

تغذیه اساسی ۲

سیده الهه شریعتی

Shariatie@varastegan.ac.ir

ویتامین های محلول در چربی

آنتی اکسیدان (Antioxidant)

➤ موادی هستند که از تشکیل رادیکال‌های آزاد در سلول‌ها جلوگیری می‌کنند.

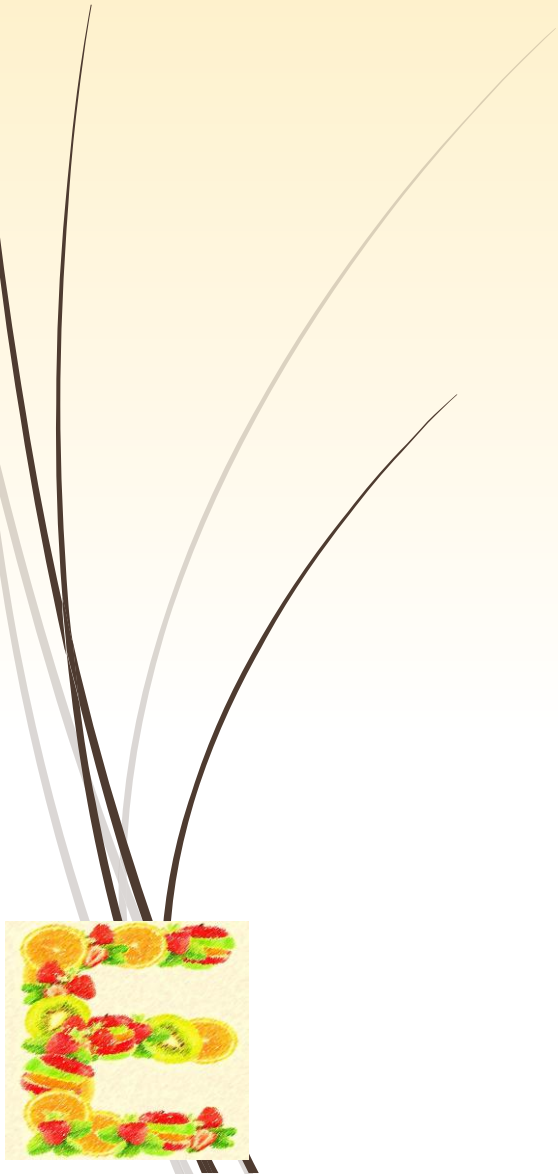
➤ از مهمترین آنتی اکسیدان‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱- ویتامین C یا اسید آسکوربیک

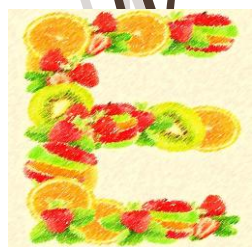
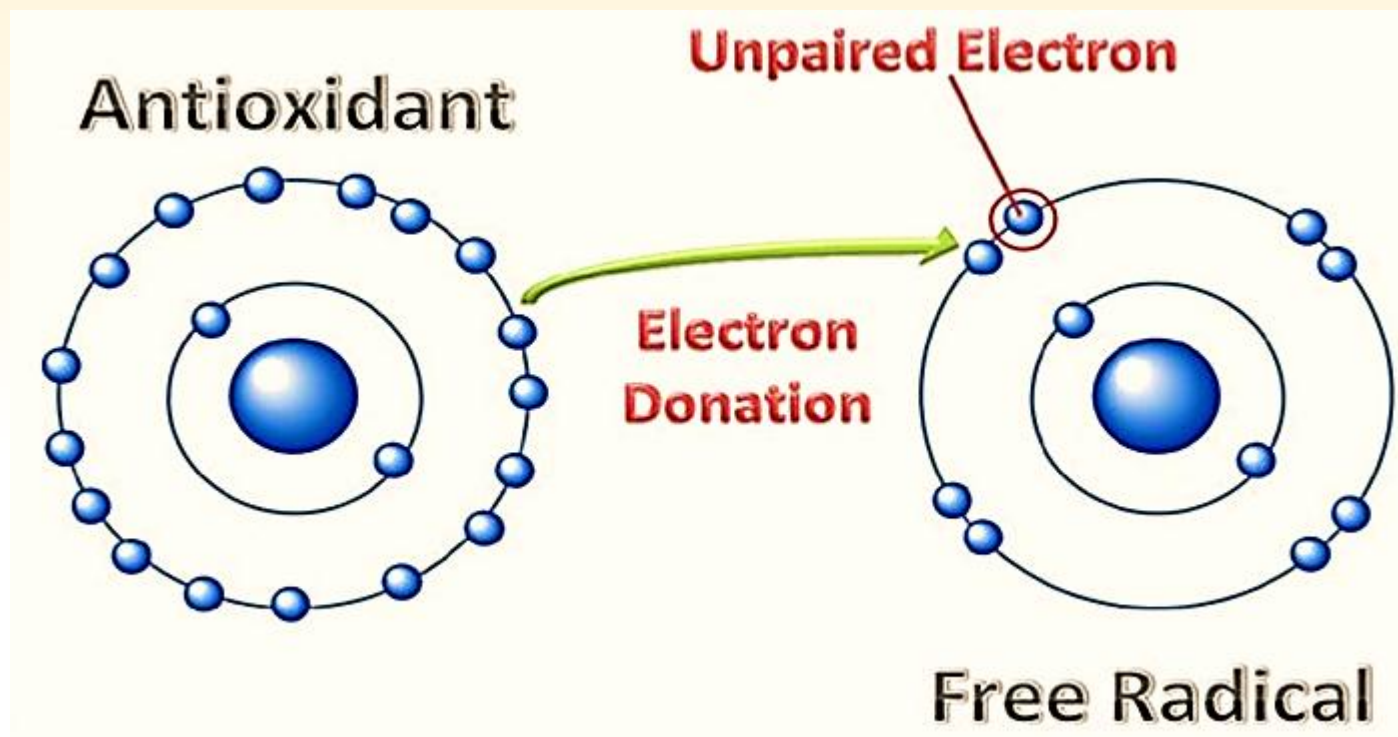
۲- ویتامین E

۳- بتاکاروتن، پیش‌ساز ویتامین A در گیاهان

۴- سلنیوم



رادیکال های آزاد (Free Radicals)



رادیکال های آزاد (Free Radicals)

➤ به اتم، مولکول یا یونی گفته می شود که دارای الکترون جفت نشده یا به عبارت دیگر دارای پوسته الکترونی ناقص باشد و می توانند با تخریب سلول های بدن و بافت ها، خسارات جبران ناپذیری وارد کنند.

➤ در انسان مهم ترین رادیکال آزاد **اکسیژن** است.

➤ حاصل فعالیت رادیکال های آزاد در بدن انواع سرطان، دیابت، نارسایی های قلبی، آسیب های مغزی، مشکلات عضلانی، پیری زودرس، آسیب های چشمی و در کل ضعف سیستم ایمنی بدن است.

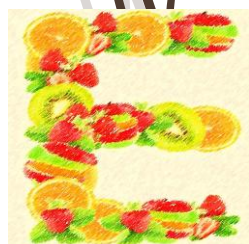


ویتامین E



ویتامین E

▶ ویتامین E نقش اساسی در حفاظت از بدن در برابر آسیب های ناشی از واکنش های اکسیدشن فعال که در جریان متابولیسم تشکیل می شوند یا در محیط زیست صورت می گیرند، به عهده دارد.



