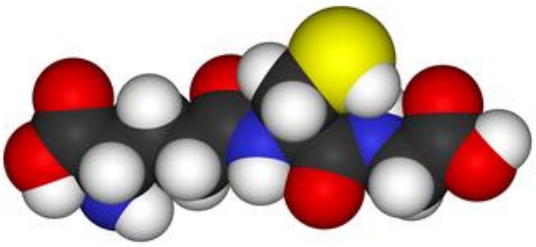
جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية العلوم / قسم الكيمياء

بحث حول

النظام المضاد للاكسدة في الكائنات الحية

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم
/قسم علوم الكيمياء / جامعة القادسية وهو جزء من
متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الكيمياء



مقدم من قبل الطالبة
زينب عادل حميد جبار
بأشراف الأستاذة
م. د. نوال خنطيل جبار

1440هـ **2019م**

بسم الله الرحمن الرحيم

(وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ وَسُلَيْمَانَ عِلْمًا وَقَالَا الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي فَضَّلَنَا عَلَى كَثِيرٍ مِنْ عِبَادِهِ الْمُؤْمِنِينَ)

صدق الله العلي العظيم

سوره النمل

الآية 15

إهداء

الى من قيل له . . . (أقرا بِأسم ربك الذي خلق) . . .

النبي محمد (ص)

إلى من له الفضل في وصولي الى هذا النجاح . . .

والدي العزيز

إلى من خصها الله بالذكر الحكيم . . . ومنبع الطيبة والحنان . . . الى من كرست حياتها لسعادتي

. . . وعلمتني معنى الحب والتضحية

أُمي الحبيبة

إلى الذين هم اعز من نفسي وقرة عيني . . . سندي في الحياة . . .

أختي وأخوتي الأحباء

إلى قناديل العلم والمعرفة . . . ذوي الفضل في مسيرتي العلمية . . .

أساتذتي الأفاضل

إلى من أسدى إلي بنصيحة . . . وأتحفني بنتاج وانجدني بفكرة . . .

اصدقائي الأوفياء . . . إليكم كل هذا الحب والعرفان بالجميل

شكر وتقدير

الحمد لله حمداً كثيراً طيباً غير مكفي ولا مستغنى عنه والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى أله وسلم

فالشكر لله الذي منَ علينا بسابغ فضله وأجل نعمه،حيث هدانا للعلم وبلغنا مناهله، ومن ثم فإن وافر شكري وكثير امتناني أقدمه إلى من مد لي يده داعماً جهودي المبذولة ومباركاً خطا هذا العمل.

وأخص بالشكر عمادة كلية العلوم وقسم الكيمياء وكل التقدير للأستاذ المشرف **م. د. نوال خنطيل جبار** التي تفضلت بالإشراف على هذه الدراسة ومنحتني جهداً ووقتاً، ولم تدخر وسعاً في توجيهي ومتابعتي.

كما أتقدم ببالغ الشكر وكثير الامتنان إلى من أعانني وقدم دعماً أو تسهيلات لهذه الدراسة أما فيض شكري وامتناني وفائق تقديري وعرفاني فلوالدي الحبيب وأمي الحبيبة اللذين أفاضا علي بدعائهما الدائم لي بالتوفيق ، ولأختي الحبيبة زهراء التي ذللت كثير من الصعوبات أمامي ودعمتني وساندتني بكل ما تملك من جهد،

وما هذا الجهد الذي أضعه بين أيديكم إلا مساهمة أردت بها التطوير فإن وفقت فبفضل من الله ونعمه وإن كان عدا ذلك فحسبي أن النقص سمة أعمال البشر.وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد وعلى اله وسلم.

المحتويات

م	الموضوع	رقم الصفحة
.1	مقدمة : Introduction	3
.2	تاريخ مضادات الأكسدة .	4
.3	الجذور الحرة الناتجة من عملية الايض	4
.4	الأكسدة فى جسم الانسان	5
.5	تعريف مضادات الأكسدة .	5-6
.6	أنواع مضادات الأكسدة .	6-8
.7	عمل مضادات الأكسدة.	9
.8	أسباب الحاجة إلى مضادات الأكسدة وأهميتها.	9
.9	ماهى الجذور الحرة (Free Radicals) ؟	10-11
.10	الجذور الحرة المفيدة والضارة .	11
.11	مصادر الجزيئات أو الشوارد الحرة.	11
.12	كيفية تكوين ذرات الأكسجين الشاده بالجسم .	12
.13	ضغط الأكسدة والجهد البدني.	12
.14	أسباب زيادة الجذور الحرة.	12-14
.15	أهم الامراض الناتجة عن الاكسدة	14-15
.16	بعض الاصناف الغنية بمضادات الاكسدة	15-16
.17	مصادر أهم مضادات الاكسدة .	16-18
.18	فوائد مضادات الاكسدة بالنسبة لصحة الانسان	18-19
.19	مثالين لعلاقة مضادات الاكسدة بصحة الجسم	19-26
.20	المصادر	27-28

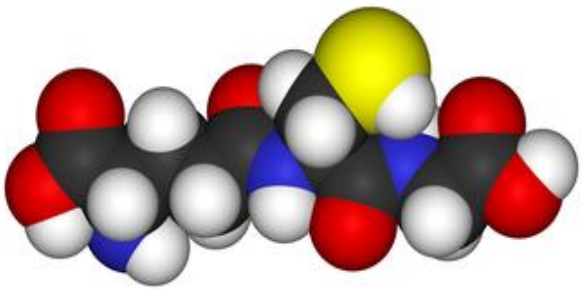
المحتويات الاشكال

ت	الشكل	رقم الصفحة
.1	نموذج ملأ فراغي لمضاد التأكسد مُسْتَقْلَب جلُوتاثَيون	3
.2	ذرة الاوكسجين	5
.3	صورة مجهرية لخلية متعرضة للشقوق	10
.4	أهم العوامل المسببة للأكسدة	14
.5	خلية مهاجمة من الجذور	15
.6	أمثلة على أنواع الفينولات	22
.7	التركيب النباتي لأفراد مجموعة حامض السينامك	23
.8	بناء حامض السينابيك في النبات	24
.9	مشتقات الفلافونات	24
.10	تفاعلات المركبات الفنولية	25
.11	تصوير محتمل لبنية اللجنين	26

1. مقدمة :Introduction

لكي يقوم الفرد بالأداء البدني ومن اجل الحصول على الطاقة اللازمه التي يتم الحصول عليها عن طريق عملية الأكسدة والتمثيل الغذائي الذي يحدث داخل الخلايا في الميتاكوندريا، حيث تتم عمليات الاكسده بصوره مستمره اثناء عمليات التمثيل الغذائي داخل الخلايا ، وبالرغم من اهميه الأكسجين في القيام بعمليات الاكسده والحصول على الطاقه وغيرها من الفوائد العديده للجسم فأن له ايضا بعض الاثار الجانبيه المدمره وهي انتاج ذرات الاوكسجين الشاردة (جذور الاوكسجين الحرة)، والتي تحدث دمار شديد لخلايا الجسم ، وعلى الرغم من كون تفاعلات الأكسدة تمثل عصب الحياة يمكن أيضاً ان تكون متلفة والتي اصبحت اهم القضايا العلمية التي تشغل العلماء في مجالات الطب والكيمياء الحيوية والرياضية.

تقوم مُضادُّات التَّأَكْسُد بمنع تفاعلات الأكسدة التي تسبب تكون الجذور الحرة إذ أن النباتات والحيوانات تحافظ على نظام معقد من شتى أنواع مضادات التأكسد وهي جزيئات قادر على إبطاء أو منع تأكسد الجزيئات الأخرى ، كالجلُوتاثَيون، فيتامين ج فيتامين إي بالإضافة للإنزيمات كالكتاليز، دِيسمُوتاز فَوقَ الأكسيد وبيروكسيد أزات عديدة



شكل (1) نموذج ملأ فراغي لمضاد التأكسد مُسْتَقْلَب جلُوتاثيون، الجسم الكروي الأصفر هو محفز لتأكسد ذرة الكبريت والتي تدعم نشاط مضاد التأكسد، بينما الأحمر والأزرق والأبيض والرمادى الغامق هي ذرات تمثل الأكسجين، النيتروجين، الهيدروجين وذرات الكاربون على التوالي

وحتي أن الضغط الأوكسيدي يمكن أن يكون عامل هام لكثير من الأمراض البشرية، فإن استخدام مضادات التأكسد تدرس بكثافة في علم الأدوية خاصة في علاج السكتة والخرف وأيضاً كمادة حافظة للأغذية وبالتالي تستخدم المواد المضادة للأكسدة كمضافات غذائية للمساعدة في منع تدهور الغذاء. إن التعرض للأوكسجين وأشعة الشمس هما العاملان الرئيسيان لأكسدة المواد الغذائية، ومع ذلك، فليس معروفاً إما أن الضغط الأوكسيدي هو سبب أو نتيجة المرض، مُضادُّات التَّأَكْسُد تستخدم بكثرة كمكونات في ملحقات النُّظُم الغِذائِيَّة أملأ في الحفاظ على الصحة والوقاية من الأمراض كالسرطان ومَرَضُ القَلْبِ التَّاجِيُّ. ومع أن بعض الدراسات أكدت على فاعلية ملحقات مضاد التأكسد وفوائدها الصحية، إلا أن قاعدة عريضة من التَجْارُبَ السَريرِيَّة لم تستبين أية فوائد للمستحضرات (تراكيب) المستخدمة.

2. تاريخ مضادات الأكسدة

مصطلح مضادات الأكسدة كان يستخدم للإشارة بشكل خاص إلى مادة كيميائية تمنع نقصان الأكسجين، في القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرون كانت هناك دراسات مكثفة لاستخدامات مضادات التأكسد في عمليات صناعية عديدة هامة، كمنع تآكل المعادن، وتصلب المطاط بالكبريت وبَلْمَرَةٌ أنواع الوقود بمحركات الأحتراق الداخلي.

الأبحاث المبكرة لدور مضادات الأكسدة في الأحياء ركزت على استخداماتهم في منع تأكسد الدهون غير المشبعة والذي يحدث بسبب التحلل نشاط مضاد التأكسد يمكن قياسه ببساطة بوضع الدهون في وعاء مغلق مع الأكسجين وقياس نسبة استهلاك الأكسجين. مع ذلك، كان الاسْتِعْراف (تَعْيينُ الهُوِيَّة) لفيتامينات أ، ج، وإي حيث أن مضادات الأكسدة التي أحدثت ثورة في هذا المجال وأدت إلى استيعاب أهمية مضادات الأكسدة في الكيمياء الحيوية الخاصة بالأعضاء الحيوية. آلية العمل الممكنة لمضادات الأكسدة اكتشفت أول مرة عندما عرف أن مادة ما ذات نشاط مضاد للتأكسد تكون أقرب لكونها هي نفسها مؤكسدة. أظهرت الأبحاث كيف أن فيتامين **E** يقوم بمنع عملية تأكسد الدهون أدى إلى تعريف مضادات الأكسدة كعوامل نزع للأكسجين، والتي تمنع تفاعلات مؤكسدة عادة بتنقية أنواع من الأكسجين النشط قبل تدميرهم للخلية.

