الفصل الأول

# العناصر الغذائية وأهميتها لصحة الإنسان

تعتبر الخضروات من أهم الأغذية التى تمد الجسم بحاجته من العناصر الغذائية. وقبل أن نتطرق إلى محتوى الخضر من هذه العناصر، فإنه من المناسب أولاً التعرف على العناصر الغذائية المختلفة، وأهميتها لصحة الإنسان.

ونستعرض – فيما يلى- شرحًا موجزًا لتلك العناصر وأهميتها لصحة الإنسان.

## الدهـون

تعتبر الدهون أغنى الأغذية بالسُّعرات الحرارية التى تمد الإنسان بالطاقة اللازمة لحركته ونشاطه. وتعد بعض الدهون مصدرًا هامًا لفيتامينات أ (A)، د (D)، هـ (E)، ك (K). كما تساعد الدهون على التخلص من فضلات الطعام. هذا.. وتعتبر الخضروات – بصورة عامة – فقيرة فى محتواها من الدهون.

## المواد الكربوهيدراتية

تعتبر المواد الكربوهيدراتية أحد المصادر الرئيسية التى تمد الإنسان بالسعرات الحرارية. وتوجد المواد الكربوهيدراتية فى صور مختلفة، مثل: الجلوكوز، والسكروز، والفراكتوز، والنشا، وغيرها. وأبسطها السكريات الأحادية، مثل الجلوكوز الذى يمتص مباشرة فى الدم، ويخزن الجزء الزائد منه على صورة جليكوجين فى الكبد، أو على صورة دهون فى الأنسجة الأخرى. ومن الخضر الغنية بالمواد الكربوهيدراتية بذور البقوليات الجافة، وجذور البطاطا، ودرنات البطاطس، وكورمات القلقاس.

تتواجد الكربوهيدرات فى مدى واسع للوزن الجزيئى من سكريات بسيطة إلى بوليمرات معقدة، قد تتشكل من عدة مئات من وحدات السكريات البسيطة. وتشكل الكربوهيدرات من ٢٪ - ٤٠٪ من النسيج النباتى، حيث يوجد المحتوى المنخفض فى بعض القرعيات كالخيار والكوسة، ويوجد المحتوى العالى فى خضر مثل البطاطا والكاسافا.

يُعد السكروز والجلوكوز والفراكتوز السكريات السائدة فى معظم الخضر، وغالبًا ما يتواجد الجلوكوز والفراكتوز بتركيزات متماثلة فى المنتج الواحد. لكن يتواجد السكروز منفردًا فى خضر قليلة مثل جذور بنجر المائدة، حيث يوجد فيها بنسبة ٨٪.

ويشكل النشا – الذى يوجد بتركيز عالٍ فى عديد من الخضر الاستوائية كالكاسافا واليام والبطاطا والقلقاس وبعض خضر المناطق المعتدلة كالبطاطس – يشكل مصدرًا رئيسيًّا للطاقة التى تلزم الإنسان.

وتشكل الألياف (وهى موضوع العنوان التالى) جزءًا رئيسيًّا من المواد الكربوهيدراتية بالخضر، وهى لا تُهضم فى الأمعاء الدقيقة للإنسان، ولكنها إما أن تويَّض فى الأمعاء الغليظة، وإما أن تمر من الجسم مع البراز. ويعد السيليلوز والمركبات البكتينية والهيميسيليلوز (نصف السيليلوز) أهم البوليمرات الكربوهيدراتية التى تشكل الألياف. أما اللجنين فهو بوليمر معقد من مركبات أروماتية (عطرية) ترتبط معًا بوحدات بروبيل propyl، وهو – كذلك – من المكونات الرئيسية للألياف الغذائية. وتلك الألياف الغذائية لا تُهضم لأن الإنسان لا يمكنه إفراز الإنزيمات الضرورية لكسر البوليمرات إلى وحداتها البسيطة التى يمكن للجسم امتصاصها.

وعلى الرغم من تماثل النشا والسيليلوز فى التركيب الكيميائى، حيث يتم تمثيلهما من وحدات D-glucose، فإن الرابطة بين تلك الوحدات تختلف بينهما. فالنشا تكون فيه الرابطة α-1,4، وهى تتحلل بفعل عديد من إنزيمات الأميليز التى يفرزها الإنسان. أما السيليلوز فتكون فيه الرابطة β-1,4، ولا يمكن للإنسان إفراز إنزيم السليوليز cellulase الذى يلزم لهضمها. كذلك يفتقر الإنسان للإنزيمات الضرورية لتحلل البكتينات والهيميسيليلوز إلى وحدات حامض الجالاكتيرونك galacturonic، وإلى الزيلوز xylose والمكونات البنتوزية pentose الأخرى، على التوالى (عن Wills وآخرين ١٩٩٨).

## الألياف

تُعرّف الألياف التى يتناولها الإنسان ضمن غذائه Dietary Fiber بأنها: المكونات الغذائية النباتية التى تقاوم الهضم بواسطة الإنزيمات التى توجد طبيعيًا فى الإنسان. وهى تتكون أساسًا من مكونات الجدر الخلوية، التى تشمل عديدات التسكر – غير النشا – واللجنين.

وتقسم الألياف إلى قابلة للذوبان فى الماء، وتشمل: البكتينات، والصموغ، والهُلام النباتى mucilages، وأخرى غير قابلة للذوبان فى الماء، وتشمل: السيليلوز، والنصف سيليلوز hemicellulose، واللجنين. ويلزم لهضم هذه الألياف إنزيمات لا توجد فى الجهاز الهضمى للإنسان، مثل: الـ cellulase، والـ hemicellulase، والـ Pectinase.

وبينما تبطئ الألياف القابلة للذوبان فى الماء إخراج الفضلات من جسم الإنسان وتبطئ مرور الغذاء خلال الأمعاء الدقيقة، ولا تؤثر فى كمية الإخراج.. فإن الألياف غير القابلة للذوبان فى الماء تُسرع من إخراج الفضلات ومرورها فى الأمعاء الدقيقة، وتزيد من كمية الإخراج.

وتخفَّض معظم الألياف القابلة للذوبان فى الماء نسبة الكوليسترول فى الدم، بينما ليس للألياف غير القابلة للذوبان تأثير عليها.

وقد أثبتت الدراسات الطبية أن الألياف تفيد فى خفض معدلات الإصابة بكل من أمراض القلب والسرطان، والسكتة الدماغية، والبول السكرى، وتصلب الشرايين، وهى الأمراض المسئولة عن حوالى ٦١٪ من حالات الوفيات فى الولايات المتحدة الأمريكية (عن Anderson ١٩٩٠).

**ويُعتقد فى وجود علاقة قوية بين نقص الألياف فى الغذاء والإصابة بالأمراض التالية (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤، و Wills وآخرين ١٩٩٨) :**

التهاب الزائدة الدودية Appendicitis.

سرطان القولون Cancer of the colon.

الإمساك Constipation.

جلطة الأوردة Deep vein thrombosis.

السكر Diabetes.

نتوءات أو بروزات القولون Diverticulosis.

الحصوات المرارية Gallstones.

البواسير Hemorrhoids.

الفتق Hiatus hernia.

الذبحة الصدرية Ischemic heart disease.

البدانة Obesity.

أورام الشرج Tumors of the rectum.

دوالى الأوردة Varicose veins.

## البروتينات

البروتينات مركبات عضوية معقدة تتكون من اتحاد عدد كبير من الأحماض الأمينية، وهى التى تتحلل إليها البروتينات أثناء عملية الهضم، وتمتص فى الدم على هذه الصورة، وهى – أى الأحماض الأمينية – ضرورية لبناء أنسجة الجسم المختلفة. وتستعمل البروتينات الزائدة على حاجة الجسم فى توليد الطاقة، ولكن تتولد عنها طاقة أقل بكثير مما يتولد عن هضم الدهون أو المواد الكربوهيدراتية.

تعتبر بذور البقوليات الجافة أغنى الخضر بالبروتينات، تليها البقوليات التى تستهلك خضراء. أما باقى الخضروات، فتعتبر فقيرة نسبيًا فى محتواها من البروتين، إلا إذا استهلكت بكميات كبيرة، كما فى حالة البطاطس، والكاسافا، واليام.

### ومن الأحماض الأمينية التى تدخل فى تركيب البروتين ما يلى:

آلانين alanine، وجليسين glycine، وليوسين leucine ، وفالين valine، وفينيل آلانين phenylalanine، وأيزوليوسين isoleucine، وتريبتوفان tryptophan، وتيروزين tyrosine، وثريونين threonine، وسيرين serine، وحامض الجلوتامك glutamic acid، وحامض الأسبارتك aspartic acid، وجلوتامين glutamine، وأسباراجين asparagine، وأرجينين arginine، وليسين lysine، ومثيونين methionine، وهستيدين histidine، وسستين cysteine، وسستاين cystine، وهيدروكسى برولين hydroxyproline، وبرولين proline.