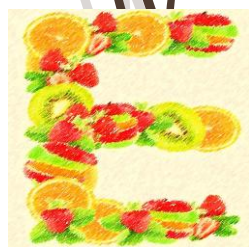
ویتامین E

➤ دو نوع فرم فعال ویتامین E:

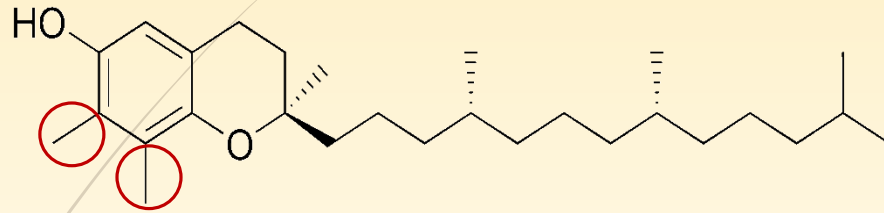
الف- توکوفرول (ایزومر طبیعی این ویتامین: آلفاتوکوفرول)

ب- توکوتری انول (با فعالیت بیولوژیک ضعیف تر نسبت به توکوفرول)

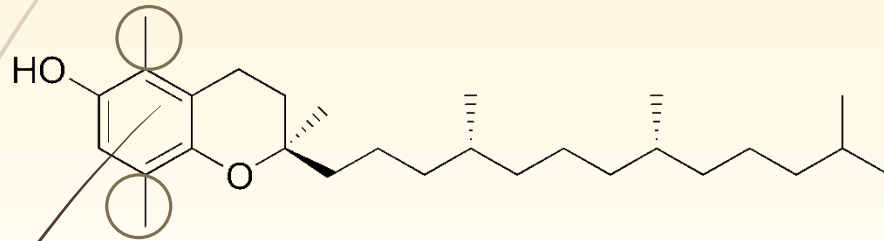
➤ وایتامرهای ویتامین E بر حسب محل و تعداد گروه های متیل در سیستم حلقوی نامگذاری می شوند.



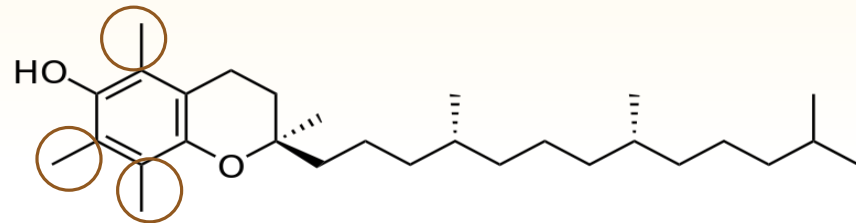
ویتامین E



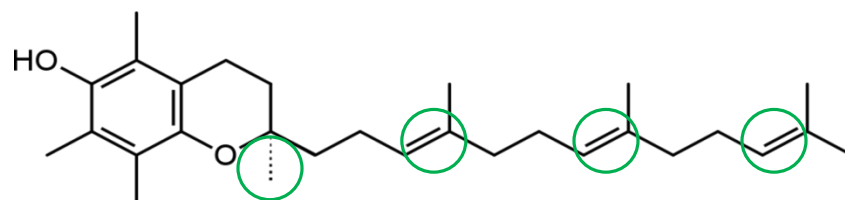
γ -Tocopherol



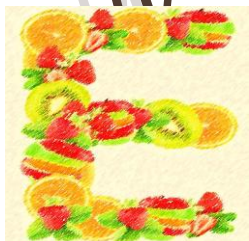
β -Tocopherol



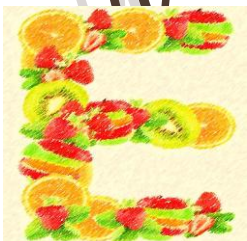
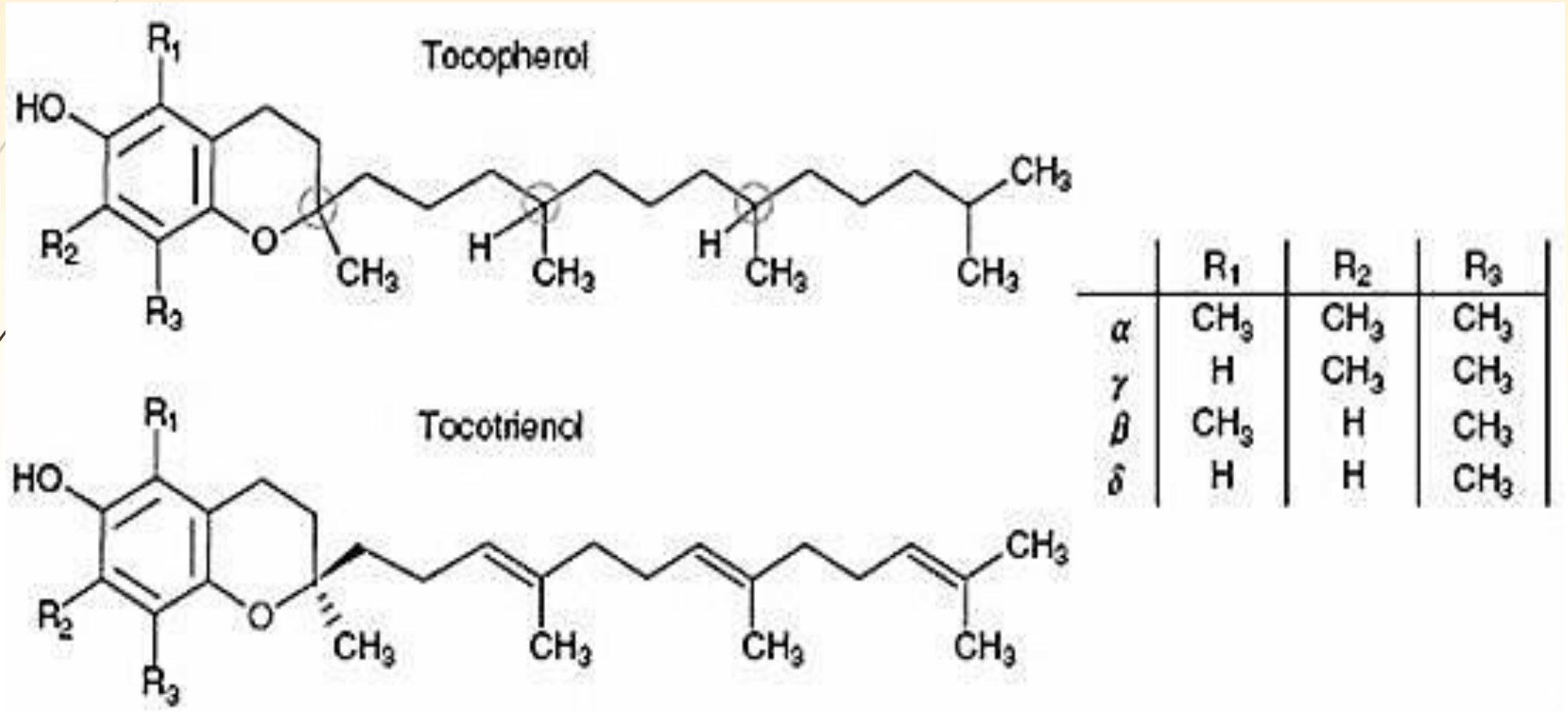
α -Tocopherol