2.1. أَشهر مضادات التأَكسد

فيتامين أ ، ج ، إي (**Vit –A. C . E**)

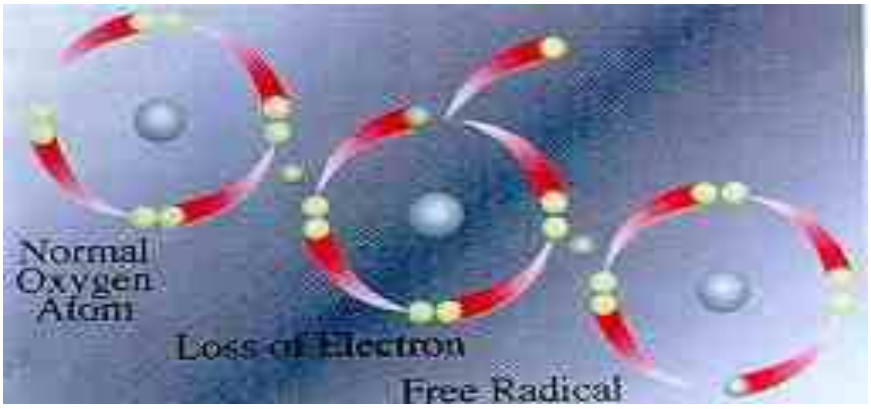
3. الجذور الحرة الناتجة من عملية الايض

أحد مفارقات عملية الأيض بينما كافة أشكال الحياة بحاجة للأوكسجين للبقاء، الأوكسجين هو جزيء يتفاعل بشدة الذي يدمر الكائنات الحية بإنتاجه أنواع من الأكسجين النشط. بناءً على ذلك تحتوي الكائنات الحية على شبكة معقدة من المكونات العضوية وغير العضوية والأنزيمات مضادة للأكسدة والتي تعمل مع بعضها لمنع أي تلف أوكسيد في المكونات الخلوية كالحمض النووي، البروتين والدهون. بشكل عام، مضادات الأكسدة هذه إما تقوم بمنع هذه التفاعلات من التشكل، أو إزالتهم قبل إتلاف مكونات حيوية في الخلية. أنواع الأكسجين النشطة التي تنتج في الخلية تتضمن : بَيروكسيدُ الهِيدْروجين أو فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، حمض تحت الكلوري ($HClO$)، بالإضافة إلى الجَذْورٌ الحُرّة كالهيد وكسيل (OH) والأكسيد الفائق ($O_2^{\cdot-}$).

4. الأكسدة فى جسم الانسان

هي عملية كيميائية تتم فى جسم الانسان نتيجة امور المعيشة الطبيعية مثل الحركة والتنفس والأكل والشرب وغيرها من الأمور الطبيعية .

فكل خلية من خلايا الجسم تحتاج الى اكوسجين ويتفاعل هذا الاوكسجين مع جزيئات الطعام المهضوم بحيث ينتج ثانى اكسيد الكربون والماء والطاقة واثناء هذا التفاعل تخرج بعض الجزيئات الحرة (الجذور الحرة) وتبدأ تبحث عن مكان فى الجسم وتتحد معة فإذا لم تجد هذا الاتحاد (طبعا هى عبارة عن الكترونات مفردة سالبة الشحنات) فلابد من ان تجد مادة موجبة الشحنات حتى تتحد معها واذا لم تجد هذة الاشياء فسوف تقوم بتدمير خلايا الجسم ، وهذة الحالة تحدث لكل إنسان.



شكل (2) ذره الاوكسجين

5. تعريف مضادات الأكسدة :

هي جزيئات لها القابلية على تقليل أو منع الأكسدة من خلال تثبيط او منع السلسلة التفاعلية التاكسدية الموجودة في الخلية وتخلصها من اجهاد الاكسدة وذلك من خلال :-

1- عملها كمادة مخلبية للجذور الحرة مؤدية الى تحويلها الى مادة خاملة
2- من خلال تثبيط عمل انزيمات الأكسدة
3- من خلال اكسدة نفسها أي انها تقوم بمنح الإلكترون

أو هي الإنزيمات ، الأحماض الامينية ، المعادن ،و الفيتامينات التي تحمي اجسادنا من الجزيئات الحرة و توقف التأثير المضرّ للجزيئات الحرة .

أوهي نظام دفاعي ضد ضغط الأوكسجين التي تسببه ذرات الأوكسجين الشارده لحماية خلايا الجسم من اضرارها ، وتتكون مضادات الاكسده من بعض الانزيمات التي يصنعها الجسم وبعض العناصر الغذائيه التي يتناولها الانسان ضمن طعامه اليومي وتعمل عناصر مضادات الاكسده جميعها معا او كل منها على انفراد ضد ذرات الاوكسجين الشارده .

تقوم مضادات الاكسده باضافة كم هائل من الالكترونات الى الاوعيه الدمويه مما يحقق التوازن لذرات الاوكسجين الحره ، أي يعيد الخليه المسلوب منها الالكترون الى توازنها الطبيعي وطبيعتها وتصبح مره اخرى قادره على ادائها الوظيفي . ومضادات الأكسدة تزيل الجذور الاوكسجينية (ذرات الاوكسجين الشاردة) والنتروجينة الطليقه بعد تكوينها ومقاومتها وتحويلها الى صوره اخرى فاقده للمقدره على التاكسد او تمنع تكوينها بحسب الاوامر الانتقاليه المحفزه لتفاعلات انتاج هذه الشقوق . ومضادات الاكسدة تعتبر خط الدفاع الأول والأساسي للخلية وهي تواجه هجمات الشقوق الحرة لحماية خلايا جسم الانسان.

6. أنواع مضادات الأكسدة:

مضادات الأكسدة نظام دفاعي ضد الأكسده التي تسببه ذرات الأوكسجين الشارده لحماية الخلايا من اضرار سيادة هذه الذرات وتتكون مضادات الاكسده من بعض الانزيمات التي يصنعها الجسم بالاضافه الى بعض العناصر الغذائيه التي يتناولها الانسان ضمن وجبته اليوميه وتعمل عناصر مضادات الاكسده جميعها معا او بشكل منفرد ضد هذه الشوارد الحره كما تعمل مضادات الاكسده في عدة جهات

- فقد تقلل الطاقه من الأوكسجين النشط
- او توقف الشوارد الحره من الاكسده
- او سلسلة احداث متاكسده للحد من ضرر الجذور الحره

وهي تشمل مايأتي :

مضادات الأكسدة الإنزيمية و مضادات الأكسدة الغير انزيمية

1- مضادات الأكسدة الإنزيمية :

تعتبر الانزيمات المضاده للأكسده خط دفاع اول للجسم ضد الشوارد الحره والتي تتمثل بالانزيمات المضاده للاكسده الاتيه :

- السوبر اوكسيد ديسموتيز **Superoxide Dismutase**

هو انزيم يحفز ديسموتاز جذور (O_2) إلى الأوكسجين وبيروكسيد الهيدروجين . وبالتالي، فهو يعتبر انزيم هام في مضادات اللأكسدة المدافعة في جميع الخلايا تقريبا .أهم وظيفة لهذا الأنزيم هو استعادة حيوية الخلايا، وتقليل سرعة تدميرها. ويقوم بمعادلة نوع من الجذور أو الجذور الحرة يسمى السوبر أكسيد، ويعد أكثر أنواع الجذور الحرة شيوعا، وربما أكثرها خطورة.

$$2O_2^- + 2H \xrightarrow{SOD} H_2O_2 + O_2$$

- **الكتالايز Catalase**

هو إنزيم منتشر في الكائنات الحية. تتضمن وظائفه تحفيز تحلل بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين. يتميز الكالتيز عن باقي الإنزيمات بحصوله على أعلى معدلات انقلاب؛ حيث يستطيع جزيء واحد فقط تحويل 83,000 جزيء من بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين في الثانية الواحدة. ينتشر الكالتيز في الأنسجة النباتية ومعظم الكائنات الهوائية وبعض الكائنات اختيارية اللا هوائية.

$$2H_2O_2 \xrightarrow{CAT} 2H_2O + O_2$$

- **الجلوتاثيون المؤكسد والمختزل Glutathione reductase and Glutathione peroxidase**

يقوم Glutathione peroxidase بالتفاعل مع أوكسيد الهيدروجين ويفككه وينتج عن ذلك الجلوتاثيون المؤكسد كما في المعادلة التالي

$$H_2O_2 + 2\ Glutathione \longrightarrow Oxidized\ Glutathione + 2H_2O$$

حيث يقوم أنزيم Glutathione reductase بتخفيض كمية الجلوتاثيون

كما يقوم الانزيمان المذكورين اعلاه بتصحيح التلف الذي حدث DNA وتقليل نسبه الاضرار التي لحقت بالبروتينات ، وكذلك تحطيم الدهون المتأكسدة.

وتعد احد الأنظمة الخلوية المضادة للأكسدة وتعمل على كنس بقايا الاوكسجين الاحادي وتوجد بصوره مؤكسده او مختزله حيث تلعب هذه الانزيمات دورا فعالا في وقاية الجسم من التأثير المدمر لجذور الأكسدة الشاردة و مكملات هذه المركبات متاحه لتزويد مخزون الجسم مره ثانيه وتدخل المعادن في تركيب هذه الانزيمات مثل :

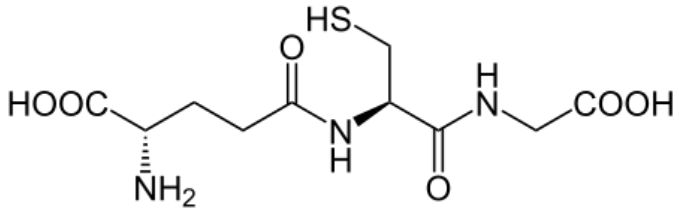
- **المنجنيز، الزنك، و النحاس لا نزيم السوبر اوكسيد ديمسوتيز (حيث يعتمد هذا الانزيم في تركيبه على النحاس والزنك والمنغنيز ويوجد في النباتات والحيوانات وبتركيز عالي يوجد في المخ والكبد والقلب وكريات الدم الحمراء والكلى)**
- **السيلنيوم لأنزيمات الجلوتاثيون**
- **الحديد للكاتاليز**

وتكفل الانزيمات المختلفة بفضل نشاطها المحفز سرعة حدوث عدد هائل من التفاعلات الكيميائيه في الجسم او خارجه لذا تعتبر الانزيمات المحركات الحقيقيه لجميع العمليات الحيويه .

مضادات الأكسدة الغير انزيمية أو مضادات الأكسدة الغذائية

إضافة للأنزيمات هناك عناصر أخرى تعمل كمضادات للأكسدة مثل الفيتامينات والمعادن وتشمل :

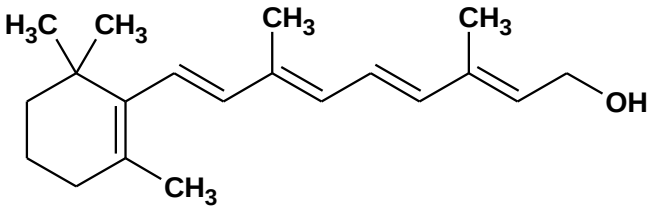
ببتيد الكلوتاثيون : مكون من ثلاثة أحماض أمينية هي حمض (الجلوتاميك ، السيستين والجليسين) ويرمز له بالرمز **GSH** عندما يكون مختزلاً، ويرمز له **GSSG** عندما يكون مؤكسداً. ويعمل كمرافق إنزيمي، ومضاد أكسدة لحماية الخلايا من ضرر الجذور الحرة. ويعد الكلوتاثيون هاماً لسلامة خلايا الدم الحمراء وعمل البروتينات والأغشية الدهنية وغيرها.