ويوجد بالأنسجة النباتية العديد من الأحماض الأمينية الأخرى، ولكنها لا تدخل فى تركيب البروتين.

## الأهمية النسبة للأحماض الأمينية المختلفة للإنسان

تقسم الأحماض الأمينية إلى ثلاثة أقسام بالنسبة لضرورة توافرها فى غذاء الإنسان، كما يلى:

١- أحماض أمينية ضرورية أو أساسية Essential، وهى التى لابد من توافرها فى غذاء الإنسان، إذ لا يستطيع الجسم تحضيرها من مصادر أخرى، بل لابد من حصوله عليها مباشرة. ويُبين جدول (١- ١) هذه الأحماض والكميات التى تلزم منها يوميًّا لشخص متوسط العمر سليم الجسم.

جدول (١– ١)

الأحماض الأمينية الضرورية، والكميات التى تلزم منها يوميًا لشخص متوسط العمر سليم البدن

| الحمض الأمينى | | الحد الأدنى للاحتياجات اليومية (جرام) | الكمية التى يجب تناولها منه يوميًّا (جرام) |
|---|---|---|---|
| تريبتوفان | tryptophan | ٠,٢٥ | ٠,٥ |
| فينيل آلانين | phenylalanine | ١,١٠ | ٢,٢ |
| ليسين | lysine | ٠,٨٠ | ١,٦ |
| ثريونين | threonine | ٠,٥٠ | ١,٠ |
| فالين | valine | ٠,٨٠ | ١,٦ |
| ميثونين | methionine | ١,١٠ | ٢,٢ |
| ليوسين | leucine | ١,١٠ | ٢,٢ |
| أيزوليوسين | isoleucine | ٠,٧٠ | ١,٤ |

٢- أحماض نصف هامة، وهى التى لا يستطيع الجسم تحضيرها بكميات كافية من مصادر أخرى، وهى:

أرجينين arginine، وهستيدين histidine، وسيستاين cystine، وتيروزين tyrosine.

ويعتبر الحامضان هستيدين وأرجينين من الأحماض الأمينية الضرورية بالنسبة للأطفال.

٣- أحماض غير أساسية، وهى التى يستطيع الجسم تحضيرها عند توفر مصدر للآزوت فى الغذاء، وهى باقى الأحماض الأمينية.

ويجب أن تحتوى الوجبة الواحدة على جميع الأحماض الأمينية الضرورية – بالنسبة المناسبة لكل منها – حتى يمكن للجسم أن يستفيد منها فى تحضير البروتينات اللازمة له، كما يجب أن يكون الغذاء غنيًا بالآزوت، حتى يمكن للجسم أن يكوِّن بنفسه ما ينقص من الأحماض الأمينية غير الأساسية (Arthey ١٩٧٥).

وإذا حدث نقص فى حامض أمينى ضرورى أو أكثر من واحد من الأحماض الأمينية الضرورية – عن النسبة الملائمة لأى منها – فإن استفادة الجسم من جميع الأحماض الأمينية الأخرى تنخفض بنفس النسبة؛ فيستخدم منها فى تمثيل البروتين القدر الذى يتناسب مع الحامض الذى لا يتواجد بالنسبة الملائمة. أما الفائض من تلك الأحماض فإنه يستخدم كمصدر للطاقة؛ حيث لا يمكن للجسم تخزينه.

ويستخدم دليل الأحماض الأمينية الضرورية Essential Amino Acid Index فى مقارنة القيمة النسبية للبروتينات المختلفة، وهو يقدر بالمعادلة التالية:

$$EAAI = \sqrt[2]{(EAA_1)\,(EAA_2)\,(EAA_3)\ldots\,(EAA)_n}$$

حيث إن:

EAAI: دليل الأحماض الأمينية الضرورية.

$EAA_1$، و $EAA_2$، و $EAA_3$...، و $(EAA)_n$: تركيز مختلف الأحماض الأمينية الضرورية من رقم (1) إلى (n).

كما يعطى لكل بروتين قيمة كيميائية Chemical Score هى النسبة المئوية لأقل الأحماض الأمينية تواجدًا فى البروتين limiting amino acid (أو LA) إلى محتوى نفس الحامض الأمينى فى بروتين البيض whole egg protein (أو EA) ، كما يلى (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥):

$$\text{Chemical Score} - LA/EA \times 100$$

ويمكن التوصل إلى التوازن المطلوب من الأحماض الأمينية الضرورية – بالنسب الملائمة لكل منها – بتناول أغذية مكملة لبعضها فى تلك الأحماض فى الوجبة الواحدة، أو فى خلال فترة زمنية قصيرة. وكمثال على ذلك نجد أن الفاصوليا غنية بالحامض الأمينى ليسين lysine، وفقيرة فى محتواها من الحامضين مثيونين methionine، وسيستين cystine، بينما نجد أن القمح فقير

فى محتواه من الليسين وغنى بكل من المثيونين والسيستين. أما باقى الأحماض الأمينية الضرورية فإنها تتواجد بنسب عالية فى كل منهما. وباستهلاك الفاصوليا مع خبز القمح بنسبة ١:١ فإن الفرد يحصل على نسبة متوازنة من جميع الأحماض الأمينية الضرورية فى الوجبة الواحدة. كذلك يحدث التوازن عند تناول الجبن مع خبز القمح، والفاصوليا أو البسلة مع الأرز، و"الكورن فليكس" مع الحليب.

وتتضح الكميات الموصى بها من مختلف الأحماض الأمينية الضرورية – والتى يتعين تواجدها ضمن الأغذية التى يتناولها الفرد الذكر البالغ يوميًّا – فى القائمة التالية:

| الحامض الأمينى الضرورى | الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام) |
|---|---|
| الأحماض الأروماتية | |
| فينيل آلانين – تيروزين | معًا: ١١٠٠ |
| الأساسية | |
| ليسين | ٨٠٠ |
| هستديدين | غير معروف |
| ذو السلاسل المتفرعة | |
| أيزوليوسين | ٧٠٠ |
| ليوسين | ١٠٠٠ |
| فالين | ٨٠٠ |
| المحتوية على الكبريت | |
| مثيونين – سيستين | معًا: ١١٠٠ |
| أحماض أمينية أخرى | |
| تريبتوفان | ٢٥٠ |
| ثريونين | ٥٠٠ |
| الأحماض الدهنية الضرورية | |
| أراشيدونك – لينوليك – لينولينك | ٦٠٠٠ |

هذا.. ويُعدّ صافى الاستفادة من البروتين الموجود بالأغذية – فى تمثيل البروتين فى جسم الإنسان – دليلاً على جودة نوعية البروتينات الموجودة فى تلك الأغذية. ويعتبر بروتين البيض أفضل البروتينات نوعية، حيث تتواجد فيه الأحماض الأمينية الضرورية بنسب ملائمة – لكل منها – تجعل الاستفادة منه كاملة، وتليه مباشرة بروتينات الحليب، واللحوم، والأسماك، ومنتجات الألبان التى تتراوح معدلات الاستفادة من كل منها – منفردة – بين ٧٠٪ و٨٠٪ تقريبًا. كذلك ترتفع معدلات الاستفادة إلى أكثر من ٧٠٪ فى كل من الذرة والأسبرجس، ولكنها تنخفض إلى ٥٠٪ فى فاصوليا الليما، وإلى نحو ٤٠٪ فى الفاصوليا الجافة العادية بسبب نقص الحامضين الأمينيين الكبريتيين مثيونين وسيستين فى كليهما. وبالمقارنة.. توجد الأحماض الأمينية بصورة متوازنة فى الخضر الورقية باستثناء الحامض مثيونين الذى تفتقر إليه.

وتلعب البروتينات دورًا هامًّا فى استفادة الجسم من فيتامين أ؛ إذ يؤدى نقص البروتين فى الأغذية التى يتناولها الإنسان إلى حدوث نقص فى كل من الـ retinol-binding protein، والـprealbumin، وهما البروتينان اللذان يؤدى نقصهما فى الكبد إلى تخزين فيتامين أ فيه، وعدم انتقاله إلى أجزاء الجسم الأخرى، وتظهر – نتيجة لذلك – أعراض نقص فيتامين أ حتى لو تناول الفرد كميات كافية منه أو من البيتاكاروتين فى غذائه (عن Scrimshaw & Young ١٩٧٦).

