغط الدم إلى نحو 5 جرامات من ملح الطعام (40% صوديوم، وجرامان من الصوديوم)، ويمكن زيادة هذه الكمية في حالة أداء التمارين الرياضية الشاقة.

مصادر الصوديوم في الغذاء اليومي (Sources of Sodium in Daily Food)

يوجد الصوديوم بكثرة في الأغذية المُصنَّعة، مثل: الأجبان، واللحوم المملّحة والمدخّنة، والزيتون، والزبدة، والمخلّلات، والأغذية المعلّبة المضاف إليها ملح الطعام بوصفه مادة حافظة. ويوجد الصوديوم أيضاً بصورة طبيعية في العديد من الأغذية الحيوانية والنباتية، مثل: اللحوم الحمراء، وبياض البيض، والحليب، وفول الصويا، والدواجن، والأسماك، والبقوليات. ويُعَدّ ملح الطعام المصدر الرئيس للصوديوم في غذاء الإنسان. انظر الجدول (1—13) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من الصوديوم.

أعراض نقص الصوديوم على الإنسان (Symptoms of Sodium Deficiency)

يمكن حصر أعراض نقص الصوديوم على الإنسان فيما يأتي:

- الشعور بغثيان ودوخة وإجهاد وفقدان الشهية للأكل.
- حدوث خلل في التوازن الحامضي القاعدي.
- حدوث تشنّجات عضلية، خاصةً عضلات القلب والبطن.
- توقّف الدورة الدموية في حالة النقص الشديد للصوديوم.

وبوجه عام، يندر ظهور أعراض نقص الصوديوم على الإنسان إلّا في بعض الحالات الخاصة، مثل: أداء التمارين الرياضية الشاقة في الأجواء الحارة، أو الإصابة بالحمّى، أو مرض أديسون، أو تليّف الكبد، أو الإسهال الشديد، أو التقيّؤ المستمر. ومن المعلوم أنّ الإفراط في تناول الصوديوم يُسبِّب ارتفاعاً في ضغط الدم لدى الإنسان.

الأمراض المرتبطة بالصوديوم (Diseases Related to Sodium)

- ارتفاع ضغط الدم (Hypertension)

أثبتت الدراسات بوضوح وجود علاقة طردية بين تناول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) والإصابة بمرض ارتفاع ضغط الدم. وبعبارة أُخرى، يزداد احتمال إصابة الإنسان بضغط الدم المرتفع بزيادة تناول ملح الطعام. وكذلك يزداد احتمال الإصابة بهذا المرض مع تقدّم العمر، وزيادة الوزن (السمنة).

يوصى بمعالجة ارتفاع ضغط الدم بأسرع ما يمكن؛ لأنّه يؤدي— في حال استمر مدّة طويلة— إلى زيادة سمك جدران الشرايين الصغيرة، وتضخّم البطين الأيسر للقلب، وحدوث فشل في وظائف القلب، وضرر بالكليتين. ويتراوح ضغط الدم الانقباضي الطبيعي لدى الشخص السليم ما بين (100—140) ملليمتر زئبق، في حين يتراوح ضغط الدم الانبساطي الطبيعي ما بين (60—90) ملليمتر زئبق. ويتعيّن على المرء مراجعة الطبيب في حالة ارتفاع ضغط الدم الانقباضي إلى أكثر من 140 ملليمتر زئبق. ويمكن للمرء وقاية نفسه من الإصابة بضغط الدم المرتفع عن طريق الاعتدال في تناول الملح، خاصةً خلال مرحلتي الطفولة والمراهقة، وكذلك ممارسة الأنشطة الرياضية، خصوصاً في حالة الإصابة بالسمنة، والابتعاد عن الضغوط النفسية والعقلية.

إحصائية غذائية وبيولوجية للصوديوم (Dietary and Biological Statistic for Sodium)

— مستوى الصوديوم في بلازما الدم:	(300—350) ملليجراماً/ 100 ملليلتر.
— إسهام الأغذية:	يحتوي ملح الطعام (Na Cl) على 40% صوديوم.
	يوصى بألّا تزيد الكمية المتناولة يومياً من ملح الطعام — في حالة ارتفاع ضغط الدم— على (1—2) جرام (0.4—0.8 جرام صوديوم).
	تحتوي ملعقة صغيرة من ملح الطعام (5 جرامات) على جرامين من الصوديوم.
— معدل الامتصاص:	95% من الكمية الموجودة في الغذاء.
— الإخراج:	95% من كمية الصوديوم الممتصة تُطرح مع البول والعرق.
— ما يعادل جرام واحد من ملح الطعام (Na Cl):	(17.1) ملي مول (Na^+mmol).
— ما يعادل جرام واحد من الصوديوم:	43.5 ملي مول (Na^+mmol).
— الحاجات:	توصي المواصفة الكندية بتناول 9 ملليجرامات يومياً / كيلوجرام من وزن الجسم.
— تركيز الصوديوم في أغذية الأطفال الرضّع:	ما بين صفر إلى 0.25%.
— حليب الأم:	يُوفِّر للرضيع 140 ملليجرام صوديوم يومياً.
— قانون منظمة الغذاء والدواء (FDA) الخاص بالطاقة الغذائية:	*خالٍ من الصوديوم: أقل من 5 ملليجرامات في الحصة الواحدة.
	*صوديوم قليل جداً: أقل من 35 ملليجراماً في الحصة الواحدة.
	*صوديوم قليل: أقل من 140 ملليجراماً في الحصة الواحدة.
	*صوديوم منخفض: خُفِّض تركيز الصوديوم بما لا يقل عن 75%.

الكلوريد (Chloride)

يوجد أيون الكلوريد (رمزه C1، ووزنه الذري = 35.45) بكثرة في سوائل جسم الإنسان خارج الخلايا؛ إذ يُشكِّل نحو ثلثي مجموع الأيونات السالبة. ويحتوي جسم الإنسان على نحو 140 جراماً من الكلوريد معظمه موجود في الدم، ويوجد جزء ضئيل منه داخل الخلايا وخلايا الدم الحمراء.

أهمية الكلوريد للإنسان (Importance of Chloride for Human)

يمكن إجمال أهمية الكلوريد للإنسان فيما يأتي:

أ- أحد مكوّنات حمض الهيدروكلوريك (HCl) الموجود في المعدة، والضروري لتنشيط الإنزيمات المعدية اللازمة لعمليات الهضم، وكذلك تحويل أيون الحديديك Fe^{+3} إلى أيون الحديدوز Fe^{+2}.

ب- المحافظة على التوازن الحامضي — القاعدي في سوائل الجسم (HP=7.35).

ج- الإفادة من الكلور في تعقيم مياه الشرب؛ لأنّه يعمل على قتل المخلوقات الدقيقة.

د- تنظيم الضغط الأسموزي.

هـ- زيادة قدرة خلايا الدم الحمراء على حمل ثاني أكسيد الكربون وطرحه خارج الجسم عن طريق الرئتين.

الحاجة اليومية من الكلوريد (Daily Need of Chloride)

لا توجد حديثاً مقرّرات غذائية مقترحة (RDA) لأيون الكلوريد، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) قدَّرت الحاجات الدنيا للكلوريد على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — 11 شهراً): (180—300) ملليجرام كلوريد/ يوم.
- الأطفال (1—5 سنوات): (350—500) ملليجرام كلوريد/ يوم.
- الأطفال (6—9 سنوات): 600 ملليجرام كلوريد/ يوم.
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون (ذكوراً وإناثاً): 750 ملليجرام كلوريد/ يوم.

مصادر الكلوريد في الغذاء اليومي (Sources of Chloride in Daily Food)

يوجد الكلوريد بكثرة في العديد من الأغذية الحيوانية، مثل: اللحوم، والبيض، والأسماك، والحليب. ويُعَدّ ملح الطعام وجميع الأغذية المضاف إليها من المصادر الرئيسة للكلوريد.

أعراض نقص الكلوريد على الإنسان (Symptoms of Chloride Deficiency)

يمكن إجمال أعراض نقص الكلوريد على الإنسان فيما يأتي:

- التشنّج العضلي، وفرط التهيّج.
- قلّة إفراز حمض الهيدروكلوريك في المعدة.
- حدوث زيادة في قلوية الجسم (Alkalosis).

وبوجه عام، يندر ظهور أعراض نقص الكلوريد على الإنسان، إلّا في حالة فقدان كمية كبيرة منه بسبب الإسهال الشديد، والتقيّؤ المستمر، والعرق الغزير.

إحصائية غذائية وبيولوجية للكلوريد (Dietary and Biological Statistic for Chloride)

— معدل الامتصاص:	نحو 100%
— الإخراج:	90% مع البول، وما تبقّى مع العرق.
— مخزون الجسم من الكلوريد:	(100—140) جراماً (معظمه في السوائل خارج الخلايا).
— مستوى الكلوريد في السيرم أو البلازما في الحالة الطبيعية:	(96—160) ملي مول (mmol)/ لتر.

ثانياً: العناصر المعدنية الصغرى (Microelements)

هي عناصر غير عضوية وغير منتجة للطاقة، وتُشكِّل نحو 0.5% من وزن جسم الإنسان. ويحتاج منها الإنسان يومياً إلى نحو 0.01 جرام أو أقل. وتوجد معظم العناصر المعدنية الصغرى — شأنها في ذلك شأن العناصر المعدنية الكبرى— بصورة أيونات حرّة موجبة الشحنة (كاتيونات)، أو سالبة الشحنة (أنيونات)، في حين توجد البقية بصورة متحدة مع مواد عضوية أو غير عضوية.

تشمل العناصر المعدنية الصغرى الحديد، والزنك، واليود، والنحاس، والمنجنيز، والكوبالت، والسيلينيوم، والكروم، والموليبدنيوم، والفلور، والفاناديوم، والقصدير، والنيكل، والسيلكون.

الحديد (Iron)

يُعَدّ الحديد (رمزه Fe، ووزنه الذري = 56) أحد العناصر المعدنية المهمة في جسم الإنسان، ولكنّ ملايين الناس تعاني نقصاً منه. ويحتوي جسم الشخص البالغ على نحو 4 جرامات من الحديد، وهي موزّعة في بعض أجزاء الجسم بالنسب الآتية:

- 70% في هيموجلوبين (Hemoglobin) خلايا الدم الحمراء بصورة حديد هيم (Hemo Iron).
- 20% في مخازن الحديد بالكبد والطحال ونخاع العظام بصورة حديد غير هيمي (Non—Hemo Iron) (هيموسيدرين Hemosiderin، وفريتين Ferritin).
- 5% في ميوجلوبين (Myoglobin) العضلات بصورة حديد هيم.
- 5% في الخلايا والإنزيمات المحتوية على الحديد.