و فيتامين **A** وفيتامين **C** وفيتامين **E** والزنك والسلينيوم من أهم مضادات الأكسدة.

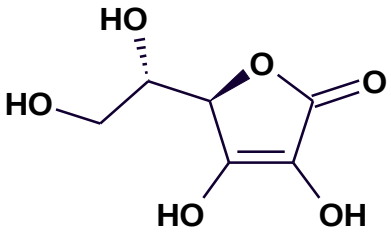
والذي يساهم في الحد من تأثير الجذور الحرة بشكل ممتاز.

التركيب الكيميائي لكل من فيتامين (**A, C, E**)

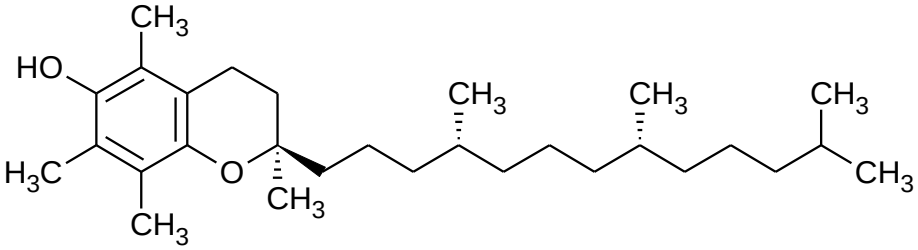


Vitamin A

Retinol



Vitamin C



Vitamin E

α-Tocopherol

7. عمل مضادات الأكسدة

عادةً ما يعزى حدوث الأمراض مثل السرطان وأمراض القلب وأمراض الشيخوخة إلى حدوث خلل أو أخطاء في الحامض النووي DNA وتدمير غشاء الخلية

تحدث هذه الأخطاء أو الخلل عندما تقوم الأيونات المعدنية مثل الحديد والنحاس بإنتاج مركبات أكسجينية تدمِّر خلايا الإنسان.

وقد أظهرت الدراسات أن مضادات الأكسدة تعمل على معادلة هذا النشاط ويحدث هذا طبيعياً في جسم الكائنات الحية من خلال تواجدها في الجسم كذلك وجود مضادات الاكسدة في الفواكه والخضراوات والشاي الأخضر والثوم والبصل والعديد من الأغذية.

اظهرت الدراسات أنه حتَّى التراكيز القليلة من مُضادات الأكسدة الموجودة في هذه الأغذية ترتبط مع الحديد والنحاس وتمنع الخلل. وهذا يفسر كيف يمكن لمواد الإمدادات الغذائية من مضادات الأكسدة أن تساعد في معالجة وحتَّى تجنب حدوث الأمراض المزمنة".

يعمل الباحثين على إختبار نتائجهم هذه على الخلايا البكتيرية وبعدها سيتم إختبارها على خلايا إنسانية.

8. أسباب الحاجة إلى مضادات الأكسدة وأهميتها :

ارتبطت العديد من المشاكل الصحية بزيادة تركيز الجذور الحرة والتي تسبب حدوث بعض التدهورات التي تحدث في الخلايا والتي من أكثر المشاكل الناتجة منها هو حدوث الكبر والتقدم في السن "الهرم" وكذلك بعض الأمراض الخطيرة مثل أمراض القلب والسرطان.

8.1. أهمية مضادات الأكسدة

كلما زادت الشوارد الحرة فان قدرتها على اختراق غشاء الخلية ونفاذها للداخل يكون اكبر وهنا يكون الضرر الذي تلحقه هذه الشوارد اكبر وتصل الى الميتوكوندريا والكروموسومات اهم مكونات الخلية وتدمرها ، وبالرغم من ان الخلية لديها حمايه ذاتيه وخط دفاعي لإفرازها مضادات الأكسدة الذاتية ولكن زيادة الجذور تضعف تلك القدرة من مضادات الأكسدة الذاتية والانزيمات التي تفرزها الخلايا وهنا تبرز اهمية مضادات الأكسدة..

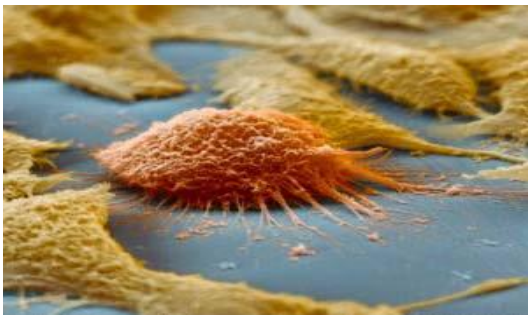
كما ان زيادة استنشاق الملوثات تسبب اضراراً صحيه عدة وخاصه على الجهاز التنفسي وبذلك تقلل من الاوكسجين الواصل للجسم من الجو بالإضافة الى تقليل السعه الحيوية واقصى استيعاب تنفسي للفرد كما ان ضغط التمثيل الغذائي يسبب العديد من التغييرات الكيميائية مما ينتج زياده في انتاج الجذور الحرة الا ان الجسم يعمل على مواجهة الشوراد النشطة والتقليل من اثارها وحماية الخلايا بربط هذه الذرات النشطة الغير متوازنة كهربائيا عن طريق ما يعرف بمضادات الأكسدة والتي تقوم بالتهام ذرات الاوكسجين الشاردة والتي تعمل على حماية الأنسجة مع وقف نشاط الامراض ومقاومتها .

9. ماهى الجذور الحرة (Free Radicals) ؟

هي ذرات أو جزيئات غير مستقرة وتتفاعل بسرعة مع مركبات أخرى محاولة اقتناص ما ينقصها من الكترونات لتصل إلى الثبات الكيميائي. تسمى الاشرار ويطلق عليها ايضا (الجذور الحرة، الجزيئات الحرة، الشوارد الحرة) وهى القاتل الصامت لكل الناس من دون تحديد لجنس أو لون .

وعادة ما تهاجم الجذور الحرة اقرب جزئ ثابت اليها اخذة الكتروناتها التي تحتاجها. وفى هذة الحالة تتحول الجزيئات المهاجمة والتى فقدت الكترونا الى جذور حرة تبحث عن الاستقرار بادئة سلسلة من التفاعلات تتفاقم لتهاجم غشاء الخلية الحية ومكوناتها حتى جزئ الحمض النووى بالخلية (DNA) .

إن ازالة الجذور الحرة بواسطة مضادات الاكسدة تبدو مهمة لصحة وحياة الانسان ومع ذلك فإننا لا يمكن ان نعيش بدون الجذور الحرة. فالجسم يستخدم الجذور الحرة لتحطيم الجراثيم الاضافة الى استخدامها لانتاج الطاقة ولكن المشكلة تكمن فى ان معظم الناس يتعرضون لكميات كبيرة من الجذور الحرة وهذا ليس صحيا ومع ذلك فإنة بإمكاننا تجنب العوامل التى تزيد من تعرضنا للجذور الحرة او تزيد من انتاج اجسامنا للجذور الحرة.



شكل (3)صورة مجهرية لخلية متعرضة

وذرات الأوكسجين الشاردة او الشوارد الحره مركبات كيمائيه ذات فعالية عالية لا نها تفقد احدى الكتروناتها وتبحث بشده عن الالكترون وبذلك فأنها تحتوي على الكترونات غير مزدوجه في مدارها الخارجي وهذا يجعلها تتحرك لمحاولة استعادة الالكترون المفقود خلال الجسم من مركبات الجسم الاخرى وبذلك تسبب ذرات الأوكسجين الشارده تلف الانسجه والخلايا عن طريق تكسير الحاجز الواقي الذي يحيط بالخلايا وذلك من خلال تفاعلها مع الدهون الفسفوريه للاغشيه الخلويه . مما يؤدي الى اصابه كل شيء بالضرر بدءا بالحامض النووي وحتى طبقة الكولاجين بالجلد لان الشوارد تندمج بخلايا الجسم وانسجته لكي تحصل على الالكترون المفقود ، وهي نشطه تنشا في الجسم بدرجه كبيره اثناء الوظائف الخاصه بالتمثيل الغذائي الاعتياديه ، تتفاعل الشوارد الحره مع الخلايا المتأكسده في الجسم وتعيق قدرة الخلايا على القيام بعملها لذلك تلعب دورا كبيرا في الاصابه بامراض كثيره منها الشيخوخه المبكره والسرطان وبالمقابل فان تناول مضادات الاكسده يمكن ان يقلل من التعرض الى الشوارد الحره . تعد الشوارد الحرة مخلفات لتفاعل الأوكسجين مع جزيئات معينه وتأتي خطورة التلف الذي تسببه في انها تؤثر على مكونات الخلية الضرورية واهمها حامض (دي اوكسي ريبونيكيلك Deoxy

Ribonucleic Acid(DNA) الموجود في نواة الخلية والميتوكوندريا ويوجد ايضا خارج النواة وهو يسيطر على على تركيب جميع مكونات الخليه بشكل مباشر ، حيث انه يحدد طبيعة البروتينات وكميتها وكذلك الانزيمات وذلك من لحظة تكوين الخليه وحتى ثباتها وتتلف جميع هذه العمليات الحيويه تحت تاثير جذور الاوكسجين الشارده .كما تؤثر ايضا على غشاء الخلية مما يتلف وظائفها او يسبب وفاتها .

10. الجذور الحرة المفيدة والضارة :

إن الجذور الحرة أو الشاردة ليست دائما ضاره وخطره بل البعض القليل منها له ضرورة لعدة وظائف هامه للأنشطة الخلوية وايضا لجهاز المناعة الذي ينتجها لاستخدامها في عمليات التخلص من الفايروسات والبكتريا، حيث تعتبر وسيلة دفاعية للجسم والتي تنتجها كريات الدم البيضاء ذات الوظيفة الدفاعية وتكمن الخطوره دائما عند زيادة تركيزها عن مستويات قدرة الجسم على التعامل معها لذا تعد المحافظة على التوازن بين نشاط ذرات الأكسجين الشاردة ومضادات الأكسدة احدى وظائف الجسم الهامه ، لا يمكن التخلص منها لا نها احدى منتجات النشاط الايضي في الخلية نتيجة حرق الكلوكوز للحصول على الطاقة وتعمل على محاربة الامراض وهي مهمه في انتاج الهرمونات والانزيمات الضرورية . وتدل بعض المصادر ان هنالك نسبه من الأكسجين المستهلك داخل الجسم تتراوح بين 3– 15% من الأوكسجين تتحول الى شوارد حره اثناء عمليات انتاج الطاقه ويحدث ذلك داخل المايتوكوندريا في العضلات نتيجه لاعادة سريان الدم .

11. مصادر الجزيئات أو الجذور الحرة :

- **الأوكسجين** : بالرغم من ان الأوكسجين اساس للحياة لكنه المصدر لهذه المركبات المدمرة (الجذور الحرة)
- **البيئه** : والتي تتمثل اسبابها فيما يأتي :

الأسباب البيئية للجذور الحرة

- اشعة التاين الصادره من الصناعه .
- التعرض لاشعة الشمس والاشعه الكونيه.
- اشعة X الطبيه.
- الاوزون ،عوادم السيارات ، المعادن الثقيلة (الزئبق والكاديوم والرصاص) والكيمياويات الاخرى.
- التدخين (المدخن السلبي والايجابي) .
- تعاطي المشروبات الكحوليه.
- الدهون غير المشبعه والكيمياويات التي تلوث الماء والهواء والغذاء ومبيدات الحشرات.
- مراحل تصنيع الغذاء وفقدان القيمة الغذائية والقلي والدخان.