## العناصر

يحتوى جسم الإنسان على عدد كبير من العناصر، بعضها غير معدنى، مثل: الكربون، والأيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، والكبريت، والكلور، والبروم، واليود، والبورون، وبعضها معدنى، مثل: الكالسيوم، والمغنسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم، والحديد، والنحاس، والزنك، والنيكل، والكوبالت، والمنجنيز، والألومنيوم، والموليبدنم.

**وتقسم العناصر حسب الكمية التى يحتاج إليها جسم الإنسان إلى فئتين رئيسيتين كما يلى:**

١- عناصر كبرى Macroelements: وهى التى يحتاج إليها الجسم بكميات تزيد على ملليجرام واحد يوميًّا، وتشمل الكالسيوم، والمغنسيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والفوسفور، والكبريت، والكلور، والفلور.

٢- عناصر صغرى Microelements: وهى التى توجد فى الجسم بتركيزات تتراوح بين $١٠^{-٦}$ و $١٠^{-١٢}$ جرامًا لكل جرام من وزن الجسم، وتشمل باقى العناصر.

## الكالسيوم

يوجد الكالسيوم بوفرة فى جسم الإنسان، حيث تصل كميته إلى نحو ١٢٠٠جم فى الشخص الذى يزن ٧٠ كيلوجرام. ويوجد ٩٩٪ من الكالسيوم فى العظام والأسنان. ويزداد امتصاص الكالسيوم فى وجود فيتامين د، ويقل فى وجود حامض الفيتيك phytic acid الذى يوجد بحبوب النجيليات، ويكوّن أملاح الكالسيوم والمغنسيوم غير القابلة للذوبان.

ومن الخضر الغنية بالكالسيوم: البقدونس، والفاصوليا الجافة، والفول الرومى، والبروكولى.

ويجب الاهتمام بمستوى حامض الأوكساليك فى الغذاء، لما لذلك من أهمية فى تكوين أوكسالات الكالسيوم وأوكسالات المغنسيوم، وكلاهما غير قابل للذوبان، ولا يستفيد منه الجسم. معظم الأغذية لا تحتوى على حامض الأوكساليك بكميات تكفى لربط الكالسيوم والمغنسيوم فى نفس الغذاء، أو فى الأغذية الأخرى التى تؤكل معها. فالجزر، والكولارد، والكيل، والكرات، والبامية، والجزر الأبيض، والبطاطس، والبطاط تحتوى على كميات قليلة من حامض الأوكساليك لا تكفى لربط ما يوجد بهذه الخضروات من كالسيوم ومغنسيوم، لكن أوراق البنجر، والسبانخ النيوزيلندى، والروبارب، والسبانخ، والسلق تحتوى على كميات من حاض الأوكساليك أكثر مما يكفى للاتحاد بكل ما تحويه هذه الخضر من كالسيوم ومغنسيوم. كما تحتوى الرجلة أيضًا على كميات عالية جدًا من الحامض تصل إلى ٠,٥ – ١,٠جم/١٠٠جم من الوزن الطازج. وتعتبر الكمية المتوسطة من حامض الأكساليك فى الغذاء فى حدود ٠,٢ – ٠,٤جم/١٠٠جم، كما فى الفول السودانى، والبيكان (Watt & Merrill ١٩٦٣).

## الفوسفور

يوجد بجسم الإنسان نحو ٧٠٠ جم من الفوسفور، منها نحو ٦٠٠جم فى الهيكل العظمى والأسنان. ويدخل الفوسفور فى نشاط العضلات والأعصاب، وفى التفاعلات التى تؤدى إلى إنتاج الطاقة. يوجد الفوسفور بكثرة فى البقوليات الجافة، مثل: الفاصوليا، واللوبيا، والبسلة، إلا أن نسبة كبيرة منه توجد فى صورة حامض الفيتيك.

## المغنسيوم

يحتوى جسم الإنسان على نحو ٢٠ جم من المغنسيوم، يوجد نصفها فى العظام، وله علاقة بعمل العضلات. وتعتبر البقوليات الجافة من الخضر الغنية بالمغنسيوم.

## الصوديوم .. والبوتاسيوم .. والكلور

للصوديوم – وهو فى صورة كلوريد صوديوم – أهمية كبيرة فى حفظ التوازن بين الحموضة والقلوية فى الجسم. وهو المسئول – إلى حد كبير – عن الضغط الأسموزى الكلى لسوائل الجسم. ولا تعد الخضر غنية بالصوديوم؛ الأمر الذى يفيد فى التحكم فى ضغط الدم. والمصدر الرئيسى للصوديوم بالنسبة للإنسان هو ملح الطعام، وإن كان جزء منه يصل إلى الجسم عن طريق الأغذية نفسها. ويصل إلى الجسم يوميًّا نحو ٧,٥ – ١٨جم من كلوريد الصوديوم فى الأطعمة التى يتناولها الفرد. هذا .. ولا يحل البوتاسيوم محل الصوديوم أو العكس؛ بل يحتاج الإنسان إلى كليهما. وبينما يتوزع الصوديوم فى سوائل الجسم، فإن البوتاسيوم يوجد أساسًا داخل الخلايا. أما أيون الكلور، فإنه يصل إلى الجسم ضمن كلوريد الصوديوم، ويلعب دوره فى حفظ الضغط الأسموزى، وحفظ سوائل الجسم. ولا يمكن فصل أيض الكلور عن أيض الصوديوم بالجسم.

ويلعب البوتاسيوم دورًا هامًّا فى التحكم فى فرط ضغط الدم hypertension. ويفيد الحصول على نحو ٣٥٠٠ ملليجرام من البوتاسيوم يوميًّا فى خفض احتمالات الإصابة بالسكتة stroke.

## اليــود

يحصل الإنسان على اليود من الأغذية بصفة أساسية، ولكن البعض منه يحصل عليه الإنسان مما يوجد مختلطًا بالماء وملح الطعام. ويحتوى جسم الإنسان الذى يزن٧٠ كجم على نحو ٢٥ ملليجرام من اليود، منها نحو ١٥ ملليجرام بالغدة الدرقية. ويؤدى نقص اليود إلى تضخم فى الغدة الدرقية. ويحتاج الإنسان يوميًّا إلى نحو ١٠٠- ١٥٠ ميكروجرام من اليود. ويوجد اليود بكثرة فى الطحالب والأسماك البحرية.

## الفلــور

يوجد الفلور فى عديد من أنسجة الجسم، خاصة فى العظام والأسنان، حيث يوجد بنسبة ٠,٠١ – ٠,٠٣٪ فى العظام، وبنسبة ٠,٠١ – ٠,٠٢٪ فى ميناء الأسنان. ونظرًا لأنه لا يوجد أى نظام غذائى يخلو من الفلور؛ لذا .. فإنه من الصعب معرفة دوره فى جسم الإنسان، لكن من المعروف أن نقص الفلور عن جزء واحد فى المليون فى ماء الشرب يؤدى إلى تفتت ميناء الأسنان، وظهور نقر بها، وتبدو الأسنان غير لامعة.

## الحديـد

يصل إلى جسم الإنسان البالغ نحو ١٥ ملليجرامًا من الحديد يوميًّا فى الأغذية المختلفة، لكن معظم هذه الكمية توجد مرتبطة بمركبات أخرى، ولا يستفيد الجسم إلا من نحو ١,٥ – ٢ ملليجرام منها. يوجد الحديد عادة فى هيموجلوبين الدم. ونظرًا للفقد المستمر فى خلايا الهيموجلوبين، فإنه يلزم تعويضها بصفة دائمة. وتمتص أملاح الحديد على صورة حديدوز؛ لذلك فإن وجود عوامل مختزلة، مثل حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) يزيد من امتصاصه. ويؤدى نقص الحديد إلى حالات فقر الدم. ويوجد الحديد بوفرة فى بذور البقوليات الجافة، وفى السبانخ، والسلق، والبقدونس، ولكن استفادة الجسم منه تقل عند وجوده مختلطًا مع الفيتات phytates التى توجد فى الخبز المصنع من الدقيق الكامل، وعند اختلاطه بالأوكسالات oxalates التى توجد فى الخضر الورقية. وبالمقارنة .. تكون استفادة الجسم من الحديد المتوفر فى اللحوم كاملاً.

## النحاس

يحتاج الإنسان إلى نحو ملليجرامين من النحاس يوميًّا، وينحصر دوره الرئيسى – فى الجسم – فى منع ظهور حالات الأنيميا. ويتوفر النحاس فى العديد من المواد الغذائية. وتعد البقول الجافة من أغنى الخضر به.

## الزنـك

يحتوى الغذاء العادى الذى يتناوله الإنسان يوميًّا على نحو ١٢- ٢٠ملليجرام من الزنك. يدخل العنصر فى تركيب بعض إنزيمات الجسم، وهو ضرورى لالتآم الجروح. وتعتبر البسلة من الخضر الغنية به.