α -Tocotrienol



ویتامین E



ویتامین E

Biological Activity

alpha-tocopherol

beta-tocopherol

alpha-tocotrienol

gamma-tocopherol

beta-tocotrienol

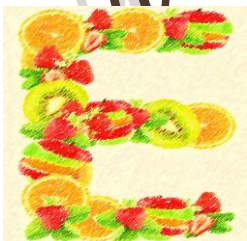
delta-tocopherol

gamma-tocotrienol*

delta-tocotrienol*

قوی ترین آنتی اکسیدان در برابر انواع گونه های فعال اکسیژن
(ROS; Reactive Oxygen Spices مانند O_2^-)

آنتی اکسیدان قوی تر در برابر انواع گونه های فعال نیتروژن
(RNS; Reactive Nitrogen Spices مانند NO).





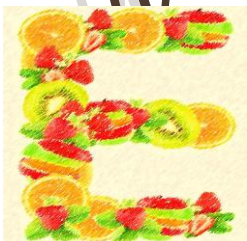
جذب، انتقال و ذخیره سازی

ویتامین E

▶ ویتامین E در قسمت فوقانی روده باریک همانند سایر ویتامین های محلول در چربی، نیاز به عملکرد پانکراس و ترشح صفراوی دارد.

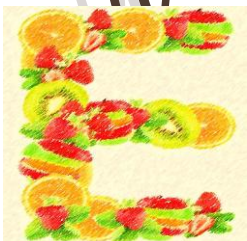
▶ شرایط لازم برای جذب شامل:

محلول شدن با ترکیبی از نمک های صفراوی، برداشت توسط انتروسیت ها و ورود ویتامین به داخل شیلومیکرون ها و ترشح در گردش خون از طریق سیستم لنفاوی



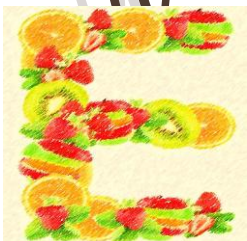
ویتامین E

- ▶ ویتامین E در مکمل های غذایی از پایداری بیشتری برخوردارند و بایستی برای جذب در مخاط دئودنوم توسط آنزیم های استراز هیدرولیز شوند.
- ▶ **فرم غالب جذب ویتامین E، آلفا-توکوفرول است** که در محصولات غذایی به صورت طبیعی یا در مکمل ها به صورت صنعتی به طور مشابه جذب می شوند.
- ▶ جذب ویتامین E متغیر است و از ۲۰-۷۰٪ کفایت دارد.



ویتامین E

- ▶ ویتامین E از طریق شیلومیکرون ها از سلول های انتروسیست وارد جریان خون می شود.
- ▶ شیلومیکرون در جریان خون توسط آنزیم لیپوپروتئین لیپاز به باقی مانده های شیلومیکرون تبدیل و توسط کبد برداشته می شود.
- ▶ در کبد، ویتامین E به لیپوپروتئین های با دانسیته بسیار پایین (VLDL; Very Low Density Lipoprotein) می پیوندد و وارد خون می شود.



ویتامین E

در خون، ویتامین E به دو لیپوپروتئین می پیوندد و آن ها را از اکسیداسیون حفظ می کند:

۱- لیپوپروتئین های با دانسیته پایین (LDL; Low Density Lipoprotein)

۲- لیپوپروتئین های با دانسیته بالا (HDL; High Density Lipoprotein)

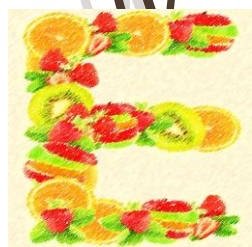


ویتامین E

➤ برداشت سلولی ویتامین E از دو طریق صورت می گیرد:

۱- فرآیندی با واسطه گیرنده (LDL) ویتامین را به سلول های محیطی تحویل می دهد)

۲- فرآیندی با واسطه لیپوپروتئین لیپاز (LPL; lipoprotein Lipase)



ویتامین E

انتقال داخل سلولی ویتامین E به پروتئین متصل شونده به توکوفرول (TBP; Tocopherol Binding Protein) نیازمند است.

در سلول های غیر چربی، ویتامین E در غشاها جای می گیرد و به آسانی قابلیت جابه جایی را دارد.

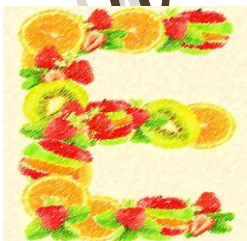
در سلول های چربی در توده چربی جای می گیرد و جابه جایی آن به آسانی صورت نمی گیرد.



ویتامین E

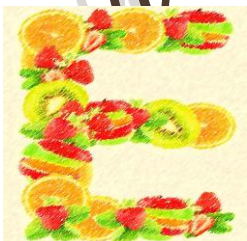
➤ با این که پروسه جذب تمام وایتامرهاى ویتامین E موجود در غذا یکسان است اما فرم آلفا توکوفرول، فرم غالب این ویتامین در خون و بافت ها است.

➤ این امر به دلیل آن است که پروتئین های باند شونده به ویتامین E (TBP) فرم آلفا را به سایر فرم ها ترجیح می دهد.