أهمية الحديد للإنسان (Importance of Iron for Human)

يمكن إجمال أهمية الحديد للإنسان فيما يأتي:

أ- أحد مكوّنات الهيموجلوبين؛ وهو الصبغة الحمراء في خلايا الدم الحمراء، الضروري لنقل الأكسجين إلى داخل الخلايا لأكسدة العناصر الغذائية المولّدة للطاقة، وطرح ثاني أكسيد الكربون الناتج من أيض العناصر الغذائية خارج الجسم عن طريق الرئتين. ويتألّف الهيموجلوبين من الحديد (4%) المرتبط بالهيم، وكذلك الجلوبين (96%) المرتبط بحلقات البورفيرين (Porphyrin).

ب- أحد مكوّنات الميوجلوبين الموجود في العضلات، الذي يعمل على تخزين الأكسجين اللازم لانقباض العضلات.

ج- الإفادة من الحديد المخزّن في الكبد والطحال ونخاع العظام في بناء الهيموجلوبين عند الحاجة إليه.

د- أحد مكوّنات بعض الإنزيمات اللازمة لإنتاج الطاقة، مثل البيروكسيديز (Peroxidase)، والكتاليز (Catalase)، وأكسيديز الزانثين (Xanthin Oxidase).

هـ- المساعدة على تصنيع البيورينات والكولاجين، وإنتاج الأجسام المضادة.

و- عمل الحديد الموجود في حليب الأم بصورة لاكتوفيرين (Lactoferin) على إعاقة نمو بكتيريا (E. Coli) في قناة الأطفال الهضمية.

الحاجة اليومية من الحديد (Daily Need of Iron)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للحديد على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — 5 شهور): 6 ملليجرامات حديد/ يوم.
- الرضّع (5 —10شهور)، والأطفال، والبالغون، والمسنّون، والمسنّات: 10 ملليجرامات حديد/ يوم.

- المراهقون (11—18 سنة): 12 ملليجراماً من الحديد/ يوم.
- المراهقات، والبالغات، والمرضعات: 15 ملليجراماً من الحديد/ يوم.
- الحوامل: 30 ملليجراماً من الحديد/ يوم.

لا يحتاج الأطفال الحديثو الولادة إلى مصادر غذائية للحديد خلال الشهور الأربعة الأولى من حياتهم؛ نظراً إلى غِنى مخازن الحديد في أجسامهم (350—400 ملليجرام). إلّا أنّه يتعيّن بعد ذلك إعطاء الأطفال الرضّع الأغذية الغنية بالحديد.

مصادر الحديد في الغذاء اليومي (Sources of Iron in Daily Food)

تُعَدّ اللحوم مثل الكبدة، والكلاوي، واللحوم الحمراء، والأسماك، والدواجن، والبيض من أفضل المصادر لعنصر الحديد، الذي يتميّز بمعدل امتصاصه المرتفع (10—30%) من خلال جدار الأمعاء؛ نتيجة وجود معظمه بصورة حديد هيمي (Heme Iron) (60%). كما تُعَدّ البقوليات مثل العدس والفاصوليا والبازلاء، والحبوب الكاملة والمدعّمة، والفواكه مثل الخوخ والمشمش والتين والكاكا والتمر والدبس والزبيب، والخضراوات الورقية الخضراء؛ مصادر جيدة للحديد الذي يتميّز بمعدل امتصاص منخفض من خلال جدار الأمعاء (0.5—7%)؛ نظراً إلى وجوده بصورة حديد غير هيمي. انظر الجدول (1—14) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من الحديد.

الجدول (1-14): محتوى بعض الأغذية من الحديد.

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة: Average Serving)	كمية الحديد (ملليجرام)
بدائل اللحم:		
المحار	ثلاث أرباع كوب	10
شرائح من لحم البقر (مملّحة ومدخّنة)	3 أوقيات (90 جراماً)	4
لحم البقر الصافي	3 أوقيات (90 جراماً)	2.9
لحم العجل الصافي	3 أوقيات (90 جراماً)	3
السردين	3 أوقيات (90 جراماً)	2.5
التونة (معلّبة)	3 أوقيات (90 جراماً)	1.6
لحم الخروف (رِجل)	3 أوقيات (90 جراماً)	1.4
لحم الدجاج الصافي	3 أوقيات (90 جراماً)	1.4
سلمون (معلّب)	3 أوقيات (90 جراماً)	0.7
كبدة البقر	3 أوقيات (90 جراماً)	8
قلب البقر	3 أوقيات (90 جراماً)	5
لحم همبرجر متوسط الدهن	3 أوقيات (90 جراماً)	2.7
البيض	حبّة (50 جراماً)	1.1
زبدة الفول السوداني	ملعقتا مائدة	0.6
السمك (مطهو)*	3 أوقيات (90 جراماً)	1.0
بدائل الفاكهة:		
عصير البرقوق	ربع كوب	2.6

اسم الغذاء	مقدار وحدة التقديم الواحدة (متوسط الحصة : Average Serving)	كمية الحديد (ملليجرام)
الفراولة	ثلاثة أرباع كوب	1.1
المشمش الجاف	4 أنصاف (4 Halves)	0.8
ثمر العليق	نصف كوب	0.7
التوت	نصف كوب	0.6
التين الجاف	حبّة واحدة	0.6
الكمثرى (Pear)	حبّة واحدة	0.5
التفاح أو البرتقال*	حبّة متوسطة	0.4
بدائل الخضراوات:		
السبانخ	نصف كوب	2.4
الهندباء الخضراء (Dandelion Greens)	نصف كوب	1.6
عصير الطماطم	نصف كوب	1.1
كرنب بروكسيل (Brussels Sprouts)	نصف كوب	0.9
البروكولي	نصف كوب	0.7
الطماطم (مطهوة)	نصف كوب	0.6
الخضراوات الخضراء المطهوة (على اختلاف أنواعها)	نصف كوب (75 جراماً)	1.5
بدائل الخبز:		
فشار (من دون دهن)	3 أكواب	0.6
شرائح النخالة المدعّمة	نصف كوب	6.2
الفاصوليا الجافة	نصف كوب	2.5
فاصوليا ليما	نصف كوب	2.2
فاصوليا ليما (جافة مطهوة)*	نصف كوب (75 جراماً)	1.8
الفاصوليا الخضراء (مطهوة) *	نصف كوب	0.4
البازلاء الخضراء	نصف كوب	1.5
الأرز (مدعّم)	نصف كوب	0.9
حبوب الإفطار (جاهزة للأكل) *	كوب (30 جراماً)	1.3
الخبز الأسمر	شريحة (25 جراماً)	0.8
اليقطين	ثلاث أرباع كوب	0.7
الخبز الأبيض	شريحة (25 جراماً)	0.6
مكرونة (مدعّمة)	نصف كوب	0.7
البطاطس	حبّة صغيرة	0.5
البطاطس (مقلية)	8 حبّات	0.6
بدائل الحليب:		
الحليب *	كوب واحد (244 جراماً)	0.2

المرجع: Whitney، E.N. و Hamilton، E.N. (1981م).

الأغذية المؤشر عليها بعلامة * مأخوذة من مراجع أُخرى.

أعراض نقص الحديد على الإنسان (Symptoms of Iron Deficiency)

تتمثَّل هذه الأعراض في الإصابة بأنيميا نقص الحديد (Iron Deficiency Anemia)، التي من علاماتها صغر حجم خلايا الدم الحمراء (Microcytic)، وشحوب لونها (Hypochromic)، وانخفاض مستوى الهيموجلوبين في الدم من (13.5—15) جراماً إلى (5—9) جرامات/ ملليلتر دم، وانخفاض عدد خلايا الدم الحمراء من (4.5—5) ملايين خلية إلى (4—3) ملايين خلية/ ملليلتر. وقد تَبيّن أنّ هناك عدّة عوامل تُنظِّم معدل امتصاص الحديد، منها: كمية الحديد ونوعيته في الغذاء، والإصابة ببعض الأمراض، وحاجة الجسم إلى الحديد، ومستوى الحديد في مخازنه بالجسم، واحتواء الوجبة الغذائية على فيتامين ج وحمض الأوكساليك والفيتيك والألياف والفوسفات.

الأمراض المرتبطة بالحديد (Diseases Related to Iron)

أنيميا نقص الحديد (Iron - deficiency Anemia)

تحدث الإصابة بأنيميا نقص الحديد نتيجة لعوامل عدّة، منها: قلّة تناول الأغذية الغنية بالحديد، أو ضعف امتصاصه في الجهاز الهضمي، أو فقدان الدم بكميات كبيرة، أو تكرار الحمل لدى المرأة. إلّا أنّ تناول الوجبات الفقيرة بالحديد يُعَدّ من العوامل النادرة المُسبِّبة للإصابة بنقص الحديد لدى الأشخاص البالغين. ويستغرق ظهور أعراض أنيميا نقص الحديد للشخص البالغ سنوات عدّة في حال قلّة تناول الأغذية الغنية بالحديد، أو ضعف معدل امتصاصه في الأمعاء؛ نظراً إلى طول أمد عملية استنزاف مخزون الحديد في الجسم.

يوجد عاملان رئيسان يُسبِّبان إصابة البالغين بأنيميا نقص الحديد، هما:

أ- فقدان دم الطمث أو الحيض.

ب- حدوث نزيف في الجهاز الهضمي.

وتوجد أسباب كثيرة تؤدي إلى ضعف معدل امتصاص الحديد في الجهاز الهضمي، منها:

أ- تناول وجبات غذائية غنية جداً في محتواها من الحبوب، وفقيرة بالحديد.

ب- أكل الأطفال المواد الترابية (Geophagia)، مثل الطين والطباشير التي تُقلِّل من امتصاص الحديد.

ج- الإصابة بالإسهال المزمن.

يُذكَر أنّ حدوث نزيف في الجهاز الهضمي، خاصةً المعدة والأمعاء، يكون عادة خفياً وغير ظاهر؛ إذ تَبيّن أنّ الشخص البالغ ربّما يفقد نحو 30 ملليلتر دمٍ من المريء والمعدة والأمعاء الدقيقة من دون حدوث تلوّن للبراز، إلّا أنّ النزيف الناتج من داء البواسير يُسبِّب تلوّناً للبراز.

