اصول تغذیه

دکتر آرزو رضازاده

استادیار دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تعاریف

- **علم تغذیه** (تعریف شورای غذا و تغذیه):

علم غذا، مواد مغذی و سایر مواد درون آنها، عمکرد آنها، تداخل و تعادل آنها در ارتباط با تندرستی و بیماری و فرایندهایی که به وسیله آنها ارگانیسم ها مواد غذایی را خورده، هضم و جذب کرده، انتقال داده، استفاده نموده و دفع می کنند.

علم تغذیه

حیطه علم تغذیه:

- بررسی نیازهای فیزیولوژیک بدن ازنظر مواد مغذی خاص، راههای تأمین آنها از طریق رژیم کافی و اثرات عدم تأمین نیاز به مواد مغذی
- رابطه با جنبه های اجتماعی، فرهنگی و فیزیولوژی غذا و خوردن
- ناکفایتی تغذیه ای، علاوه برجنبه های جسمی بر الگوهای رفتاری و عملکرد ذهنی هم تأثیر دارد.

مفاهیم اساسی تغذیه

- وضعیت تغذیه ای یک جمعیت را میتوان از نظر برخی مواد مغذی تعیین نمود.
- آموزش مناسب، کارشناسان خبره و استفاده از تمام منابع در تغذیه کاربردی و تکنولوژی غذایی به ارتقا درجه وضعیت تغذیه ای مردم کمک خواهد کرد.

تعاریف مصطلح در تغذیه

- **غذا(Food):**

هر ماده جامد یا مایعی که بعد از مصرف و ورود به دستگاه گوارش و طی مراحل هضم و جذب و انتقال و متابولیزه شدن بتواند مورد استفاده اعمال حیاتی بدن نظیر تکثیر و نوسازی سلولی و شرکت در فعل و انفعالات بیوشیمیایی و تأمین انرژی مورد نیاز بدن استفاده شود.

تعاریف مصطلح در تغذیه

- **مواد مغذی** (Nutrients):

هر غذا شامل چند ماده مغذی است. هر ماده مغذی بسته به ماهیتش می تواند چندین اعمال حیاتی را در بدن انجام دهد.

2 گروه مواد مغذی:

1- **درشت مغذیها** (Macro nutrients): کربوهیدراتها، پروتئینها و چربیها

2- **ریزمغذی ها** (Micro nutrients): ویتامینها و مواد معدنی

تعاریف مصطلح در تغذیه

- **تطابق تغذیه ای** (Nutrition Adaptation):

حفظ غلظت نسبتا ثابت اجزای خونی و بافتی به رغم کمبودها یا مصرف بیش از حد مواد مغذی

- **مراقبت تغذیه ای** (Nutritional Care):

مجموعه ای از فعالیت ها برای تأمین یک رژیم کافی از نظر مواد مغذی و کمک به برقراری عادات مناسب خوردن

تعاریف مصطلح در تغذیه

- **کمبود تغذیه ای** (Nutritional Deficiency):

نوع اولیه: کمبود یا فقدان یک یا چند ماده مغذی در رژیم غذایی

نوع ثانویه: اختلال یک یا چند مورد از فرایندهای مرتبط با استفاده مواد مغذی (نظیر اختلال در هضم و جذب، افزایش دفع یا افزایش نیاز در رشد و بارداری و شیردهی یا تداخل با داروها)

تعاریف مصطلح در تغذیه

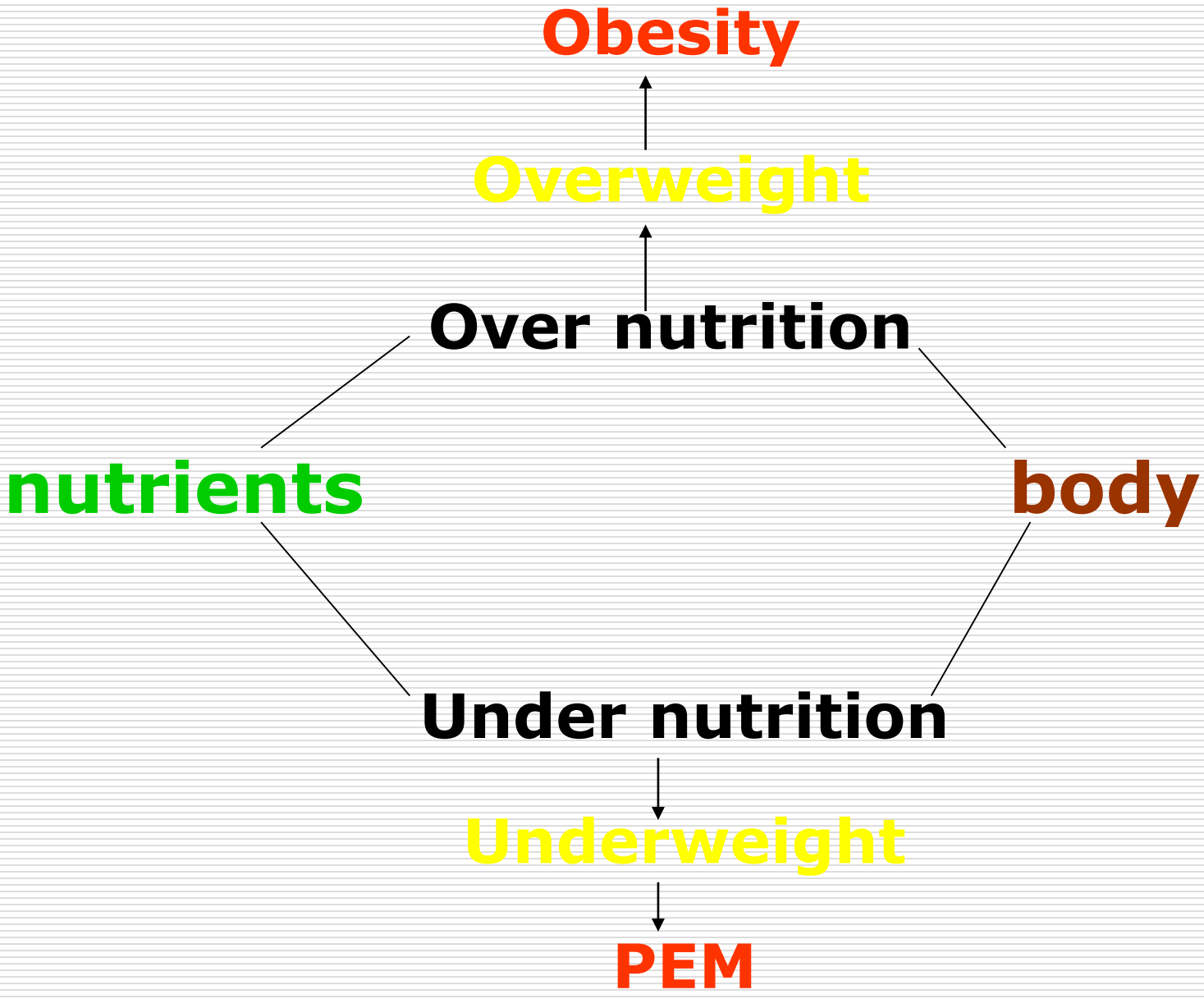
- **سوء تغذیه** (Malnutrition):

عدم تناسب در مصرف مواد مغذی از نظر **نوع و مقدار** نسبت به نیاز بدن.

تظاهر به 2 شکل:

-Over nutrition: مصرف بیشتر از حد نیاز بدن

-Under nutrition: مصرف کمتر از حد نیاز بدن


Obesity
Overweight
Over nutrition
nutrients
body
Under nutrition
Underweight
PEM

تعاریف مصطلح در تغذیه

منابع انرژی:

کربوهیدرات (60%)، چربی(25%)، پروتئین(15%)

عوامل مهم در Under nutrition و Over nutrition : مقدار کل انرژی و نوع آن (نوع منبع انرژی)

تعاریف مصطلح در تغذیه

- **سوء تغذیه اولیه** (Primary):

بیماریهای سوء تغذیه که در ارتباط با نوترینت ها ایجاد می شود.
رابطه تنگاتنگ با تغذیه فرد دارد. عاملش اگزوژن است.

- **سوء تغذیه ثانویه** (Secondary):

بیماریهای سوء تغذیه که در ارتباط با بدن ایجاد می شود. عاملش اندوژن است.

- **Toxicity**(مسمومیت): ناشی از دریافت بیش از حد ریزمغذیها

تعاریف مصطلح در تغذیه

- **Diet**(رژیم):

مجموعه غذاهای متداول و مورد مصرف جامعه

انواع Diet:

۱- **Normal Diet**(**رژیم معمول**): تصحیح اشتباهات در عادات غذایی و الگوی غذایی افراد.

کاربرد: در جامعه و برای پیشگیری از بیماریها

۲- **Therapeutic Diet**(**رژیم درمانی**): روی یک بیمار طراحی می شود نه روی یک عده زیاد جمعیت.

کاربرد: در بیمارستان و کلینیک (Clinical nutrition)

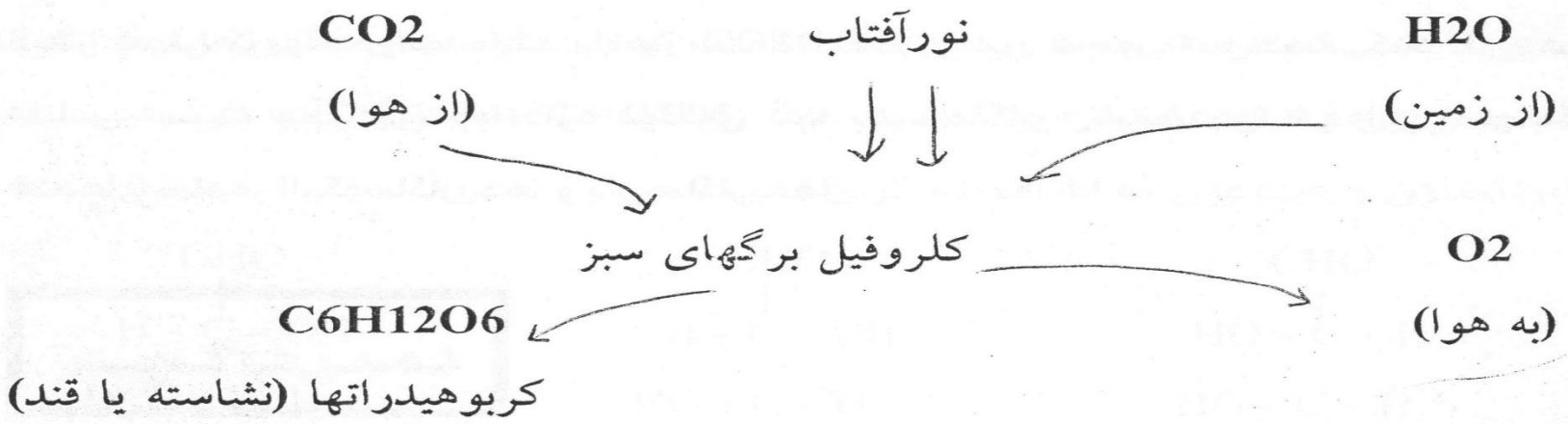
نقش تغذیه در حفظ و ارتقاء سلامتی

- رشد و تکامل فیزیکی و ذهنی (Promotion)
- رشد سلول ← Hyperplasia(افزایش تعداد سلولها): در دوران رشد
  Hypertrophy(افزایش حجم سلولها): در بزرگسالی
- پیشگیری از بیماریها (Protection)
- درمان بیماریها (Cure)
- کاهش میزان مرگ و میر (Mortality)
- ارتقاء کیفیت زندگی

کربوهیدرات ها

کربوهیدرات ها توسط گیاهان ساخته شده و منبع عمده تأمین انرژی در رژیم غذایی می باشند.

گیاهان سبز تحت تأثیر نور خورشید قادر به سنتز کربوهیدراتها از آب و گازکربنیک می‌باشند.



کلیاتی در ارتباط با کربوهیدرات ها

- تامین کننده حدود **۵۰٪ انرژی** موجود در رژیم

- **سهم کربوهیدرات ها در تامین انرژی در کشورهای غربی حدود ۴۰٪ است**
- در حالی که در کشورهای در حال توسعه حدود ۷۵٪ می باشد.
- در کشورهای فقیر، ۸۵٪ انرژی از این درشت مغذی تامین می گردد.

میزان انرژی موجود در هر گرم کربوهیدرات

- **میزان انرژی قابل متابولیزه شدن از 1 گرم کربوهیدرات= 4 کیلوکالری**

- **60٪** کربوهیدرات مصرفی به شکل **پلی ساکارید** و عمدتاً نشاسته است
- دی ساکاریدهای **سوکروز و لاکتوز** به ترتیب ۳۰ و ۱۰ درصد آن را تشکیل می دهند.
- کربوهیدرات ها از کربن، هیدروژن و اکسیژن سنتز شده اند که با در نظر گرفتن فرمول شیمیایی **(CH2O)n**، نسبت مولی کربن به هیدروژن و اکسیژن ۱ : ۲: ۱ خواهد بود.