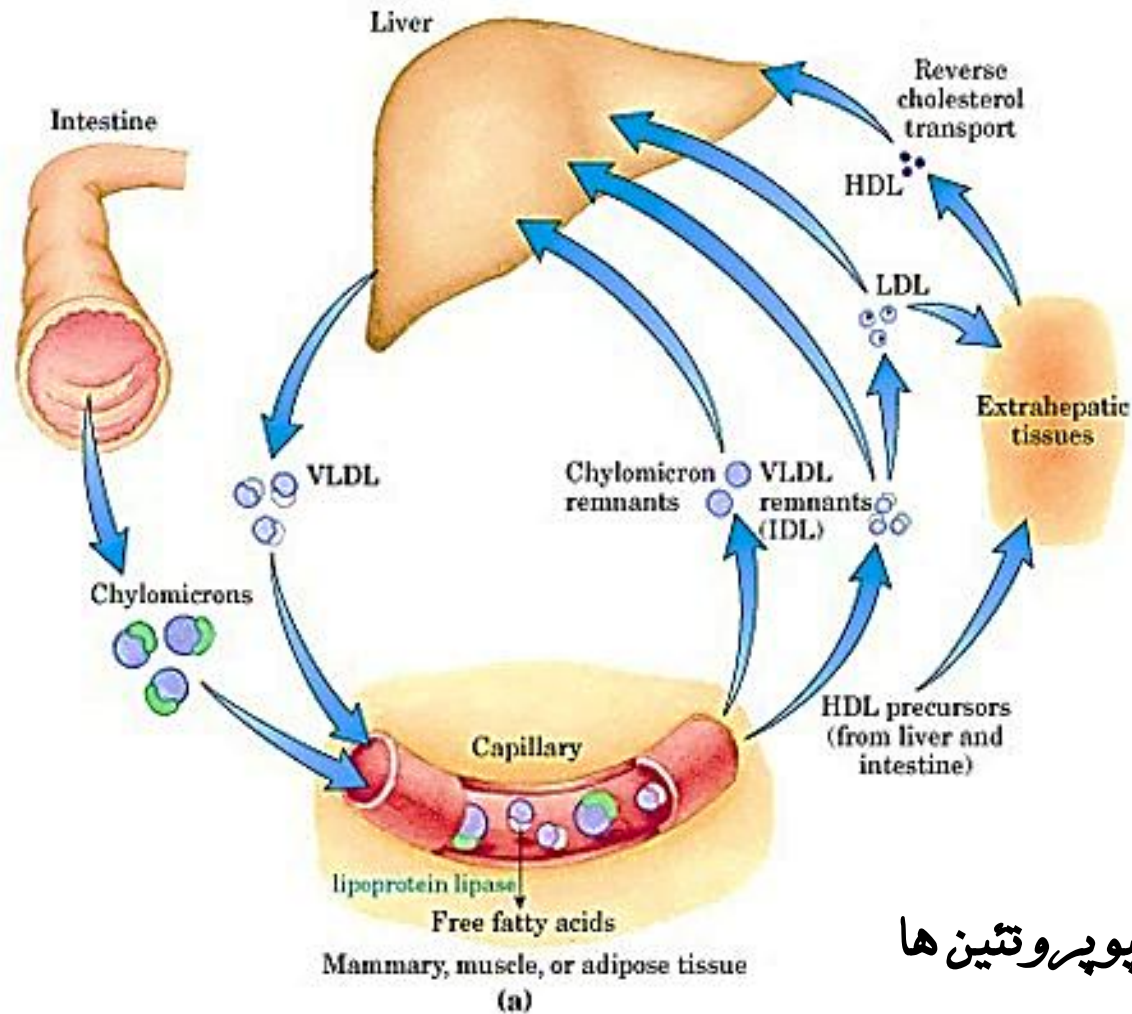


ویتامین E

- این کاملاً مشخص است که ابتدا در سلول های کبدی فرم آلفا توکوفرول بر سایر فرم های ویتامین ترجیح داده شده و وارد VLDL شده است.
- از طرفی، این فرم ویتامین در سلول های غیر کبدی تجمع می یابد، به ویژه در غشای میتوکندری و رتیкулوم آندوپلاسمیک
- از سوی دیگر، در غشای آدرنال و اریتروسیت ها نیز این فرم ویتامین شناسایی شده است.



ویتامین E



چرخه لیپوپروتئین ها



مسابو لیسیم



ویتامین E

- ▶ فعالیت ویتامین E در غذاها مربوط به مهمترین خاصیت شیمیایی آن یعنی خاصیت آنتی اکسیدانی می باشد.
- ▶ این عملکرد آنتی اکسیدانی باعث تبدیل توکوفرول به توکوفرول کینون (هیچ گونه ویتامین E را ندارد) می شود.



ویتامین E

▶ توکوفرول کینون می تواند به توکوفرول هیدروکینون احیا شده، با اسید گلوکورونیک باند شود و از طریق صفرا و سپس مدفوع دفع گردد.

▶ در شرایط طبیعی دریافت ویتامین E، کمتر از ۱٪ ویتامین به صورت محلول در آب و به صورت متابولیت هایی مانند توکوفرونیک اسید و توکوفرولونولاکتون در ادرار ترشح و دفع می گردد.

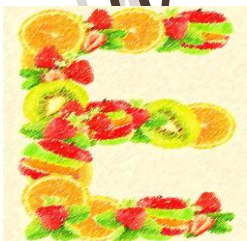


عماد

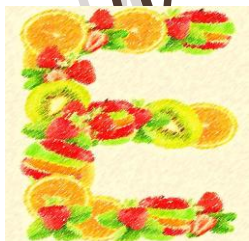
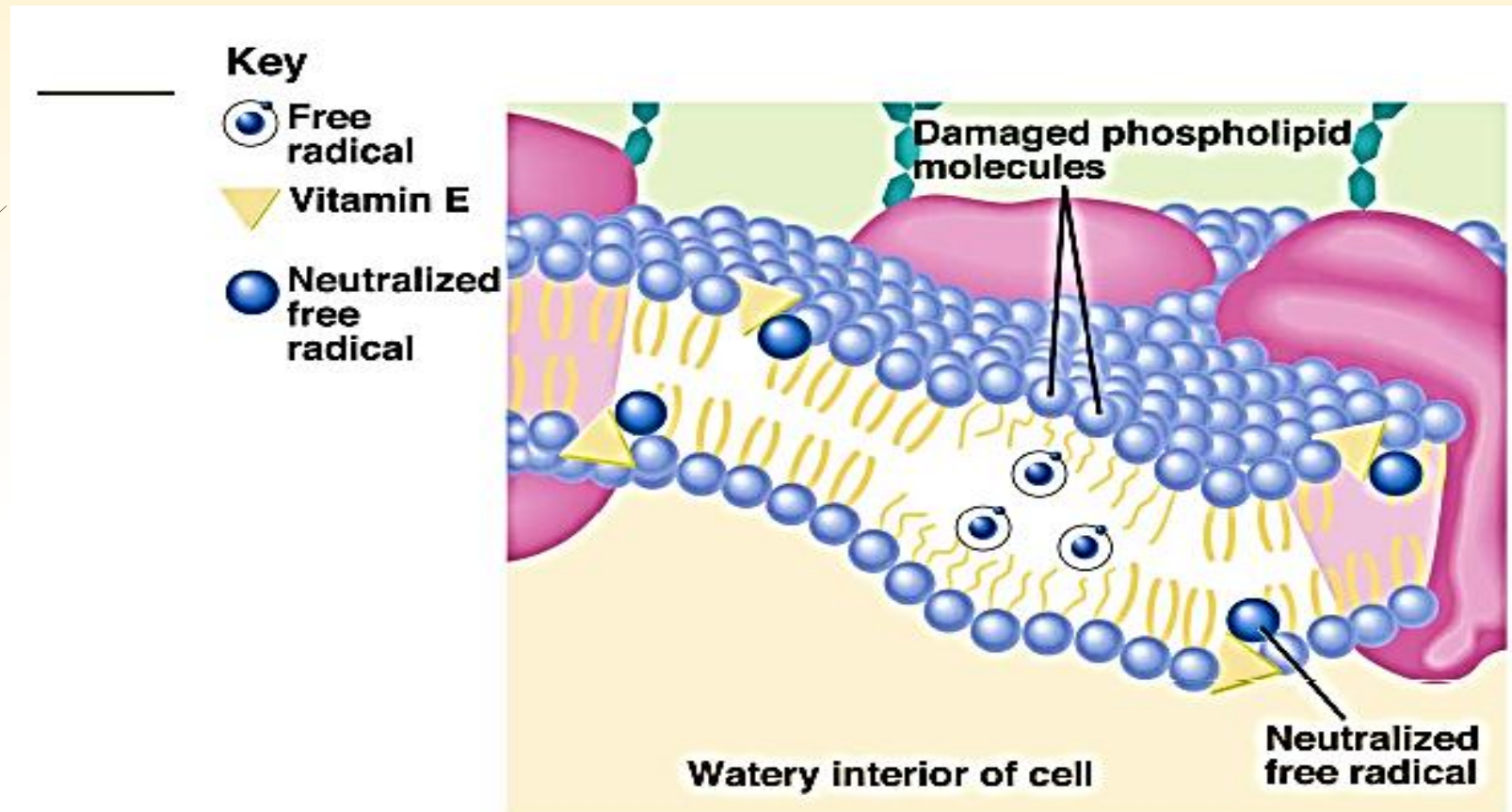