## المنجنيـز

يلعب المنجنيز دورًا فى تنشيط عدد من الإنزيمات. ورغم أنه لم يثبت قطعيًّا أن هذا العنصر ضرورى للإنسان، فإنه قد قدر أن تناول نحو ٠,٠٢ – ٠,٠٣جم من العنصر يوميًا قد يكون له بعض الفائدة. وتعد البذور من أغنى الأغذية بهذا العنصر.

## الكوبالـت

يدخل الكوبالت فى تركيب فيتامين ب١٢ ($B_{12}$) وبعض مرافقات الإنزيمات. ويحتوى الغذاء اليومى الطبيعى على نحو ٥ – ٨ ميكروجرامات من الكوبالت، وتعد تلك الكمية أكثر من احتياجات الفرد.

## الموليبدنـم

يوجد الموليبدنم بتركيز ٠,٠٥ – ٠,١ جزءًا فى المليون فى أنسجة الكبد والعضلات. وهو ضرورى لتنشيط بعض إنزيمات الجسم.

## الكبريت

يدخل الكبريت فى تركيب الحامضين الأمينيين سستاين cystine، ومثيونين methionine، ومنهما يحصل الإنسان على معظم احتياجاته من هذا العنصر.

## السيلينيوم

رغم ثبوت ضرورة عنصر السيلينيوم للحيوان، إلا أنه لا يعرف أعراض نقصه فى الإنسان، وإن كان من المعتقد أنه من العناصر التى يحتاج إليها الإنسان بكميات قليلة للغاية. ويعتبر محتوى الخضر من هذا العنصر منخفضًا جدًّا، كما يتضح من جدول (١-٢) (عن Harrow & Mazur ١٩٦٦، و Keane ١٩٧٢).

وقد أوضحت دراسات Zayed (١٩٩٣) أن عنصر السيلينيوم يمكن أن يتراكم فى بعض الخضروات – مثل الكرنب – بتركيزات عالية قد تسبب مشاكل صحية؛ حيث وصل تركيزه إلى ٢٠٠مجم/ كيلوجرام من أوراق الكرنب على أساس الوزن الطازج.

## الكروم

يلعب الكروم دورًا فى أيض الجلوكوز.

جدول (١-٢)

محتوى بعض الخضر من عنصر السيلينيوم

| محصول الخضر | محتواه من السيلينيوم (ميكروجرام / جرام وزن طازج) |
|---|---|
| الجزر | ٠,٠٢٢ |
| الكرنب | ٠,٠٢٢ |
| القنبيط | ٠,٠٠٦ |
| الذرة السكرية | ٠,٠٠٤ |
| الفلفل | ٠,٠٠٧ |
| البسلة الخضراء | ٠,٠٠٦ |
| الخس | ٠,٠٠٨ |
| البطاطا | ٠,٠٠٦ |
| البطاطس | ٠,٠٠٥ |
| الطماطم | ٠,٠٠٥ |
| اللفت | ٠,٠٠٧ |

## تقسيم العناصر حسب حاجة الجسم منها

تقسم العناصر– حسب الكمية اليومية التى يحتاج إليها الجسم – إلى ثلاثة فئات، بالإضافة إلى فئة رابعة تضم العناصر السامة التى لا يحتاج إليها الجسم، كما يلى:

### العناصر الكبرى Macrominerals

يبين جدول (١-٣) مدى اسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد الجسم بحاجته من العناصر التى يحتاج إليها الجسم بكميات كبيرة macrominerals، وهى: البوتاسيوم، والصوديوم، والكالسيوم، والفوسفور، والمغنيسيوم (عن Levander ١٩٩٠)، والذى يتبين منه حصول الجسم على نسبة كبيرة من حاجته من كل من البوتاسيوم والمغنسيوم من الخضر والفواكه.

جدول (١– ٣)

مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد الجسم بحاجته من العناصر الكبرى Macrominerals

| العنصر | معدل الاستهلاك اليومى للعنصر (مجم) | | ٪ من الإجمالى | معدل الاستهلاك اليومى الموصى به من العنصر (مجم) |
|---|---|---|---|---|
| | من الخضر والفاكهة | الإجمالى | | |
| البوتاسيوم | ١١٨٨ | ٣٣٩٤ | ٣٥ | ١٦٠٠– ٣٥٠٠ |
| الصوديوم | ٥٣٦ | ٤٨٧٥ | ١١ | ٥٠٠ – ٢٤٠٠ |
| الكالسيوم | ٨٠ | ١١٤٦ | ٧ | ٨٠٠ |
| الفوسفور | ١٩٠ | ١٧٢٧ | ١١ | ٨٠٠ |
| المغنيسيوم | ٨٢ | ٣٤٠ | ٢٤ | ٣٥٠ |

### العناصر الدقيقة Microminerals

تعرف العناصر التى يحتاج إليها الجسم بمعدل ملليجرامات إلى عشرات من الملليجرامات يوميًا باسم العناصر الدقيقة Microminerals، وهى تشمل الحديد، والزنك، والنحاس، والمنجنيز، والسيليكون، والبورون، ويبين جدول (١-٤) مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة

الأمريكية – فى إمداد الجسم بحاجته من تلك العناصر. ويتضح من الجدول أن الخضر والفاكهة لا تعد – بصورة عامة – من المصادر الجيدة لكل من الحديد، والزنك، والسيليكون؛ حيث لا تمد الجسم إلا بنحو ١٠٪ من احتياجاته اليومية منها. وبالمقارنة.. فإن الخضر والفاكهة تمد الجسم بأكثر من ٢٠٪ من احتياجاته من عنصرى النحاس والمنجنيز، ونحو ٦٠٪ من احتياجاته من عنصر البورون.

جدول (١– ٤)

مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد جسم الإنسان بحاجته من العناصر الصغرى Microminerals

| العنصر | معدل الاستهلاك اليومى للعنصر (مجم) | | ٪ من الإجمالى | معدل الاستهلاك اليومى الموصى به من العنصر (مجم) |
|---|---|---|---|---|
| | من الخضر والفاكهة | الإجمالى | | |
| الحديد | ٢,٥ | ١٩ | ١٣ | ١٠ |
| الزنك | ١,١ | ١٦ | ٧ | ١٥ |
| النحاس | ٠,٣٧ | ١,٧ | ٢٢ | ٣ –١,٥ |
| المنجنيز | ١,٣ | ٦,١ | ٢١ | ٥ –٢ |
| السيليكون | ٣,٧ | ٢٩ | ١٣ | ؟ ٢٠ –٢ |
| البورون | ١,٠ | ١,٧ | ٥٩ | ؟ ١ |

## العناصر الفائقة الدقة Ultratrace Minerals:

يبين جدول (١- ٥) مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد الجسم بحاجته من العناصر الدقيقة جدًا ultratrace minerals، وهى التى يحتاج إليها الجسم بمعدلات تقل عن ملليجرام واحد يوميًا. ويتضح من الجدول أن الخضر والفاكهة لا تمد الجسم سوى بنسبة منخفضة من احتياجاته من عنصرى السيلينيوم والموليبيدنم، ولكنها تمده بأكثر من ٢٠٪ من احتياجاته من عنصرى الكروم والزرنيخ، وبنحو ثلث احتياجاته من عنصر النيكل (عن Levander ١٩٩٠).

جدول (١– ٥)

مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد جسم الإنسان بحاجته من العناصر الدقيقة جدًّا Ultratrace Minerals

| العنصر | معدل الاستهلاك اليومى للعنصر (ميكروجرام) | | % من الإجمالى | معدل الاستهلاك اليومى الموصى به من العنصر (مجم) |
|---|---|---|---|---|
| | من الخضر والفاكهة | الإجمالى | | |
| السيلينيوم | ٠,٥ | ٣٠ | ٢ | ٧٠ |
| الكروم | ٦,٨ | ٢٩ | ٢٣ | ٢٠٠ –٥٠ |
| الموليبدنم | ١٥ | ١٢٠ | ١٣ | ٢٥٠ –٧٥ |
| النيكل | ٤٤ | ١٣٠ | ٣٤ | ١٥٠< ؟ |
| الزرنيخ | ١٢ | ٥٨ | ٢١ | ١٥ ؟ |