نقش کربوهیدراتها

1- منبع انرژی:

- نقش اصلی: انرژی زایی
- تنها تأمین کننده انرژی در بعضی بافتها
- منبع ترجیحی انرژی برای عضلات
- در جوامع کشاورزی: منبع عمده: نشاسته (غلات)
- در جوامع صنعتی: قند و شکر
- رابطه معکوس با بودجه

2- ماده لازم در رژیم غذایی:

- **عوارض رژیم بدون کربوهیدرات:**

علائم بی غذایی

از دست دادن سدیم

تجزیه سریع پروتئین (بدون دریافت Pr)

ابتلا به کتوسیس

تراکم محصولات غیرطبیعی در خون و ادرار

ازدست دادن آب، ضعف و از دست دادن انرژی (در 2 روز)

- کاهش وزن در رژیم بدون کربوهیدرات= کاهش وزن در بی غذایی

ضرورت دریافت کربوهیدرات:

- مهمترین منبع انرژی و قسمت عمده جیره غذایی
- از نظر اقتصادی فراوان و ارزان
- هضم آسان و دفع آسان (به شکل آب و CO_2): موثر در بیماران دارای اختلالات خوردن، دفع سموم
- مورد نیاز برای اکسیداسیون کامل و صحیح چربیها و پروتئینها
- اولین منبع در دسترس انرژی در بدن (گلیکوژن) که موجب نجات پروتئین و حفظ آن می شود.
- نقش ساختمانی (غشا، اسید نوکلئیک)

مقدار لازم در رژیم غذایی

- 65% کل انرژی دریافتی روزانه
- یا 5 گرم به ازای هر 100 کیلوکالری
- توصیه شورای ملی آمریکا: 100 گرم در روز برای جلوگیری از عوارض کمبود

منابع غذایی:

برنج، گندم، ذرت

میوه و سبزیجات

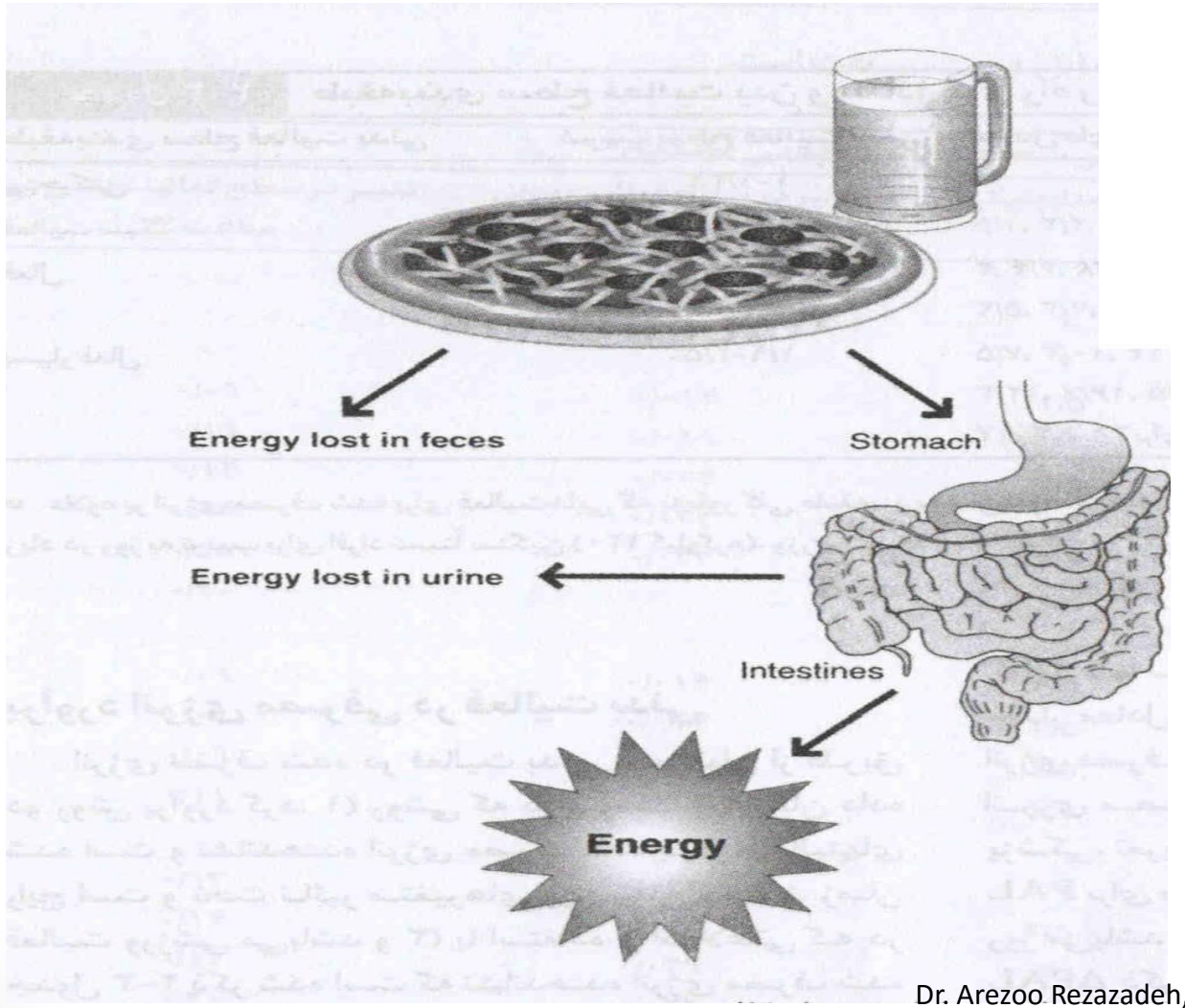
شیر (انسان > گاو)

صدف

جگر (تولید اسیدلاکتیک وپیرویک در ذبح)

قندهای ساده

انرژی آزاد شده از نوترینت ها در بمب کالریمتر، مرحله هضم و متابولیزه شدن در سلول



Gross energy of food (heat of combustion) (kcal/g)	
Carbohydrates	4.10
Fat	9.45
Protein	5.65
Alcohol	7.10

Digestible energy (kcal/g)	
Carbohydrates	4.0
Fat	9.0
Protein	5.20
Alcohol	7.10

Metabolizable energy (kcal/g)	
Carbohydrates	4.0
Fat	9.0
Protein	4.0
Alcohol	7.0

طبقه بندی کربوهیدراتها

- مونوساکاریدها
- دی ساکارید
- اولیگوساکاریدها
- پلی ساکاریدها

مونوساکاریدها

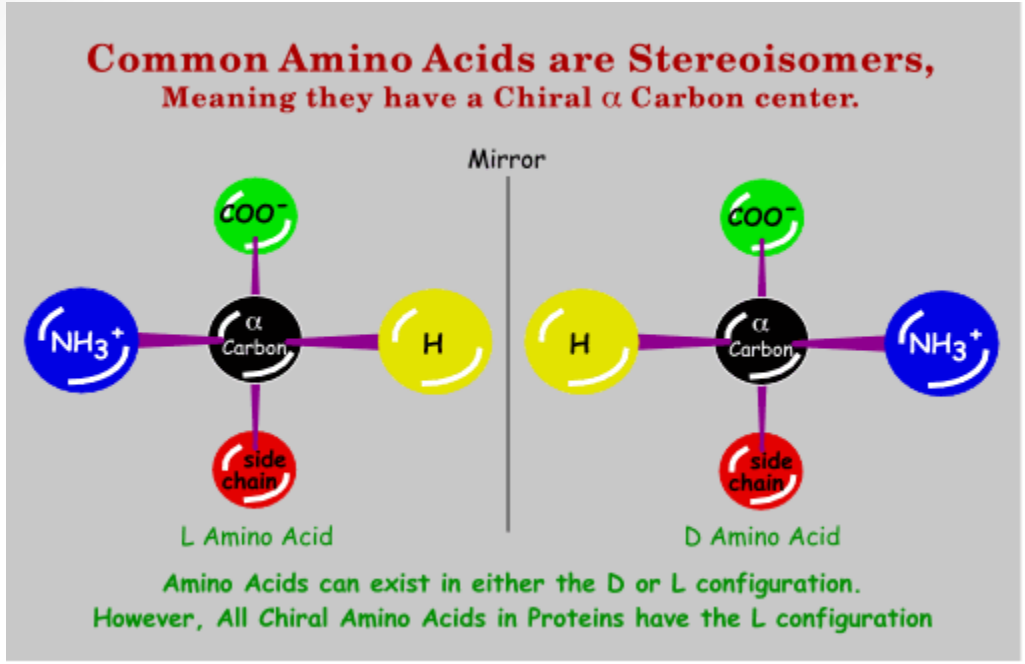
- **مونوساکاریدها بصورت مولکول آزاد در طبیعت وجود ندارند.**
- جزء اصلی دی ساکاریدها و پلی ساکاریدها محسوب می شوند.
- **مونوساکاریدها حاوی ۳ تا ۷ اتم کربن بوده**
- تعداد کمی از مونوساکاریدهای موجود در طبیعت توسط انسان قابل جذب و استفاده هستند.
- **مهمترین آنها در رژیم سه هگزور (قند ۶ کربنه) به نام گلوکز، گالاکتوز و فروکتوز هستند.**
- این هگزوزها دارای فرمول شیمیایی یکسان می باشند با این حال تفاوت های بسیار مهمی با یکدیگر دارند.
- این تفاوت ها نتیجه اختلافات اندک ولی بسیار مهم در ساختار شیمیایی این ترکیبات نظیر وجود **کربن نامتقارن** (Chiral Carbon) می باشد.

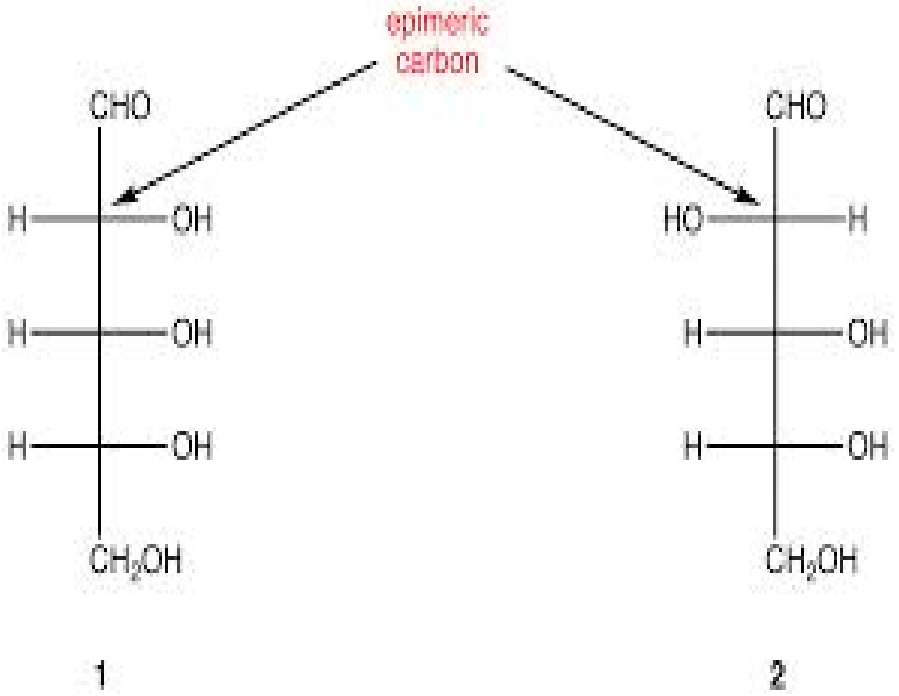
کربن نامتقارن

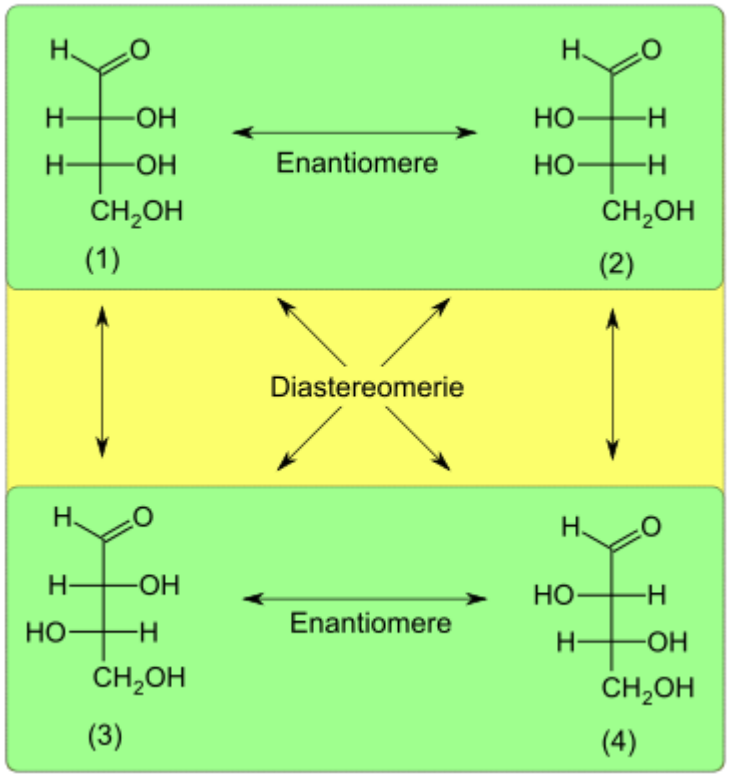
- کربن نامتقارن اتم کربنی است که با ۴ اتم یا ریشه شیمیایی متفاوت پیوند یافته باشد و احتمال قرارگیری این گروهها در حالت های مختلف منجر به شکل گیری ایزومرهای گوناگون (انانتیومر، دیاستررومر، اپیمر و آنومر) می گردد.

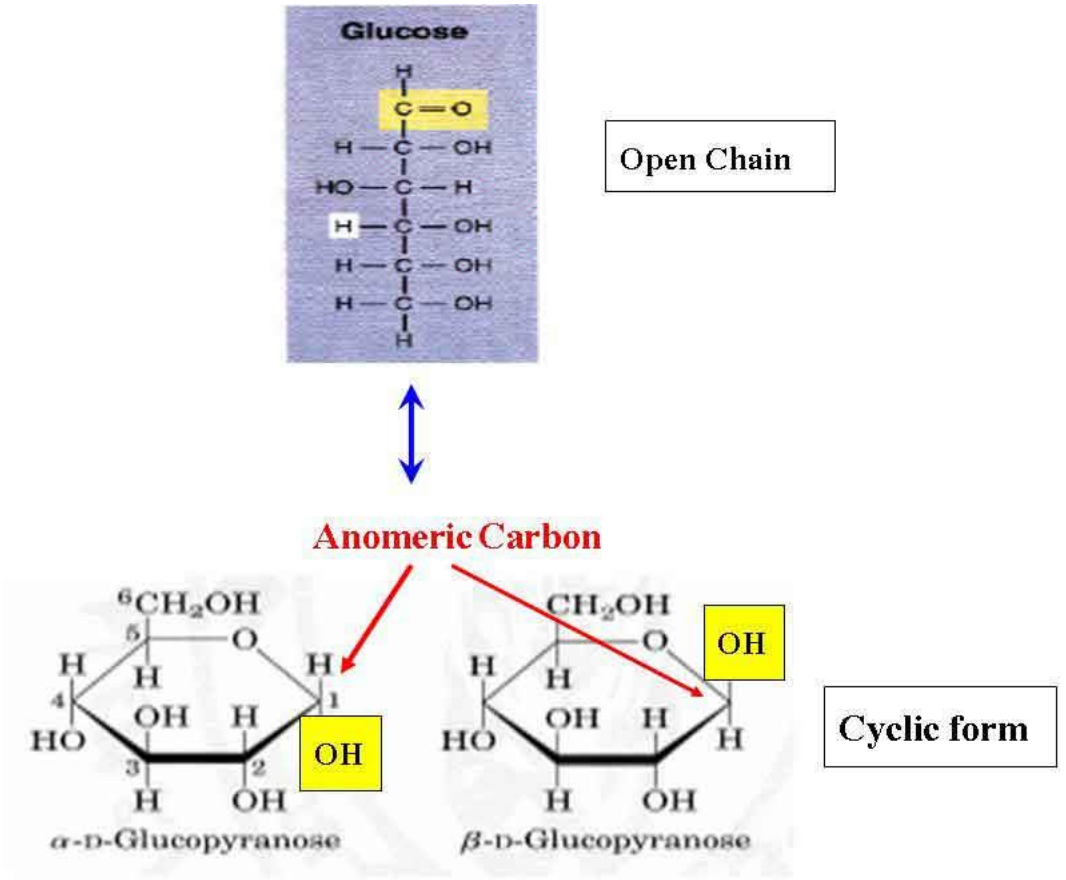
- مثالی ساده در این رابطه، گلوکز و گالاکتوز می باشند که این دو هگزوز تنها در قرارگیری گروههای متصل به کربن شماره ۴ با یکدیگر تفاوت دارند و با اصطلاح اپیمر شماره ۴ نیز در نظر گرفته می شوند.