ویتامین E

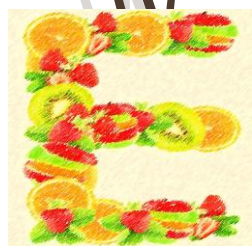
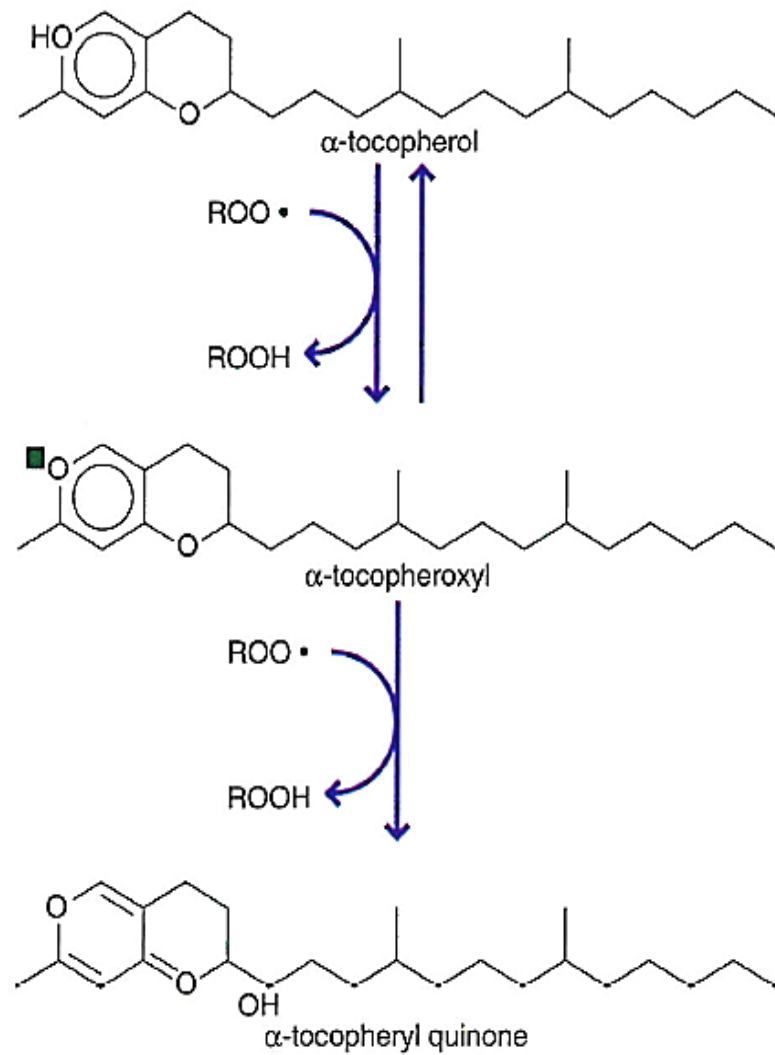
- ▶ **ویتامین E مهمترین آنتی اکسیدان محلول در چربی** درون سلول است که با قرار گرفتن در بخش چربی غشای سلولی، فسفولیپیدهای اشباع نشده غشای سلول را از تغییرات اکسیداتیو ناشی از انواع اکسایش فعال و سایر رادیکال های آزاد حفظ می کند.
- ▶ ویتامین E این کار را از طریق دادن یک هیدروژن به رادیکال ها آن ها را به ترکیبات بی خطر تبدیل می سازد.



ویتالمین E



ویتامین E



ویتامین E

سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن شامل مجموعه ای از آنزیم ها و عوامل غیر آنزیمی است.



ویتامین E

عوامل آنزیمی سیستم دفاع آنتی اکسیدانی شامل:

۱- آنزیم های سوپراکسید دسموتازها (SODs; Superoxide Desmutases)

۲- گلوکاتیون پراکسیدازها (GSH-Pxs; Glutathione Peroxidases)

۳- گلوکاتیون ردوکتاز (Glutathione Reductase)

۴- تیوردوکسین ردوکتاز (Thioredoxin Reductase)

۵- کاتالاز



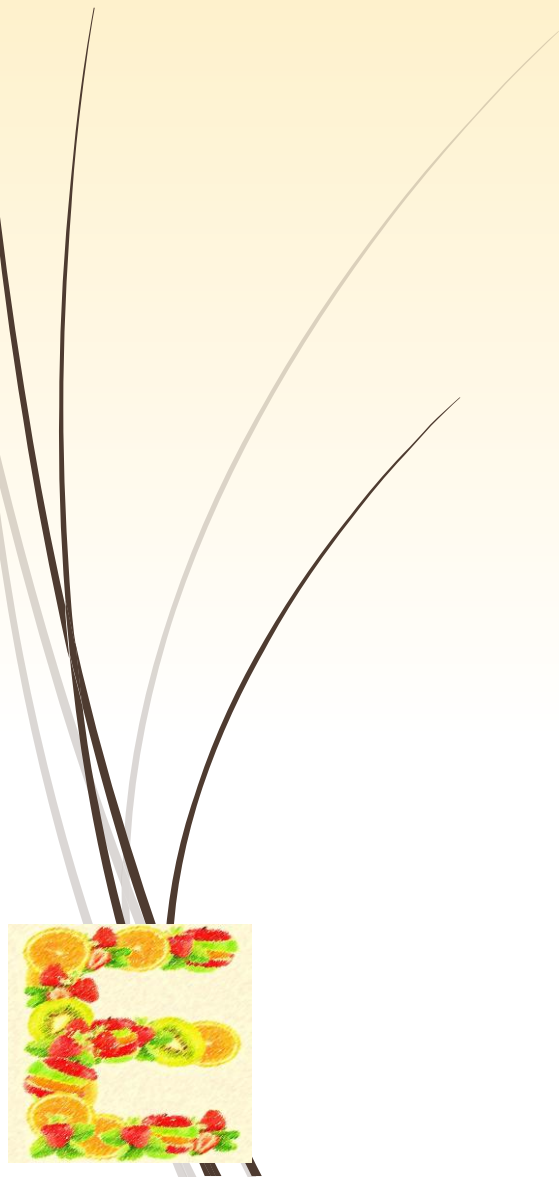
ویتامین E

عوامل غیر آنزیمی سیستم دفاع آنتی اکسیدانی شامل:

۱- ویتامین E به عنوان جزء مهم این سیستم دفاعی

۲- گلوکاتیون

۳- اسیداوریک



ویتامین E

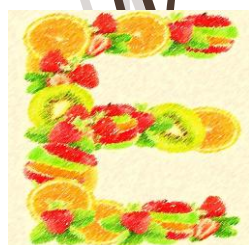
➤ بسیاری از آنزیم های موجود در سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن وابسته به مواد مغذی هستند.