**وتبين القائمة التالية الكميات الموصى بها من مختلف العناصر التى يتعين تواجدها ضمن الأغذية التى يتناولها الفرد الذكر البالغ يوميًا (عن Scrimshaw & Young ١٩٧٦) :**

| العنصر | الكمية التى توجد فى جسم الإنسان البالغ (جم) | الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام) |
|---|---|---|
| الكالسيوم | ١٥٠٠ | ٨٠٠ |
| الفوسفور | ٨٦٠ | ٨٠٠ |
| الكبريت | ٣٠٠ | يحصل عليه الجسم من الأحماض الأمينية الكبريتية |
| البوتاسيوم | ١٨٠ | ٢٥٠٠ |
| الكلورين | ٧٤ | ٢٠٠٠ |
| الصوديوم | ٦٤ | ٢٥٠٠ |
| المغنيسيوم | ٢٥ | ٣٥٠ |
| الحديد | ٤,٥ | ١٠ |
| الفلورين | ٢,٦ | ٢ |
| الزنك | ٢ | ١٥ |
| النحاس | ٠,١ | ٢ |
| السليكون | ٠,٢٤ | غير معروفة |

(يتبع)

تابع القائمة

| العنصر | الكمية التى توجد فى جسم الإنسان البالغ (جم) | الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام) |
|---|---|---|
| الفاناديم | ٠,٠١٨ | غير معروفة |
| القصدير | ٠,٠١٧ | غير معروفة |
| النيكل | ٠,٠١٠ | غير معروفة |
| السيلينيوم | ٠,٠١٣ | حوالى ٠,٠٥ – ٠,١ |
| المنجنيز | ٠,٠١٢ | حوالى ٦ – ٨ |
| اليود | ٠,٠١١ | ٠,١٤ |
| الموليبدنم | ٠,٠٠٩ | حوالى ٠,٤ |
| الكروم | ٠,٠٠٦ | حوالى ٠,٠٥ – ٠,١٢ |
| الكوبالت | ٠,٠٠١٥ | – |

## العناصر السامة التى لا يحتاج إليها الجسم

**يظهر مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى تزويد الجسم بالعناصر السامة toxic minerals له فى جدول (١- ٦)، والذى يتضح منه أن الجسم يحصل على نحو ثلث الكميات التى تصل إليه من عنصرى الكادميم والرصاص السامين من الخضر والفاكهة التى يستهلكها الإنسان (عن Levander ١٩٩٠).**

جدول (١– ٦)

مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى تزويد الجسم بالعناصر السامة **toxic minerals**

| العنصر | معدل الاستهلاك اليومى للعنصر (ميكروجرام) | | ٪ من الإجمالى | الحد الأقصى اليومى الممكن من العنصر (ميكروجرام) |
|---|---|---|---|---|
| | من الخضر والفاكهة | الإجمالى | | |
| الزئبق | ٠,٣ | ٥,٧ | ٥ | ٤٣ |
| الكادميم | ٣,٨ | ١٣ | ٢٩ | ٥٧ – ٧١ |
| الرصاص | ٢٢ | ٦٦ | ٣٣ | ٤٣٠ |

## الفيتامينات

يحتاج النمو الطبيعى للجسم – إلى جانب المواد الكربوهيدراتية والبروتينات والدهون والأملاح غير العضوية والماء – إلى مواد أخرى تسمى بالفيتامينات، ويجب أن يحصل الجسم على كميات معينة منها يوميًّا. وتقسم الفيتامينات عادة إلى:

١- فيتامينات تذوب فى الدهون، وتشمل فيتامينات أ، د، هـ (E).

٢- فيتامينات تذوب فى الماء، وتشمل فيتامين ج، ومجموعة فيتامينات ب.

تلعب الميتوكوندريا النباتية دورًا هامًّا فى تمثيل حامض الفوليك folate (فيتامين ب٩)، وحامض البانثوثنك panthothenate (فيتامين ب٥)، وحامض الأسكوربيك ascorbate (فيتامين ج)، وربما – كذلك – الثيامين (فيتامين ب١). ويُعد فيتامين ب١٢ فريدًا من حيث كونه يتواجد فى النباتات الوعائية، ولكنه يتوفر بكثرة فى الطحالب. ويُستدل من دراسات حديثة على أن الطحالب لا تقوم بتمثيل الفيتامين، وإنما تحصل عليه من البكتيريا.

وجدير بالذكر أن النباتات تحتاج – هى كذلك – للفيتامينات التى تقوم بتمثيلها (Smith وآخرون ٢٠٠٧).

## فيتامين أ (A)

يتوفر فيتامين أ فى الأنسجة الحيوانية، خاصة الكبد الذى يخزن به. ويوجد الفيتامين فى النباتات فى صورة مادة أولية يتشكل منها (precursor) تسمى بادئ فيتامين أ provitamin A تنتمى إلى مجموعة من الصبغات تسمى بالكاروتينات carotenoids، والتى منها: ألفا كاروتين α-carotene، وبيتا كاروتينβ- carotene، وأفانين aphanin، وكريبتوزانثين cryptoxanthine، وجاما كاروتين gamma– carotene.

ويقوم جسم الإنسان بتحضير فيتامين أ من هذه الصبغات فى الأغشية المبطنة للأمعاء.

يذوب فيتامين أ فى المذيبات العضوية، ولا يذوب فى الماء. وهو غير ثابت فى الهواء، ولكن يمكن تثبيته ضد الأكسدة بإضافة مضادات الأكسدة، مثل الهيدروكينون hydroquinone، وألفا توكوفيرول α-tocopherol (وهو فيتامين E). ولا يتأثر فيتامين أ بفعل الحرارة المرتفعة حتى

الغليان، ويمكن تجنب أى فقد باستبعاد الأكسجين أثناء الغليان، إلا إنه يفقد جزءًا كبيرًا من الفيتامين – فى الخضر المجففة – بفعل الأكسدة.

وفيتامين أ ضرورى للنمو والتناسل، ويلعب دورًا هامًّا فى كافة خلايا الجسم، خاصة خلايا الجلد والأغشية المخاطية. ويؤدى نقصه إلى ضعف الشهية للأكل، وحدوث اضطرابات فى الجهاز الهضمى، وتقشُّر الجلد، وتعرضه للالتهابات، كما يؤدى نقص فيتامين أ إلى التعرض لأمراض الجهاز التنفسى والبولى والتناسلى، نتيجة إصابة الأغشية المبطنة لها بالوهن، كما تقل القدرة على الإبصار ليلاً؛ أى يصاب الإنسان بالعشى الليلى (القبانى ١٩٧٦). ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ وحدة دولية يوميًا من فيتامين أ، علمًا بأن كل وحدة دولية من فيتامين أ = ٠,٦ ميكروجرام بيتا كاروتين = ١,٢ ميكروجرام ألفا كاروتين = ٠,٣ ميكروجرام ريتينول retinol، والأخير هو المصدر الحيوانى للفيتامين (Yamaguchi ١٩٨٣).

وكما سبق أن أوضحنا .. فإن فيتامين أ يصنّع فى جسم الإنسان من بعض المواد الكاروتينية التى توجد فى الأغذية. وبرغم وجود أكثر من ١٠٠ نوع من المركبات الكاروتينية فى النباتات، فإن ١٠ مركبات منها فقط هى التى يصنع منها فيتامين أ ، وأهمها: البيتا كاروتين، ويليها فى الأهمية كل من الألفا والجاما كاروتين، ثم بعض الكاروتينات الأخرى ليس منها الليكوبين lycopene (وهى الصبغة المسئولة عن اللون الأحمر فى بعض الخضر، مثل: الطماطم، والبطيخ)، لأنه لا يحتوى فى تركيبه على حلقة البيتاسيكلوهيكسينيل β–cyclohexenyl ring الضرورية لتكوين فيتامين أ.

ومصادر فيتامين أ كثيرة، وأهمها الكبد وصفار البيض والجبن والزبد، كما أنه يتوفر فى الخضروات الصفراء اللون كالجزر والبطاطا والقاوون، وفى الخضروات الورقية، نظرًا لتواجد الكاروتين عادة مع الكلوروفيل؛ لذا نجد أن الخبيزة والملوخية والسلق والسبانخ من أغنى الخضر بهذا الفيتامين. وتعتبر الخضر والفاكهة أهم مصادر فيتامين أ للإنسان فى معظم دول العالم، خاصة دول العالم الثالث التى يقل فيها استهلاك المنتجات الحيوانية؛ كما يتضح من جدول (١- ٧) (Bradley ١٩٧٢).