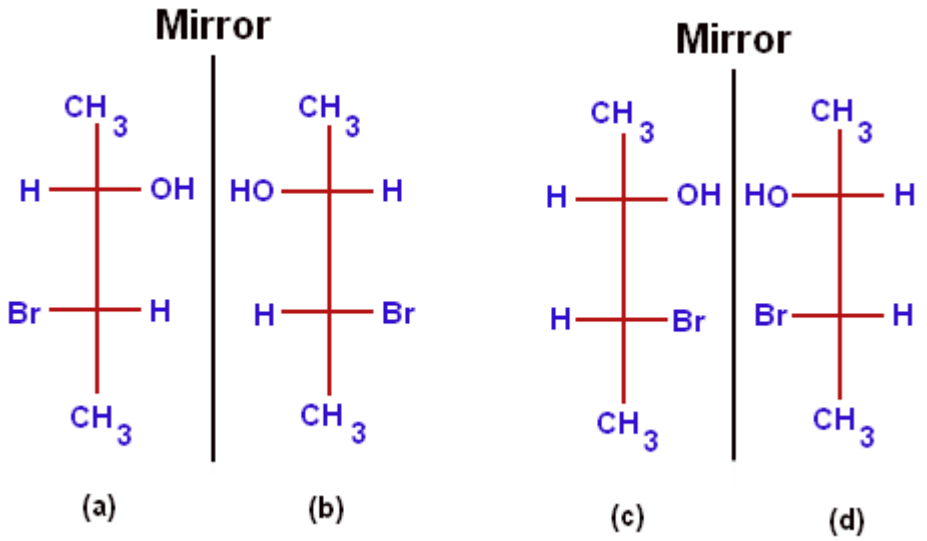
- بسته به نوع گروه کربونیلی: آلدهید= آلدوز، کتون = کتوز


Common Amino Acids are Stereoisomers,
Meaning they have a Chiral α Carbon center.
Mirror
COO⁻
NH3+
α Carbon
H
side chain
L Amino Acid
D Amino Acid
Amino Acids can exist in either the D or L configuration.
However, All Chiral Amino Acids in Proteins have the L configuration


epimeric carbon
CHO
H
OH
H
OH
H
OH
CH2OH
1
CHO
HO
H
H
OH
H
OH
CH2OH
2

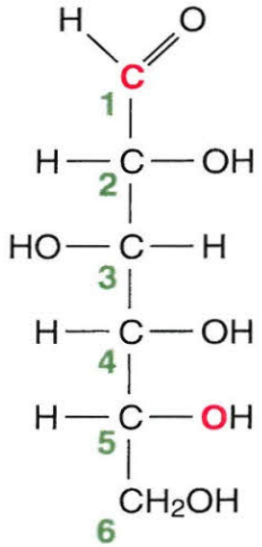

H
O
H
OH
H
OH
CH2OH
(1)
Enantiomere
HO
H
HO
H
(2)
Diastereomerie
HO
H
(3)
Enantiomere
H
OH
(4)


Glucose
Open Chain
Anomeric Carbon
Cyclic form
α-D-Glucopyranose
β-D-Glucopyranose

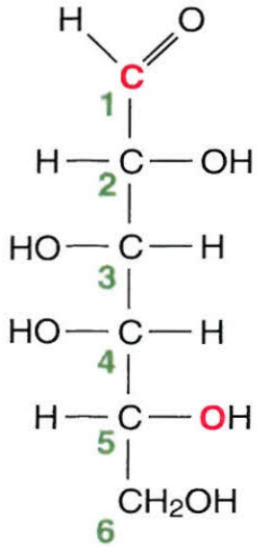

Mirror
CH3
H
OH
Br
H
CH3
(a)
CH3
HO
H
H
Br
CH3
(b)
Mirror
CH3
H
OH
H
Br
CH3
(c)
CH3
HO
H
Br
H
CH3
(d)

HEXOSES

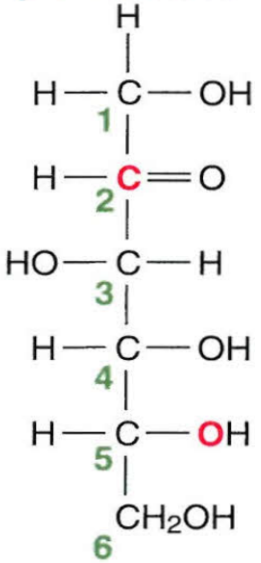
α-D-Glucose



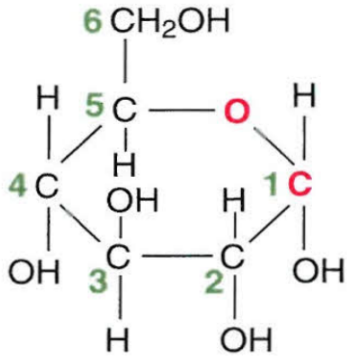
β-D-Galactose

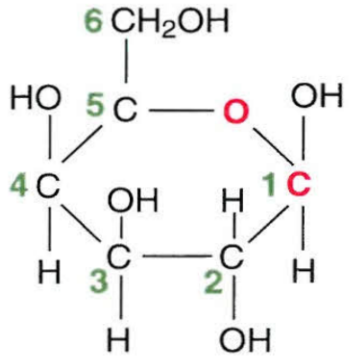


β-D-Fructose



RING STRUCTURE





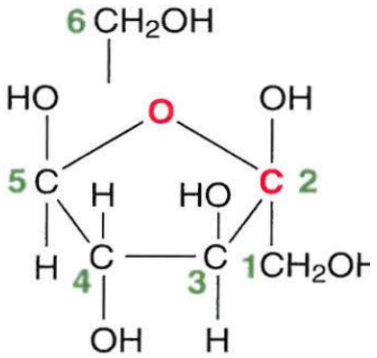


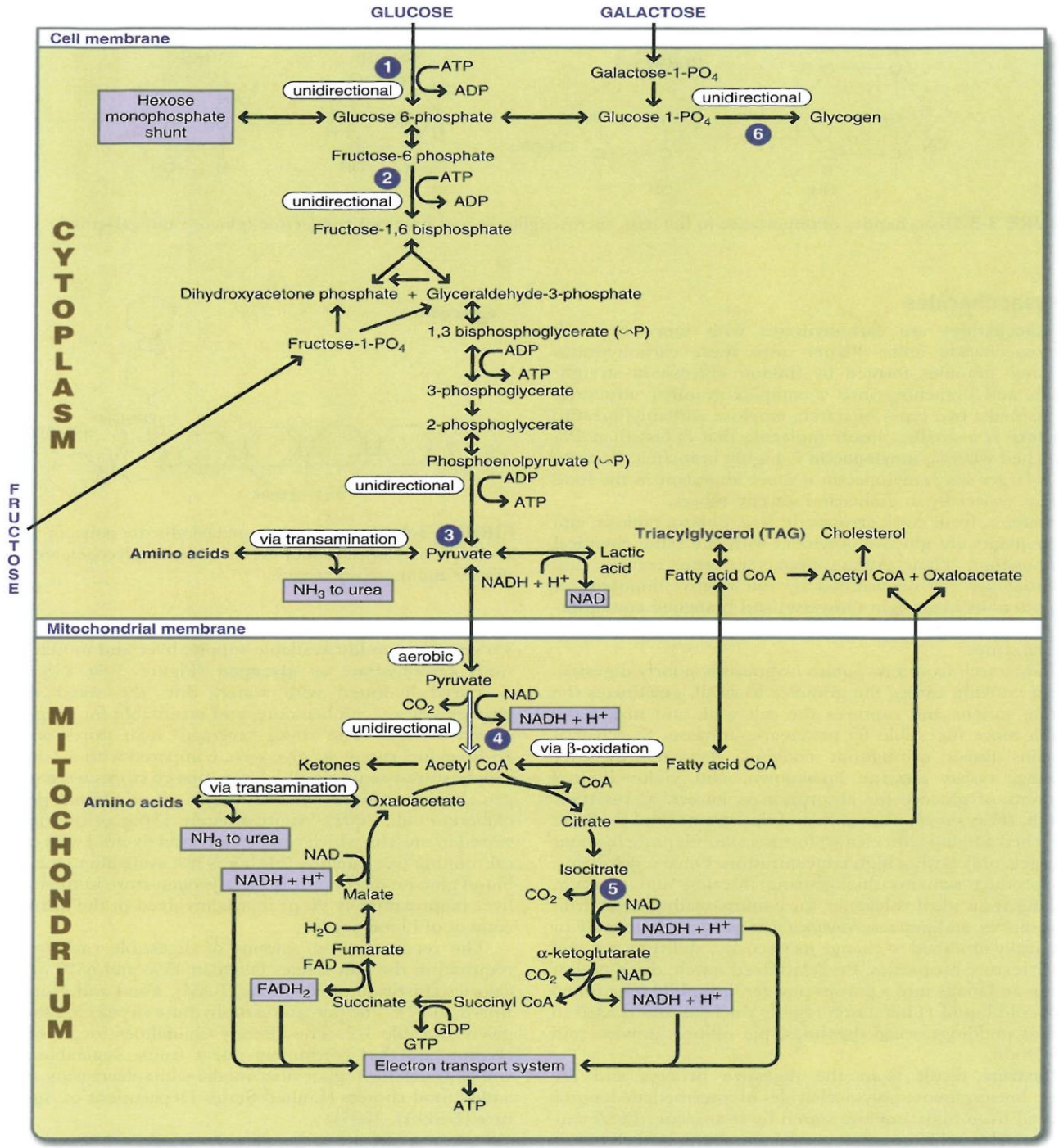
FIGURE 3-1 The three monosaccharides of importance in humans differ from each other in how they are handled metabolically even though they have very similar structures. They are isomers of one another.

نام قند	تعداد کربن	الدوز	ستوز یا کتوز
تریوز	C3	الدئید گلیسریک	دی‌هیدروکسی استن
تتروز	C4	اریتروز	اریترولوز
پنتوز	C5	گزیلوز، ریبوز	گزیلولوز
هگزوزها	C6	گلوکز، گالاکتوز، مانوز	فروکتوز
هپتوز	C7	—	سدوهپتولوز

TABLE 3-1

Sweetness of Sugars and Sugar Substitutes

Substance	Sweetness Valu (% equivalent t sucrose)
Natural Sugar or Sugar Product	
Levulose, fructose	173
Invert sugar	130
Sucrose	100
Xylitol	100
Glucose	74
Sorbitol	60
Mannitol	50
Galactose	32
Maltose	32
Lactose	16


GLUCOSE
GALACTOSE
Cell membrane
ATP
ADP
unidirectional
Hexose monophosphate shunt
Glucose 6-phosphate
Galactose-1-PO4
Glucose 1-PO4
Glycogen
Fructose-6 phosphate
Fructose-1,6 bisphosphate
CYTOPLASM
Dihydroxyacetone phosphate + Glyceraldehyde-3-phosphate
1,3 bisphosphoglycerate (~P)
Fructose-1-PO4
3-phosphoglycerate
2-phosphoglycerate
Phosphoenolpyruvate (~P)
FRUCTOSE
via transamination
Amino acids
Pyruvate
Lactic acid
NH3 to urea
NADH + H+
NAD
Triacylglycerol (TAG)
Cholesterol
Fatty acid CoA
Acetyl CoA + Oxaloacetate
Mitochondrial membrane
MITOCHONDRIUM
aerobic
Pyruvate
CO2
NAD
NADH + H+
via β-oxidation
Ketones
Acetyl CoA
Fatty acid CoA
CoA
Oxaloacetate
Citrate
Isocitrate
Malate
H2O
Fumarate
FAD
FADH2
Succinate
Succinyl CoA
α-ketoglutarate
GDP
GTP
Electron transport system
ATP

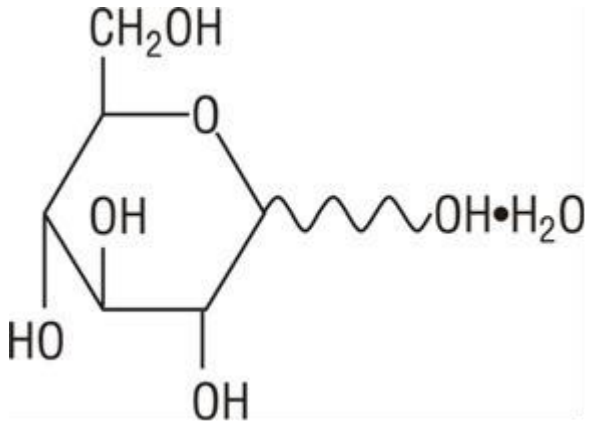
گلوکز

- مهمترین مونوساکارید موجود در طبیعت: **α-D-گلوکز** می باشد که همان قند موجود در خون یعنی گلوکز است.

- **بدلیل وابستگی مغز به مقادیر معینی از این هگزوز**، بدن دارای مکانیسم های بشدت تنظیم شده ای برای حفظ سطح گلوکز موجود در خون می باشد. ارزش شیرینی آن را در مقایسه با سوکروز، ۷۴ در نظر می گیرند.

دکستروز

- لازم بذکر است دکستروز همان گلوکزی است که پس از هیدرولیز ناقص نشاسته ذرت حاصل می گردد.



تنظیم متابولیک و هورمونی گلوکز خون

الف) تنظیم متابولیک

- رنج نرمال گلوکز خون ناشتا (پس از دوره بی غذایی در طول شب) ۱۰۵ – ۷۰ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر (۸/۵ mmol/lit – ۹/۳) می باشد. مقدار آن در گرسنگی های طولانی مدت کاهش و بعد از صرف غذای حاوی کربوهیدرات موقتاً افزایش می یابد.
- یکی از دلایل عمده تنظیم دقیق گلوکز خون وابستگی مغز به دسترسی مداوم به گلوکز است. مگر در حالت گرسنگی مطلق که مغز تطابق حاصل کرده و می تواند مواد ستونی را به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار دهد.
- **مهمترین عوامل در تنظیم قند خون بعداز صرف غذا عبارتند** از ۱)جذب و میزان برداشت گلوکز توسط کبد (کبد حدودا ۵۰٪ گلوکز جذب شده را به منظور اکسیداسیون و ذخیره نمودن به شکل گلیکوژن از جریان خون برداشت می نماید.) ۲) ترشح انسولین و ۳) حساسیت بافتهای محیطی نسبت به انسولین.

تنظیم متابولیک و هورمونی گلوکز خون

الف) تنظیم متابولیک

- **مغز فرد بالغ ۱۴۰ گرم در روز گلوکز مصرف می کند که تقریبا ۱۳۰ گرم را می تواند از منابع غیر کربوهیدراتی تهیه کند.**
- **گلوکز از مسیر اگزوژن (رژیم غذایی) و آندروژن (گلوکونئوژنز و گلیکوژنولیز) وارد جریان خون می شود.**

- میزان برداشت گلوکز بعد از جذب ۱۰-۸ گرم در ساعت بوده و هر ۲ ساعت یکبار در خون تجدید می شود. در سطوح طبیعی گلوکز، کبد تنها تولید کننده گلوکز است.