وممّا يجب ذكره أيضاً وجود علامات ومؤشرات عديدة لفقدان المرأة كميةً كبيرةً من دم الطمث (ممّا قد يُسبِّب إصابتها بالأنيميا)، أبرزها:

أ- استعمال المرأة الفوط المزدوجة (Double Pads).

ب- استمرار الطمث مدّة تزيد على خمسة أيام.

ج- تكوّن جلطات دم متخثرة وظهورها خلال الفوط.

د- استعمال المرأة أكثر من 12 فوطة في الدورة الواحدة (خلال مدّة الطمث).

أضف إلى ذلك أنّ استعمال المرأة أداة أو جهاز (Device) داخل الرحم (Intrauterine)، مثل أداة منع الحمل، يُسبِّب زيادة كمية الدم المفقودة خلال مدّة الطمث.

وفيما يأتي أعراض أنيميا نقص الحديد:

أ- انخفاض مستوى الهيموجلوبين في الدم.

ب- ضعف القدرة على العمل مع ارتفاع سريع لمستوى حمض اللاكتيك في الدم عند ممارسة النشاط البدني.

ج- الشعور ببرودة وتنميل في اليدين والرجلين.

د- الشعور بالإجهاد والضعف الذهني والبدني.

ه- شحوب اللون، واصفرار الوجه.

و- هشاشة الأظافر ورقتها، وشحوب لون الجلد، وزوغان البصر.

ز- الشعور بضيق في التنفس بعد أداء مجهود عضلي.

ويمكن معالجة الشخص المصاب بأنيميا نقص الحديد بالآتي:

أ- تحديد مناطق نزف الدم الخفية في الجسم ومعالجتها.

ب- معالجة مشكلة سوء امتصاص الحديد في الجهاز الهضمي.

ج- إعطاء المريض جرعات من الحديد؛ إما عن طريق الفم، وإمّا عن طريق الحقن في الوريد (Parenteral) في حالة عدم القدرة على البلع.

يعطى الحديد بصورة أملاح حديدوز (Ferrous Salts)، مثل: (Ferrous Sulfate)، و(Ferrous Lactate)، و(Ferrous Furmarate)، و(Ferrous Glutamate)، و(Ferrous Gluconate)، بمعدل (200—240) ملليجراماً في اليوم. ونظراً إلى أنّ معدل امتصاص الحديد لدى الشخص المصاب بالأنيميا يبلغ نحو 20%؛ فإنّ الجسم يحصل من الجرعة الموصى بها يومياً (200—240 ملليجراماً) على (40—50) ملليجراماً تقريباً.

إحصائية غذائية وبيولوجية للحديد (Dietary and Biological Statistic for Iron)

— مخزون الجسم من الحديد:	4 جرامات (70% في هيموجلوبين خلايا الدم الحمراء، و25% في مخازن الحديد).
— مستوى الحديد في البلازما في الحالة الطبيعية:	(80—165) ميكروجراماً للرجال، و(65—130) ميكروجراماً / 100 ملليلتر للنساء
— معدل الامتصاص:	الأغذية الحيوانية: (10—30%)، الأغذية النباتية: 4%.
— مستوى الهيموجلوبين في الدم في الحالة الطبيعية:	(13.5—15) جراماً/ 100 ملليلتر (المتوسط: 14).
— مستوى الهيموجلوبين في الدم في حالة أنيميا نقص الحديد:	*أقل من 9 جرامات/ 100 ملليلتر (نساء).
	*أقل من 12 جراماً/ 100 ملليلتر (رجال).
— عدد خلايا الدم الحمراء في الحالة الطبيعية للرجل والمرأة:	5 ملايين خلية/ ملليلتر، و4.5 مليون خلية/ ملليلتر على التوالي.
— حديد مصل الدم:	أقل من 50 ميكروجراماً/ 100 ملليلتر.
— محتوى مخازن الحديد لدى الأطفال حديثي الولادة:	(350—400) ملليجرام (يفي بحاجتهم حتى عمر 4—6 شهور).
— الإخراج:	يطرح الشخص السليم ملليجرام واحد يومياً.
— مدّة حياة خلايا الدم الحمراء:	120 يوماً.

– السُّمِّية:	تناول الأطفال (6–12) حبّة من حبوب الحديد يُسبِّب الموت.
– إجمالي كمية الهيموجلوبين في الجسم:	5 لترات
– تصنيع الهيموجلوبين في الجسم:	يلزم 20 ملليجراماً من الحديد لتصنيع (5–6) جرامات هيموجلوبين يومياً في نخاع العظام.
– إسهام الأغذية:	الحبوب ومنتجاتها: 33%، اللحوم: 36%، الخضراوات والفواكه: 21%.
– فيريتين السيرم:	10 نانوجرام/100 ملليلتر.
– إجمالي سعة الارتباط بالحديد: (TIBC)	نسبة التشبع: (30–40%) (واحد جزيء ترانسفيرين يرتبط بجزيئي حديد)، أو (3.1–5.1) ملليجرام حديد/ لتر دم.
– الجرعة المسموح بها بصورة مدعّمات:	(10–30) ملليجراماً (النساء).
	30–60 ملليجراماً (الحوامل، والمرضعات).

الزنك Zinc

يحتوي جسم الإنسان على نحو جرامين من الزنك (رمزه Zn ، ووزنه الذري = 65.37)؛ أي نحو نصف كمية الحديد الموجودة في الجسم. ويوجد الزنك بتركيز مرتفع في خلايا الدم الحمراء (1250 ميكروجراماً/ 100 ملليلتر)، وخلايا الدم البيضاء، وأعضاء التكاثر (البروستات)، والعينين، والكبد، والعظام، والعضلات اللاإرادية، والبنكرياس، والشعر، والرئتين.

أهمية الزنك للإنسان (Importance of Zinc for Human)

يمكن إجمال أهمية الزنك للإنسان فيما يأتي:

أ- المساعدة على تنشيط العديد من الإنزيمات المعدنية (Metalloenzymes) الضرورية للتفاعلات في الجسم، مثل: الرتينين ردكتيز (Retinin Reductase)، والأمينوبيتيديز (Amino Peptidase)، وإنزيم البلمرة (DNA، RNA RNA and DNA Polyymerase)، والكربونيك أنهيدريز (Carbonic Anhydrase).

ب- المساعدة على النضج الجنسي، وتكوين الحيوانات المنوية، ونمو الأعضاء التناسلية.

ج- الإسهام في زيادة مناعة الجسم؛ نظراً إلى أنّه أحد مكوّنات خلايا الدم البيضاء.

د- ضروري للنمو ومنع حدوث التقزّم كما لوحظ على الفئران.

هـ- أحد مكوّنات الأنسولين.

و- المساعدة على تكوين الكولاجين اللازم لالتئام الجروح.

الحاجة اليومية من الزنك (Daily Need of Zinc)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للزنك على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): 5 ملليجرامات من الزنك/ يوم.

- الأطفال: 10 ملليجرامات من الزنك/ يوم.
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون، والحوامل: 15 ملليجراماً من الزنك/ يوم.
- المراهقات، والبالغات، والمسنّات: 12 ملليجراماً من الزنك/ يوم.
- المرضعات (خلال الشهور الستة الأولى والتالية من الحمل): 19، و 16 ملليجراماً من الزنك/ يوم على التوالي.

مصادر الزنك في الغذاء اليومي (Sources of Zinc in Daily Food)

يوجد الزنك في العديد من الأغذية الحيوانية والنباتية، إلّا أنّ معدل امتصاصه من الأغذية الحيوانية يكون أعلى منه للأغذية النباتية، وذلك لوجود حمض الفيتيك الذي يتعارض مع امتصاصه. والأغذية الغنية بالزنك هي: اللحوم الحمراء، والدواجن، والكبدة، والكلاوي، وصفار البيض، والأغذية البحرية مثل الجمبري والمحار . ومن الأغذية التي يوجد فيها الزنك بكميات جيدة البقوليات مثل البازلاء والفاصوليا الجافة والعدس، والمكسّرات مثل اللوز والكاشو وفول الصويا، والحبوب (نخالة القمح، وجنين القمح، والقمح الكامل)، والفراولة. انظر الجدول (1—15) الذي يُوضِّح محتوى بعض الأغذية من الزنك.

الجدول (1-15): محتوى بعض الأغذية من الزنك .

اسم الغذاء	الكمية	الوزن (جرام)	الزنك (ملليجرام)
المكسّرات	3.5 أوقية	100	2.9
المحار	3.5 أوقية	100	74.7
الهمبرجر (مطهو)	3.5 أوقية	100	4.4-4.2
الروبيان (مغلي)	3.5 أوقية	100	2.1
السمك (مطهو)	3.5 أوقية	100	1.1-0.4
الحليب السائل	كوب واحد	244	1.0
فول الصويا (مغلي)	½ كوب	؟	1.0
الدجاج (مطهو)	3.5 أوقية	100	0.9
حبوب إفطار الشوفان بالفواكة Granola	½ كوب	28	0.9
جبنة الشيدر	أوقية واحدة	28	0.9
طعام مصنوع من فول الصويا Tofu	قطعة	120	0.9
البيض	حبّة متوسطة	50	0.7
الفاصوليا	½ كوب	52	0.7
العدس	½ كوب	100	0.5
الخبز الأسمر	شريحة واحدة	25	0.4
البازلاء	3.5 أوقية	100	5-3
لحم البقر ولحم الغنم	3.5 أوقية	100	4.7-1.4

المرجع: Crowley، M. F. و Suitor، C. J. W (1984م).

أعراض نقص الزنك على الإنسان (Symptoms of Zinc Deficiency)

ظهرت أعراض نقص الزنك أول مرّة في مصر وإيران نتيجة تناول الخبز المصنوع من القمح غير المخمّر؛ إذ تحتوي الحبوب غير المخمّرة على نسبة مرتفعة من حمض الفيتيك الذي يتحد مع الزنك، ويعوق امتصاصه من خلال جدار الأمعاء. وتتمثّل أعراض نقص الزنك بصورة تقزّم الأولاد المراهقين، وتضخّم الكبد، والأنيميا الحادة. وبوجه عام، يترتب على نقص الزنك في الإنسان حدوث ضعف في حاسة التذوق (Hypogeusia)، وبطء النمو، وفقدان الشهية للأكل، وبطء التئام الجروح، وضعف الجهاز المناعي، وتساقط الشعر، وقلّة إفراز الأنسولين، وبطء تحرّك فيتامين أ من مخازنه في الكبد.