12. كيفية تكوين ذرات الأوكسجين الشاردة بالجسم

تتكون ذرات الأكسجين الشارده في جميع الانسجه الحيه التي تتعرض الى النقص اللحظي في تدفق تيار الدم الوارد اليها ثم عودته الى المستوى الطبيعي مره اخرى ، وتتفاعل هذه الذرات الشارده مع الدهون الفسفوريه للاغشيه الخلويه مكونه البيروكسيدات فيها **Hydrogen Peroxide** وينتهي الامر بتدمير الخلايا وما يترتب عليها من بعض المضاعفات مثل الاصابه بأمراض القلب والاوعيه الدمويه والسكري والمياه الزرقاء والسرطان ، وفي المجال الرياضي فأن ذرات الأكسجين الشارده تلعب دورا مهما كمسببات لتمزق العضلات والتهاب الانسجه وخاصه اثناء المجهود البدني المرتفع الشده ، حيث يزداد سريان الدم خلال العضلات العامله بشده مما يؤدي الى زيادة اكسدة الدهون الفسفوريه والاغشيه الخلويه .

13. ضغط الأكسدة والجهد البدني :

ضغط الاكسده هي عملية اختلال التوازن بين انتاج الجذور الحرة ومضادات الأكسدة بالجسم ، ويتعرض الانسان الى ضغوط مختلفه :

كيميائية : نتيجة استخدام المبيدات التي تلوث الهواء ومخلفات المصانع .

انفعاليه :بسبب الضغط البدني حيث يعد التدريب البدني نوع من انواع الضغوط التي يتعرض لها الجسم اذا كان اعلى من امكانيات الجسم ، فهذا يتلف خلايا الجسم ويسبب له الكثير من المشاكل الصحيه .

وهذه الضغوط البدنيه تسبب ضغط الاكسده (عندما تزيد ذرات الاكسده على التعامل معها) مما يشكل ضغط الاكسده.

ويذكر ان زيادة ضغط الاكسده يحدث نتيجة التمرينات العنيفه التي تؤدي الى زيادة الاكسده داخل المتوكوندريا والأكسدة التلقائية للكلوكوز ، حيث ان التمرينات العنيفه تتغلب على النظام الدفاعي لمضادات الاكسده ، وقد تم التاكد من ذلك من خلال قياس مباشر للشوارد الحره والتلف الحاصل ل **DNA** وانزيم الجلوتاثون.

ويشير خبراء الطب الرياضي في هذا المجال الى اهمية التمارين الرياضيه المعتدلة الشده والمنتظمه والتي تزيد عن **40** دقيقه حيث تعمل على تقليل انطلاق ذرات الاوكسجين الشارده مع تحسين نظام مضادات الاكسده الطبيعيه كما ان تناول مضادات الاكسده المتواجده في الفيتامينات الطبيعيه والاملاح المعدنيه مثل مضادات الاكسده الغذائيه يفيد كثيرا .

14. أسباب زيادة الجذور الحرة :

إن هذه الجذور الحرة تنتج بشكل طبيعي من خلال بعض التفاعلات الحيوية داخل الجسم وتزيد مع زيادة الأكسجين إلا إن هناك بعض الحالات التي يزيد من خلالها إنتاج هذه الجذور الحرة ويزيد خطرها ومنها :

المضافات الغذائية ، طرق إعداد الطعام ، الرياضة ، المبيدات الحشرية ، التلوث ، التدخين .

- **المضافات الغذائية :**

إن زيادة استهلاك المواد المضافة للأغذية سواء كانت هذه المواد تستخدم للتلوين أو التثبيت أو النكهة فإنها تساهم بزيادة إنتاج هذه الجذور الحرة .

- **طرق إعداد الطعام:**

إن رفع درجة الحرارة عند الإعداد وخاصة القلي له تأثير في زيادة إنتاج هذه الجذور الحرة لذلك ينصح بالحد من الأغذية المقلية والحرص على تناول الأغذية الطازجة والحرص على عدم زيادة درجات حرارة الطبخ لأن ارتفاع درجات الطبخ والاعتماد على الأغذية المطبوخة والمقلية سوف يزيد من إنتاج الجذور الحرة .

- **الرياضة :**

إن زيادة استهلاك الأكسجين خلال الرياضة العنيفة سوف يزيد من إنتاج وتكوين الجذور الحرة ورغم ما يقال عن الرياضة وفوائدها الصحية إلا انه يجب الحرص على إستهلاك كميات مناسبة من مضادات الأكسدة التي تلعب دورا في الحد من آثار الجذورالناتجة من الرياضة العنيفة والعادية لذلك ينصح لمن يقوم بالرياضة الحرص على تناول أغذية عالية بمضادات الأكسدة مثل الخضار والفاكهة.

- **المبيدات الحشرية :**

إن لإستخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية تأثيرا مباشرا في إنتاج الجذور الحرة لذلك لابد من الحرص على استهلاك الأغذية العضوية والتي لا تستخدم فيها المبيدات الحشرية والعديد من المواد الكيميائية .

- **التلوث :**

إن عيش الإنسان في بيئة ملوثة بالعوادم ومصادر التلوث مثل السيارات والمصانع له دور كبير في زيادة الجذور الحرة في جسم الإنسان مما يكون له الأثر الأكبر في حدوثالمضاعفات والمشاكل الناتجة من تجمع وزيادة تركيز هذه الجذور الحرة .

- **التدخين:**

إن المدخنين أنفسهم أو من يعيش معهم يكونون أكثر عرضة لحدوث ارتفاع الجذور الحرة في دمائهم.

لذلك يجب عليهم زيادة بعض مضادات الأكسدة مثل فيتامين ج **(vit-c)**كما أنه يجبالحصول على المضادات للأكسدة الأخرى التي لها دور كبير في التخلص من هذه المواد أوالجذور الحرة.

مما سبق يتضح أن هناك العديد من العوامل والمؤثرات التي تزيد من تكوين وإنتاج الجذور الحرة لذلك لا بد من الحرص على الحد من هذه المسببات وكذلك الحرص على زيادةاستخدام مضادات الأكسدة الطبيعية والتي يقصد بها الفيتامينات والمعادن وبعض الإنزيمات التي تساهم في الحد من تأثير هذه الجذور الحرة على جسم الإنسان وخاصة على مستوى الخلية. وعموماً يجب علينا الحرص على استهلاك عدد من مضادات الأكسدة وعدم الاعتماد على نوع فقط لأنه وجد أن تنوع مضادات الأكسدة يساهم في إعطاء نتائج ممتازة وحماية ممتازة للجسم ومن أمثلة هذه المضادات للأكسدة تتواجد في الفواكه والخضار .

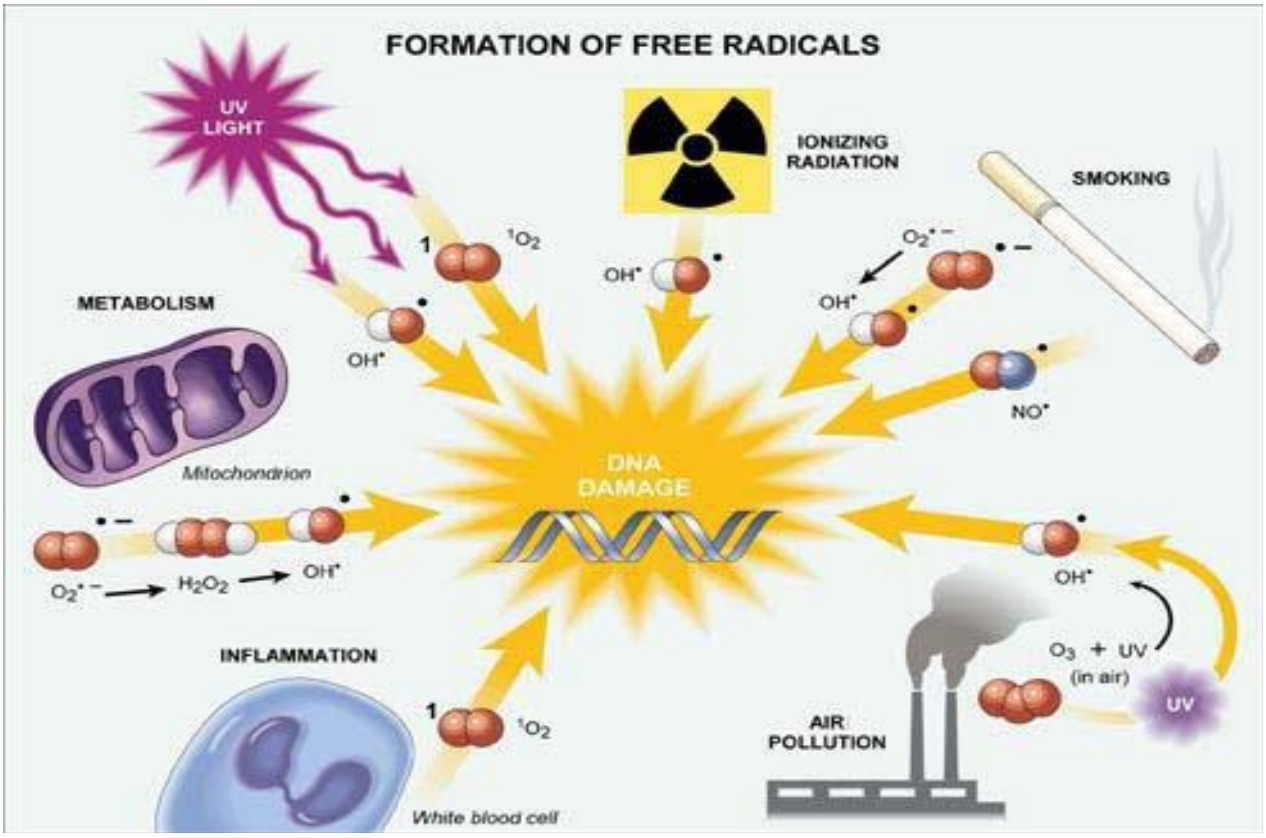
يتبين ان مسببات زيادة الجهد التأكسدي اما:

1- داخلية : التنفس ، التمثيل الغذائى ، الإلتهابات

2- خارجية: التلوث البيئى (دخان المصانع ، عوادم السيارات ، النفايات) التدخين وغيرها وايضاً الكيماويات والمواد الحافظة والهرمونات الصناعية والتعرض الزائد لأشعة الشمس (الأشعة فوق البنفسجية)

15. أهم الأمراض الناتجة عن الأكسدة :