آنزیم های موثر در هضم

- کربوهیدرات های رژیمی عمدتا توسط **آمیلاز، ساکاراز و لاکتاز** هیدرولیز و مونوساکاریدهای تولید شده توسط جریان خون پورتال به کبد منتقل می شوند.
- اولین مرحله در متابولیسم گلوکز در بافت های محیطی فسفریلاسیون است که توسط **هگزوکیناز و گلوکوکیناز** انجام می شود.
- از آنجایی که فروکتوز در کبد به گلوکز تبدیل شده و یا به لاکتات متابولیزه و آزاد می شود بنابراین فروکتوز کمی در گردش خون حتی پس از مصرف مواد غذایی حاوی فروکتوز یافت می شود
- **بیش از ۹۵٪ کل هگزوهای در حال گردش گلوکز است.**

گلوکونئوژنز و سیکل کوری

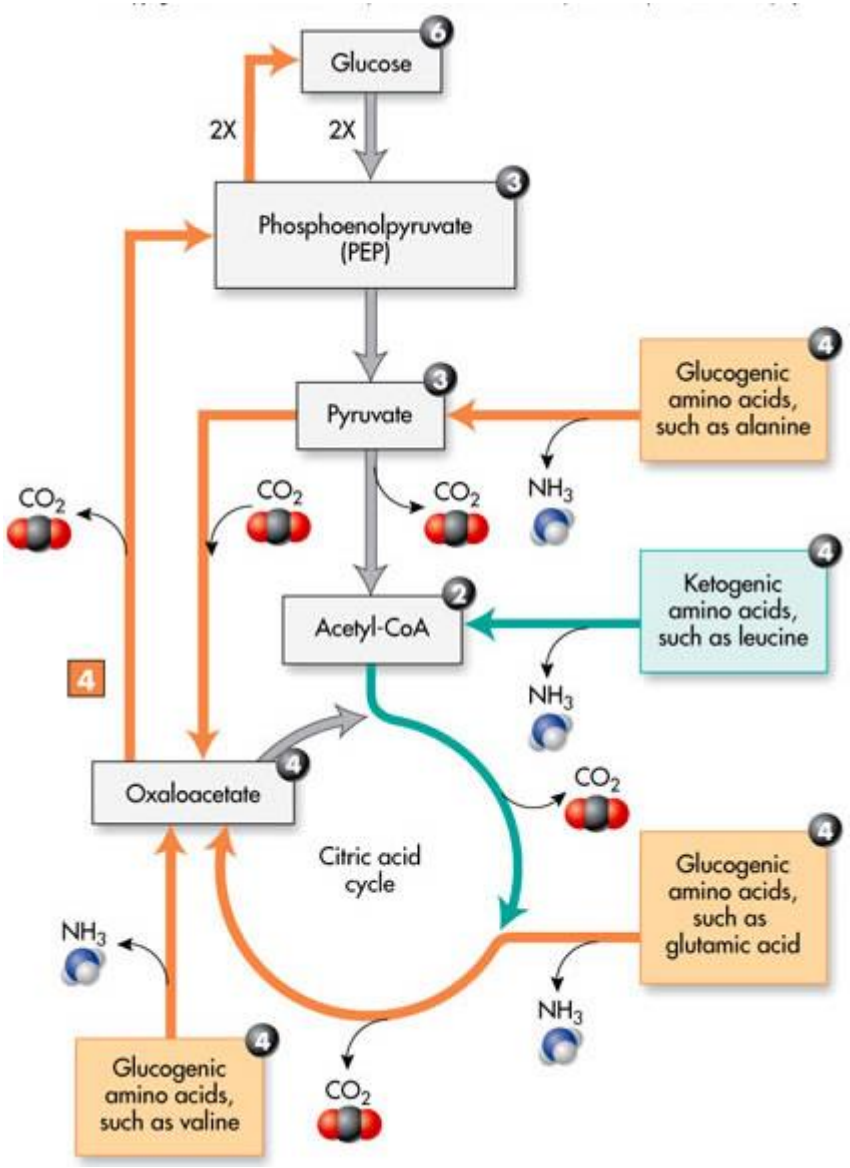
- گلوکز در **کبد و کلیه و به مقدار کمتر در روده باریک** از ترکیبات زیر تحت فرآیند گلوکونئوژنز قابل سنتز می باشد:

۱) اسیدهای آمینه گلوکوژنیک

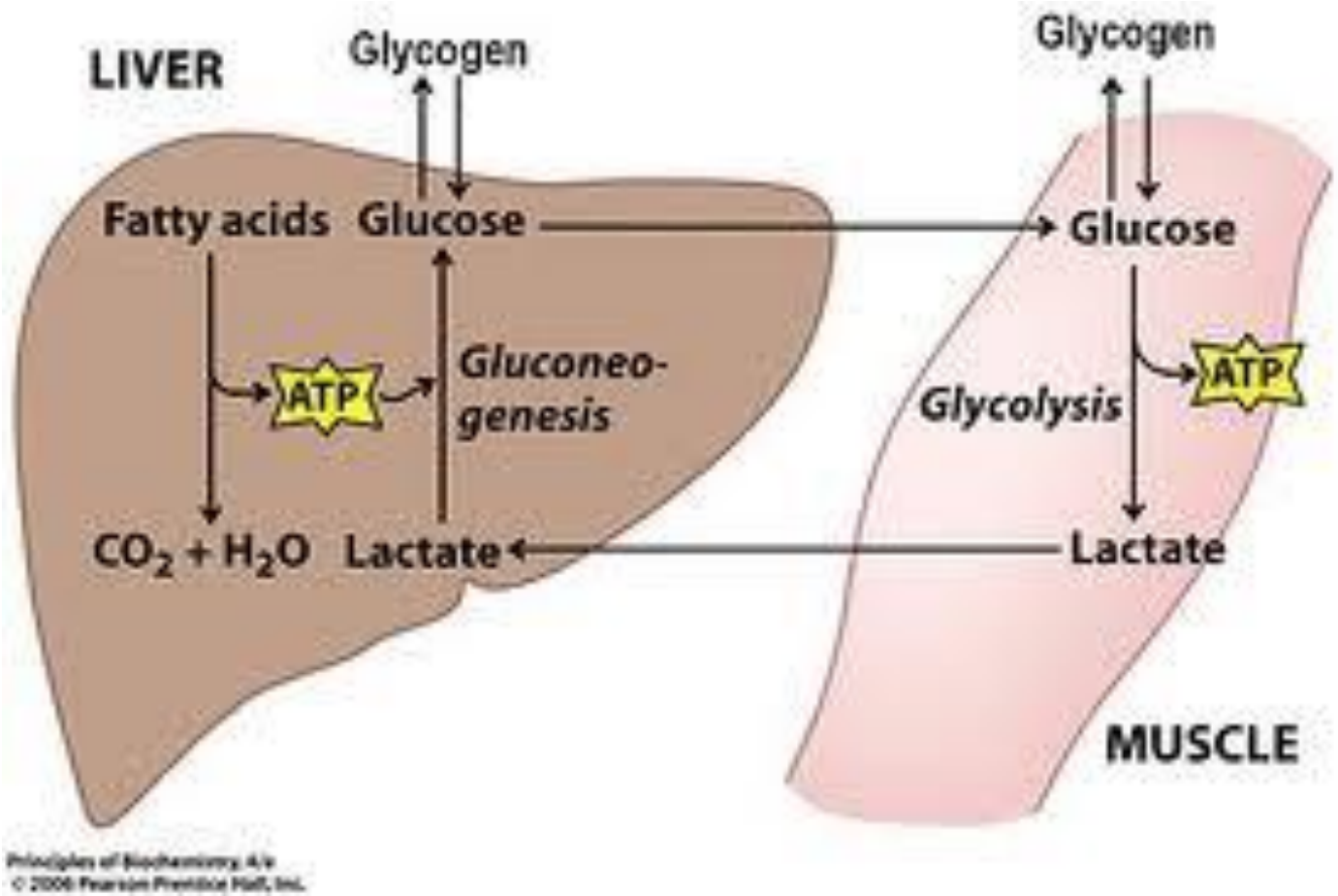
۲)لاکتات: لاکتات حاصل از گلیکولیز در گلوبولهای قرمز و عضلات در شرایط بی هوازی در کبد با تولید پیروات به گلوکز تبدیل و دوباره در اختیار سلولها قرار می گیردچرخه اسیدلاکتیک یا کوری)

۳) اسیدهای چرب

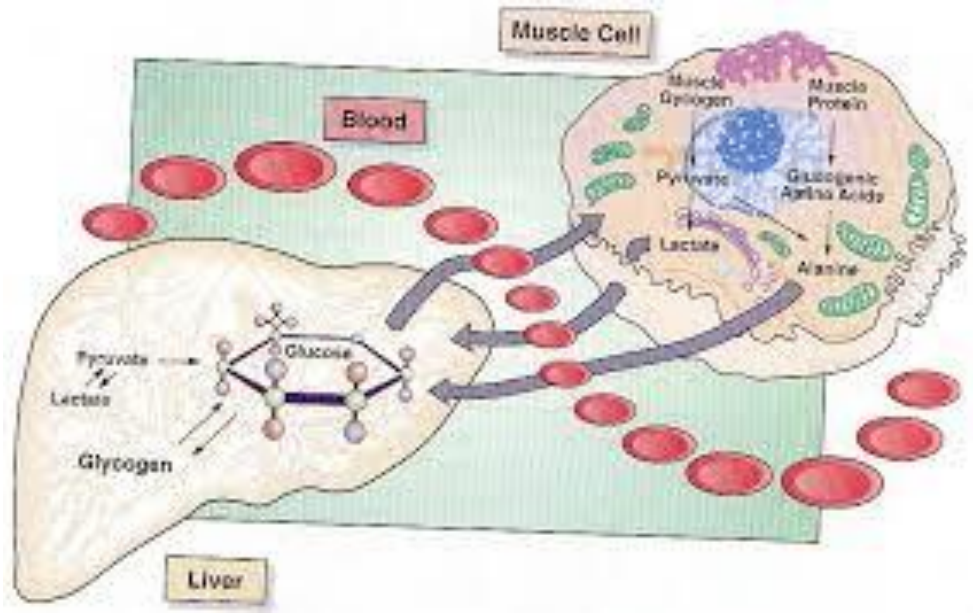
۴) گلیسرول.


Glucose
6
2X
2X
Phosphoenolpyruvate (PEP)
3
Pyruvate
3
Glucogenic amino acids, such as alanine
4
CO_2
CO_2
CO_2
NH_3
Acetyl-CoA
2
Ketogenic amino acids, such as leucine
4
NH_3
4
Oxaloacetate
4
CO_2
Citric acid cycle
Glucogenic amino acids, such as glutamic acid
4
NH_3
NH_3
Glucogenic amino acids, such as valine
4
CO_2

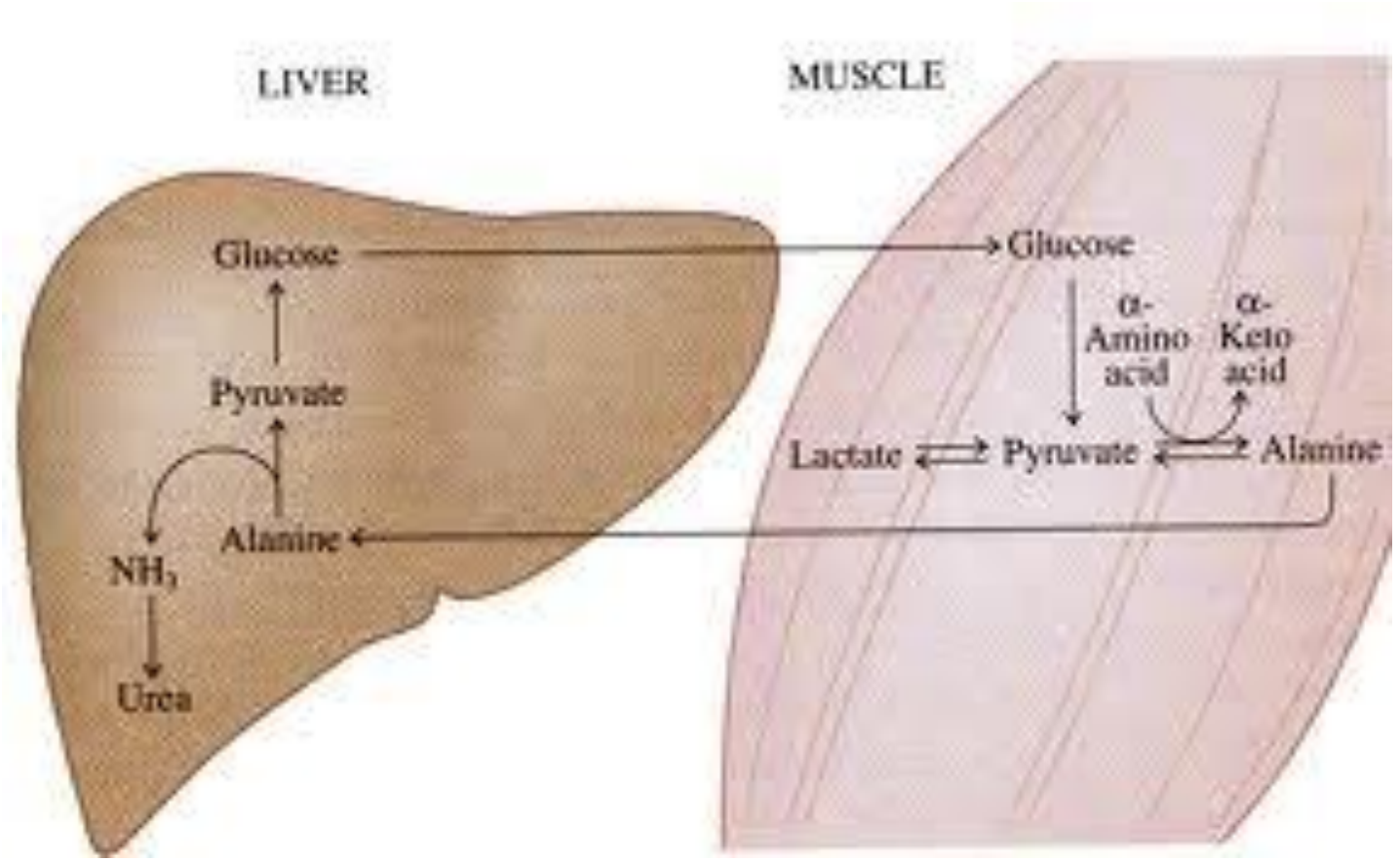
سیکل کوری


LIVER
Glycogen
Fatty acids
Glucose
ATP
Gluconeo-
genesis
$CO_2 + H_2O$
Lactate
Glycogen
Glucose
Glycolysis
ATP
Lactate
MUSCLE

سیکل کوری


Muscle Cell
Blood
Muscle Glycogen
Muscle Protein
Pyruvate
Glucogenic Amino Acids
Lactate
Alanine
Glucose
Pyruvate
Lactate
Glycogen
Liver

سیکل آلانین


LIVER
MUSCLE
Glucose
Glucose
α-
Amino
acid
α-
Keto
acid
Pyruvate
Lactate
Pyruvate
Alanine
Alanine
NH_3
Urea

ب) تنظیم هورمونی

- **انسولین و دیابت ملیتوس نوع ۱و۲**
- انسولین توسط سلولهای βپانکراس روزانه ۴۰ تا ۵۰ IU یا ۲۰-۱۵٪ ذخایر انسولین پانکراس ترشح توسط فرآیند اگزوسیتوز در پاسخ به افزایش کلسیم درون سلول که در نتیجه افزایش نسبت ATP به ADP در حضور گلوکز و باز شدن کانال های کلسیم وابسته به ولتاژ صورت می گیرد، ترشح می شود.