الأمراض المرتبطة بالزنك (Diseases Related to Zinc)

1. مرض السكري (Diabetes)

أوضحت الدراسات حدوث تغيّر في أيض الزنك لدى الأشخاص المصابين بمرض السكر؛ إذ يحدث تراكم للزنك في الكبد والكليتين، بالإضافة إلى ارتفاع الزنك المفرز مع البول (Hyperzincuria). ويفترض أنّ ارتفاع تركيز الزنك في البول لدى الأشخاص المصابين بالسكري يؤدي إلى حدوث نقص في أجسامهم، وانخفاض مستوى الزنك في الدم (Hypozincemia). ويؤدي تناول مرضى السكري لمدعّمات الزنك إلى تحسين وظائف الجهاز المناعي لديهم؛ ممّا يزيد من مقاومتهم للالتهابات والأمراض.

2. مرض الإيدز (Aids)

يُصاحِب مرضَ الإيدز (متلازمة نقص المناعة المكتسب Acauired Immuno Deficiency Syndrome) نقصٌ في مستوى الزنك؛ لذا، يُفترَض أنّ لهذا النقص دوراً مهماً في ظهور الأعراض والاضطرابات المصاحبة لمرض الإيدز. ويظهر نقص الزنك في البلازما بوضوح خلال المراحل الأخيرة من مرض الإيدز. وقد يعزى ذلك إلى الإسهال الشديد، بالإضافة إلى اختلال نظام توزيع المعادن في خلايا الأنسجة.

3. أمراض الجهاز الهضمي (Gastrointestinal Diseases)

أثبتت بعض الدراسات أنّ معظم الأمراض التي تصيب الجهاز الهضمي، خاصةً المعدة والأمعاء، يرافقها نقص في عنصر الزنك؛ إذ إنّ أيّ تلف أو أذى للجهاز الهضمي يؤدي إلى انخفاض معدل امتصاص الزنك، وحدوث خلل واضطراب في دورة الزنك المعوية البنكرياسية (Enteropancreatic Zinc Circulation).

ويلاحظ بوضوح نقص عنصر الزنك وتغيّر أيض الزنك لدى مرضى السكري المصابين بأحد أمراض الكبد وغير المصابين به. وقد أشارت العديد من الدراسات إلى وجود علاقة ما بين نقص الزنك لدى الأشخاص الذين يشربون الكحول (السكيرين) وأيض فيتامين أ؛ إذ يؤدي نقص الزنك إلى خفض تركيز الريتنول (فيتامين أ) في السيرم، وزيادة تركيز فيتامين أ في الكبد. ويُعزى ذلك إلى قلّة تصنيع البروتين الذي يرتبط بالريتنول في الكبد؛ لذا، فإنّ تناول الأشخاص المدمنين على شرب الكحول لمدعّمات الزنك يؤدي إلى تحسّن كلٍّ من: وظائف إنزيم الديهيدروجينيز (Dehydrogenase) ونشاطه في قرنية العين، وتكيّف العين مع الظلام (Dark Adaptation)، والجهاز المناعي، ووظائف الغدد التناسلية (Gonadal Function).

إحصائية غذائية وبيولوجية للزنك (Dietary and Biological Statistic for Zinc)

- معدل الامتصاص: (10—30%) من الكمية الموجودة في الغذاء.
- مستوى الزنك في السيرم: (75—100) ميكروجرام/ 100 ملليلتر.
- الجرعة السامة: تناول الزنك بمعدل (60—120) ضعف الكمية الموصى بها يومياً يُسبِّب التسمم.

– الجرعة المسموح بها يومياً بصورة مدعّمات:	البالغون: (10—25) ملليجراماً أو 200 ملليجرام من كبريتات الزنك ، الحوامل والمرضعات: 25 ملليجراماً.
– الإخراج:	(0.4—0.6) ملليجرام يومياً.
– التركيز في بعض أنسجة الجسم:	* خلايا الدم الحمراء: 1200 ميكروجرام/ 100 ملليلتر
	* البلازما: (80—110) ميكروجرامات/ 100 ملليلتر.
	* الشعر: (2500—25000) ميكروجرام/ 100 ملليلتر (المتوسط: 18000).
– إسهام الأغذية:	12.5 ملليجرام يومياً.
– مخزون الجسم من الزنك:	(2—2.5) جرام (1.5 جرام في العظام، و30 ملليجراماً في الجلد، و6 ملليجرامات في الدم).
– محتوى الأغذية: * المحاريات:	8.2 ملليجرام/ 3 أوقيات.
* شرائح اللحم البقري:	5.3 ملليجرام/ 3 أوقيات.
* الدجاج:	2.5 ملليجرام/ 3 أوقيات.
* الفاصوليا الجافة (مطهوة):	1.8 ملليجرام/ كوب واحد.
* الحليب:	0.9 ملليجرام/ كوب واحد.
* اللباء (Colostrum)	5 ملليجرامات/ كوب واحد.

النحاس (Copper)

يُعَدّ النحاس (رمزه Cu، ووزنه الذري = 63.55) من العناصر المعدنية التي لا تَظهر عادة أعراض نقصها على الشخص السليم بسبب انتشاره في معظم الأغذية؛ إذ تُؤمِّن الوجبة الغذائية للإنسان نحو ملليجرامين يومياً. ويوجد في جسم الإنسان البالغ ما يقرب من (100—150) ملليجرام نحاس، منها 35% في الدماغ والكبد، والبقية موزّعة على الكليتين، والقلب، والرئة، والطحال، والبنكرياس، والعضلات، والعظام، وبلازما الدم. ويرتبط نحو 90 (ملليجرام) من النحاس في بلازما الدم بالجلوبيولين مُكوِّناً مركّب السريولوبلازمين (Ceruloplasmin)، في حين ترتبط البقية بالألوبيومين. أمّا النحاس الموجود في خلايا الدم الحمراء فيرتبط ببروتين الإرثروكبرين (Erythrocupren).

أهمية النحاس للإنسان (Importance of Copper for Human)

يمكن إجمال أهمية النحاس للإنسان فيما يأتي:

أ- الإسهام في تصنيع الكولاجين والدهون المفسفرة اللازمة لتكوين غلاف الميالين (Myelin Sheath) المحيط بالألياف العصبية.

ب- العمل مُنشِّطاً للعديد من النظم الإنزيمية (Enzyme Systems)، مثل: التيروسينيز (Tyrosinase)، وأكسيديز حمض الأسكوربيك (Ascorbic cid Oxidase)، والفيروكسيديز (Ferroxidase I)، والسيتوكروم – س أكسيديز (Cytochrom C Oxidase).

الحاجة اليومية من النحاس (Daily Need of Copper)

لم تُحدَّد المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للنحاس، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) قدّرت الحاجات اليومية التي تفي بحاجة الجسم منه على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (0.4—0.7) ملليجرام نحاس/ يوم.
- الأطفال (1—3 سنوات): (0.7—1) ملليجرام نحاس/ يوم.
- الأطفال (4—6 سنوات): (1—1.5) ملليجرام نحاس/ يوم.
- الأطفال (7—10 سنوات): (1—2) ملليجرام نحاس/ يوم.
- المراهقون (ذكوراً وإناثاً): (1.5—2.5) ملليجرام نحاس/ يوم.
- البالغون (ذكوراً وإناثاً): (1.5—3) ملليجرامات من النحاس/ يوم.

مصادر النحاس في الغذاء اليومي (Sources of Copper in Daily Food)

يوجد النحاس في معظم الأغذية الحيوانية والنباتية، مثل: الصدفيات، والمحاريات، والكبدة، والمكسّرات، والحبوب، والبقوليات، والكاكو، والبيض، واللحوم، والأسماك، والخضراوات الورقية. ويحصل الإنسان من تناول الوجبة الغذائية على أكثر من حاجاته اليومية من النحاس.

أعراض نقص النحاس على الإنسان (Symptoms of Copper Deficiency)

- الإصابة بالأنيميا، وانخفاض مستوى خلايا الدم الحمراء والهيموجلوبين.
- حدوث اضطرابات عصبية تُفضي إلى عدم تَكوُّن غلاف الميالين.
- حدوث نقص في تكوين صبغة الميلانين (Melanin) في الجلد (مسؤولة عن تلوّن الجلد باللون البني)، ممّا يؤدي إلى الإصابة بمرض البهاق (Vitiligo). كما تعرَف الحالة السابقة بالمهاق Albinism ؛ وهو خلل وراثي متنحٍّ ينتج من انعدام صبغة الميلانين في الجسم.
- ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم.

وبوجه عام، لا تظهر أعراض نقص النحاس على الإنسان إلّا في حال الإصابة ببعض الأمراض، مثل: السلياك، والكواشيوراكر، والتليّف الكيسي (Cystic Fibrosis)، والنيفروس (الكُلاء: Nephrosis)، وكذلك في حال وجود خلل وراثي في أيض الغذاء.

وتجدر الإشارة إلى أنّ طهو الطعام في أوانٍ نحاسية متأكسدة (غير مبيّضة)، أو العمل في مناجم النحاس، قد يؤديان إلى حدوث تسمم بالنحاس نتيجة تناول كميات كبيرة منه.

الأمراض المرتبطة بالنحاس (Diseases Related to Copper)

1. مرض مينكس (Menkes' Disease)

تتمثَّل أعراض هذا المرض بحدوث تخلّف عقلي، ونمو غير طبيعي للشعر، وشحوب لون الشعر (لقلّة الصبغة)، وخلل في توزيع النحاس على أنسجة الجسم، وقد يُفضي ذلك إلى الموت في نهاية المطاف.