➤ برای مثال:

➤ فعالیت GSH-Px و TR به سلنیوم وابسته است.

➤ فعالیت SODs به وجود مقادیر زیادی از مس، روی و منگنز وابسته است.

➤ فعالیت GR به وجود ریوفلاوین کافی وابسته است.



ویتامین E

بنابر این، فعالیت آنتی اکسیدانی ویتامین E تحت تأثیر سطوح سایر مواد مغذی قرار دارد.



ویتامین E

- ▶ ویتامین E علاوه بر نقش آنتی اکسیدانی خود عملکردهای دیگری در بدن انجام می دهد.
- ▶ برای مثال، ویتامین E فرآیندهای مرتبط با پیشرفت آترواسکلروز را مهار می کند، اما مطالعات اخیر مداخله ای نتایج متفاوت و گاه منفی را نشان داده اند. عقیده بر این است که ویتامین E در کنار سایر آنتی اکسیدان ها می تواند اثرات خود را اعمال نماید.
- ▶ از طرفی، نشان داده شده است که ویتامین E در تنظیم فرآیندهای پیام سلولی و بیان ژن به ویژه بیان ژن آنزیم های متابولیزه کننده داروها نقش دارد.



A decorative border of various fruits including orange slices, strawberries, kiwi slices, and apple slices surrounds the central text.

اندازه گیری مربع رژی

ویتامین E

➤ ویتامین E با معادل آلفا توکوفرول (α -TEs; α -Tocopherol Equivalents) سنجیده می شود.

➤ یک میلی گرم از R-R-R آلفا توکوفرول (آلفا توکوفرول طبیعی) = یک α -TEs

➤ یک میلی گرم از all-rac آلفا توکوفرول (آلفا توکوفرول صنعتی) = α -TEs $\times 0.5$

➤ گاهی در برخی از برچسب های غذایی از IU استفاده می شود که:

➤ یک IU آلفا توکوفرول = 0.67 میلی گرم از R-R-R آلفا توکوفرول (آلفا توکوفرول طبیعی)

➤ یک IU آلفا توکوفرول = یک میلی گرم از all-rac آلفا توکوفرول (آلفا توکوفرول صنعتی)



ویتامین E

- به طور کلی، آلفا توکوفرول موجود در پلاسما بیش از ۹۰٪ کل ویتامین E پلاسما را شامل می شود.
- گاهی، سایر اشکال ویتامین E در پلاسما یافت می شوند. برای مثال، در اثر مصرف زیاد روغن ذرت و روغن سویا میزان گاماتوکوفرول در پلاسما افزایش می یابد.



ویتامین E

وضعیت ویتامین E افراد اغلب از روی سطح پلاسمایی آن سنجیده می شود و طبقه بندی آن بدین صورت است:

غلظت آلفاتوکوفرول سرم	حالت کمبود	حالت حاشیه ای	حالت نرمال
	$< 0 \mu\text{g/mL}$	$0 - 7 \mu\text{g/mL}$	$\geq 7 \mu\text{g/mL}$

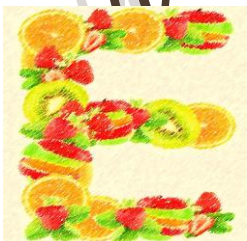
البته، این روش در بعضی موارد می تواند گمراه کننده باشد. زیرا ویتامین E در خون توسط لیپوپروتئین ها حمل می شود. بنابراین، در صورتی که غلظت چربی های خون در فردی پایین باشد، ممکن است سطح ویتامین E را نیز پایین نشان دهد.



ویتامین E

➤ مقدار نیاز به ویتامین E به اسیدهای چرب غیر اشباع دارای پیوندهای دوگانه مصرفی در رژیم غذایی (PUFAs; Polyunsaturated Fatty Acids) بستگی دارد.

➤ به نظر می رسد که به ازای هر میلی گرم PUFA نیاز به ۰/۴ میلی گرم آلفا توکوفرول وجود داشته باشد.



ویتامین E

DRI یا دریافت مرجع رژیمی

نوزادان	۴-۵ معادل آلفاتوکوفرول (میلی گرم) در روز، بر حسب سن
کودکان خردسال	۶-۷ معادل آلفاتوکوفرول (میلی گرم) در روز، بر حسب سن
کودکان بزرگتر و نوجوان	۱۱-۱۵ معادل آلفاتوکوفرول (میلی گرم) در روز، بر حسب سن
بزرگسالان	۱۵ معادل آلفاتوکوفرول (میلی گرم) در روز، بر حسب سن
زنان باردار	۱۵ معادل آلفاتوکوفرول (میلی گرم) در روز، بر حسب سن
زنان شیرده	۱۹ معادل آلفاتوکوفرول (میلی گرم) در روز، بر حسب سن



ویتالمین E

TABLE 19.1 **DIETARY REFERENCE INTAKE VALUES FOR VITAMIN E BY LIFE STAGE GROUP^a**

LIFE STAGE GROUP	RDA ^b (mg/d)	AI ^c (mg/d)
0–6 mo		4
7–12 mo		5
1–3 y	6	
4–8 y	7	
9–13 y	11	
14–18 y	15	
>18 y	15	
Pregnancy		
≤18 y	15	
19–50 y	15	
Lactation		
≤18 y	19	
19–50 y	19	



منابع



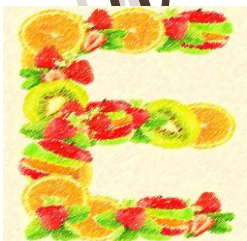
ویتامین E

➤ از آنجایی که توکوفرول ها و توکوتری انول ها تنها توسط گیاهان تولید می شوند، روغن های گیاهی بهترین منبع هستند.

➤ دانه های روغنی به خصوص روغن جوانه گندم منبع غنی از ویتامین E می باشد.

➤ فرم های مختلف ویتامین E در منابع غذایی وجود دارند. برای مثال، فرم **گاماتوکوفرول در روغن سویا**،

فرم آلفا در روغن گلرنگ و زیتون و **توکوتری انول در روغن خرما** به فراوانی یافت می شود.



ویتامین E

▶ ویتامین E در مقابل حرارت و اسیدها نسبت مقاوم است، اما در برابر قلیا و نور ماوراء بنفش و اکسیژن بی ثبات است.