عوامل تنظیم کننده ترشح انسولین

- **برخی اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب** عواملی می باشندکه منجر به افزایش ترشح انسولین می شوند،
- هورمونهای GI: سکرتین و اینکرتین، پپتید مشابه گلوکاگون، پلی پپتید فعال کننده انسولین منجر به تقویت پروسه ترشح انسولین بدنبال صرف غذا می گردند.

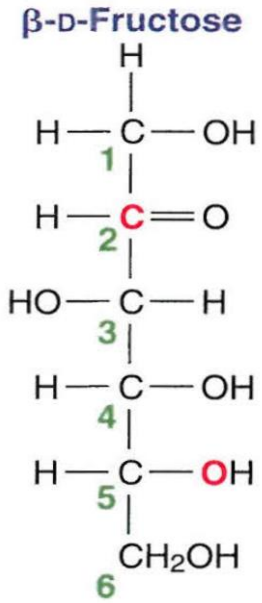
سایر هورمونهای موثر در تنظیم گلوکز خون
(هورمونهای مخالف انسولین)

- ۱) **گلوکاگون**
- الف) توسط سلولهای α جزایر لانگرهانس بیان می شود.
- ب) منجر به افزایش **گلیکوژنولیز و گلوکونئوژنز** می گردد.
- ۲) **اپی نفرین**
- الف) توسط سلولهای کرومافین بخش مرکزی فوق کلیوی ترشح می شود.
- ب) هورمون جنگ و گریز بوده و در پاسخ به استرس ترشح می گردد.
- ج) منجر به افزایش گلیکوژنولیز و گلوکز جهت مصرف عضلات و سیستم عصبی مرکزی می گردد.

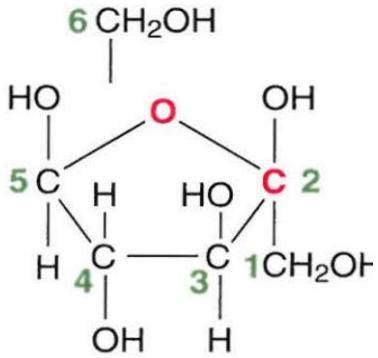
سایر هورمونهای موثر در تنظیم گلوکز خون (هورمونهای مخالف انسولین)

- **۳) تیروئیدی**
- الف) قند خون ناشتا در بیماران هیپرتیروئیدی بالاتر از بیماران هیپوتیروئیدی است.
- ب) موجب شدت بخشیدن به عمل اپی نفرین و انسولین (در سنتز گلیکوژن) می شوند.
- ج)دارای عملکرد دو فازی هستند: **در مقدار کم موجب سنتز گلیکوژن و در مقادیر زیاد موجب افزایش گلیکوژنولیز می گردند.**
- **۴) گلوکوکورتیکوئیدها**
- الف) از وسط بخش قشر غدد فوق کلیوی ترشح می شوند.
- **ب) از طریق افزایش کاتابولیسم پروتئین منجر به افزایش گلوکونئوزنز می گردند.**
- **ج) مصرف گلوکز در بافت های خارج کبدی را مهار می کنند که عملکردی مخالف انسولین است.**
- **۵) هورمون رشد**
- ۱) توسط غدهٔ هیپوفیز پیشین ترشح می شود.
- ۲) منجر به **افزایش آزادسازی اسید چرب از بافت چربی و مصرف آن به عنوان منبع انرژی و صرفه جویی در مصرف گلوکز می گردد.**
- ۳) ترشح زیاد آن از تومور و یا تجویز طولانی مدت، افزایش شدید در سطح گلوکز خون را بدنبال دارد.
- ۴) متابولیسم گلوکز را مهار می کند.

فروکتوز



- شبیه گلوکز
- کتوز
- قند میوه
- به صورت آزاد در میوه و عسل
- در ساکارز
- در خون جنین، مایع آمنیوتیک و مایع منی



فروکتوز

- شیرین ترین مونوساکارید می باشد.
- **شربت ذرت** حاوی مقادیر بسیار زیادی فروکتوز می باشد، به شدت شیرین بوده و محصولی ارزان قیمت است که از طریق تغییر آنزیماتیک گلوکز موجود در شربت ذرت به فروکتوز حاصل می گردد.
- مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می دهد که **مصرف رژیم های پرفروکتوز نظیر استفاده از نوشیدنی های حاوی این شیرین کننده می تواند در ایجاد چاقی و سایر مشکلات بهداشتی نظیر سندرم متابولیک سهیم باشد**.

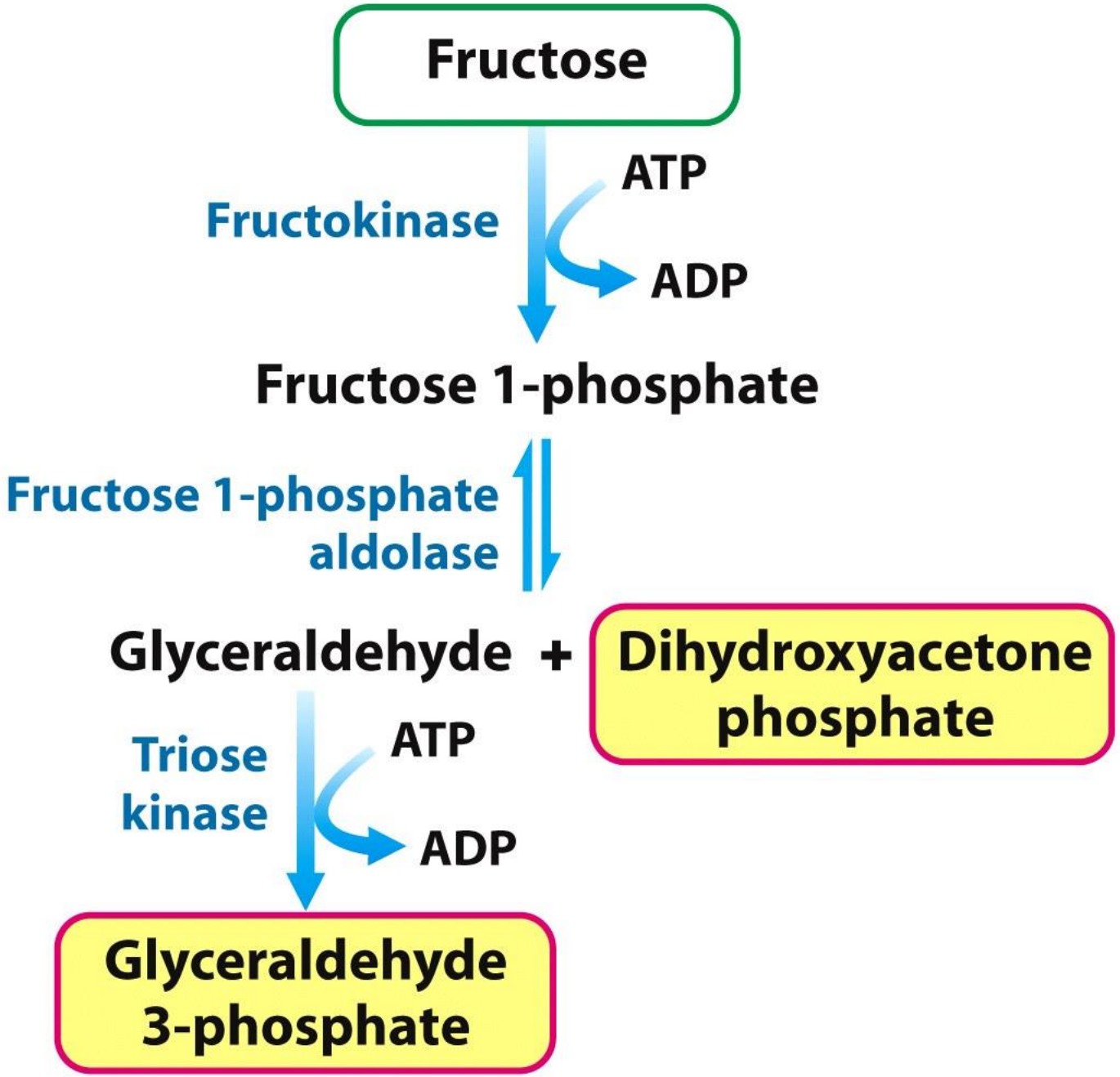
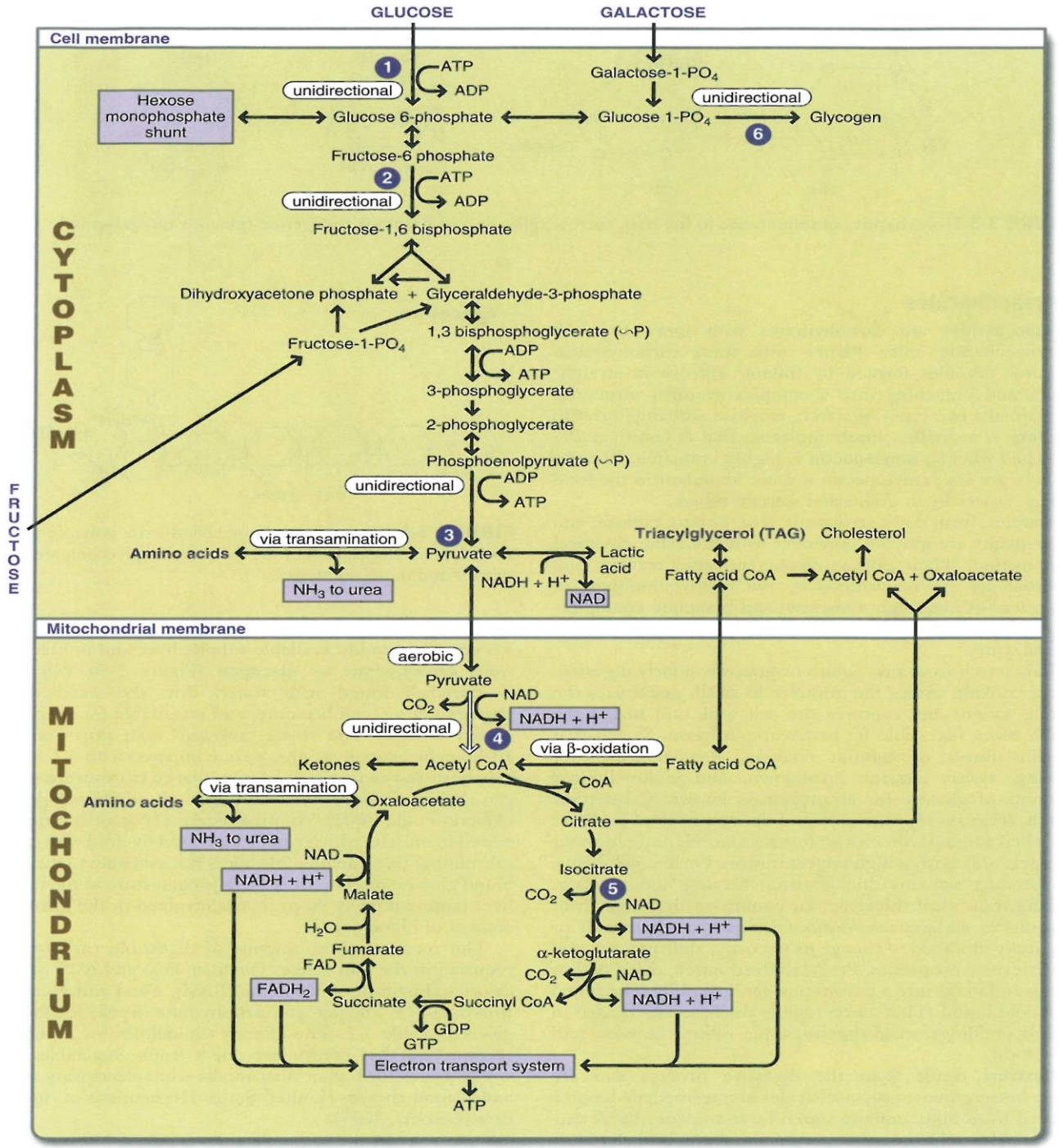


Figure 16.14
***Biochemistry,* Seventh Edition**
© 2012 W. H. Freeman and Company


GLUCOSE
GALACTOSE
Cell membrane
Hexose monophosphate shunt
Glucose 6-phosphate
Galactose-1-PO4
Glucose 1-PO4
Glycogen
Fructose-6 phosphate
Fructose-1,6 bisphosphate
Dihydroxyacetone phosphate + Glyceraldehyde-3-phosphate
Fructose-1-PO4
1,3 bisphosphoglycerate (~P)
3-phosphoglycerate
2-phosphoglycerate
Phosphoenolpyruvate (~P)
ATP
ADP
unidirectional
CYTOPLASM
FRUCTOSE
Amino acids
via transamination
NH3 to urea
Pyruvate
Lactic acid
NADH + H+
NAD
Triacylglycerol (TAG)
Cholesterol
Fatty acid CoA
Acetyl CoA + Oxaloacetate
Mitochondrial membrane
aerobic
CO2
Ketones
Acetyl CoA
via β-oxidation
CoA
Oxaloacetate
Citrate
Isocitrate
Malate
Fumarate
H2O
FAD
FADH2
Succinate
Succinyl CoA
α-ketoglutarate
GDP
GTP
Electron transport system
MITOCHONDRIUM

فروکتوز

- **فروکتوز را لولوز یا قند میوه نیز می نامند.**
- ارزش شیرینی آن **۱۷۳** بوده و شیرین ترین مونوساکارید طبیعی محسوب میگردد.
- بیشتر میوه ها حاوی مقادیر متغیری از گلوکز و فروکتوز آزاد و ساکارز می باشند که در اکثر موارد **میزان فروکتوز موجود در میوه ها بین ۴۵-۷۰٪** می باشد.
- علت شیرین تر شدن میوه با رسیدن آنها در واقع شکسته شدن ساکارز به گلوکز و فروکتوز و در نتیجه افزایش میزان شیرینی می باشد.
- افزایش ۲۳٪ مصرف کلی قند در سالهای اخیر بدلیل افزایش مصرف شربت ذرت می باشد.
- این ترکیب به میزان ۴۵٪ به نوشابه ها، ۱۸ درصد به غلات ومحصولات نانوایی و ۱۱٪ به تولیدات قنادی ها افزوده می گردد.