يصاب بهذا المرض شخص واحد فقط من كل (50000—100000) مولود من المواليد الأحياء في الولايات المتحدة، ويكون قاتلاً في عمر ثلاث سنوات، ويتميّز بحدوث انخفاض في مستوى النحاس ومستوى السريولوبلازمين (Ceruloplasmin) في بلازما الدم، بالإضافة إلى انخفاض تركيز النحاس في الكبد والدماغ، وتراكم النحاس في الغشاء المخاطي في الأمعاء والعضلات والطحال والكليتين. كما يحدث ضعف في معدل تصنيع السريوبلازمين و وإنزيم السيتوكروم أكسيديز (Cytochrome Oxidase)، وتهدّم مضطرد لأعصاب الدماغ يؤدي إلى تراجع في عملية التفكير (Intellectual Deterioration)، وقلّة النشاط (Hypotonia)، ونوبات مرضية (Seizures)، وانخفاض درجة حرارة الجسم إلى أقل من المعدل الطبيعي (Hypothermia)، فضلاً عن حدوث تشوّه في الأنسجة الرابطة ممّا يؤدي إلى تشوّه شرايين الدماغ والشرايين الأُخرى، والإصابة بمرض هشاشة العظام. وقد وُجِد أنّ تناول النحاس عن طريق الوريد يرفع من مستواه في السيرم والسريولوبلازمين. ولكن، من دون تحسين وظائف الدماغ، أو منع تلفه وتهدّمه.

2. مرض ويلسون (Wilson's Disease)

هو مرض وراثي كروموسومي ناتج من اضطراب في أيض النحاس ممّا يؤدي إلى تراكمه في الكبد والدماغ وقرنية العين والكليتين، وارتفاع تركيز النحاس في البول المفرز. إلّا أنّ مستوى السريولوبلازمين يظل منخفضاً. وتؤدي عدم المعالجة السريعة للمريض إلى تراكم النحاس في الكبد والدماغ؛ ممّا يَتسبَّب في تلف الأعصاب، والتليّف الكبدي، والفشل الكبدي (Hepatic Failure)، والتهاب الكبد (Hepatitis)، وانحلال كرات الدم الحمراء السريع (Hemolytic Crisis) التي تُسبِّب انفصال الهيموجلوبين عن خلايا الدم الحمراء.

يُذكَر أنّ المعالجة المبكّرة لمرض ويلسون قد تمنع تطور المرض إلى مراحله الحادة. وتتم عملية المعالجة بإعطاء المريض المواد الكلابية (Chelating Agents)، من مثل د—بنسيلامين (D—penicillamine) (12.5—25 ملليجراماً/ يوم) الذي يمتاز بقدرته الكبيرة على الارتباط بالنحاس وخفض مخزونه في الجسم. كما يوصى بالإقلال من تناول الأغذية الغنية في محتواها من النحاس.

إحصائية غذائية وبيولوجية للنحاس (Dietary and Biological Statistic for Copper)

— مستوى النحاس في بلازما الدم:	(100—200) ميكروجرام/100 ملليلتر؛ إذ إنّ (85—95%) منه مرتبط بالجلوبيولين لتكوين مركّب السريولوبلازمين.
— الجرعة السامة:	تناول 10 أضعاف الكمية الموجودة في الوجبة الغذائية، أو (10—15) ملليجراماً (الكمية المفرطة قد تُسبِّب الوفاة).
— معدل الامتصاص:	30% من الكمية الموجودة في الغذاء.
— إسهام الأغذية:	(1—3) ملليجرامات/ يوم.
— مخزون الجسم من النحاس:	(100—150) ملليجراماً (10% منه في الكبد، أمّا الأطفال الحديثو الولادة فيحتوي كبدهم على (5—10) أضعاف الكمية الموجودة في كبد الشخص البالغ.
— محتوى الأغذية:	* حليب الأم يحتوي على 0.25 ملليجرام/ لتر. * حليب البقر يحتوي على 0.09 ملليجرام/ لتر.

اليود (Iodine)

يُعَدّ اليود (رمزه I، ووزنه الذري = 127) من العناصر المهمة في جسم الإنسان، ويحتوي الجسم على نحو (25—50) ملليجراماً من اليود؛ منها 75% موجودة في الغدة الدرقية، والبقية مُوزَّعة على أنسجة الجسم وإفرازاته، مثل: الجلد، والمبايض، والعضلات، والعظام، والدم، والغدد اللعابية والثديية، وغيرها.

أهمية اليود للإنسان (Importance of Iodine for Human)

يمكن إجمال أهمية اليود للإنسان فيما يأتي:

- أحد المكوّنات الرئيسة لهرمونات الغدة الدرقية، مثل: هرمون ثلاثي يوديد الثيرونين (Tri—Iodothyronine) (T3)، وهرمون الثيروكسين (Thyroxin) (T4).

ويلعب الثيروكسين دوراً حيوياً داخل الجسم، يتمثَّل في تنظيم معدل الأيض الأساسي، وأنشطة الجهاز الدوري والعضلي والتناسلي والعصبي، والمساعدة على تحويل الكاروتين إلى فيتامين أ، وامتصاص الجلوكوز من الأمعاء، وتصنيع البروتين بوساطة الرايبوسومات، وعمليات التكاثر ، وخفض مستوى الكولسترول في الدم.

الحاجة اليومية من اليود (Daily Need of Iodine)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) لليود على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (40–50) ميكروجراماً من اليود/ يوم.
- الأطفال: (70–120) ميكروجراماً من اليود/ يوم.
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون، والمراهقات، والبالغات، والمسنّات: 150 ميكروجراماً من اليود/ يوم.
- الحوامل: 175 ميكروجراماً من اليود/ يوم.
- المرضعات: 200 ميكروجرام يود/ يوم.

مصادر اليود في الغذاء اليومي (Sources of Iodine in Daily Food)

يوجد اليود بكثرة في الأغذية البحرية، مثل: الجمبري، والصدفيات، والأسماك، والملح اليودي بنسبة 0.01% . أمّا نسبته في الأغذية النباتية فتتحدّد تبعاً لكمية اليود الموجودة في التربة التي تنمو فيها النباتات. في حين تتحدّد في الأغذية الحيوانية (الحليب ومنتجاته، واللحوم، والبيض) تبعاً لنوع العلف التي يتغذى به الحيوان، وكمية اليود فيها. وتجدر الإشارة إلى أنّ العائلة الكرنبية (Cabbage Family)، ومنها اللفت والملفوف وفول الصويا وبذور اللفت، تحتوي على مواد مدرقة (مسببة لتضخم الغدة الدرقيه) (Goitrogens)؛ وهي مواد تعيق امتصاص اليود، إلّا أنّها تُثبَّط بحرارة الطهو.

أعراض نقص اليود على الإنسان (Symptoms of Iodine Deficiency)

- الإصابة بمرض تضخّم الغدة الدرقية (Goiter) نتيجة نقص هرمون الثيروكسين.
- بطء أكسدة العناصر الغذائية وإنتاج الطاقة في الجسم.
- توقّف نمو عقل الطفل إلى مستوى ما قبل المدرسة، والتقزّم، وخشونة الصوت، وكبر حجم الوجه واللسان، وتضخّم البطن، ويُطلَق على هذه الحالة اسم القماءة (Cretinism).

إحصائية غذائية وبيولوجية لليود (Dietary and Biological Statistic for Iodine)

– إسهام الأغذية:

* الحليب ومنتجاته: 50%، اللحوم: 10%.
* يتراوح محتوى الحليب ما بين (20–1420) ميكروجراماً من اليود/ لتر.
* ¼ ملعقة من الملح اليودي (1.25 جرام) تمد الجسم بنحو 95 ميكروجراماً من اليود.
* أسماك المياه المالحة تحتوي على نحو (300–3000) ميكروجرام من اليود/ كيلوجرام.

– مخزون الجسم من اليود: (20–50) ملليجراماً (نحو 8 ملليجرامات في الغدة الدرقية؛ أي 2500 ضعف الكمية الموجودة في الأنسجة الأُخرى).

– تركيز أيودات البوتاسيوم (Potassium Iodate) المضافة في الملح: 100 جزء في المليون (0.01%).

– تقييم الكمية المتناولة من اليود:	* في حال تناول كمية كافية: 50 ميكروجراماً/ جرام كرياتينين. * في حال قلّة الكمية المتناولة: 25 ميكروجراماً/ جرام كرياتينين.
– مستوى اليود في الدم في حال قلّة نشاط الغدة الدرقية (Hypothyroidism):	أقل من 3 ميكروجرامات من اليود/ ملليلتر دم.
– مستوى اليود في الدم في الحالة الطبيعية:	(4–8) ميكروجرامات من اليود/ ملليلتر دم.
– مستوى اليود في الدم في حال فرط نشاط الغدة الدرقية (Hyperthyroidism) (اختبار اليود المرتبط بالبروتين):	أكثر من 11 ميكروجراماً من اليود/ ملليلتر دم.

المنجنيز (Manganese)

ينتشر المنجنيز (رمزه Mn، ووزنه الذري = 55) في معظم أنسجة الجسم، من مثل: العظام، والغدة النخامية، والكليتين، والكبد، والرئة، والعضلات، والأنسجة الضامة، وسيتوبلازم الخلية، ونواة الخلية.

أهمية المنجنيز للإنسان (Importance of Manganese for Human)

يمكن إجمال أهمية المنجنيز للإنسان فيما يأتي:

أ- المساعدة على تنشيط العديد من الإنزيمات الضرورية لأيض العناصر الغذائية المولّدة للطاقة، مثل: البرولينيز (Prolinase)، والأيسوميريز (Isomerase)، وسوبر الأكسيديز ديزميوتيز (Superoxidase Dismutase)، وبيروفات كربوكسيليز (Pyruvate Carboxylase)، والأرجنيز (Arginase)، والببتيديزات (Peptidases)، وكذلك الإنزيمات اللازمة لتصنيع الكربوهيدرات المخاطية (Mycropolysaccharides).

ب- الإسهام بفاعلية في عملية التكاثر، وتنظيم استجابة الأعصاب، ونمو العظام والأنسجة الضامة.

الحاجة اليومية من المنجنيز (Daily Need of Manganese)

لم تُحدَّد المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للمنجنيز، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) قدّرت الحاجات اليومية التي تفي بحاجة الجسم منه على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (0.3–1) ملليجرام منجنيز/ يوم.
- الأطفال: (1–3) ملليجرامات من المنجنيز/يوم.
- المراهقون، والبالغون، والمسنّون (ذكوراً وإناثاً): (2–5) ملليجرامات من المنجنيز/ يوم.

إنّ الإفراط في تناول الأغذية الغنية بالمنجنيز لا يؤدي إلى حدوث تسمم، ولكنّ العمل بالتعدين قد يُسبِّب ذلك نتيجة استنشاق كميات كبيرة من غبار المنجنيز. ويتراكم المنجنيز في الجهاز العصبي المركزي والكبد، وتظهر أعراض التسمم بصورة تغيّر لملامح الوجه (قناع)، وتصلّب العضلات، وارتعاش اليدين، والضحك الخارج عن الإرادة، والمشي الذي تتخلّله قفزات مرحة.