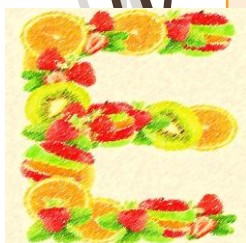
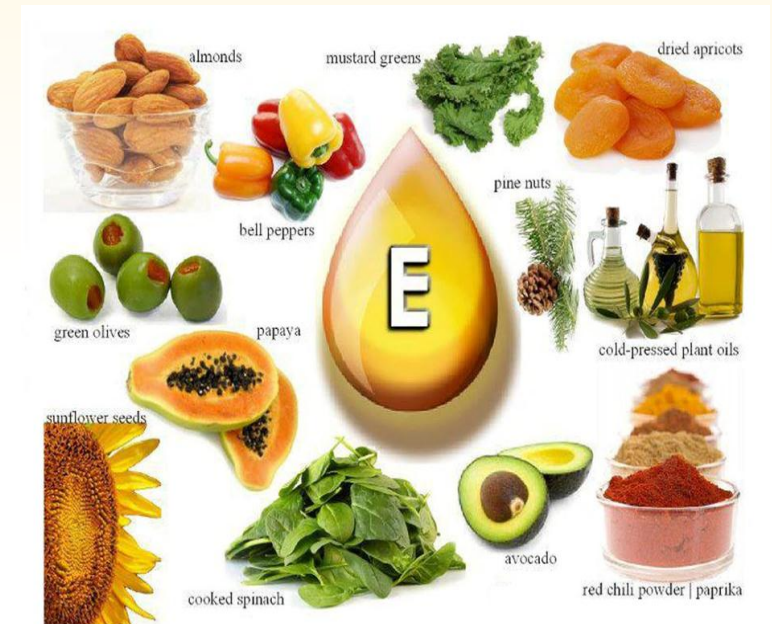
▶ از آن جایی که ویتامین محلول در چربی است، با آب پنز کردن غذا از بین نمی رود، اما سرخ کردن و فریز کردن باعث تخریب آن می شود.

▶ اشکال استری ویتامین E (مانند استات توکوفریل) شایع ترین شکل موجود در طبیعت است و در شرایط اکسید کننده بسیار پایدار است.

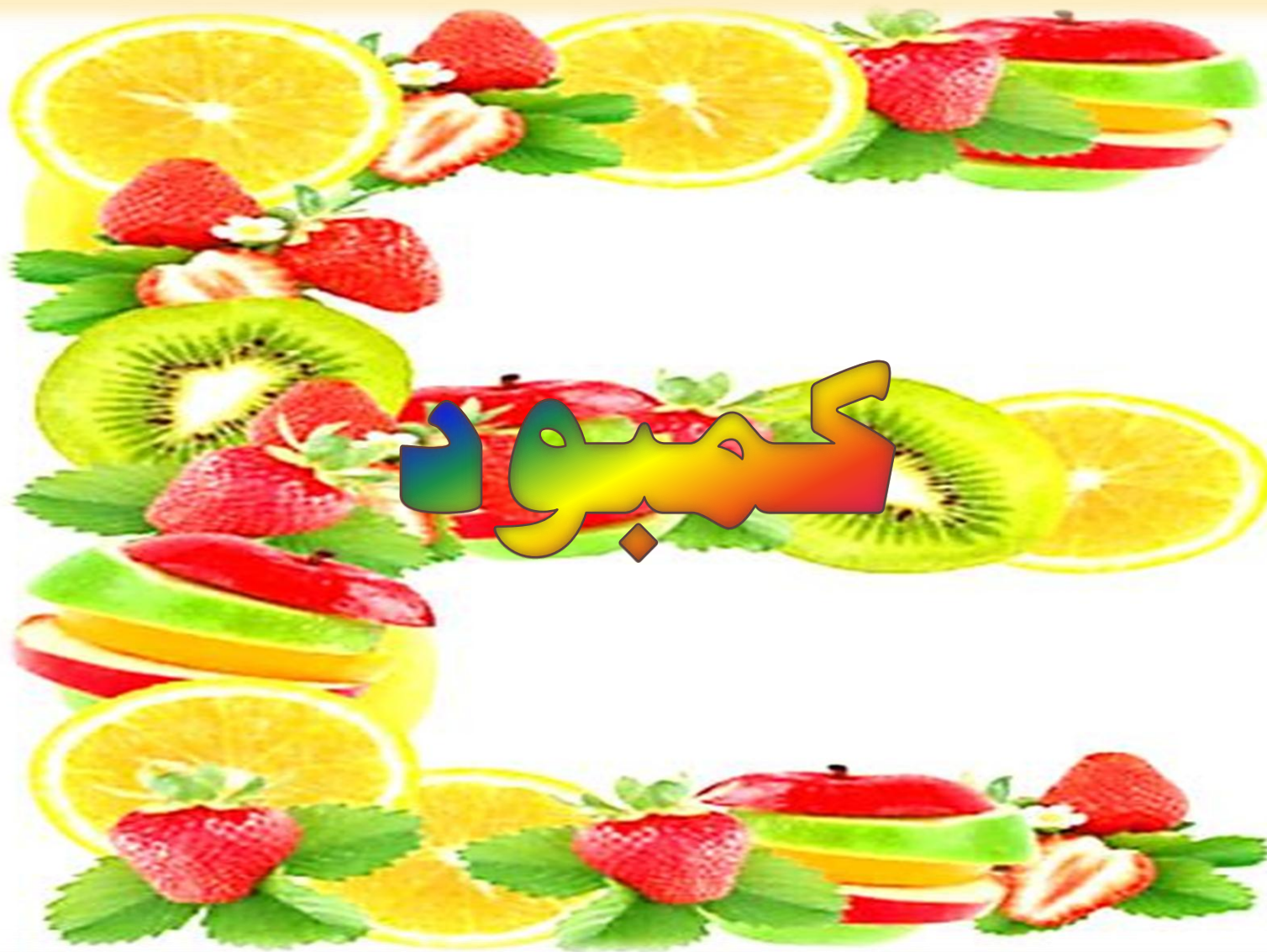


ویتامین E

محتوای ویتامین E برخی مواد غذایی	
ماده غذایی	آلفاتوکوفرول (میلی گرم)
سبوس کشمش، یک لیوان	۱۳/۵
بادام، ۳۰ گرم	۷/۳۳
روغن آفتابگردان، ۱ قاشق غذاخوری	۵/۵۹
مخلوط مغزها، ۳۰ گرم	۳/۱۰
روغن کلزا، ۱ قاشق غذاخوری	۲/۳۹
مارچوبه، یک لیوان	۲/۱۶
روغن بادام زمینی، ۱ قاشق غذاخوری	۲/۱۲
روغن ذرت، ۱ قاشق غذاخوری	۱/۹۴
روغن زیتون، ۱ قاشق غذاخوری	۱/۹۴



کعبه



ویتامین E

▶ تظاهرات بالینی کمبود ویتامین E متنوع است، اما به صورت کلی برخی از سیستم های بدن را به خطر می اندازد که شامل:

۱- سیستم عصبی - عضلانی

۲- سیستم های عروقی

۳- تولید مثل



ویتامین E

➡ پیشرفت کمبود ویتامین در سیستم عصبی - عضلانی حدود ۱۰-۵ سال طول می کشد و شامل علائم ذیل می باشد:

۱- فقدان رفلکس تاندونی عمقی (ضربه به تاندون و نشان دادن عکس العمل)

۲- بروز اختلال حس وضعیتی و ارتعاش (اختلال در حس های مختلف)

۳- تغییر در تعادل و تطابق

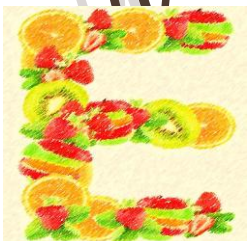
۴- ضعف عضلانی

۵- اختلال بینایی



ویتامین E

- ▶ کمبود ویتامین E در سیستم های عروقی (به ویژه آترواسکلروزیس):
- ▶ یکی از دلایل آترواسکلروز اکسیداسیون LDL می باشد.
- ▶ مطالعات نشان داده اند که افزودن آنتی اکسیدان مانع از اکسید شدن LDL می شود.
- ▶ این زمانی اتفاق می افتد که ویتامین E همراه با سایر آنتی اکسیدان ها مانند ویتامین C باشد. چرا که ویتامین C می تواند باعث احیای مجدد ویتامین E گردد.