جدول (١- ٧)

الاستهلاك اليومى للفرد من فيتامين أ فى بعض دول العالم، ونسبة ما يحصل عليه الفرد من المصادر المختلفة

| الدولة | مصادر فيتامين أ (٪) | | | | | | الاستهلاك اليومى للفرد من فيتامين أ (وحدة دولية) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المنتجات الحيوانية | الحبوب | الخضر والفاكهة | البقوليات والنقل | الجذور والدرنات | الدهون والزيوت | |
| الولايات المتحدة | ٤٠ | ٢ | ٤٥ | صفر | صفر | ١٢ | ٩٩٥٧ |
| المملكة المتحدة | ٤٥ | ٢ | ٢٥ | صفر | صفر | ٢٨ | ٩٣٠٦ |
| إيران | ١٥ | – | ٦٥ | ٥ | – | ١٥ | ١٣٧٧ |
| البرازيل | ٥ | – | ٢٣ | ١ | ٦٥ | ٥ | ٢٨٩٩ |
| كينيا | ٦٨ | ٢ | ٢٧ | – | – | – | ٨٦٥ |
| باكستان | ٣ | – | ٩٧ | – | – | – | ٣٦٣٥ |
| الكاميرون | ١ | – | ١٠ | ٥ | ٢ | ٨٢ | ١١٥٧ – ٢١٥٥ |
| ساحل العاج | ١ | – | ٨ | ٥٥ | ٣٥ | – | ٤٦٥٥ |

وتعد الكاروتينات التى يصنع منها فيتامين أ فى جسم الإنسان هى المسئولة عن الألوان الصفراء والبرتقالية والحمراء فى كثير من الخضر والفاكهة. ونظرًا لأنها توجد مختلطة – فى النباتات – مع الكاروتينات التى لا يُصنع منها فيتامين أ ؛ لذا .. فإن التقديرات الأولى لهذه الكاروتينات كانت تميل إلى الارتفاع. ويشذ عن ذلك تقديرات الكاروتينات فى كل من الجزر والبطاطا والكوسة الصفراء التى يرتفع محتوى الكاروتين فى أصنافها الحديثة؛ فمثلاً .. تحتوى جذور صنف الجزر Beta III (وهو أحد الأصناف الحديثة من طراز Imperator) على ٢٧٠ جزءًا فى المليون من الكاروتين، مقارنة بنحو ٨٠- ١٢٠ جزءًا فى المليون فى الأصناف الأخرى المماثلة من نفس الطراز. ويتميز هذا الصنف بلونه البرتقالى القاتم (عن Simon ١٩٩٠).

ونعرض - فيما يلى- بيانًا بمدى إسهام الخضر وبعض الفاكهة- فى الولايات المتحدة الأمريكية - فى إمداد الجسم بحاجته من فيتامين أ (عن Axtell ١٩٨١):

| المحصول | إسهامه فى إمداد الجسم بحاجته من فيتامين أ (٪) |
|---|---|
| الجزر | ١٣,٩ |
| الطماطم | ٩,٥ |
| البطاطا | ٥,٦ |
| القاوون | ٢,٦ |
| السبانخ | ٢,٢ |
| البرتقال | ١,٣ |
| الخوخ | ١,٣ |
| الكوسة والقرع العسلى | ٠,٩ |
| الخس | ٠,٨ |
| البطيخ | ٠,٨ |
| الذرة | ٠,٧ |
| الفاصوليا الخضراء | ٠,٧ |
| البسلة الخضراء | ٠,٦ |
| المشمش | ٠,٦ |
| الهندباء | ٠,٥ |

## مجموعة فيتامينات ب

تضم مجموعة فيتامينات ب عددًا كبيرًا من الفيتامينات التى لا ترتبط ببعضها كيميائيًّا وفسيولوجيًّا، لكنها تشترك جميعًا فى كونها تعمل كمرافقات إنزيمات. ونقدم - فيما يلى- شرحًا موجزًا لهذه الفيتامينات.

### الثيامين Thiamine، أو فيتامين ب١ ($B_1$)، أو الآنورين

يذوب فيتامين ب١ فى الماء، ويتحطم بسهولة بفعل الحرارة؛ لذا تقل نسبته فى الأغذية المعلبة. ويتوقف مدى الفقد أثناء التسخين على درجة حموضة الوسط ، حيث يكون الفيتامين ثابتًا فى الوسط الحامضى، بينما يُفقد بسرعة فى الوسط القلوى. ونظرًا لذوبانه فى الماء؛ فإن الاستغناء عن ماء سلق الخضروات يعنى فقد جزء كبير منه.

ويؤثر فيتامين ب١ على الجهاز العصبى، وهو أساسى للنمو وتنشيط الشهية والهضم وتمثيل المواد الكربوهيدراتية. وتزداد الحاجة إليه أثناء النمو والحمل والإرضاع، وفى فترة النقاهة من الأمراض. ويؤدى انعدام الفيتامين إلى ظهور أعراض مرض البرى برى Beri-Beri. ويحتاج الإنسان إلى نحو ١,٣ – ١,٦ ملليجرام يوميًا من فيتامين أ. ويوجد الفيتامين بوفرة فى النقل، وأجنة الحبوب، ومسحوق الخميرة، بالإضافة إلى بعض الخضر كالبقول الجافة.

## الريبوفلافين Riboflavin، أو فيتامين ب٢ ($B_2$) أو فيتامين جى (G) أو لاكتوفلافين Lactoflavin

يتميز هذا الفيتامين عن باقى فيتامينات مجموعة ب بشدة مقاومته للحرارة، وعدم تأثره بالأكسدة؛ وبذلك فهو لا يتأثر بعمليتى الطبيخ والتجفيف، لكنه يتأثر بالضوء، حيث يُفقد جزءًا كبيرًا منه عند تعرضه لأشعة الشمس.

ويعتبر فيتامين ب٢ ضروريًا لسلامة الجلد، وللنمو الطبيعى عند الأطفال، ويؤدى نقصه إلى جفاف الجلد وتقرحه، وتشقق اللسان والشفتين، وتقصف الأظافر وسقوط الشعر. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ملليجرام واحد يوميًا من هذا الفيتامين. ويوجد فيتامين ب٢ فى عديد من الأغذية، لكن مصادره الجيدة هى الخميرة واللبن وبياض البيض والكبد والقلب والكلية، والخضر الورقية؛ مثل السبانخ والخس وأوراق الفجل، وكذلك الجزر والطماطم.

## حامض النيكوتينك Nicotinic Acid، أو النياسين Niacin

يطلق على حامض النيكوتينك أحيانًا اسم فيتامين ب٥ ($B_5$) أو فيتامين بى بى (PP) والنيكوتينامين Nicotinamine. ويتميز بأنه ثابت ضد الحرارة والضوء، ولا يتأثر بدرجة الحموضة، لكنه يذوب فى الماء؛ وبذلك فإنه يتعرض للفقد فى ماء السلق.

وترجع أهمية حامض النيكوتينك إلى أنه يقى الإنسان من الإصابة بمرض البلاجرا الذى يصحبه التهاب الأعصاب، وفقد الشهية للطعام، واحمرار اللسان، ثم تشققه وتقرحه، وتشقق الشفتين، أو جفاف البلعوم، ويرافق ذلك قئ وإسهال مدمٍ، وتظهر على الجلد بقع حمراء. ومع تقدم المرض ينتهى المريض إلى الاختلال والجنون أو الشلل. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٢٠ ملليجرام يوميًا من هذا الفيتامين، وهو يتوفر فى اللحوم وصفار البيض والخمائر والخبز الكامل والعدس والزبدة. ومن

الخضروات الغنية به: البقوليات الجافة والخضراء، خاصة البسلة، وكذلك البطاطس والبقدونس والبامية والكوسة (Watt & Merrill ١٩٦٣، والقبانى ١٩٧٦).

## البيريدوكسين Pyridoxine أو فيتامين ب٦ ($B_6$)

يفقد فيتامين ب٦ بسهولة، نظرًا لأنه يذوب فى الماء، ويتأثر بالضوء، وبالأشعة فوق البنفسجية، وبالوسط القلوى. ويتكون هذا الفيتامين من ثلاثة مركبات مرتبطة معًا؛ هى: بيريدوكسين pyridoxine، وبيريدوكسال pyridoxal، وبيريدوكسامين pyridoxamine.

ويؤدى نقص فيتامين ب٦ إلى اضطراب التفكير، وظهور بعض الالتهابات الجلدية. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٢- ٣ ملليجرام منه يوميًّا. ويتوفر الفيتامين فى القمح، والخمائر، والذرة، وقصب السكر، والعسل الأسود، وصفار البيض، والكبد، والحليب، وكذلك فى الكرنب، والسبانخ، والبقوليات.

## حامض البانتوثينك Pantothenic Acid

يتميز حامض البانتوثينك بتحمله للحرارة والأكسدة، لكنه يذوب فى الماء، ويتأثر بالحموضة والقلوية. ويرتبط هذا الفيتامين بعمليات تمثيل المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات بالجسم، ويؤدى نقصه إلى الشعور بالتعب والملل والضيق واضطراب التفكير. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو خمسة ملليجرامات منه يوميًّا. ويتوفر حامض البانتوثينك فى الكبد، والكلاوى، والبيض، كما يوجد فى البسلة، والكرنب، والصليبيات، والبطاطس، والطماطم، والبطاطا.