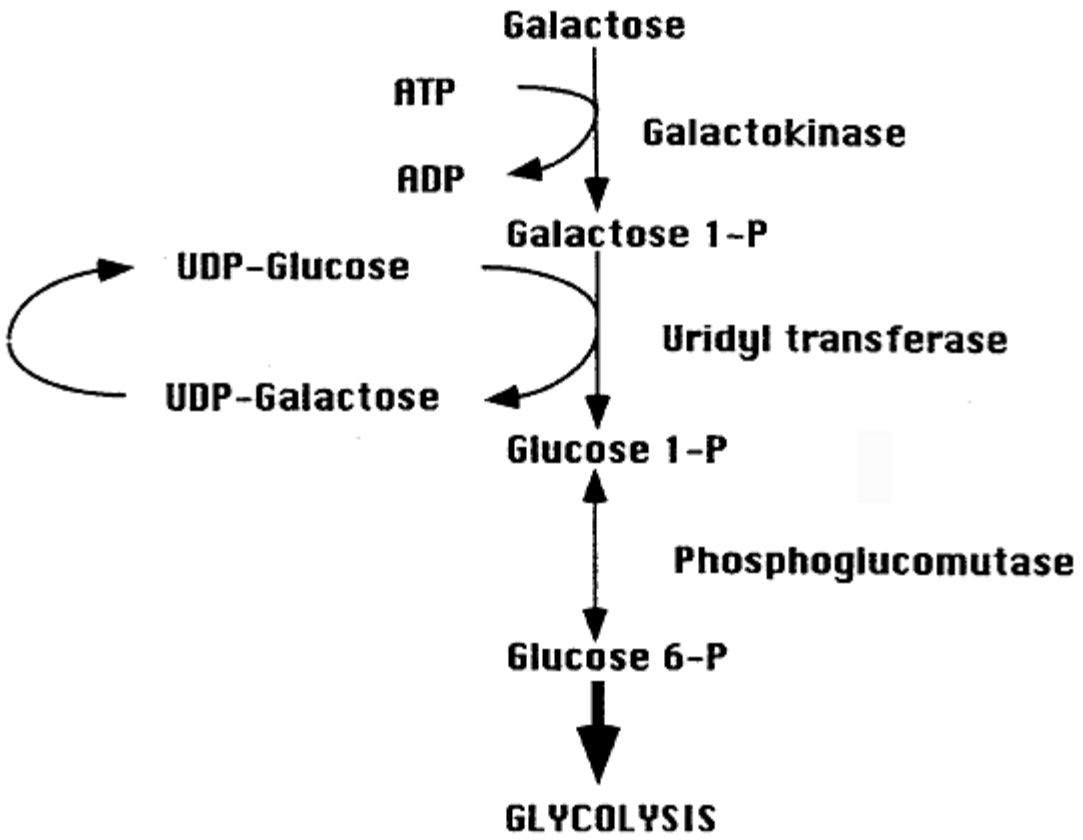
گالاکتوز

- گالاکتوز در نتیجهٔ عملکرد آنزیم لاکتاز طی فرآیند هضم تولید می گردد.
- میزان شیرینی آن ۳۲ در نظر گرفته می شود.
- **جذب گالاکتوز در انتروسیت ها مشابه گلوکز بوده** و عملکرد ناقل ها در جذب گلوکز و گالاکتوز مشابه می باشد.

گالاکتوز

- گالاکتوز وارد جریان خون کبدی شده و عملا طی عبور از کبد به صورت کامل از جریان خون برداشته می شود. بنابراین حتی با مصرف ۱۰۰ gr لاکتوز مقدار گالاکتوز به بیشتر از ۱ mmol/lit نمی رسد، اما مصرف گالاکتوز بدون گلوکز منجر به افزایش بیشتر در غلظت پلاسمایی گالاکتوز می گردد.
- **الکل منجر به سرکوب برداشت و متابولیسم گالاکتوز در کبد و ایجاد گالاکتوزمی می گردد.**

- گالاکتوز توسط انزیم گالاکتوکیناز به گالاکتوز ۱- فسفات و سپس طی مراحل بعدی به گلوکز ۱- فسفات و گلیکوژن تبدیل می گردد. حتی در صورت عدم مصرف گالاکتوز بدن می تواند آن را از گلوکز سنتز کرده و در موارد مورد نیاز (مانند سنتز گلیکوپروتئین ها و موکوپلی ساکاریدها) مورد استفاده قرار دهد.


Galactose
ATP
Galactokinase
ADP
Galactose 1-P
UDP-Glucose
Uridyl transferase
UDP-Galactose
Glucose 1-P
Phosphoglucomutase
Glucose 6-P
GLYCOLYSIS

قندهای الکلی

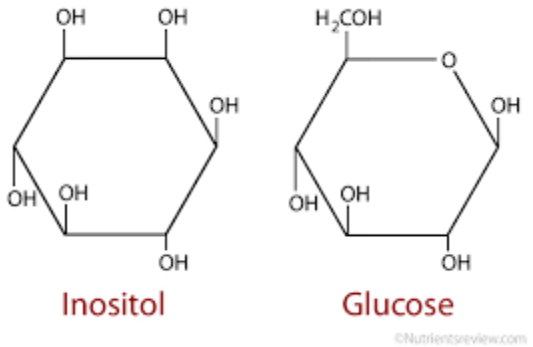
1- سوربیتول: حاصل احیای گلوکز

- در انواع توت
- در محصولات لاغری: شیرین ولی با انرژی کمتر از گلوکز
- در محصولات صنعتی مربا سازی، کنسرو و نوشیدنی

2- مانیتول: (احیای مانوز)

- شیرینی معادل گلوکز ولی انرژی نصف آن
- در آناناس، زیتون، مارچوبه و هویج

قندهای الکلی



3-اینوزیتول:

- قند الکلی حلقوی
- در سبوس و دانه غلات
- با ترکیب با 6 ملکول فسفات: تولید اسید فیتیک (تداخل در جذب آهن و کلسیم)

پنتوزها:

- ریبوز

در آنزیم های حاوی ریبوفلاوین و اسیدهای نوکلئیک

- گزیلوز
- آرابینوز

دی ساکاریدها

- باوجود تنوع گسترده ای از دی ساکاریدها در طبیعت، مهمترین دی ساکاریدها در تغذیه انسان شامل **سوکروز، لاکتوز و مالتوز** می باشند.
- این سه قند محصول پیوند گلیکوزیدی بین کربن فعال آلدهیدی و کتونی با گروه هیدروکسیل معینی در ساختمان قند دیگر می باشند

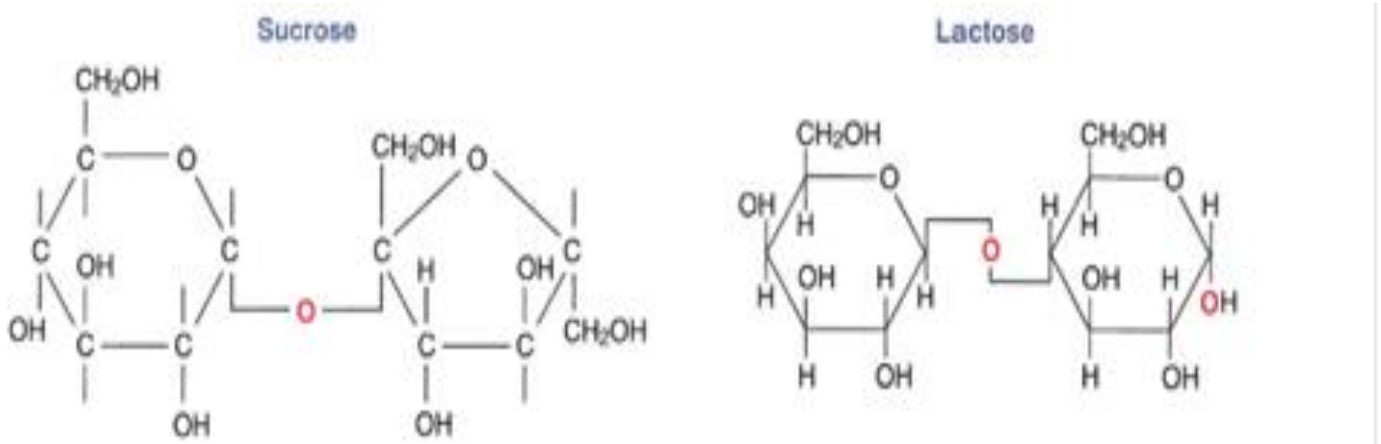


FIGURE 3-3 Disaccharides of importance in humans: sucrose (glucose and fructose) and lactose (glucose and galactose).

ساکارز

- قند سفره، قند چغندر، قند نیشکر و قند انگور نیز نامیده می شود
- از اتصال گلوکز و فروکتوز بدست می آید.
- به صورت طبیعی در بسیاری از غذاها وجود داشته و به صورت افزودنی نیز در صنعت مورد استفاده واقع می شود.
- **ارزش شیرینی این دی ساکارید معادل ۱۰۰ در نظر گرفته می شود.**

ساکارز و پوسیدگی دندان

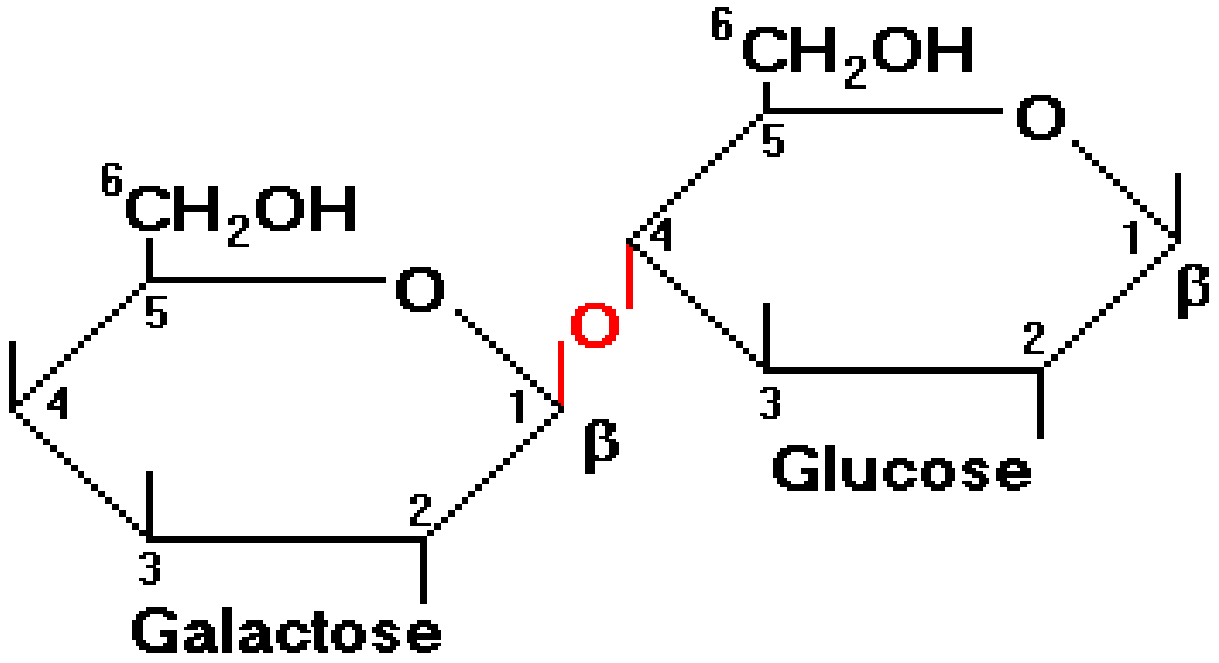
- پوسیدگی دندان بیماری است که بوسیله پلاک باکتریایی بر روی مینای دندان ایجاد می‌شود. **کربوهیدرات‌ها خصوصا قندها نقش عمده ای در ایجاد پوسیدگی دندان‌ها دارند.**
- از عوامل عمده در ایجاد پوسیدگی به طور عمده می‌توان به تاثیرات مواد مغذی و ترکیبات غذا در رژیم غذایی، پلاک باکتریایی، جریان بزاق، ترکیبات معدنی و فلوراید، ژنتیک، سن و حتی جنسیت اشاره نمود.
- بیشتر مطالعات بر اسیدهایی (لاکتیک و استیک) متمرکز شده‌اند که از قندها (ساکارز) تولید می‌شوند.
- تشکیل کمپلکس و ایجاد پلاک از دکسترانهای نامحلول که از ساکارز ساخته شده‌اند، نیز در این بین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است

قند اینورت

- **یک شکل طبیعی از قند، و گلوکز و فروکتوز غیرمتصل می باشد که به نسبت ۱ به ۱ وجود دارند.**
- در تجارت (در تهیه شیرینی و بستنی) مورد استفاده قرار می گیرد زیرا شیرین تر از مقادیر مساوی سوکروز می باشد و کریستال های کوچکتری دارد.
- **عسل** یک نوع قند اینورت است که از گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است.

لاکتوز

- از **گلوکز** و **گالاکتوز** تشکیل شده است.
- بصورت انحصاری در غدد شیری پستانداران شیرده تولید می شود.
- **ارزش شیرینی آن ۱۶ در نظر گرفته می شود.**
- کربوهیدرات ها تامین کننده ۶۰-۳۰٪ انرژی مصرفی در دوران نوزادی می باشند.
- لاکتوز تامین کننده ۴۲٪ از انرژی شیرمادر و ۴۰-۵۰٪ انرژی فرمولا می باشد در حالی که سهم این قند در انرژی شیرگاو ۳۰٪ می باشد.