مصادر المنجنيز في الغذاء اليومي (Sources of Manganese in Daily Food)

يتوافر المنجنيز بكثرة في معظم الأغذية النباتية، مثل: البقوليات، والحبوب الكاملة، والأرز الأبيض، والمكسّرات، والشاي، والقهوة، والخضراوات الورقية. وتُعَدّ الأغذية الحيوانية فقيرة بالمنجنيز.

أعراض نقص المنجنيز على الإنسان (Symptoms of Manganese Deficiency)

لا تُعرَف أعراض نقص المنجنيز على الإنسان؛ نظراً إلى توافره بكثرة في الأغذية المتنوعة.

إحصائية غذائية وبيولوجية للمنجنيز (Dietary and Biological Statistic for Manganese)

— مخزون الجسم من المنجنيز:	20 ملليجراماً.
— مستوى المنجنيز في بلازما الدم:	(4—20) ميكروجراماً/ 100 ملليلتر.
— معدل الامتصاص:	(3—4%) من الكمية الموجودة في الغذاء.
— إسهام الأغذية:	(2.5—7) ملليجرامات يومياً (جزء كبير مصدره الشاي).
— الحاجات:	(35—70) ميكروجراماً /كيلوجرام من وزن الجسم للبالغين.

الفلور (Fluorine)

يوجد الفلور (رمزه F ، ووزنه الذري = 19) بكميات قليلة في بعض أجزاء جسم الإنسان، مثل: العظام، ومينا الأسنان، والجلد. وقد ظهر حديثاً أهمية هذا العنصر في وقاية الأسنان من التسوس.

أهمية الفلور للإنسان (Importance of Fluorine for Human)

يمكن إجمال أهمية الفلور للإنسان فيما يأتي:

أ- مساعدة الأسنان على مقاومة التسوس؛ لأنّه يعمل على ترسيب بلورات الهيدروكسي أباتيت (Hydroxyapatite) $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ في الأسنان خلال عملية التكلّس، حيث يحل الفلور محل مجموعة الهيدروكسيل (OH) لتكوين الفلوراباتيت (Fluorapatite) الذي يجعل الأسنان أكثر صلابة وقوة ومقاومة للتسوس.

ب- وقاية المسنّين من الإصابة بمرض هشاشة العظام.

ج- تثبيط نشاط البكتيريا الموجودة داخل الفم، التي تُحوِّل الكربوهيدرات إلى أحماض تعمل على تحلّل الأسنان.

الحاجة اليومية من الفلور (Daily Need of Fluoride)

لم تُحدَّد المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للفلور، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) قدّرت الحاجات اليومية التي تفي بحاجة الجسم منه على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (0.1—1) ملليجرام من الفلور/ يوم.
- الأطفال (1—10 سنوات): (0.5—2.5) ملليجرام من الفلور/ يوم.
- المراهقون، والمراهقات: (1.5—2.5) ملليجرام من الفلور/ يوم.
- البالغون، والبالغات: (1.5—4) ملليجرامات من الفلور/ يوم.

مصادر الفلور في الغذاء اليومي (Sources of Fluoride in Dairy Food)

يوجد الفلور بكثرة في الأغذية البحرية (أسماك السلمون والسردين وغيرها)، والبقوليات والشاي، والقهوة، والسبانخ، والدواجن، والبيض الكامل. إلّا أنّ تركيزه في الخضراوات والفواكه يتحدَّد تبعاً لتركيز الفلور في التربة التي ينمو فيها النبات. ويُعَدّ ماء الشرب الذي يحتوي عادة على جزء

في المليون من الفلور المصدر الرئيس للإنسان. ويضاف حديثاً الفلور إلى معظم معاجين الأسنان لوقاية أسنان الأطفال من التسوس. كما يمكن وضع الفلور موضعياً على الأسنان، أو تناوله بصورة حبوب (Fluoride Tablets).

أعراض نقص الفور على الإنسان (Symptoms of Fluoride Deficiency)

- تسوس الأسنان.
- احتمال الإصابة بمرض هشاشة العظام بالنسبة إلى المسنّين.

ويؤدي الإفراط في تناول الفلور (1.5 — 8 جزء في المليون أو أكثر يومياً) إلى حدوث ما يُسمّى بالتسمم الفلوري الذي تظهر أعراضه بصورة بقع رمادية مائلة إلى السوداء على أنامل أسنان الأطفال الدائمة، يصاحبها تكوين حفر في الأسنان، وتصلُّب العظام والغضاريف (Sclerosis) والعمود الفقري، وصعوبة الانحناء وثني الركبة.

إحصائية غذائية وبيولوجية للفلور (Dietary and Biological Statistic for Fluoride)

— مخزون الجسم من الفلور:	2.6 جرام.
— تدعيم مياه الشرب:	جزء واحد في المليون (1 PPM) (ملليجرام واحد/ لتر).
— إسهام الأغذية:	(0.2—0.4) ملليجرام يومياً (مصدر فقير). أمّا الأسماك البحرية فتحتوي على (5—10) جزء في المليون.
— الجرعة السامة:	(20—80) ملليراماً يومياً عدّة سنوات.
— إسهام ماء الشرب المدعّم:	(1—1.5) ملليجرام يومياً (المصدر الرئيس).
— معدل الامتصاص:	(75—90%) (معظمه من المعدة).
— تأثير التركيز العالي في الماء:	احتواء الماء على (2—10) أجزاء في المليون يُسبِّب تبقّعاً (Stain) في مينا الأسنان (Fluorosis) لدى الأطفال.
— الإخراج:	نحو 3 ملليجرامات يومياً مع البول.
— توصيات:	تناول البالغين 8 أجزاء في المليون يومياً خلال مرحلة البلوغ يحمي من الإصابة بمرض هشاشة العظام.

السيلينيوم (Selenium)

يوجد السيلينيوم (رمزه Se، ووزنه الذري = 79) في معظم أنسجة الجسم ما عدا الدهنية منها، ويتركّز بنسب مرتفعة في الكليتين، والكبد، والطحال، والقلب، والخصيتين.

أهمية السيلينيوم للإنسان (Importance of Selenium for Human)

يمكن إجمال أهمية السيلينيوم للإنسان فيما يأتي:

- العمل داخل الجسم عمل مضاد الأكسدة؛ إمّا وحده، وإمّا بمساعدة فيتامين هـ، لهذا فإنّه يمنع أكسدة خلايا الدم الحمراء.
- وقاية الإنسان من الإصابة بمرض كيشان (Keshans Disease) الذي يعمل على انحلال الكبد.

- حماية أغشية الخلايا من التأكسد؛ لأنّه يُثبِّط نشاط إنزيم جلوتاثيون البيروكسيديز (Glutathione Peroxidase) الذي يساعد على تكوين الجذور الحرّة.
- الإسهام في حدوث الأكسدة الفوسفورية لإنتاج الطاقة.

الحاجة اليومية من السيلينيوم (Daily Needs of Selenium)

حدّدت هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للسيلينيوم على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (10—15) ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.
- الأطفال (1—6 سنوات): 20 ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.
- الأطفال (7—10 سنوات): 30 ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.
- المراهقون: (40—50) ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.
- البالغون، والمسنّون: 70 ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.
- المراهقات: (45—50) ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.
- البالغات، والمسنّات: 55 ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.
- الحوامل: 65 ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.
- المرضعات: 75 ميكروجراماً من السيلينيوم/ يوم.

مصادر السيلينيوم في الغذاء اليومي (Sources of Selenium in Daily Food)

يتوافر السيلينيوم بكثرة في الأغذية الحيوانية، مثل: الكبدة، والكلاوي، والأسماك، واللحوم، والدواجن، والبيض. ويوجد عادة بصورة عضوية متحداً بالبروتينات؛ أي إنّه يرتبط بالأحماض الأمينية كالسيستين والمثيونين بصورة لينومثيونين (Lenomethionine)، وسلينوسيستين (Selenocysteine). وتُعَدّ الأغذية النباتية فقيرة بالسيلينيوم، ويتوقف محتواها على تركيزه في التربة التي ينمو فيها النبات. ويؤدي الإفراط في تناول الأطفال للسيلينيوم في أثناء تطور الأسنان إلى تسوسها والتهاب اللثة.

أعراض نقص السيلينيوم على الإنسان (Symptoms of Selenium Deficiency)

قد يؤدي نقص السيلينيوم — في بعض حالات سوء التغذية الناتجة من نقص البروتين والسعرات لدى الأطفال — إلى مضاعفة الصعوبات والتعقيدات، ولا تُعرَف أعراض نقصه وحده على الإنسان.

إحصائية غذائية وبيولوجية للسيلينيوم (Dietary and Biological Statistic for Selenium)

— مستوى السيلينيوم في الدم:	(0.86—10) ميكرومول (mmol)/ لتر (تبعاً لتركيزه في التربة).
— إسهام الأغذية:	(0.05—0.2) ملليجرام/ يوم.
— الجرعة السامة:	أكثر من 0.2 ملليجرام/ يوم.

— مخزون الجسم من السيلينيوم: 13 ملليجراماً في الكبد.

— تركيز السيلينيوم في النباتات المختلفة: (0.1—0.3) جرام/ كيلوجرام من الوزن الجاف.

— معدل الامتصاص: (44—80%) من الكمية الموجودة في الغذاء.

الكروم (Chromium)

يوجد نحو 5 ملليجرامات كروم (رمزه Cr، ووزنه الذري = 52) في جسم الإنسان البالغ. وهو يتركّز في الشعر، والطحال، والكليتين، والخصيتين، والبنكرياس، والقلب، والدماغ، والرئتين. ويُعَدّ مركّب عامل تحمّل الجلوكوز (Glucose Tolerance Factor: GTF) الشكل الفاعل فسيولوجياً للكروم، وهو مركّب عضوي يحتوي على فيتامين النياسين وثلاثة أحماض أمينية (الجليسين، والسيستين، والجلوتاميك).

أهمية الكروم للإنسان (Importance of Chromium for Human)

يمكن إجمال أهمية الكروم للإنسان فيما يأتي:

أ- الإسهام في عملية أيض الكربوهيدرات؛ لأنّ عامل تحمل الجلوكوز (GTF) يعمل على نقل الأنسولين والاتصال بمواقع استقباله على أغشية الخلايا، ممّا يساعد على امتصاص الجلوكوز وأيضه.