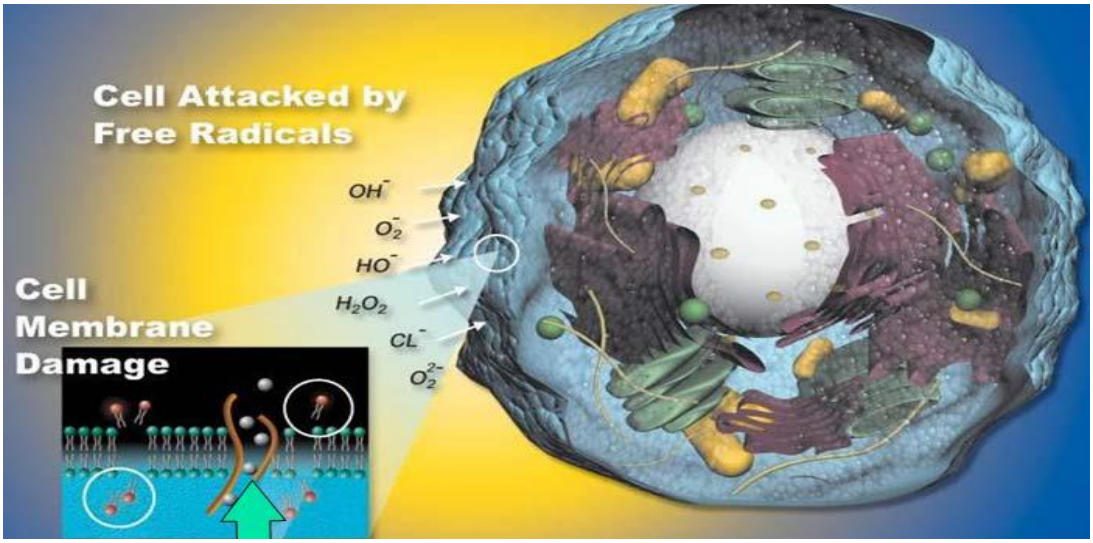
السرطان ، امراض القلب والأوعية الدموية ، امراض الكلى والكبد ، الشيخوخة ، تعتيم عدسة العين ، ضعف المناعة وسرعة التعب ، ارتفاع ضغط الدم ، الاضطرابات العصبية وظهور الامراض الوراثية



شكل (4)أهم العوامل المسببة للأكسدة

15.1. الوقاية من أخطار التأكسد والجذور النشطة

لقد خلق الله فى أجسامنا بعض الأساليب التى تقاوم هذة الجذور وتحمينا من اخطارها وذلك عن طريق وجود بعض الانزيمات الهامة التى تساعد فى التخلص من هذة الجذور الحرة الخطرة اما إذا كانت سرعة تكوين هذه الجذور أكبر من طاقة الجسم الدفاعية فان الجسم لايستطيع التخلص منها وتظهر علية علامات المرض



شكل (5)خلية مهاجمة من الجذور الحرة

16. بعض الأصناف الغنية بمضادات الأكسدة

ينبغي عدم التركيز على نوع واحد أو اثنين من الأغذية التي تحتوي على مضادات الأكسدة بل من المهم جدا أن تحتوي تلك الأغذية على سلسلة واسعة متنوعة من الأصناف وهذه بعض منه:

16.1. الأعشاب الطبية

تحتوي على نسب عالية من مضادات الأكسدة وينضم إليها أيضاً في هذه الفوائد كبش القرنفل والزنجبيل والزعتر المجفف والقرفة وبودرة الكركم. وهي كلها غنية جداً بمضادات الأكسدة.

16.2. التوت البري

يصنف التوت البري بأنواعه المختلفة على أنه أكثر نبات غني بمضادات الأكسدة.

16.3. الفاكهة

هناك مجموعة كبيرة ومتنوعة من التفاح غنية بمضادات الأكسدة مثل الكرز والأفوكادو والأجاص الأحمر والأخضر وكذلك الخوخ الطازج والمجفف.

16.4. البقوليات

مثل الفاصولياء الحمراء والداكنة (السوداء)

16.5. الخضار

تحتوي الخضار على أعلى نسبة من مضادات الأكسدة وتشمل تلك الخضار الأرضي شوكي والسبانخ والملفوف الأحمر والبطاطا البيضاء والبطاطا الحلوة والبروكولي. وتشير الدراسات الحديثة أن طهي تلك الخضار تضاعف من كثافة تلك المواد المضادة للأكسدة.

16.6. المشروبات

الشاي الأخضر يعد مصدراً غنياً بمضادات الأكسدة، ولكن من المشروبات الأخرى الغنية القهوة والكثير من عصائر الفاكهة.

16.7. المكسرات

تشمل المكسرات الجوز والفستق الحلبي والبندق واللوز وبعض أنواع المكسرات المتنوعة الأخرى التي تحتوي على نسبة عالية من مضادات الأكسدة.

16.8. الحبوب

تحتوي منتجات الشوفان على نسبة أعلى من المواد المضادة للأكسدة مقارنة بمصادر الحبوب الأخرى .

16.9. الشيكولاتة الداكنة

تذكر أن قطعة من الشيكولاتة الداكنة تحتوي على نسبة أعلى من معظم الفاكهة والخضراوات فيما يتعلق بمضادات الأكسدة .

17. مصادر أهم مضادات الأكسدة

17.1. الفيتامينات

فيتامين C متوافر في الفواكه وخاصة الحمضيات ، والخضار وخاصة الفلفل الأخضر والأحمر، الطماطم، البطاطا ، الخضار الورقية الخضراء .

وفيتامين C هو حمض الأس كوربيك المشتق من الجلوكوز في النباتات ومعظم الثدييات ماعدا الرئيسيات ومنها الإنسان نتيجة لعدم وجود إنزيم L جلونولأكتون L- gulonolactone المطلوب لتصنيع الفيتامين.

17.2. أهميته الحيوية

حمض الأس كوربيك عامل مختزل ولهذا فهو مطلوب لحفظ المعادن في الحالة المختزلة مثل الحديد +2 والنحاس +2 وبذلك فهو يعزز امتصاص الحديد عن طريق إبقائه في الحالة المختزلة اللازمة لامتصاص الحديد. والحمض مطلوب أيضاً لا ضافة مجموعة الهيدروكسيد إلى البولين والملايسين (البرولين والليسين) بإنزيمي برولیل وليسيل هيدروكسيليز على الترتيب prolyl and lysyl hydroxylase

أثناء عملية تصنيع الكولاجين **Collagen** . وهو مطلوب أيضاً لهدم الحمض الأميني التايروسين **tyrosine** أثناء تصنيع هرمون الأدرينالين**adrenaline** و كذلك الحامض مهم في تصنيع أحماض المرارة **bile acids** لأنه مطلوب في إضافة الهيدروكسيد إلى ذرة الكربون 7–ألفا.

وتحتوي قشرة الغدة فوق الكلوية على كميات كبيرة من الحمض لاستخدامه في تصنيع الهرمونات الستيرويدية (مثل الكورتيزون والألدوستيرون).

17.3. الآثار الجانبية :

نقص فيتامين سي يحدث نتيجة أمراض الأمعاء الدقيقة وإدمان الكحوليات وأحياناً التدخين والاعتماد على الأطعمة السريعة والإقلال من تناول الخضراوات والفاكهة. وهذا النقص يؤدي إلى مرض الإسقربوط **scurvy** وهو مرتبط بالتكوين الناقص للكولاجين ويمتاز المرض بالتالي:

- انتفاخ اللثة وتخلخل الأسنان وربما سقوطها والنزيف تحت الجلد **Subcutaneous hemorrhages**
- تأخر التئام الجروح وأنيميا بسيطة وضعف المناعة وقصر التنفس وآلام العظام وفي المراحل المتأخرة الصفراء وتورم عام وقلة التبول ويمكن أن توجد أمراض عصبية وحمّى وتشنجات وفي النهاية يمكن أن يؤدي إلى الموت.

وقد كان الإسقربوط حالة شائعة بين البحارة وفي الشتاء وهو يُعالج بتناول الخضراوات والفاكهة أو العلاج بفيتامين سي سواء في صورة أقراص أو حقن. هذا ويمكن أن تستمر الكمية المخزنة من فيتامين سي في الجسم لمدة **3–4** شهور قبل أن تظهر أعراض الإسقربوط

- **<u>البيتا كاروتين</u>** :

نجده في الفواكهوالخضار الصفراء ، والبرتقالية مثل الجزر والبطاطا الحلوة ، الخضار الورقية الخضراء، مثل السبانخ ، المشمش ، البروكولي.

- **<u>الليكوبين</u>** :

يتوافر في الجزر ،الفلفل الأخضر ، المشمش ، الطماطم ، والأطعمة التي يعتمد على الطماطم.

- **<u>اللوتين</u>** :

نجده في السبانخ ، اللفت ، الخس ، الكراث ، البروكولي ، الكرفس ،البقدونس ، الذرة ، الكيوي ، صفار البيض

- **<u>السيلينيوم</u>** :

متوافر في فستق الكاجو ، سمك السلمون ، التونا ، وسمك الهلبوت.

- **<u>الفوليك اسيد:</u>**

يُعرف حمض الفوليك بأنه شكل من أشكال فيتامين **B** القابل للذوبان في الماء، حيث يُنتج هذا الفوليك بشكل طبيعي في الطعام، بينما حمض الفوليك هو الشكل الاصطناعي لهذا الفيتامين، ومنذ عام **1998**م تم تصنيف حمض الفوليك بأنه يتواجد في الحبوب الباردة، والدقيق، والخبز، والمعكرونة والبسكويت، بالإضافة إلى أن حمض

الفوليك يستخدم في علاج انخفاض مستويات الفولات في الدم وكذلك مضاعفاته بما في ذلك الأنيميا وعدم قدرة الأمعاء على امتصاص المغذيات بشكل صحيح، ويستخدم حمض الفوليك في الحالات الأخرى المرتبطة بنقص حمض الفوليك والتهاب القولون وأمراض الكبد والإدمان على الكحول وغسيل الكلى

18. فوائد مضادات الأكسدة بالنسبة لصحة الإنسان

إن مضادات الأكسدة تتصف بقدرتها وقابليتها على ان تتأكسد ولذلك تساهم في إيقاف سلسلة التفاعلات الناتجة من الجذور الحرة وبالتالي تساهم في الحد من تدهور الخلاياوضعفها ولذلك أن لمضادات الأكسدة فوائد عديدة منها الحد من انتشار وزيادة استمرار بعض الأمراض مثل:

- تحارب الاكتئاب
- تمنع حدوث الطفرات في الخلايا ، وتقى من المسرطنات وتكون الجلطات ، والالتهابات.
- تنشط الدورة الدموية ، تزيد توارد الاكسجين للمخ وجميع أجزاء الجسم.
- تحمى جهاز المناعة عن طريق منع تكون الشقوق الحرة التي يمكن ان تسبب تلفا وأثار مدمرة بالجسم .

بالإضافة إلي

1. حماية الجهاز العصبي.

ان لمضادات الأكسدة المتواجدة في الأطعمة الصحية أو عن طريق تناول بعض مصادرها المصنعة تأثيرا كبيرا في حماية وتقوية جهاز المناعة عند الإنسان وبالتالي يستطيع هذا الجهاز في الدماغ العمل ضد الأمراض المختلفة سواء كانت الناتجة بسبب بكتيري أوفيروسي .

2. المحافظة على الجلد.

ان لمضادات الأكسدة دورا كبيرا في حماية خلايا الجلد من التقدم في العمر والهرم مما يساهم في إضفاء مرونة عالية للجلد ويحد من التجاعيد وذبولة الجلد .

3. سلامة الأوعية الدموية

إن لمضادات الأكسدة دورا كبيرا في الحد من ترسب الدهون ومواد الدم مثل الصفائح الدموية على الشريان وهذا العمل لمضادات الأكسدة سوف يساهم في زيادة ومرونة ومطاطيةالشرايين والأوعية الدموية وبالتالي يحد من أمراض القلب وجلطات الدماغ فهي تعمل ..للشرايين وهذا العمل سوف يساهم في انتظام سريان الدم في هذا الشريان وسهولته.

4. السرطان.

رغم أن مضادات الأكسدة لا تعالج السرطان إلا أن العديد من الأبحاث العلمية التي تمت دراستها حول فوائد مضادات الأكسدة وضحت أنها تساهم في الحد من حدوث أي خلل في الخلايا مما تساهم في الوقاية من السرطان ونمو الخلايا.