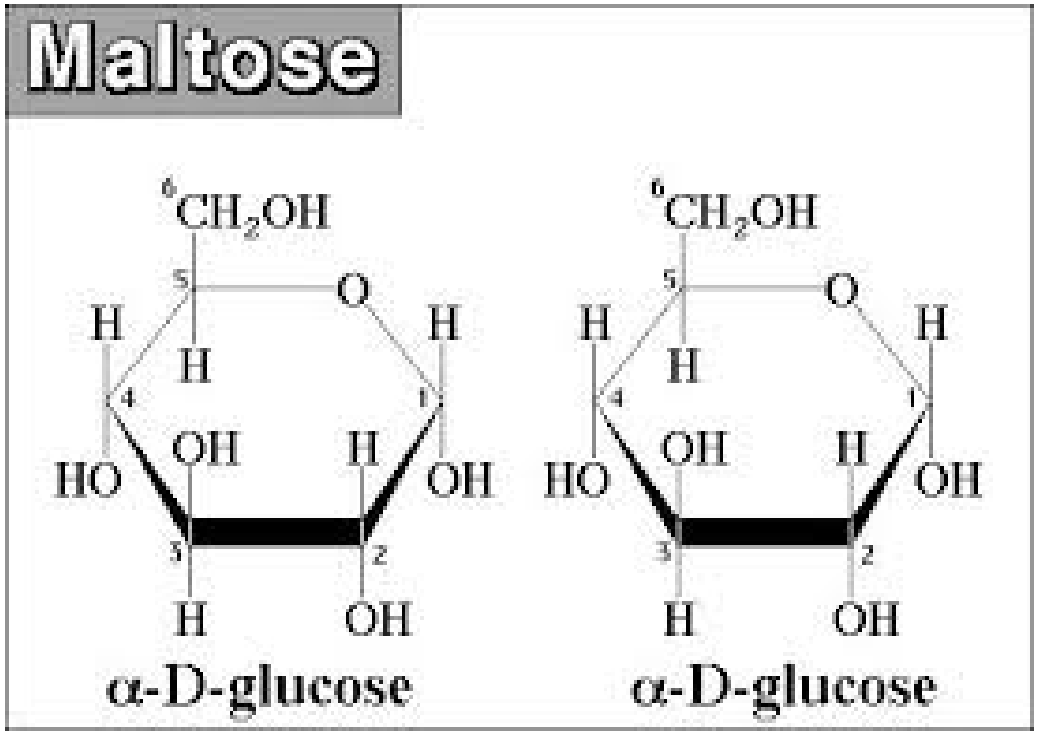

6CH2OH
O
5
4
1
β
O
2
3
Galactose
6CH2OH
O
5
4
1
β
2
3
Glucose

مالتوز

- به ندرت بصورت طبیعی در مواد غذایی وجود دارد اما در طی هضم از طریق هیدرولیز پلیمرهای نشاسته ساخته می شود.
- حاصل هیدرولیز ناقص نشاسته به وسیله مالتاز بزاق (پتیالین) یا مالتاز لوزالمعده (آمیلوپپسین)
- به صورت افزودنی در محصولات غذایی صنعتی وجود دارد.

- **ارزش شیرینی آن ۳۲ در نظر گرفته می شود که مشابه گالاکتوز می باشد.**

Maltose


6CH2OH
5
O
H
H
4
1
HO
OH
H
OH
3
2
H
OH
α-D-glucose
6CH2OH
5
O
H
H
4
1
HO
OH
H
OH
3
2
H
OH
α-D-glucose

هضم و جذب دی ساکاریدها

- آنزیم های مورد نیاز برای شکستن پیوند دی ساکاریدها در حاشیه مسواکی روده واقع شده اند و دارای عملکرد اختصاصی می باشند.
- این آنزیم ها عبارتند از:
- **سوکراز**، جهت شکستن اتصال بین کربن شمارهٔ ۱ گلوکز و کربن شمارهٔ ۲ فروکتوز؛
- **مالتاز**، جهت شکستن پیوند بین کربن شمارهٔ ۱ گلوکز و کربن شمارهٔ ۴ گلوکز دیگر؛
- **لاکتاز**، جهت شکستن پیوند بین کربن شمارهٔ ۱ گالاکتوز و کربن شمارهٔ ۴ گلوکز دیگر؛
- **ایزومالتاز**، جهت شکستن پیوند بین کربن شمارهٔ ۱ گلوکز و کربن شمارهٔ ۶ گلوکز دیگر.

TABLE 3-1

Sweetness of Sugars and Sugar Substitutes

Substance	Sweetness Value (% equivalent to sucrose)
Natural Sugar or Sugar Product	
Levulose, fructose	173
Invert sugar	130
Sucrose	100
Xylitol	100
Glucose	74
Sorbitol	60
Mannitol	50
Galactose	32
Maltose	32
Lactose	16

الیگوساکاریدها

- از ۱۰-۳ واحد مونوساکاریدی تشکیل یافته اند،
- این ترکیبات سریعا در آب حل شده و شیرین می باشند.

رافینوز:

- ۳ ملکول گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز
- در ملاس چغندر

تره هالوز:

- دو ملکول گلوکز (با اتصال دو کربن شماره ۱)
- در قارچها و میکروبها (قند قارچ)

استاکیوز

- ترکیب گلوکز، فروکتوز و ۲ تا گالاکتوز (تتراساکارید)
- در پوسته لوبیا
- غیرقابل هضم
- تخمیر و ایجاد نفخ

شیرین کننده های مصنوعی

Sugar Substitutes	
Cyclamate—banned in United States	30
Aspartame (Equal)*—FDA approved	180
Acesulfame-K (Sunette)—FDA approved	200
Stevia (Rebiana, Truvia, Purvia—FDA approved	300
Saccharin (Sweet 'n Low)—FDA approved	300
Sucralose (Splenda)—FDA approved	600
Neotame (NutraSweet)*– FDA approved	8000

مصرف شیرین کننده ها در دوران بارداری

- **ساخارین**: این ماده در مقادیر بالا در موشها اندکی سرطان زا می باشد ولی مصرف آن در دوران بارداری منع نشده است. از جفت عبور کرده و در شیر مادر ظاهر می شودولی تا کنون هیچ عارضه شناخته شده ای در جنین و نوزاد نداشته است.
- **آسه سولفام پتاسیم**: در زنان باردار بی خطر محسوب می شود با این حال مطالعه درازمدتی در ارتباط با اثر آن در بارداری انجام نشده است. از جفت عبور کرده و در شیر مادر ظاهر می شود ولی تا کنون هیچ عارضه شناخته شده ای در جنین و نوزاد نداشته است.

مصرف شیرین کننده ها در دوران بارداری

- **سوکرالوز**: در سال ۱۹۹۸ توسط FDA برای استفاده عموم تایید شده شد. کربوهیدراتی مشتق از سوکروز می باشد. **سوکرالوز در مقادیر بالا موتاژن و تراتوژن نبوده و تاکنون مطالعه ای در مورد آن در شیر مادر و یا در طی دوران شیردهی گزارش نشده است.**
- **آسپارتام**: استفاده از آسپارتام در تمامی افراد مبتلا به فنیل کتونوری (زنان باردار و غیرباردار) مضر است **زیرا این ماده به فنیل آلانین و اسید آسپارتیک متابولیزه می شود. افراد مبتلا به فنیل کتونوری آنزیم لازم برای متابولیزه کردن فنیل آلانین را نداشته در نتیجه این ماده تجمع یافته و منجر به آسیب مغزی در جنین می گردد**. این افراد در تمام طول عمر خود باید رژیم کم پروتئین داشته و بویژه در دوران بارداری تحت نظر متخصصین تغذیه باشند. این شیرین کننده دارای انرژی می باشد.
- **Stevia**: این شیرین کننده گیاهی هیچ تاثیری بر رشد جنین نداشته است.

TABLE 61.5 NUTRITIVE SWEETENERS

TYPE	kcal	PERCENTAGE AS SWEET AS SUCROSE	DESCRIPTION
Sucrose	16 kcal/tsp		Sugar (glucose + fructose)
Fructose	11 kcal/tsp	110%–200%	Sweetest sugar
Sugar alcohols:	(2 kcal/g average)		
D-Tagatose	1.5 kcal/g		
Erythritol	0.2 kcal/g	60%–80%	Flavor enhancer, formulation aid, humectant, stabilizer and thickener, sequestrant, and texturizer
HSH	3 kcal/g	25%–50%	Also called hydrogenated starch hydrolysates; maltitol syrup
Isomalt	2 kcal/g	45%–65%	Bulking agent
Lactitol	2 kcal/g	30%–40%	Bulking agent
Maltitol	2.1 kcal/g	90%	Bulking agent
Mannitol	1.6 kcal/g	50%–70%	Possible laxative effect from load ≥20 g
Sorbitol	2.6 kcal/g	50%–70%	Possible laxative effect from load ≥50 g
Trehalose	4 kcal/g	45%	Texturizer, stabilizer, and humectant
Xylitol	2.4 kcal/g	100%	

Adapted with permission from the American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. J Am Diet Assoc 2004;104:255–75.

TABLE 61.6 NONNUTRITIVE SWEETENERS APPROVED BY THE FOOD AND DRUG ADMINISTRATION

TYPE	kcal	COMMON NAMES	GLYCEMIC RESPONSE	SWEETENING POWER REDUCED DURING HEATING	NUMBER OF TIMES SWEETER THAN SUCROSE	ACCEPTABLE DAILY INTAKE
Acesulfame-K	0 kcal/g	Sunett, Sweet 'n Safe, Sweet One	None	No	200	15 mg/kg body weight/day
Aspartame	4 kcal/g	NutraSweet, Equal, Sugar Twin (Blue box)	Limited	Decomposes during excessive heating	160–220	50 mg/kg body weight/day
Neotame	0 kcal/g		None	No	8,000	18 mg/kg body weight/day
Saccharin	0 kcal/g	Sweet'N Low, Sweet Twin, Sweet'N Low Brown, Necta Sweet	None	No	200–700	12 mg/kg body weight/day
Stevia rebaudiana Bertoni (steviol glycosides)	2.7kcal/g	Stevia	Limited	No	200–300	0–2 mg/kg body weight/day
Sucralose	0 kcal/g	Splenda	None	No	600	5 mg/kg body weight/day

Data from American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. J Am Diet Assoc 2004;104:255–75; Bloomgarden Z. Nonnutritive sweeteners, fructose, and other aspects of diet. Diabetes Care 2011;34:e46–51; and Food and Drug Administration website: http://www.fda.gov/AboutFDA/Transparency/Basics/ucm214865.htm.

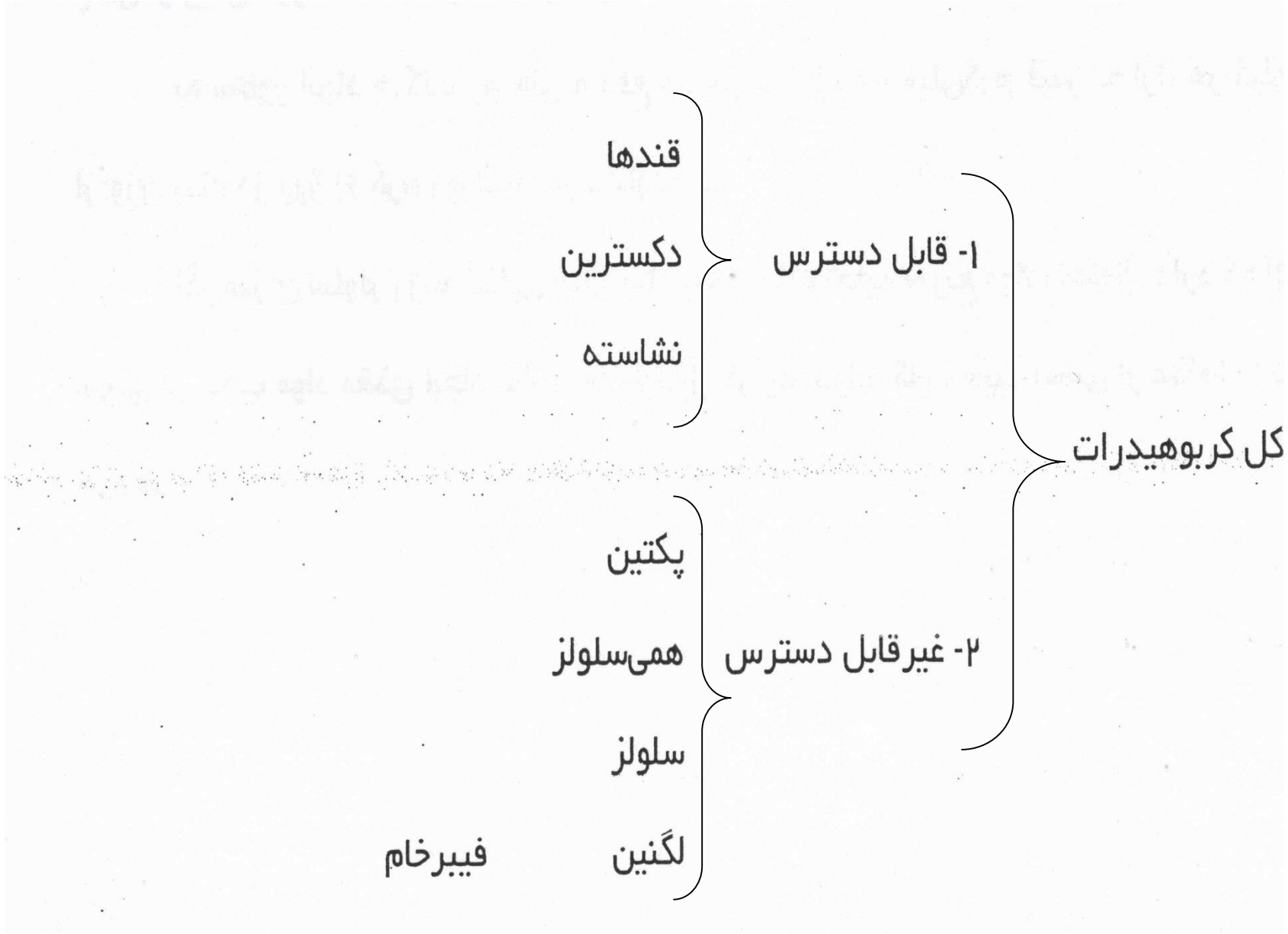
پلی ساکاریدها

- بیشتر از 10 واحد
- 50% کربوهیدرات رژیم

دونوع:

1- همو پلی ساکاریدها

2- هترو پلی ساکاریدها


کل کربوهیدرات
۱- قابل دسترس
قندها
دکسترین
نشاسته
۲- غیرقابل دسترس
پکتین
همی‌سلولز
سلولز
لگنین
فیبرخام

پلی ساکاریدها

- کربوهیدرات های دارای **بیش از ۱۰ واحد** مونوساکاریدی می باشند.
- پلی ساکاریدهای رایج شامل:
- نشاسته،
- گلیکوژن،
- پکتین،
- سلولز
- و صمغ ها

نشاسته

- گیاهان پلی ساکارید ها را عمدتا به شکل **گرانولهای نشاسته** ذخیره می نمایند که از اتصالات مستقیم گلوکز بهمراه ایجاد انشعابات تشکیل می شود. نشاسته عمدتا به دو شکل وجود دارد:
- الف) **آمیلوز،** مولکول کوچکتر و خطی است (۱۰۶- ۱۰۵ دالتون) که کمتر از ۱٪ آن شاخه دار است
- ب) **آمیلوپکتین،** شاخه های بسیار داشته و دارای بیش از ۵٪ شاخه های α۱→۶ با وزن مولکولی بالاست (۱۰۸ – ۱۰۷ دالتون).