ویتامین E

➤ تظاهرات بالینی کمبود ویتامین E بر تولیدمثل:

➤ توکوفرول از واژه یونانی توکو (Tokos) به معنی به دنیا آوردن بچه و Pherein به معنی موجب شدن گرفته شده است.

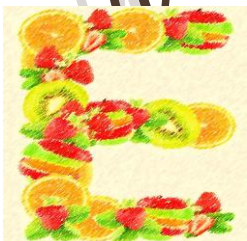
➤ ویتامین E برای اولین بار در سال ۱۹۲۲ به عنوان عامل ضروری در تولیدمثل و به عنوان فاکتور ضد نازایی شناخته شد.

➤ مرگ و سقط جنین نشانه هایی از کمبود ویتامین E است.

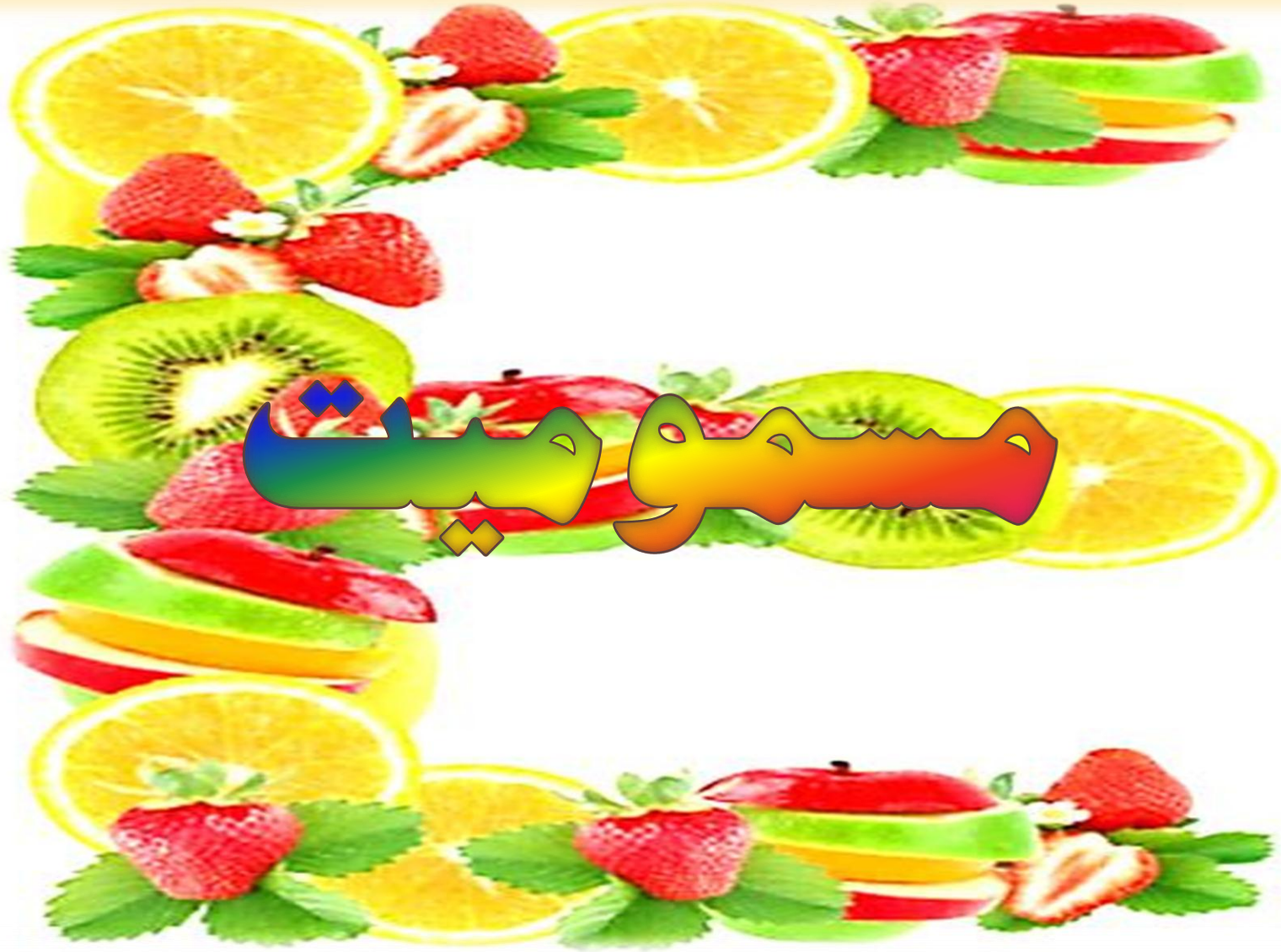


ویتامین E

- ▶ علائم کمبود ویتامین E در انسان شایع نیست و تنها در مبتلایان به سوء جذب چربی به دلیل آتروزی صفراوی یا گرفتگی مجاری صفراوی، نارسایی غدد برون ریز پانکراس و یا اختلال انتقال چربی، مثلاً آبتالیپروتئینمی، رخ می دهد.
- ▶ شیرخواران نارس به دلیل عبور پایین ویتامین E از جفت در معرض خطر کمبود قرار دارند.

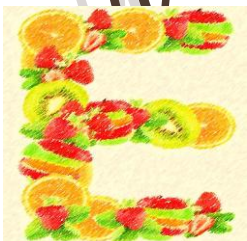


سپوریت



ویتامین E

- ▶ ویتامین E کمترین احتمال سمیت را دارد. به نظر می رسد که انسان ها و حیوانات قادر به تحمل مقادیر زیاد این ویتامین حداقل تا صد برابر بیش از نیاز می باشند.
- ▶ حداکثر مقدار دریافت قابل تحمل در بالغین ۱۰۰۰ میلی گرم در روز است.



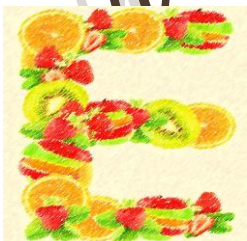
ویتامین E

▶ البته مقادیر بسیار زیاد ویتامین E باعث کاهش توانایی بدن در استفاده از سایر ویتامین های محلول در چربی می شود. برای مثال:

▶ اختلال در معدنی شدن استخوان به دلیل کاهش ویتامین D

▶ اختلال در ذخیره سازی کبدی ویتامین A

▶ اختلال در انعقاد خون به دلیل کاهش ویتامین K



نکات کلیدی

ویتامین E آنتی اکسیدان مهم محلول در چربی در غشاهای سلول و لیپوپروتئین های پلازما است.

ویتامین E دارای ۸ وایتامر با فعالیت بیولوژیکی و آنتی اکسیدانی متفاوت است.

کمبود ویتامین تنها در افراد با سوء جذب چربی و نقص ژنتیکی کمبود بتا-لیپوپروتئین یا پروتئین کبدی انتقال دهنده توکوفرول دیده می شود.

کودکان زودرس دارای کمبود ویتامین E بوده و ممکن است دچار آنمی همولیتیک شوند.

References