ب- المساعدة على تصنيع الكولسترول والأحماض الدهنية، وربّما تصنيع البروتين؛ نظراً إلى ارتباطه بِـ (RNA).

ج- تنشيط بعض النظم الإنزيمية (Enzyme Systems).

الحاجة اليومية من الكروم (Daily Need of Chromium)

لم تُحدَّد المقرّرات الغذائية المقترحة (RDA) للكروم، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطني الأمريكي (1989م) قدّرت الحاجات اليومية التي تفي بحاجة الجسم منه على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة — سنة): (10—60) ميكروجراماً من الكروم/ يوم.
- الأطفال (1—3 سنوات): (20—80) ميكروجراماً من الكروم/ يوم.
- الأطفال (4—6 سنوات): (30—120) ميكروجراماً من الكروم/ يوم.
- الأطفال (7—10 سنوات)، والمراهقون، والبالغون (ذكوراً وإناثاً): (50—200) ميكروجرام من الكروم/ يوم.

مصادر الكروم في الغذاء اليومي (Sources of Chromium in Daily Food)

يوجد الكروم بنسب جيدة في اللحوم، والأجبان، والكبدة، والحبوب الكاملة. كما يوجد في مياه الشرب بصورة كروم ثلاثي التكافؤ (Trivalent Chromium).

أعراض نقص الكروم على الإنسان (Symptoms of Chromium Deficiency)

تتمثَّل أعراض نقص الكروم في بطء النمو، وقلّة مخزون الجلايكوجين في الجسم، واضطراب في أيض الأحماض الأمينية، وضرر في الشريان الأورطي في حالة ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم. وتجدر الإشارة إلى أنّ أعراض نقص الكروم تظهر في حالات سوء التغذية الشديدة ، أو الإصابة بمرض السكري، أو أمراض الأوعية الدموية. ويستفيد الأشخاص المصابون بمرض السكري من تناول الكروم، إلّا أنّه لا يعالج هذا المرض.

الأمراض المرتبطة بالكروم (Diseases Related to Chromium)

أثبتت الدراسات أنّ تناول الكروم بمقدار 200 ميكروجرام/ يومياً مدّة 5 أيام، يؤدي إلى ارتفاع تركيز كولسترول البروتينات الدهنية المرتفع الكثافة (HDL—Cholesterol). كما أنّ تناول مدعّمات الكروم يعمل على خفض مستويات الجلوكوز والأنسولين؛ ممّا يؤدي إلى حدوث تحسّن في تحمّل الجلوكوز (Glucose Tolerance). وبوجه عام، فإن قلّة تناول الكروم قد تكون سبباً جزئياً في ضعف تحمّل الجلوكوز، وارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم، وانخفاض مستوى الجلوكوز في الدم، وارتفاع مستوى الجلوكوز في البول (Glycosuria)، وعدم الاستجابة للمعالجة بالأنسولين.

إحصائية غذائية وبيولوجية للكروم (Dietary and Biological Statistic for Chromium)

— مخزون الجسم من الكروم:	(5—10) ملليجرامات.
— مستوى الكروم في البلازما:	3 أجزاء في البليون (PPb).
— إسهام الأغذية:	* الفواكه: 20 جزءاً في المليون (ppm) يومياً.
	* الخضراوات: (30—55) جزءاً في المليون (ppm) يومياً.
	* الحبوب: (30—70) جزءاً في المليون (ppm) يومياً.
	* الوجبة الغذائية المتكاملة: (50—100) ميكروجرام يومياً.
— معدل الامتصاص:	*(0.5—2%) من الكمية الموجودة في الغذاء.
	* (10—25%) من الكروم الثلاثي التكافؤ (Cr+++) الموجود في عامل تحمّل الجلوكوز (GTF).
	* 1% من الكروم غير العضوي.
— الفاقد من طحن الحبوب:	83% من الكروم.
— تركيز الكروم في الشعر:	(3—6) ميكرومول (Umol)/كيلوجرام (مؤشر جيد لحدوث النقص).
— الجرعة السامة:	غير معروفة.

المولبيدنيوم (Molybdenum)

تُقدَّر كمية المولبيدنيوم (رمزه Mo، ووزنه الذري = 96) في جسم الشخص البالغ بنحو 9 ملليجرامات، وهو يتركّز في الكليتين، والكبد، وخلايا الدم، والخلايا الكظرية (Adrenal Cells).

أهمية المولبيدنيوم للإنسان (Importance of Molybdenum for Human)

يمكن إجمال أهمية المولبيدنيوم للإنسان فيما يأتي:

أ- أحد مكوّنات إنزيم أكسيديز الألدهيد (Aldehyde Oxidase)، وإنزيم أكسيديز الزانثين (Xanthine Oxidase) الضروريين لأكسدة الزانثين إلى حمض يوريك، وأكسدة الألدهيدرات إلى أحماض كاربوكسيلية على التوالي.

ب- حماية الأسنان من التسوس؛ لأنّه يزيد من قدرة الأسنان على الاحتفاظ بالفوسفور.

ج- العمل على نمو الفطريات التي تفرز السموم الفطرية (Mycotoxins)، والبكتيريا التي تثبّت النيتروجين.

الحاجة اليومية من الموليبدنيوم (Daily Need of Molybdenum)

لـم تُحـدَّد المقـرّرات الغذائيـة المقترحـة (RDA) للموليبدنيـوم ، إلّا أنّ هيئة الغذاء والتغذية في مجلس الأبحاث الوطنـي الأمريكي (1989م) قدّرت الحاجات اليومية التي تفي بحاجة الجسم منه على النحو الآتي:

- الرضّع (من الولادة – سنة): (15–40) ميكروجراماً من الموليبدنيوم/ يوم.
- الأطفال (1–3 سنوات): (25–50) ميكروجراماً من الموليبدنيوم/ يوم.
- الأطفال (4–6 سنوات): (30–75) ميكروجراماً من الموليبدنيوم/ يوم.
- الأطفال (7–10 سنوات): 50–150 ميكروجراماً من الموليبدنيوم/ يوم.
- المراهقون، والبالغون (ذكوراً وإناثاً): (75–250) ميكروجراماً من الموليبدنيوم/ يوم.

مصادر الموليبدنيوم في الغذاء اليومي (Sources of Molybdenum in Daily Food)

يوجد الموليبدنيوم بكميات جيدة في البازلاء، والفاصوليا الجافة، والكبدة، والكلية، واللحوم الحمراء، والدواجن، والحبوب الكاملة.

أعراض نقص الموليبدنيوم على الإنسان (Symptoms of Molybdenum Deficiency)

لا تُعرَف أعراض نقص الموليبدنيوم على الإنسان؛ نظراً إلى حصوله على كامل حاجاته من الأغذية المتنوعة.

إحصائية غذائية وبيولوجية للموليبدنيوم (Dietary and Biological Statistic for Molybdenum)

– مخزون الجسم من الموليبدنيوم:	9 ملليجرامات.
– إسهام الأغذية:	(0.1–0.46) ملليجرام يومياً (المتوسط: 0.35ملليجرام)، أو (0.5–2) ملليجرام/ يوم (مناطق أُخرى).
– مستوى الموليبدنيوم في الدم:	(30–700) نانومول (nmol) / لتر.
– الجرعة المفرطة:	إنّ تناول الموليبدنيوم بتركيز مرتفع (10–15 ملليجراماً/ يوم) يؤدي إلى الإصابة بالنقرس (Gout) بسبب زراعة النباتات النامية في تربة غنية جداً بالموليبدنيوم.

الكوبالت (Cobalt)

يحتوي جسم الإنسان البالغ على نحو 0.005 جرام من الكوبالت (رمزه Co، ووزنه الذري = 59).

وهو يدخل في تركيب فيتامين ب$_{12}$ الذي يُصنع بوساطة البكتيريا داخل الجهاز الهضمي للحيوانات المجترة. وبعبارة أُخرى، فإنّ الكوبالت الحرّ ليس ضرورياً للإنسان من الناحية الغذائية؛ نظراً إلى عدم الاستفادة منه في تصنيع فيتامين ب$_{12}$.

أهمية الكوبالت للإنسان (Importance of Cobalt for Human)

يمكن إجمال أهمية الكوبالت للإنسان فيما يأتي:

أ- أحد مكوّنات فيتامين ب$_{12}$.

ب- المساعدة على تنشيط إنزيم الفوسفوترانسفيريز (Phosphotranspherase).

ج- مساعدة الخلايا المتنوعة في الجسم على أداء وظائفها الحيوية، خصوصاً خلايا لارلي (Larly Cells) في نخاع العظام، وجهاز المعدة المعوي، والجهاز العصبي.

الحاجة اليومية من الكوبالت (Daily Needs of Cobalt)

لا توجد حديثاً مقرّرات غذائية مقترحة للكوبالت (RDA)، وقد يُعزى سبب ذلك إلى تزويد الوجبة الغذائية المتكاملة الإنسان بحاجاته اليومية من الكوبالت. وبوجه عام، يحتاج الإنسان إلى نحو ميكروجرام كوبالت يومياً بصورة فيتامين ب$_{12}$.

مصادر الكوبالت في الغذاء اليومي (Sources of Cobalt in Daily Food)

يتوافر الكوبالت في العديد من الأغذية، مثل: الكبدة، والكلاوي، واللحوم الحمراء، والأسماك، والدواجن، والمحار، والأصداف البحرية، ويوجد بكميات لا بأس بها في الحبوب، والبقوليات، والخضراوات الورقية.

إحصائية غذائية وبيولوجية للكوبالت (Dietary and Biological Statistic for Cobalt)

— مخزون الجسم من الكوبالت:	1.5 ملليجرام (يُشكِّل 4% من تركيب فيتامين ب$_{12}$).
— إسهام الأغذية:	3 ملليجرامات يومياً.
— الإخراج:	85% مع البول.
— مستوى الكوبالت في بلازما الدم:	ميكروجرام/ 100 ملليلتر.
— الجرعة السامة:	500 ميكرومول (Umol) / يوم.

❋ ❋ ❋

المكوّن السادس: الماء (The Water)

قال تعالى في كتابه العزيز ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾ (الأنبياء:30).