5. حماية خلايا الفم.

إن لمضادات الأكسدة وخاصة فيتامين "C"دورا كبيرا في حماية خلايا الفم وتكوين الأنسجة الحيوية الا أن فائدة هذا الفيتامين تزيد بإدخال وتناول مضادات أكسدة معه .وعموماً فإن لهذه المضادات تأثيرا جيدا على العديد من الحالات المختلفة مثل فقدان الذاكرة حيث تزيد من سلامة خلايا المخ كما أنها تقلل من تأثير الضغوط النفسيةوتساهم في التئام الجروح وشفائها.

- **الوقاية من الأمراض**

توجدالمئات من مضادات الأكسدة في الأطعمة التي نأكلها ، والأهم بينها **C** و **E** ،البيتاكاروتين ، اللوتين والليكوبين ، ومعدن السيلينيوم . فهي جميعها تساعد على الوقاية من عدة أمراض. وكانت دراسات أجريت على الليكوبين ، الموجود أساساًفي الطماطم ، قد أظهرت أنه يمكن أن يخفف بشكل ملحوظ في خطر الإصابة بسرطانا لبروستات ، والمعدة والرئتين ، كما تبين أيضاً أنه يلعب دوراً وقائياً كبيراً من سرطان البنكرياس والقولون ، والمريء والفم والصدر. من جهة ثانية تلعب مضادات الأكسدة دوراً حيوياً في الوقاية من أمراض العين، وإعتام عدسة العين.

19. مثالين لعلاقة مضادات الأكسدة بصحة الجسم

19.1. مضادات الأكسدة وتعزيز قوة الدماغ

أجريت المؤسسة الأمريكية للعلوم العصبية دراسات أظهرت أن مضادات الأكسدة قادرة على تخفيف الضرر ، الذي يلحق بالدماغ بسبب التقدم بالسن ، وعن طريق حماية الخلايا الدماغية ، يمكن لمضادات الأكسدة أن تساعد على التخفيف من فقدان الذاكرة ، كما تحمي الاتصالات بين الخلايا العصبية من الضرر،وبهذا تكون قد لعبت دوراً أسياسياً في تعزيز عملية التعلم والتحكم . وكانت دراسات أجريت في جامعة إلينوي الأمريكية قد بينت أن الفيتامين **C** و **E** لا يسهمان فقط في الوقاية من سرطان الجلد ، عن طريق مكافحة الجزيئات الحرة ، الناتجة عن الأشعةفوق البنفسجية ، بل يسهمان أيضاً في مكافحة آثار الشيخوخة ، وذلك بالإبقاء على الجلد متماسكاً وحيوياً. وتجدر الإشارة هنا إلى أن المراهم الواقية من أشعة الشمس ، لا يمكنها أن تحجب **100 %** من الأشعة فوق البنفسجية ، وهذا يعني أن بعض هذه الأشعة ، يمكن أن تخترق الجلد وتخلق جزيئات حرة تضر بالجلد ، ويمكن أن تؤدي إلى شيخوخته وإلى إصابته بالسرطان ، أن استخدام مضادات الأكسدة ،خاصة الفيتامين **C** و **E** ، موضعياً على الجلد يمكن أن يخفف الأكسدة ، ويقلل أضرارالتعرض إلى الأشعة فوق

البنفسجية ، ويحافظ بالتالي على صحة الجلد وحيويته . والواقع أن صحتنا تعتمد على حد كبير على قدرة أجسامنا على مكافحة الأضرار، التي تنتج عن الجزيئات الحرة ، لذلك فإن مضادات الأكسدة تلعب دوراً أساسياً في الوقاية من الأمراض ، ولحسن الحظ فأنه بوسع الجميع أن يستفيدوا من هذه المضادات ،نظراً لوجودها بشكل طبيعي في الأطعمة ، وخاصة في الفواكه والخضار

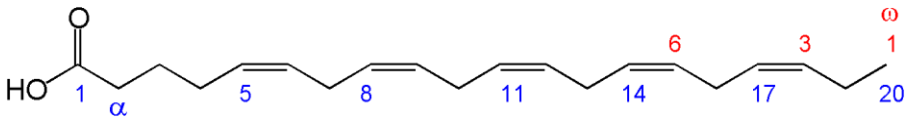
19.2. مضادات الأكسدة ومرض السكر

أكدت نتائج آخر البحوث العلمية التي أجريت على عدد من مرضى السكري أن إضافة مضادات الأكسدة لعلاج مرضى السكري تحسن من تأثير الأدوية تقوي كفاءتها وتحافظ على خلايا الجسم من الإصابة بالمضاعفات خاصة خلايا الأطراف. أجري ذلك البحث على 150 مريضا من المترددين على معهد السكر بالقاهرة ممن يعالجون عن طريق الفم وتم إعطاؤهم مضادات الأكسدة المستخرجة من مواد طبيعية مع العلاج مع أدوية علاج السكري وقد حدث تحسن كبير لهم، كما وجد أنها تقلل من تكوين الشوارد الحرة لدى مريض السكري الذي يعتبر المضاعفات الناتجة عنها من أخطر المضاعفات التي يعاني منها. ولهذا يوصى مرضى السكري باستخدام مضادات الأكسدة بشكل مستمر حفاظا على أنسجة الجسم، كذلك تم إجراء البحث على الحوامل المصابات بمرضى السكري، وقد وجد أن مرض السكري غير المعالج بشكل دقيق يؤدي إلى إصابة الأجنة بالتشوهات وبإعطاء هؤلاء الحوامل مضادات الأكسدة وجد أنها تقلل من هذه التشوهات. وبما أن الحوامل يتعرضن للإصابة بملوثات البيئة المحيطة من عوادم سيارات وأبخرة المطبخ داخل المنزل أو التعرض للتدخين السلبي وغيرها من الملوثات البيئية فإنه ينصح بأهمية تناول مضادات الأكسدة سواء في شكل أدوية أو أغذية تحتوي على حمض الفوليك وفيتامين "بي وسي" على أن تكون الأدوية تحت الإشراف الطبي وهذه العناصر توجد بكثرة في الخضراوات والفواكه وهي مفيدة للحامل فضلا عن أنها غنية بمضادات الأكسدة فهي تمنع الإمساك.

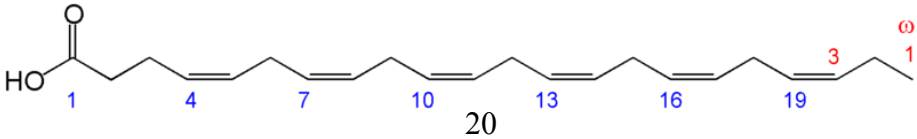
19.3. الزيوت النباتية ومضادات الأكسدة

وبالإضافة إلى الزيوت النباتية وأهمها زيت الزيتون وزيت السمك والزيت الحار أو (زيت بذرة الكتان) وزيت الصويا وكلها ثبت أنها تحتوي على قيمة وقائية ضد الكثير من الأمراض التي تحدث للحامل وجنينها وهي غنية بفيتامين E كما ثبت أن الأسماك غنية بعناصر غذائية كثيرة ومهمة للحامل بالإضافة إلى ما يسمى بالأوميجا 3 وهي أحد مضادات الأكسدة. تتكون أوميجا 3 عموماً من عنصرين مهمين، هما

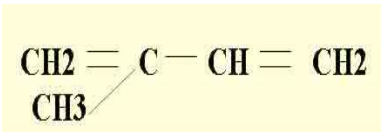
- **Epicosapentaenoic (EPA).**



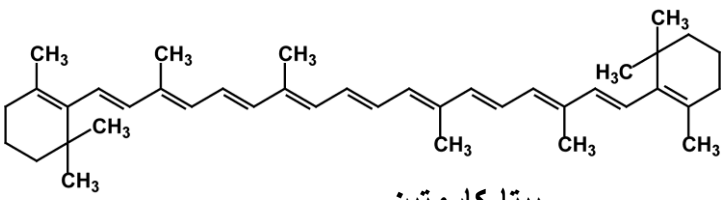
- **Docosahexaenoic (DHA).**



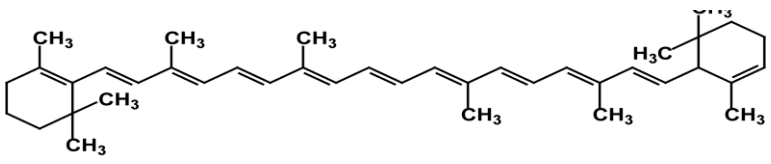
وثبت علمياً أن الأسماك غنية بمضادات الأكسدة بالإضافة إلى ما تحويه من عناصر غذائية مهمة ولهذا نشير على الحامل التي لا تتمكن من الحصول عليها في الشكل الغذائي أن تحصل على هذه العناصر على شكل مستحضرات دوائية لأهميتها، حيث ثبت أن نقص هذه العناصر في طعام الحامل له علاقة بتشوهات الجنين خاصة فيتامين A و S وحمض الفوليك بالإضافة إلى العناصر المعدنية إذ تأكد أن نقص عنصر الزنك أيضا خلال فترة الحمل وكذلك اليود والبوتاسيوم والحديد وراء النسبة الزائدة في ولادة أطفال مشوهين. أن الإنسان العادي يحتاج إلى غذاء متوازن يحتوي على المغذيات المشار إليها ولو بتراكيز قليلة بحسب احتياج الخلايا لأي منها، حيث تشتمل حركة بعض الخلايا المناعية على ما يسمى بالشوارد الحرة كما أن التعرض لأشعة الشمس أو الملوثات الجوية يجعل تلك الشوارد تتخلق تحت جلد الإنسان وهي شقوق ذات شحنة يمكن أن تتوالد بالاصطدام بالجزئيات الكبيرة كالدهون والبروتينات ووجود هذه الشوارد بغير جهاز رادع لمعادلة شحنتها يؤدي إلى ظهور أمراض كثيرة منها السرطان وأمراض القلب والسكري حيث إن انقلاب هذه الشوارد يؤدي إلى التأثير في الخلية ومكوناتها ومن ثم الأعضاء المهمة بالجسم كالكبد. ولهذا فإن الغذاء المتوازن يلعب دورا مهما في بناء الجهاز المضاد لتلك الشوارد بما يحتويه من مضادات أكسدة مهمة تحمي البروتينات الحيوية كالهرمونات ومنها الأنسولين والهرمونات البروتينية ، وأن التوازن الهرموني يعتبر أهم من وجود الهرمون نفسه في الجسم ويقوم الغذاء بتدعيم أجهزة الجسم بتوفير الاحتياجات اللازمة لإنتاج هذه الهرمونات التي تقدر بالمئات. ولهذا فإن نوعية الغذاء وطريقة إعداده يمكن أن تواجه الخلل الهرموني وكذلك مواجهة الخلل الأكسيدي. ويلعب الغذاء دورا مهما في تدعيم هذا التوازن الهرموني حيث يقوم الأنسولين بأدوار مهمة بالتوازي مع هرمونات كثيرة مثل هرمونات الغدة الدرقية وباقي الغدد الصماء كالغدة فوق الكظرية، حيث إن وجود الأنسولين يكون مهما جدا ليصبح عمل هذه الهرمونات مجديا. كما أن هرمون مثل الأنسولين يتوافق عمله مع هرمونات الغدد المخية مثل الهايبوثالامس، والغدة النخامية.من هنا تجيء خطورة فقدان هرمون الأنسولين أو بعض وظائفه حيث إن هذا الهرمون له وظائف عديدة لم يكشف عنها كلها بعد، كما أن الغذاء المتوازن والمحتوي على القدر الكافي من الفيتامينات والأملاح المعدنية والمواد الغذائية كالفينولات والايزوفلافون والتربينات والكاروتين والكيلوتين



التربينات



بيتا-كاروتين



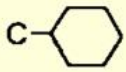
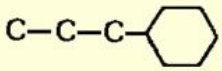
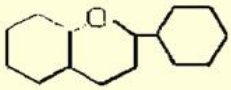
ألفا-كاروتين

وغيره من العناصر المتوافرة في الخضراوات والفواكه مع تقليل محتوى الغذاء من الدهون خصوصا الحيوانية واستبداله بالدهون النباتية والأسماك التي تحتوي على الأوميجا 3 ويساعد الجسم على تخليق هرمونات مهمة جدا في حماية الجسم من تصلب الشرايين وأمراض القلب وغيرها من الأمراض المرتبطة بالغذاء والتغذية والتعرض للشحنات الكهرومغناطيسية والأشعة المواتية الموجودة في الشمس، والملوثات البيئة والغذائية.