## البيوتين أو فيتامين ب٧ ($B_7$)

يذوب البيوتين فى الماء والكحول، ويتحمل الحرارة، ويؤدى نقصه إلى تكون بثرات على اللسان، ولكن لا تُعْرَف – على وجه الدقة – حاجة الإنسان اليومية منه. وأهم مصادره: الكبد، والكلاوى، واللبن، والعسل الأسود، وكثير من الخضروات، كالطماطم، والبطيخ، والفراولة (القبانى ١٩٧٦).

## الإينوزيتول Inositol

لم تتحدد أهمية الإينوزيتول للإنسان بوضوح. وهو يتوفر فى فول الصويا، والمخ، والنخاع.

### الكولين Choline

يؤدى نقص الكولين إلى حدوث نزيف اللسان، وتضخم الكبد فى حالة إدمان المشروبات الكحولية. وتقوم الأحياء الدقيقة فى الجسم بصنعه وتوفيره جزئيًّا. وأغنى مصادره: بياض البيض، والكبد، والكلاوى، وأجنة الحبوب.

### بارا أمينو حامض البنزويك Para-aminobenzoic acid

يذوب هذا الفيتامين بقلةٍ فى الماء، ويزداد ذوبانه فى الماء الدافئ والكحول. ويفيد فى علاج آفات الجلد والشعر، كَحَبِّ الشباب، وقشر الرأس، وداء الصدف، والصلع والشيب المبكر. وأهم مصادره قشر الأرز، والكلاوى، والكبد، والخمائر (Harrow & Mazur ١٩٦٦).

### حامض الفوليك Folic Acid، أو فيتامين ب٩ ($B_9$)

يتميز فيتامين ب٩ بقلة ذوبانه فى الماء، وبتحمله للحرارة والوسط القلوى، لكنه يفقد بالحرارة فى الوسط الحامضى، وكذلك بالتخزين فى درجة الحرارة العادية. ويفيد فى حالات فقر الدم، والجلطة، والشلل المتسبب عن الجلطة. ويلزم الفرد البالغ منه نحو ٠,٥ ملليجرام يوميًا. ويوجد حامض الفوليك بكثرة فى الكبد والبقوليات الجافة، وأيضًا فى الأسبرجس، والسبانخ، والبروكولى، وفاصوليا الليما، والفاصوليا الخضراء، والكرنب، وأوراق اللفت، وفى البنجر، والخس، كما يُصنَّع بواسطة البكتيريا التى تعيش فى الأمعاء الغليظة للإنسان.

### الكوبلامين Coplamine، أو فيتامين ب١٢ ($B_{12}$)

يتميز فيتامين ب١٢ بقابليته للذوبان فى الماء، وبمقاومته للحرارة فى الوسط المتعادل، لكنه يفقد إذا كان الوسط حامضيًّا أو قاعديًّا. ويفيد فيتامين ب١٢ فى علاج حالات فقر الدم الخبيث، وداء الصدف، وآفات الفم واللسان، وفى أكثر الحالات العصبية، حيث يُعطى مخلوطًا مع فيتامين ب١٢. ويحتاج الفرد البالغ منه إلى نحو ٨ – ١٥ ميكروجرام يوميًّا. ويتوفر فيتامين ب١٢ فى الكبد، واللبن، واللحم، والبيض، والسمك، وربما تقوم بكتيريا الأمعاء الغليظة بتحضير جزء منه (صقر ١٩٦٥).

## حامض الأسكوربيك Ascorbic Acid، أو فيتامين ج (C)

يُفقد فيتامين ج بسهولة بالأكسدة وبالتخزين؛ لذلك فإنه يُفقد كلية تقريبًا فى الخضر المجففة، ويقل تدريجيًّا مع تخزين الخضروات. فالبطاطس يتناقص محتواها من ٥٠ ملليجرام/١٠٠ جرام فى

الدرنات الطازجة إلى ١٠ ملليجرامات/١٠٠جم بعد التخزين لعدة أشهر. ويفقد الكرنب نحو ٢٥٪ من محتواه من فيتامين ج عند تخزينه لمدة شهر فى درجة الحرارة العادية. وتفقد السبانخ نحو ٥٠٪ من محتواها من فيتامين ج فى غضون ١٠ أيام بعد الحصاد.

ويؤدى مجرد تقطيع الخضروات إلى فقد جزء كبير من فيتامين ج بالأكسدة، كما يتأكسد أيضًا حامض ديهيدروكسى أسكوربيك Dehydroxyascorbic، وهو مركب ليس له أى نشاط فسيولوجى كفيتامين ج، إلا أن فيتامين ج لا يفقد بارتفاع الحرارة فى غياب الأكسجين، كما لا يفقد بارتفاع درجة الحرارة فى وجود الأكسجين إذا كان الوسط حامضيًّا (pH: ٣,٨- ٤,٢).

ويعتبر فيتامين ج أساسيًّا للنمو والمحافظة على قوة الأوعية الدموية ومقاومة الالتهابات، ويؤدى نقصه إلى ضعف عام، وصداع، ونزيف اللثة، وتليف الأنسجة، وتآكل الأسنان، ويؤدى انعدامه إلى ظهور أعراض مرض الأسقربوط، وهى نزيف اللثة لأقل مس، ونزف آخر فى أنحاء الجسم، ونزف تحت الجلد، مع اضطرابات هضمية، وتخلخل الأسنان، والشعور بالوهن، وعدم القدرة على التركيز.

ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٧٥ ملليجرام يوميًّا من فيتامين ج، وتقل هذه الكمية إلى نحو ٣٠ ملليجرام بالنسبة للأطفال، بينما تزداد إلى ١٠٠ ملليجرام يوميًّا للمرأة الحامل، و١٥٠ ملليجرام للمرأة المرضع. ويُعْطى المرضى عادة كميات أكثر من حاجة الجسم من الفيتامين.

وأهم مصادر فيتامين ج: الموالح، والفواكه ذات الثمار الصغيرة Berries، والبقدونس، والفلفل الأخضر، والبروكولى، وكذلك القنبيط، والفراولة، والسبانخ، والكرنب. وتحتوى ثمار النوع *Malpighia punicifolia* (اسمه الإنجليزى: أسيرولا Acerola) على تركيزات عالية جدًّا تصل إلى ١- ٢ جم/١٠٠جم من الثمار الناضجة. وتحتوى الثمار غير الناضجة على كميات أكبر. أما الأنواع الأخرى من نفس الجنس، فتحتوى على فيتامين ج بتركيزات أقل من ذلك بكثير؛ حيث تصل فى النوع *M. glabra* إلى ٢٠ – ١٠٠ ملليجرام/ ١٠٠جم ( Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويعد الضوءُ العاملَ البيئى الوحيد المؤثر على محتوى ثمار ونباتات الخضر من فيتامين ج. فمثلاً.. وجد أن ثمار الطماطم المغطاة جيدًا بالعرش تحتوى على كميات أقل من فيتامين ج، بالمقارنة بتلك المعرضة للضوء، كما أن زيادة شدة الإضاءة من ٦٠٠ إلى ٨٠٠ قدم- شمعة لمدة ٧ أيام أدت إلى زيادة محتوى أوراق اللفت من فيتامين ج بنسبة ٣٣٪ ( Bradley ١٩٧٢).

**ونعرض - فيما يلى - بيانًا بمدى إسهام الخضر وبعض الفاكهة- فى الولايات المتحدة الأمريكية - فى إمداد الجسم بحاجته من فيتامين ج (عن Axtell) :**

| المحصول | إسهامه فى إمداد الجسم بحاجته من فيتامين ج (٪) |
|---|---|
| البرتقال | ٢٠,٤ |
| البطاطس | ١٩,٧ |
| الطماطم | ١٢,٢ |
| الكرنب | ٥,١ |
| الجريب فروت | ٤,٠ |
| الفلفل الأخضر | ٣,٠ |
| البصل | ١,٨ |
| الفراولة | ١,٨ |
| القاوون | ١,٧ |
| الموز | ١,٤ |
| الخيار | ١,٣ |
| البروكولى | ١,٢ |
| الذرة | ١,٢ |
| البسلة الخضراء | ١,٢ |
| الفاصوليا الخضراء | ١,٢ |
| الخس | ١,١ |
| الليمون الأضاليا | ١,١ |
| البطاطا | ٠,٩ |

## فيتامين د (D)

**يتميز فيتامين د بقابليته للذوبان فى الدهون، ويعد من الفيتامينات الثابتة، إذ إن فقده فى الأغذية ضئيل للغاية. ويوجد منه عدة أنواع؛ منها د٢، د٣. ومن أهم وظائف فيتامين د أنه ينظم تمثيل الكالسيوم والفوسفور فى الجسم، ويساعد على بناء وتكوين العظام والأسنان. ويؤدى نقصه إلى انخفاض مقدار عنصرى الكالسيوم والفوسفور فى العظام، ومن ثم يحدث لين العظام، وتظهر أعراض الكساح.**

ويحتاج الأطفال والنساء الحوامل والمرضعات إلى نحو ٤٠٠ وحدة دولية منه يوميًّا (كل ١ملليجرام = ٤٠٠٠٠ وحدة دولية).