يتألّف الماء من ذرة أكسجين واحدة وذرتين من الهيدروجين (H_2O). وهو يُعَدّ من أهم العناصر الغذائية –بعد الأكسجين– لاستمرار الحياة على سطح الكرة الأرضية؛ إذ يمكن للإنسان أن يعيش عدّة أسابيع من دون طعام اعتماداً على الأغذية المخزّنة في جسمه، إلّا أنّه يموت بعد عدّة أيام (3–5 أيام) إذا حُرِم من الماء. ويُشكِّل الماء في المتوسط نحو ثلثي وزن الشخص البالغ (65%)، مُوزَّعة داخل الخلايا (70%) وخارجها (30%). ويتعرّض الإنسان إلى الموت حين يفقد نحو 20% من كمية الماء الموجودة في جسمه.

أهمية الماء للإنسان (Importance of Water for Human)

يمكن إجمال أهمية الماء للإنسان فيما يأتي:

أ- أحد مكوّنات سوائل الجسم، مثل: الدم، والليمف، والبول، والعصارات الهاضمة، والعرق.

ب- عمل الماء عمل المُليِّن الذي يُسهِّل بلع الطعام، وكذلك عمل المادة الزلقة المانعة للاحتكاك بين أجزاء الجسم؛ ممّا يُسهِّل حركة المفاصل والعضلات والأعضاء في الجسم.

ج- العمل بوصفه وسطاً ناقلاً للعناصر الغذائية داخل الجسم، وللمواد الضارة (مخلّفات الأيض)؛ بغية طرحها خارج الجسم مع البول والعرق والبراز.

د- العمل على تنظيم الضغط الأسموزي في الجسم.

هـ- العمل على تنظيم درجة حرارة الجسم، والمحافظة على عدم تأثّرها بالمتغيّرات الخارجية من حرارة أو برودة.

و- المساعدة على إذابة العناصر الغذائية والتحلّل المائي للكربوهيدرات والبروتينات والدهون بمساعدة بعض الإنزيمات؛ ممّا يُسهِّل هضمها وامتصاصها وأيضها داخل الجسم.

ز- العمل بوصفه وسطاً مناسباً لحدوث التفاعلات الكيميائية والحيوية داخل الجسم.

الحاجة اليومية من الماء (Daily Need of Water)

يحتاج الشخص السليم إلى نحو (1–1.5) لتر ماء يومياً في ظروف الحرارة المعتدلة، وإلى تناول أغذية فقيرة بالأملاح والمواد الصُّلْبة، وممارسة تمارين رياضية خفيفة. ويمكن تحديد حاجة الشخص من الماء على أساس ملليلتر واحد من الماء لكل كيلوكالوري واحد من إجمالي الطاقة المستهلكة للبالغين، و 1.5 ملليلتر من الماء لكل كيلوكالوري واحد من إجمالي الطاقة المستهلكة للأطفال الرضّع.

وبوجه عام، تتحدّد حاجة الإنسان اليومية من الماء تبعاً لعوامل عدّة، أهمها:

- الظروف البيئية: تزداد حاجة الإنسان إلى الماء عند ارتفاع درجة الحرارة، وانخفاض معدل الرطوبة الجوية.
- الإنتاجية: تحتاج المرأة المرضع إلى كمية إضافية من الماء (900 ملليلتر)، فضلاً عن حاجاتها الطبيعية لإنتاج الحليب.
- نوع الغذاء: تناول الأغذية المملّحة والجافة والبروتينات والألياف الغذائية، يزيد من حاجة الإنسان إلى الماء، في حين أنّ تناول الخيار والبطيخ والسوائل يُقلِّل من حاجته إلى الماء.

- كمية الغذاء: تقل حاجة الإنسان إلى الماء بانخفاض كمية الغذاء المتناولة، والعكس صحيح، وهذا يُوضِّح سبب قلّة كمية الماء التي يشربها الصائم.
- النوع: تحتاج الثدييات إلى كمية ماء أكبر ممّا تحتاج إليه الطيور؛ ذلك أنّ الثدييات تحتاج إلى هذه الكمية من الماء لتخفيف اليوريا (Urea) الناتجة من أيض البروتينات لتفادي سُمِّيتها، في حين تُفرز الطيور مخلّفات أيض البروتينات بصورة حمض اليوريك (Uric Acid) الأقل سُمِّية.

مصادر الماء في الغذاء اليومي (Sources of Water in Daily Food)

يحصل الإنسان على الماء من ثلاثة مصادر رئيسة، هي:

- المشروبات (Beverages): تشمل المشروبات الماء، والمشروبات الغازية، والشاي، والقهوة، وما شابهها. ويتناول الشخص يومياً نحو (1—1.5) لتر من المشروبات في الظروف الطبيعية.
- الماء الأيضي (Metabolic Water): هو الماء الناتج من أكسدة (أيض) العناصر الغذائية داخل الخلايا. ويُقدَّر الماء الأيضي الناتج من أكسدة 100 جرام من البروتينات أو الكربوهيدرات أو الدهون بنحو 42 جراماً (42%)، و60 جراماً (60%)، و 107 جراماً (107%) على التوالي. ويحصل الإنسان على نحو 10% من حاجاته اليومية من الماء الأيضي.
- الماء الغذائي (Water in Foods): هو الماء الموجود في الأغذية التي يتناولها الإنسان. وتتراوح الكمية المتناولة منه يومياً ما بين (50—400) ملليلتر. وتتباين نسبة الماء في الأغذية باختلاف نوع الغذاء. فمثلاً، تتراوح نسبة الماء في الفواكه والخضراوات ما بين (70—95%)، وفي الحبوب المطهوة ما بين (60—80%)، وفي اللحوم ما بين (40—50%).

أعراض نقص الماء على الإنسان (Symptoms of Water Deficiency)

قد تظهر أعراض نقص الماء على الرياضيين الذين يمارسون تمارين رياضية عنيفة في المناطق الحارة مُدداً طويلةً. ويمكن إجمال أعراض نقص الماء فيما يلي:

- انخفاض أداء اللاعب وكفاءته ودرجة تحمّله، وكذلك ظهور بعض الاضطرابات الفسيولوجية حين تصل كمية الماء المفقودة إلى نحو (2—3%) من وزن الجسم.
- ارتفاع معدل درجة حرارة الجسم، ومعدل ضربات القلب وضغط الدم حين يصل الفاقد من الماء إلى نحو (5—6%) من وزن الجسم.
- ازدياد معدل التنفس، والإصابة بالغثيان والخدر والهلوسة حين يفقد الجسم ما نسبته (6—10%) من وزنه على صورة ماء.
- الإصابة بالهذيان، والصمم، وعدم وضوح الرؤيا (معتمة)، والصدمة الحرارية (Heat Stroke)، وقد تحدث الوفاة في النهاية حين يفقد الجسم 11% من وزنه ماء.
- الكليتان: يفقد الجسم نحو (0.6—1.5) لتر ماء يومياً عن طريق الكليتين على صورة بول. وتتناسب الكمية المفقودة عن طريق الكليتين طردياً مع كمية الفضلات التي يجب أن يتخلص منها الجسم. فمثلاً، يقل إفراز البول في حالة تناول وجبة غذائية غنية بالبروتينات أو الأملاح. ويتكوّن البول من ماء (97%)، ومركّبات أُخرى مثل اليوريا وكلوريد الصوديوم.
- الجلد: يفقد الجسم عن طريق الجلد نحو (0.3—0.5) لتر ماء يومياً على صورة عرق، وتزداد هذه الكمية بازدياد درجة حرارة الجو، وزيادة المجهود العضلي. ويُعَدّ فقدان العرق أمراً مهماً جداً لتنظيم درجة حرارة الجسم، وتفوق كميته لدى الأطفال الكمية التي يُفرِزها البالغون؛ نظراً إلى كبر مساحة سطح الجلد.
- الرئة: يفقد الجسم نحو 0.4 لتر ماء يومياً عن طريق الرئة، على صورة بخار ماء مع هواء الزفير. وتزداد كمية الماء المفقودة عن طريق الرئة بزيادة معدل التنفس، وعند الإصابة بالالتهاب، أو الحمّى، أو الحروق، أو بذل مجهود عضلي شاق.
- القناة الهضمية (القولون): يفقد الجسم نحو 0.2 لتر ماء يومياً عن طريق القولون مع البراز، وتزداد هذه الكمية بزيادة كمية الألياف المتناولة في الوجبة الغذائية.

وبوجه عام، فإنّ كمية الماء المفقودة يومياً من جسم الإنسان يجب أن تتناسب مع الكمية المتناولة.

إحصائية غذائية وبيولوجية للماء (Dietary and Biological Statistic for Water)

— مخزون الجسم (الشخص البالغ) من الماء:

* 40 كيلوجراماً (60% من وزن الجسم).
* 25 لتراً داخل الخلايا.
* 15 لتراً خارج الخلايا.

— تركيز الماء في بلازما الدم:

(90—92%).

— الماء الأيضي الناتج من أكسدة جرام واحد من عناصر الطاقة:

الكربوهيدرات: 0.60 جرام، البروتينات: 0.41 جرام، الدهون: 1.07 جرام.

— مدى الفاقد اليومي من ماء الجسم:

* البراز: (100—200) ملليلتر.
* البول: (1000—1500) ملليلتر.
* الرئة: (250—400) ملليلتر.
* العرق المرئي: صفر — 1000 ملليلتر

— الاحتياج اليومي — البالغون

* ملليلتر واحد/ كيلوكالوري واحد.

أو البالغون

* 38 ملليلتراً/ كيلوجرام من وزن الجسم (37.5 م).

أو البالغون

* 22 ملليلتراً/ كيلوجرام من وزن الجسم (22 م).

الرضع

* 1.5 ملليلتر/ كيلوكالوري واحد.

أو الرضع

* 110 ملليلتر/ كيلوجرام من وزن الجسم.

الأطفال

* 40 ملليلتراً/ كيلوجرام من وزن الجسم (10 سنوات).

— خروج الماء من الجلد بصورة عرق:

لتر واحد يحتاج إلى 600 كيلوكالوري

— أعراض انخفاض مستوى الماء في الجسم:

* (4—5%) من وزن الجسم: قلّة النشاط، والفاعلية العضلية.
* 10% من وزن الجسم: الإصابة بالجفاف.
* 20% من وزن الجسم: توقّف الدورة الدموية، والوفاة.

— توازن الماء في الجسم (الرضيع لمدة 3 ايام):

* حجم البول 20 ملليلتراً (الكليتان غير فاعلتين).
* حجم البول 200 ملليلتر (حدوث تطور جزئي في فاعلية الكليتين).
* حجم البول 300 ملليلتر (حدوث تطور كامل في فاعلية الكليتين).