وتعتبر المركبات الفينولية من مضادات الاكسدة الهامة الموجودة داخل النباتات .

الفينولات: Phenols

الفينولات ثاني مجموعة من المشتقات الثانوية للنبات وهى مواد تحمل في تركيبها الهيدروكسيد على حلقة البنزين العطرية والشكل التالي يلخص اهم مجموعات الفينولات وهياكلها الكربونية.

C-Skeleton	Group	examples
	Simple Phenols	Hydroquinone Arbutin
	Phenolcarboxylic acids	P - Hydroxybenzoic acid Protocatechuic acid
	Phenylpropanes	Cinnamic acids Cinnamic alcohols Coumarins Lignin
	Flavon derivatives	Flavanones Flavones Flavonols Anthocyanidins

شكل (6) أمثلة على انواع الفينولات

وفيها نرى ان الفينولات تنقسم إلى:

الفينولات البسيطة وهى التي تحتوى على حلقة بنزين مرتبطة بواحد أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيد.

الأحماض الكربوكسيلية الفينولية **Phenol carboxylic acid** ويتكون من حلقة بنزين مرتبطة بمجموعة حامضية وهى مجموعة الكربوكسيل **COOH** وكذلك واحد أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيد وقد يحصل أيضا مجموعات أخرى مثل مجموعة الميثيل.

مجموعة الفينل بروبان **phenylpropanes** ومشتقاتها ويتكون هيكلها الكربوني من الحلقة بإضافة الى سلسلة جانبية من ثلاث ذرات كربون . وهذه المجموعة تضمن أهم الفينولات داخل النبات مثل حمض السيناميك ، كحول السيناميك والكيومارين واللجنين.

4- مشتقات الفلافونات Flaven derivatives وهى مجموعة تضم مشتقات الفلافونات والتي تتميز بالهيكل الكربونى للفلافون والتي تتكون من ثلاث حلقات بنزين B,A أما الحلقة الوسطية فتحتوى على الأكسجين وتشمل الفلافونات والانثوسيانات.

5 – معظم تلك الفينولات السابقة الذكر لا توجد حرة داخل خلايا النبات بل توجد مرتبطة في صورة جل وكسيد او في صورة استر سكرى حيث تودع في الفجوات العصارية للخلايا وتنفرد حين الحاجة إليها .

وتؤدي الفينولات دوراً مهماً في جسم النبات الحاوي عليها يتمثل على النحو الاتي :-

1- تدخل الفينولات مواداً تركيبية لجدار الخلية مثل مادة اللكنين (lignins) .

2- تدخل الفينولات في تركيب صبغة الانثوسيانين anthocyanin المسؤولة عن الوان بعض النباتات والازهار .

3- الأفلاطونيات Flavonoids(احد اصناف الفينولات) يعتقد انها تساهم في عملية البناء الضوئي كما في اوراق نبات السبيناغ .

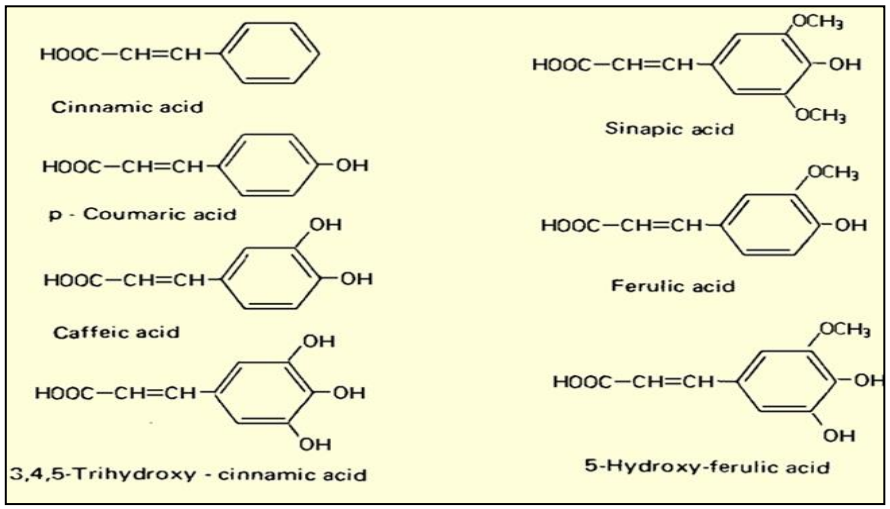
4- بعض انواع الفينولات تكون مواد سامة لذا فان وجودها في النباتات الحاوية عليها يحميها من الحشرات او الحيوانات اكلة الاعشاب.

5- عدد كبير من الفينولات لها تأثيرات مضادة للبكتريا والفطريات مثل الثايمول لذلك عدد منها يستخدم بشكل ادوية مضادة للبكتريا والفطريات.

اهم مجموعات الفينولات الهامة داخل النباتات والتي سوف نتعرض لها فى هذه الدراسة.

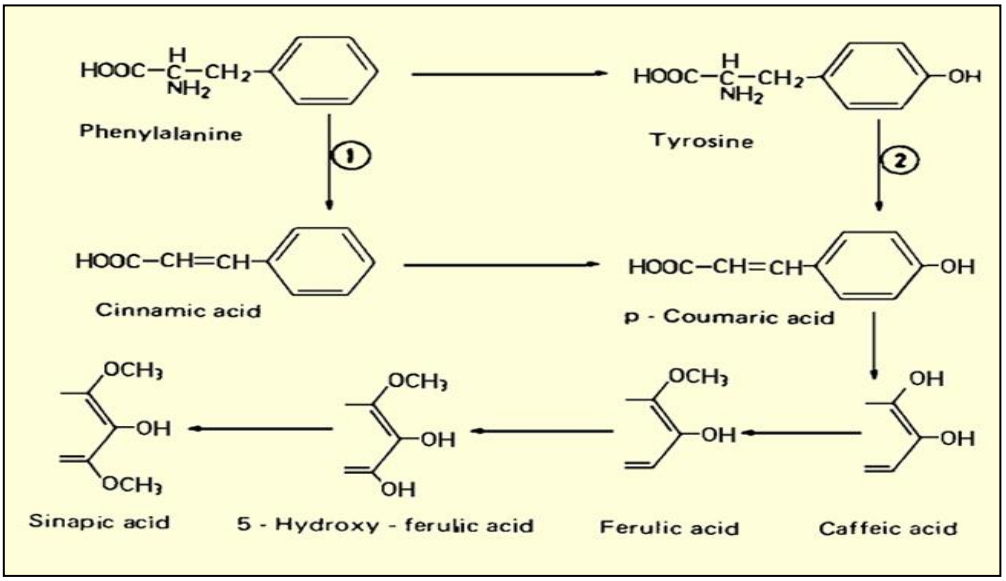
1- مجموعه حمض السيناميك: Cinnamic acids

أفراد تلك المجموعة هي حمض السيناميك نفسة وعدة افراد أخرى ترى في الشكل التالي ويظهر فيها ايضا التركيب النباتي لها.



شكل (7) التركيب النباتي لأفراد مجموعه حامض السيناميك

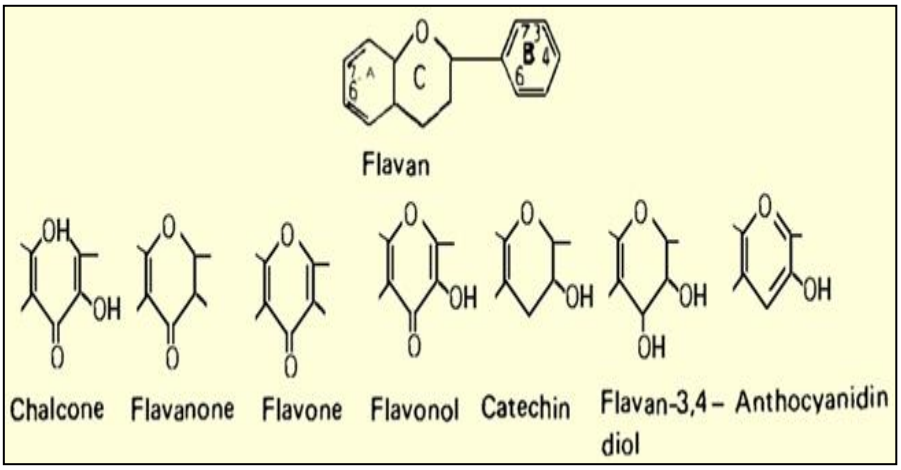
أما عن بناء حمض السيناميك نفسة فيتكون من الحمض الأميني الفينيل الانين والتايروسين عن طريق أكسدة ونزع مجموعة الامين **Oxidation and deamination** فينتج حمض السيناميك والكيوماريك على التوالى أو يضاف مجموعة الهيدروكسيد لحمض السيناميك لتكوين الكيوماريك وبنفس الطريقة يتم بناء باقى افراد عائلة حمض السناميك. وكما سبق الذكر فان تلك الفينولات لاتوجد حرة بل فى صورة كلوكسيدات أو استرات سكرية باستثناء حمض **Caffeic acid** والذي يوجد عادة فى صورة حمض**.Chlorogenic acid .**



شكل (8) بناء حمض السينابيك فى النبات 1- بمساعدة انزيم Phenylalnine ammoniumlyase
2- بمساعدة انزيم Tyrosine ammonium –lyase

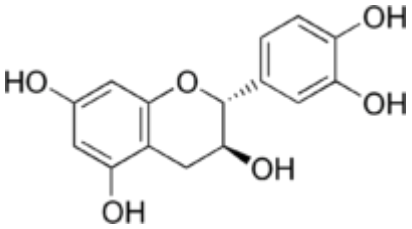
2– مشتقات الفلافين: Flavones Derivatives

تمثل الفلافونات مجموعة كبيرة من المركبات الفينولية وعادة تقسم مشتقات الفلافونات الى عدد من المجموعات تبعا لحالة التأكسد من حلقتها المركزية كما يلى:

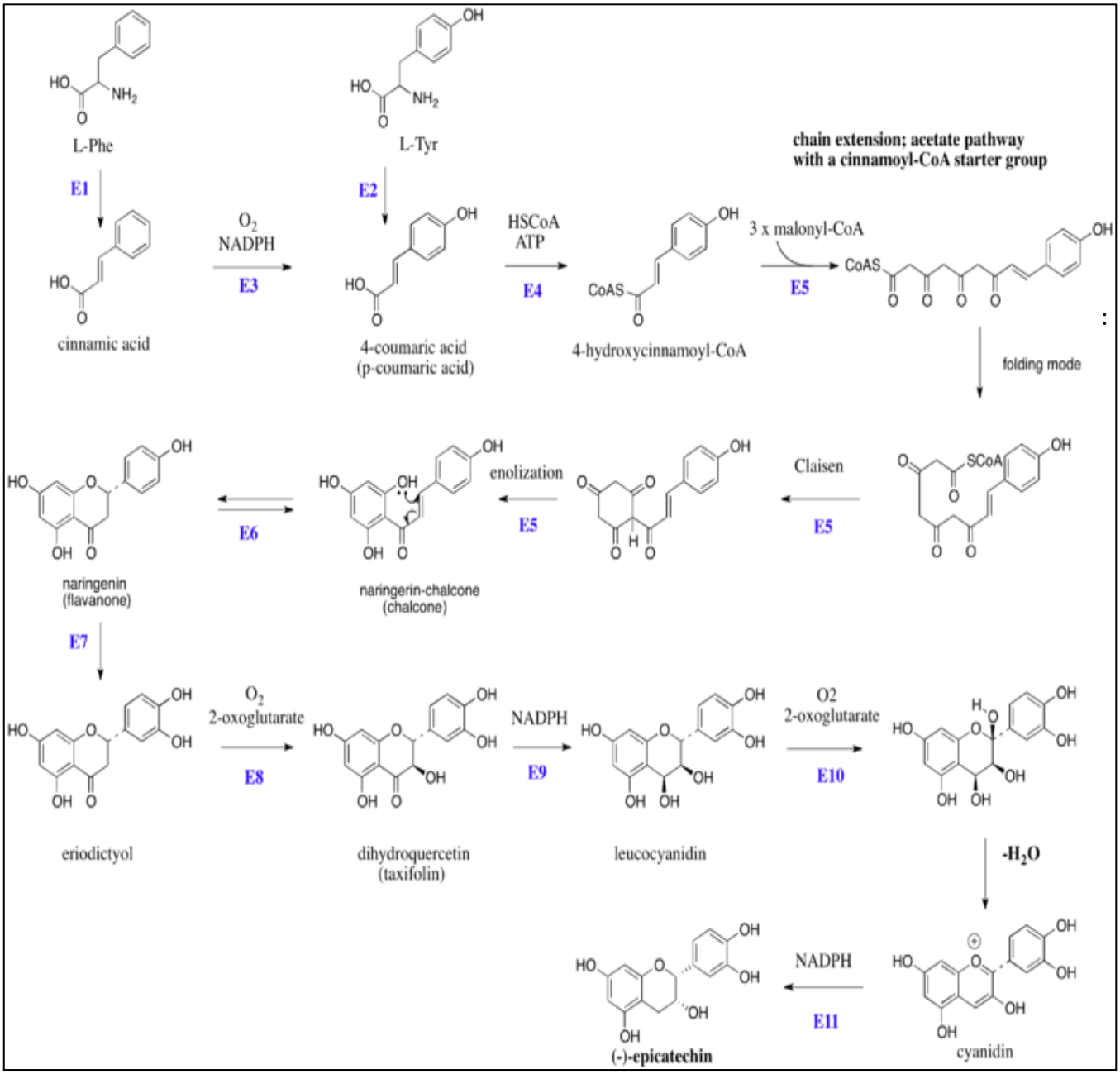


شكل (9) مشتقات الفلافونات

وتوجد الفلافونات أيضا في النبات في صورة كلاي وكسيدات حيث يتصل السكر مع جزئ الهيدروكسيد على الحلقة A في هيكل الفلافون ويعتبر الكاتيكين من اهم الفلافونيدات التي سوف نتعرض لها في هدة الدراسة وتركيبة الكيميائي كالاتي :

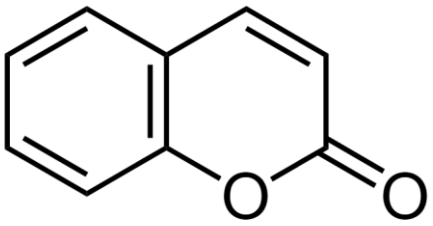


Catechin

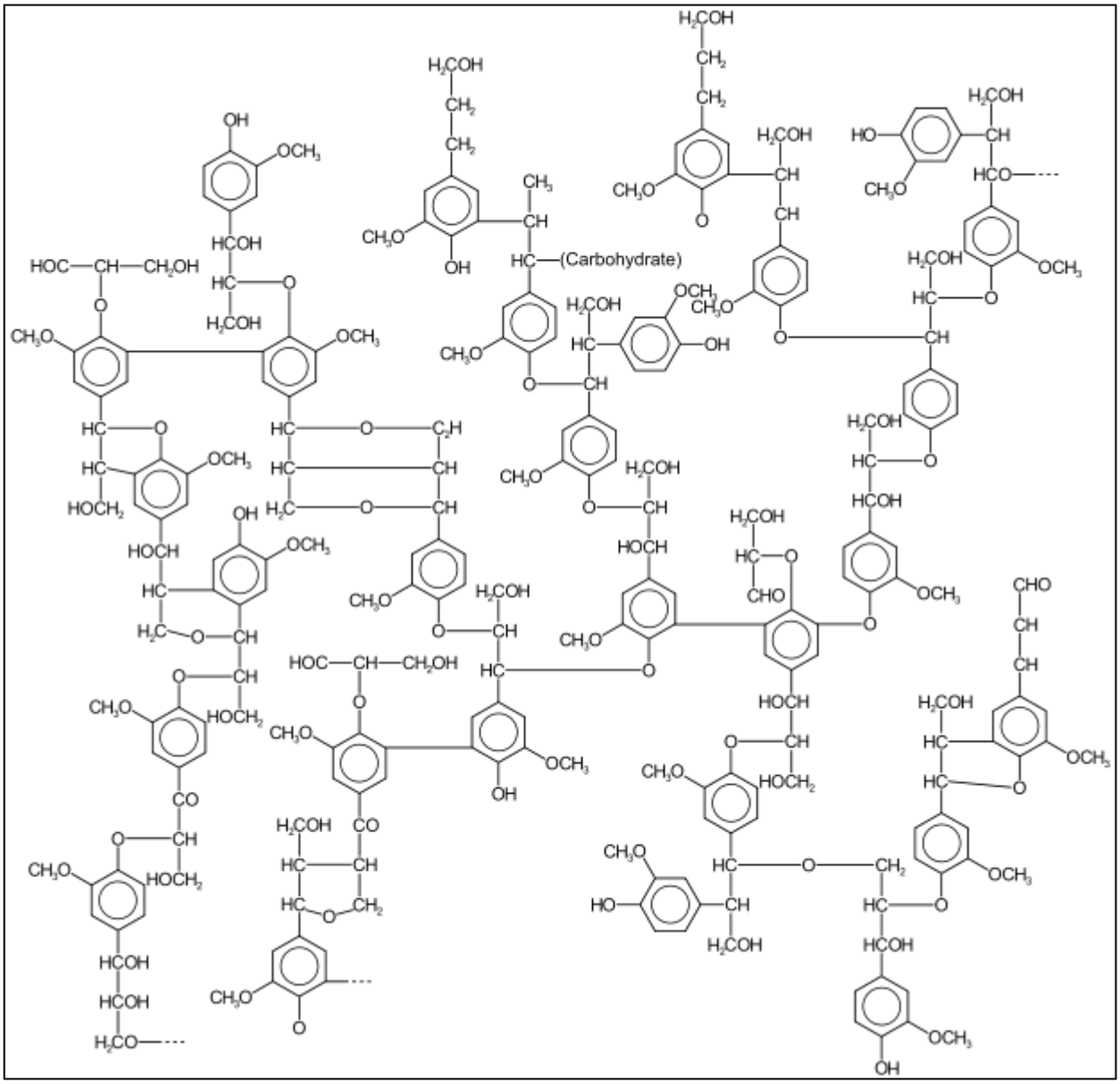


شكل (10) يوضح تفاعلات المركبات الفينولية

مجموعة حمض الكيومارين: Coumadin's

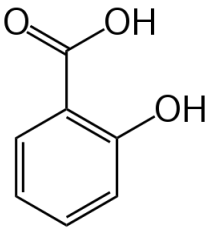


اللجنين: Lignin



شكل (11) تصور محتمل لبنية اللجنين

الاحماض الكربوكسيلية الفينولية: Phenol carboxylic acids



20. المصادر

1. **Dennis Lee, Daniel Kulick "Omega-3 Fatty Acids Benefits, Uses, and List of Foods .2018. Edited.**

2. **Rachael Link "8 Little-Known Side Effects of Too Much Fish Oil" ،Retrieved 10-12-2018.**
3. **C. W. Jones, J. H. Clark. Applications of Hydrogen Peroxide and Derivatives. Royal Society of Chemistry, 1999.**

4. **Wolffenstein ،Richard "Concentration und Destillation von Wasser stoff superoxyd". Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft(October 1894).**

5. **Thomas Kingzett ،Charles Kingzett proposed as a structure H2O=O. See: "On the activity of oxygen and the mode of formation of hydrogen dioxide". The Chemical News. 46 (1192): 141–142.**

6. **"Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices, ACGIH" June 2013.**

7. **"ATSDR - Redirect - MMG: Hydrogen Peroxide". 2016.**

8. **Brewer GJ. "Achromatic regions of tetrazolium stained starch gels: inherited electrophoretic variation". Am. J. Hum. Genet. 19 (5): 674–80. (1967)**

9. **Tainer JA, Getzoff ED, Beem KM, Richardson JS, Richardson DC. "Determination and analysis of the 2 A-structure of copper, zinc superoxide dismutase". J. Mol. Biol. 160 (2): 181–2171982 .**

10. **McCord JM, Fridovich I "Superoxide dismutase: the first twenty years (1968-1988)". Free Radic. Biol. Med. 5 (5–6): 363–9. 1988.**

11. **CRC Handbook of Chemistry and Physics, 76th Ed, 1995–1996.**

12. **Lebo ،Stuart E. Jr.; Gargulak, Jerry D. and McNally, Timothy J. "Lignin". Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. John Wiley & Sons. 2001.**

13. **Martone, Pt; Estevez, Jm; Lu, F; Ruel, K; Denny, Mw; Somerville, C; Ralph, J. "Discovery of Lignin in Seaweed Reveals Convergent Evolution of Cell-Wall Architecture.". Current biology . 2009.**

14. **Biology, Arms and Camp. 1995,**

15. **Anatomy of Seed Plants, Esau, 1977.**

16. Wardrop; The structure of the cell wall in lignified collenchyma of Eryngium sp.; Aust. J. Botany, 17:229-240, 1969.

17. W. Boerjan, J. Ralph, M. Baucher . "Lignin bios". Ann. Rev. Plant Biol. 54: 519–549. 2003.

18. Stratta RJ, Alloway RR. "Pancreas transplantation for diabetes mellitus: a guide to recipient selection and optimum immunosuppression.". BioDrugs. 10 (5): 347–357. 1998.

19. Lee CM, Huxley RR, Lam TH "Prevalence of diabetes mellitus and population attributable fractions for coronary heart disease and stroke mortality in the WHO South-East Asia and Western Pacific regions". Asia Pacific journal of clinical nutrition. 16 (1): 187–92. 2007.