ويتوفر فيتامين د فى زيت كبد الحوت، والزيوت الحيوانية، والزبد، وصفار البيض، والحليب ومشتقاته، ولا يتوفر فى الأغذية النباتية. ويقوم جسم الإنسان بتصنيع هذا الفيتامين بتحول مادة تسمى إرجسترول توجد تحت الجلد إلى فيتامين د عند تعرضها لأشعة الشمس.

## فيتامين هـ (E)

يتميز فيتامين هـ بقابليته للذوبان فى الدهون، وعدم ذوبانه فى الماء، وبمقاومته للحرارة حتى ٢٠٠ ْم، لكنه يتأكسد بسهولة، ويتحطم بفعل الأشعة فوق البنفسجية. ولفيتامين هـ دور هام فى زيادة الخصوبة عند الرجال، كما يساعد على نمو الأجنة، ويمنع الإجهاض، ويقوى القلب والأوعية الدموية.

وأهم مصادر فيتامين هـ: جنين القمح، وزيت الفول السودانى، وزيت الذرة، وزيت بذرة القطن، وزيت فول الصويا، وزيت الزيتون. كما يوجد فى الكرنب، والسباناخ، والبقدونس، والخس، والبسلة، والأسبرجس، بالإضافة إلى الجوز، وصفار البيض، والكبد.

## فيتامين ك (K)

يذوب فيتامين ك فى الدهون. وترجع أهميته إلى أنه يعمل على منع النزف، ويساعد الكبد على القيام بوظائفه. ومن أهم مصادره: الخضر الورقية، كالسباناخ، والكرنب، وكذلك الطماطم، والقنبيط ، والجزر، والبطاطس، والزيوت النباتية، وزيت السمك. كما يحصل الإنسان – تحت الظروف الطبيعية – على حاجته من هذا الفيتامين من البكتيريا التى تعيش فى أمعائه الغليظة على بقايا الأغذية التى لا تمتص فى الأمعاء الدقيقة (Harrow & Mazur ١٩٦٦، والحاج ١٩٦٩، وArthey ١٩٧٥، والقبانى ١٩٧٦).

وتبين القائمة التالية الكميات الموصى بها من مختلف الفيتامينات، والتى يتعين تواجدها ضمن الأغذية التى يتناولها الفرد الذكر البالغ يوميًّا (عن Scrimshaw & Young ١٩٧٦):

| الفيتامين | الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام) |
|---|---|
| الذائبة فى الماء: | |
| الثيامين (ب١) | ١,٥ |
| الريبوفلافين (ب٢) | ١,٨ |
| النياسين | ٢٠ |
| البيريدوكسين (ب٦) | ٢ |
| حامض البانتوثنك | ٥ – ١٠ |
| الفولاسين | ٠,٤ |
| ب١٢ | ٠,٠٠٣ |
| البيوتين | غير معروفة (حوالى ٠,١٥ – ٠,٣) |
| الكولين | غير معروفة (حوالى ٥٠٠ – ٩٠٠) |
| حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) | ٤٥ |
| الذائبة فى الدهون: | |
| فيتامين أ (الرتينول Retinol) | ١ |
| فيتامين د | ٠,٠١ |
| فيتامين هـ (التوكوفيرول Tocopherol) | ١٥ |
| فيتامين ك (فللوكينون Phylloquinone) | ٠,٠٣ |

## الاحتياجات الغذائية اليومية للفرد

يختلف الأفراد فى احتياجاتهم اليومية من مختلف العناصر الغذائية، وذلك حسب الجنس والسن، كما هو موضح فى جدول (١- ٨) (U.S. Dept. Agr. ١٩٦٤).

جدول (١– ٨)

الاحتياجات اليومية للفرد من مختلف العناصر الغذائية

| الأفراد مقسمون حسب الجنس والسن | السعرات الحرارية | البروتين (جرام) | الكالسيوم (ملليجرام) | الحديد (ملليجرام) | فيتامين أ (وحدة دولية) | ثيامين (ملليجرام) | ريبوفلافين (ملليجرام) | نياسين (ملليجرام) | فيتامين ج (ملليجرام) | فيتامين د (وحدة دولية) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رجل ١٨– ٣٥ سنة | ٢٩٠٠ | ٧٠ | ٠,٨ | ١٠ | ٥٠٠٠ | ١,٢ | ١,٧ | ١٩ | ٧٠ | |
| ٣٥ – ٥٥ سنة | ٢٦٠٠ | ٧٠ | ٠,٨ | ١٠ | ٥٠٠٠ | ١,٠ | ١,٦ | ١٧ | ٧٠ | |
| ٥٥– ٧٥ سنة | ٢٢٠٠ | ٧٠ | ٠,٨ | ١٠ | ٥٠٠٠ | ٠,٩ | ١,٣ | ١٥ | ٧٠ | |
| امرأة ١٨ – ٣٥ سنة | ٢١٠٠ | ٥٨ | ٠,٨ | ١٥ | ٥٠٠٠ | ٠,٨ | ١,٣ | ١٤ | ٧٠ | |
| ٣٥– ٥٥ سنة | ١٩٠٠ | ٥٨ | ٠,٨ | ١٥ | ٥٠٠٠ | ٠,٨ | ١,٢ | ١٣ | ٧٠ | |
| ٥٥– ٧٥ سنة | ١٦٠٠ | ٥٨ | ٠,٨ | ١٠ | ٥٠٠٠ | ٠,٨ | ١,٢ | ١٣ | ٧٠ | |
| + للمرأة الحامل | ٢٠٠ | ٢٠ | ٠,٥ | ٥ | ١٠٠٠ | ٠,٢ | ٠,٣ | ٣ | ٣٠ | ٤٠٠ |
| + للمرأة المرضع | ١٠٠٠ | ٤٠ | ٠,٥ | ٥ | ٣٠٠٠ | ٠,٤ | ٠,٦ | ٧ | ٣٠ | ٤٠٠ |
| أطفال حتى عمر: | | | | | | | | | | |
| سنة واحدة | ٩٠٠–١٠٠٠ | ٢٠ | ٠,٧ | ٨ | ١٥٠٠ | ٠,٤ | ٠,٦ | ٦ | ٣٠ | ٤٠٠ |
| ١– ٣ سنة | ١٣٠٠ | ٣٢ | ٠,٨ | ٨ | ٢٠٠٠ | ٠,٥ | ٠,٨ | ٩ | ٤٠ | ٤٠٠ |
| ٣– ٦ سنة | ١٦٠٠ | ٤٠ | ٠,٨ | ١٠ | ٢٥٠٠ | ٠,٦ | ١,٠ | ١١ | ٥٠ | ٤٠٠ |
| ٦– ٩ سنة | ٢١٠٠ | ٥٢ | ٠,٨ | ١٢ | ٣٥٠٠ | ٠,٨ | ١,٣ | ١٤ | ٦٠ | ٤٠٠ |
| أولاد ٩– ١٢ سنة | ٢٤٠٠ | ٦٠ | ١,١ | ١٥ | ٤٥٠٠ | ١,٠ | ١,٤ | ١٦ | ٧٠ | ٤٠٠ |
| ١٢– ١٥ سنة | ٣٠٠٠ | ٧٥ | ١,٤ | ١٥ | ٥٠٠٠ | ١,٢ | ١,٨ | ٢٠ | ٨٠ | ٤٠٠ |
| ١٥– ١٨ سنة | ٣٤٠٠ | ٨٥ | ١,٤ | ١٥ | ٥٠٠٠ | ١,٤ | ٢,٠ | ٢٢ | ٨٠ | ٤٠٠ |
| بنات ٩– ١٢ سنة | ٢٢٠٠ | ٥٥ | ١,١ | ١٥ | ٤٥٠٠ | ٠,٩ | ١,٣ | ١٥ | ٨٠ | ٤٠٠ |
| ١٢– ١٥ سنة | ٢٥٠٠ | ٦٢ | ١,٣ | ١٥ | ٥٠٠٠ | ١,٠ | ١,٥ | ١٧ | ٨٠ | ٤٠٠ |
| ١٥– ١٨ سنة | ٢٣٠٠ | ٥٨ | ١,٣ | ١٥ | ٥٠٠٠ | ٠,٩ | ١,٣ | ١٥ | ٧٠ | ٤٠٠ |