انواع نشاسته

- نشاسته موجود در ذرت، برنج، سیب زمینی و سایر گیاهان حاوی پلیمرهای گلوکزی با ساختار شیمیایی مشابه می باشند.
- ویژگی های اختصاصی، طعم، بافت و میزان جذب این موارد بستگی به:
- تعداد نسبی واحدهای گلوکزی موجود در زنجیره مستقیم (آمیلوز)،
- تعداد موجود در محل انشعاب (آمیلوپکتین)
- میزان دسترسی آنزیم های هضمی

	آمیلوز	آمیلوپکتین
ذرت	۲۴	۷۶
سیب زمینی	۲۰	۸۰
برنج	۱۸/۵	۸۱/۵
تاپیوکا	۱۶/۷	۸۳/۳
گندم	۲۵	۷۵

نشاسته خام بدست آمده از سیب زمینی خام قابلیت هضم بسیار پایینی دارد، پختن همراه آب باعث تورم گرانولها و ژلائینیزه شدن نشاسته و نرم شدن و پاره شدن دیوارهٔ سلولی و افزایش قابلیت هضم توسط آمیلاز پانکراس می گردد.

انواع نشاسته

- **۱-نشاسته مقاوم (Resistance Starch: RS)**
- نشاسته مقاوم نشاسته ای است که در حین پخت دست نخورده باقی مانده و و در اثر سرما مجددا به صورت کریستالی درآمده و در برابر عملکرد هضمی آنزیم ها مقاومت کرده و میزان بسیار محدودی گلوکز از آن حاصل می گردد.
- RS در غلات ۲-۰/۴ درصد، در حبوبات ۷/۵-۵/۳ درصد و در سیب زمینی ۱-۵/۳ درصد وزن خشک می باشد. RS ها خود شامل سه دسته هستند که عبارتند از:
- **RS_1**(نشاسته محصور enclosed): از **نظر فیزیکی نشاسته محصور شده** می باشد و در غلات و دانه های نیمه آسیاب شده وجود دارد.
- **RS_2**: گران**ول های کریستالی ژلاتینیزه نشده** با الگوی β-type- X-ray که در موز و سیب زمینی یافت می شود.
- **RS_3**: **آمیلوز دتروگراد** در اثر سرد کردن نشاسته ای که با حرارت مرطوب ژلائینه شده است.

۱-نشاسته مقاوم

- RSها در رودۀ باریک هضم نمی شوند ولی در کولون توسط بیش از ۴۰۰ نوع باکتری مختلف تخمیر می شوند (وجه تشابه با فیبرها).
- **محصول نهایی تخمیر این مواد در کولون اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (استیک، بوتیریک و پروپیونیک اسید)، Co2، هیدروژن و متان است که موجب نفخ می شود.**
- RSها **رشد میکروبی** را در کولون تحریک میکنند
- اسیدهای چرب کوتاه زنجیر حاصل از آنها **سبب تحریک میتوز** در سلول های روده ای (crypt cells) در انسان ها و حیوانات می گردد.
- **همچنین این اسیدهای چرب کوتاه زنجیر می توانند بیان و تولید هورمون های مترشحه از قسمت های دیستال دستگاه گوارشی شامل پپتید مشابه گلوکاگون (GLP-1) و پپتید YY (PYY) را افزایش دهند.**
- GLP-1 و PYY با **مهار تخلیه ی معدی در ایجاد حس سیری** نقش داشته
- GLP-1 دارای **اثرات سودمندی بر ترشح انسولین و متابولیسم کربوهیدرات ها و لیپیدها** می باشد.

- **۲-نشاستهٔ مومی (Wax Starch)**
- از ذرت و برنج پرورشی بدست می آیند و درصد آمیلوپکتین بالاتری دارند.
- با آب تولید خمیر کرده و به جز در غلظت های بالا به شکل ژله درنمی آیند. ژل حاصل از این نشاسته در خلال منجمد شدن و آب شدن، سخت باقی می ماند. این نشاسته قوام دهندهٔ ایده آلی برای تهیه پای میوه، سس و عصاره گوشت محسوب می شود.
- **۳-نشاستهٔ غذایی اصلاح شده (modified food Stack)**
- این نشاسته ها از نظر شیمیایی و فیزیکی طوری اصلاح می شوند که ویسکوزیته آنها در جهت قابلیت تبدیل به ژل و دیگر خصوصیات بافتی تغییر یابد.
- **۴-نشاسته از پیش ژلاتینزه شده**
- بر روی غلتک های داغ یا ظروف استوانه ای خشک و به شکل پودر در می آید. نفوذپذیر و متخلخل بوده و به سرعت با مایع سرد هیدراته و غلیظ می شود. (بنابراین برای تهیه پودینگ فوری، چاشنی و... غذای کودک کاربرد دارند).

دکسترین و دکسترین محدود

- **دکسترین** محصول فرآیند هضم بوده و پلی ساکارید بزرگ و خطی گلوکز با طول زنجیره متوسط می باشد که از نشاسته دارای مقادیر بالای آمیلوز در نتیجه عملکرد آلفا آمیلاز حاصل می گردد.

- **دکسترین محدود** در نتیجه تجزیه آمیلوپکتین دارای انشعاب که توسط آمیلاز تجزیه نگردیده است حاصل می گردد و سپس توسط آنزیم ایزومالتاز به گلوکز تبدیل می شود.
-

گلیکوژن

- کربوهیدرات ذخیره در حیوانات
- همو پلیمر گلوکز منشعب (شبیه آمیلوپکتین)
- محلول در آب
- بیشترین ذخیره به ازای واحد بافت در **کبد** (6%) و در **عضلات** (1%)
- مقدار کل ذخیره: **250** گرم (90 گرم در کبد و 150 گرم در عضله)
- تأمین کننده انرژی در گرسنگی به مدت 12-18 ساعت
- میزان گلیکوژن عضلات با ورزش ۵ برابر افزایش می یابد.

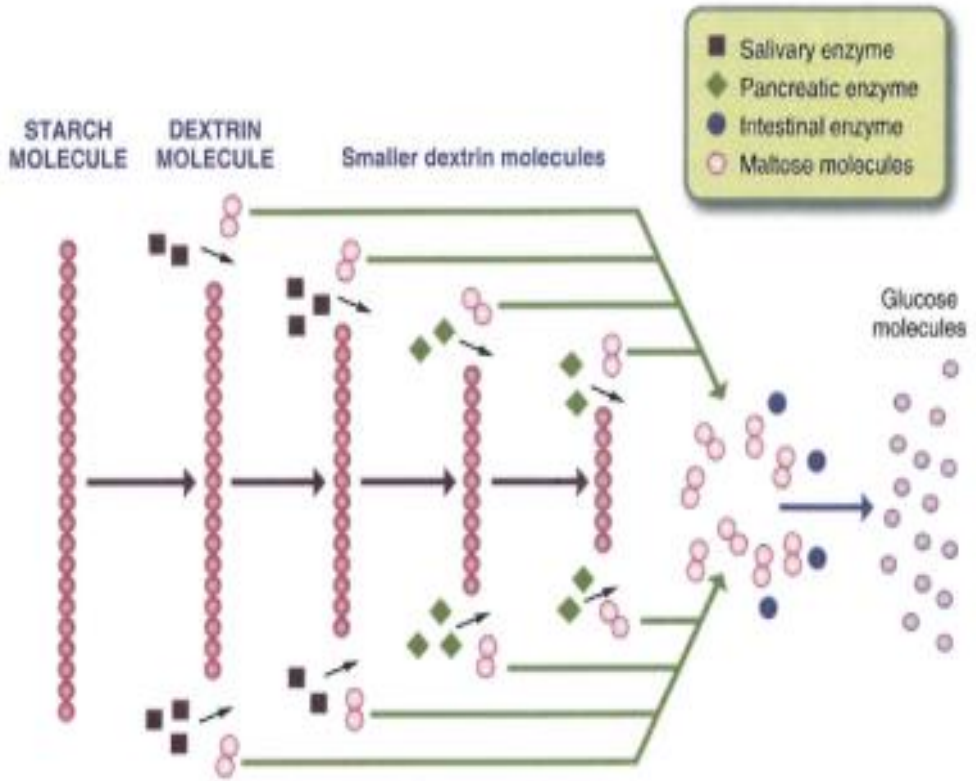
تفاوت گلیکوژن کبدی با عضله

- گلیکوژن عضله فقط برای تامین انرژی برای خود عضله بوده و برای حفظ قند در دسترس نمی باشد
- در حالی که گلیکوژن کبد وظیفهٔ اصلی تامین گلوکز خون و ذخیره انرژی را بر عهده دارد (نقش آنزیم گلوکز ۶- فسفاتاز).

تجزیه نشاسته

- تجزیه نشاسته در دهان توسط آمیلاز براق (پتیالین) آغاز می گردد. این آنزیم در محیط قلیایی عملکرد مناسبی دارد.
- عملکرد آمیلاز بزاق توسط PH اسیدی در معده متوقف می شود و هضم توسط α-آمیلاز پانکراس در دئودنوم ادامه می یابد. محصول این عمل تولید دکسترین محدود (حاوی ۸ واحد گلوکز و یک یا بیشتر اتصالات ۶→۱) مالتوز و مالتوتریوز می باشد.
- نهایتا با عملکرد **مالتاز**، گلوکز تولید می گردد. سطح بیرونی غشای سلولی حاوی آنزیم های لاکتاز و سوکراز نیز می باشد.
- آمیلاز بزاق در PH کمتر از ۴ نمی تواند فعال بماند ولی باتوجه به اینکه نشاسته و محصولات آن همچنین پروتئین و اسیدهای آمینه در یک غذای مخلوط وجود دارند، اسید معده را بافری کرده و بدین ترتیب بخشی از هیدرولیز ادامه می یابد.

FIGURE 1-7 The gradual breakdown of large starch molecules into glucose by digestion enzymes.



آگار

- پلیمر گالاکتوز، مورد استفاده در :
- میکروب شناسی
- پایدارکردن مخلوطهای غذایی و جلوگیری از رسوب آنها
- در تهیه پودینگ، بستنی و فرمولای شیرخوران

کاراژنین

- هترو پلیمر گالاکتوز و سولفات
- قوام دهنده و پایدار کننده

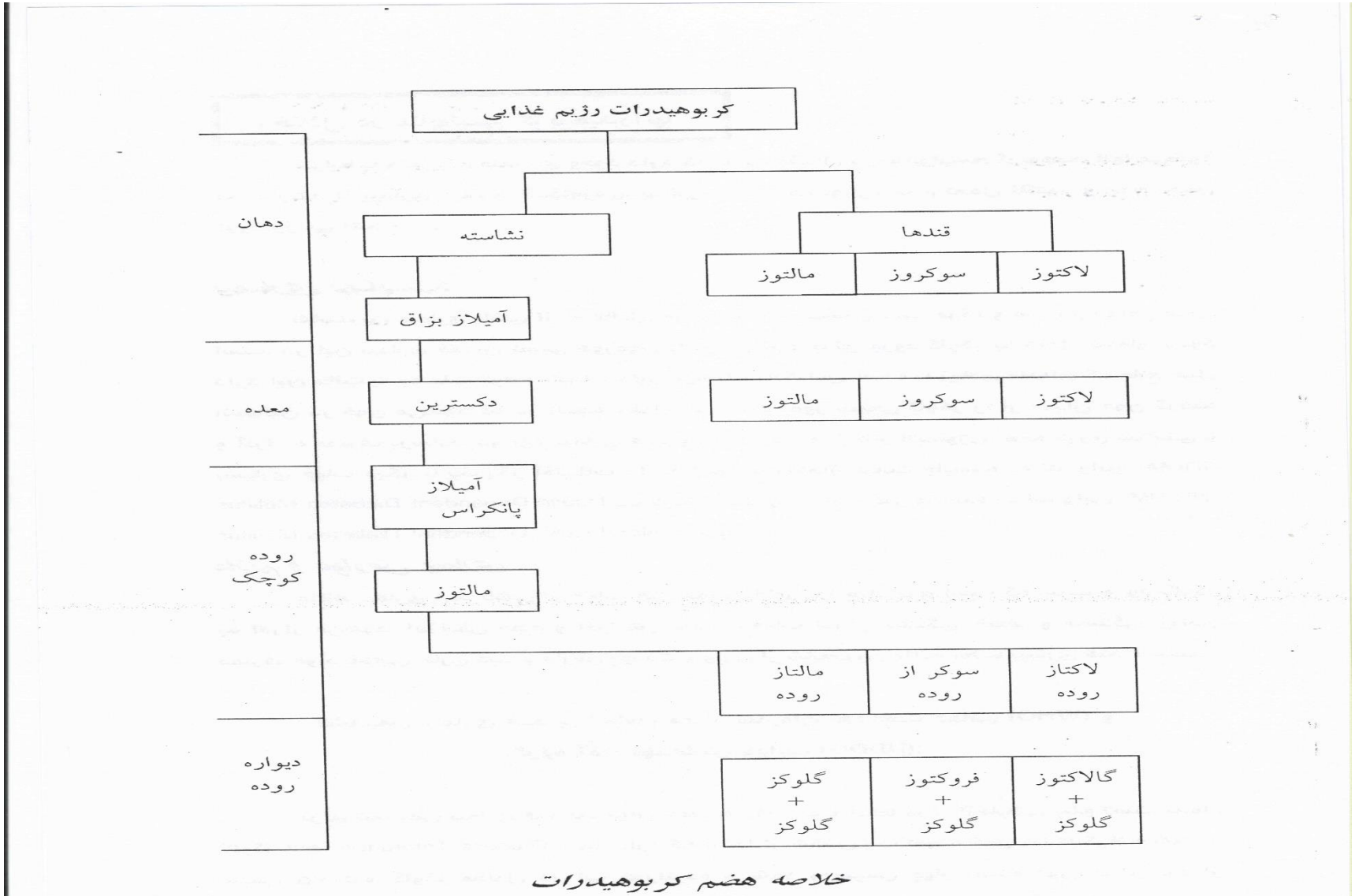
الژینیک اسید

- تشکیل ژله بدون حرارت
- مورد استفاده در تهیه ژله های فوری

کیتین

یک پلی ساکارید حاوی نیتروژن به شکل N-استیل گلوکز آمین بوده و در اسکلت خارجی سخت پوستان مانند حشرات یافت می شود.

هضم کربوهیدراتها



خلاصه هضم کربوهیدرات

عوامل موثر در هضم و جذب کربوهیدرات ها

- **الف) دسترسی آنزیم ها به موادنشاسته ای**
- **ب) فعالیت آنزیم های موجود در غشای مسواکی پرزهای روده**
- **ج) وجود عوامل رژیمی نظیر چربی ها که منجر به کاهش سرعت تخلیه معدی می گردند**
- **د) الیگوساکاریدهای غیر قابل جذب و فیبرهای رژیمی نظیر پکتین ها، صمغ و بتاگلوکان ها که منجر به کاهش غلظت آنزیمی می گردند.**

- بنابراین رژیم غذایی کامل متشکل از میوه ها، سبزیجات، حبوبات، غلات کمتر فرآوری شده و مغزها منجر به کاهش جذب گلوکز می گردند.

جذب و انتقال

- سرعت جذب:

گالاکتوز> گلوکز> فروکتوز> مانوز> گزیلوز> آرابینوز

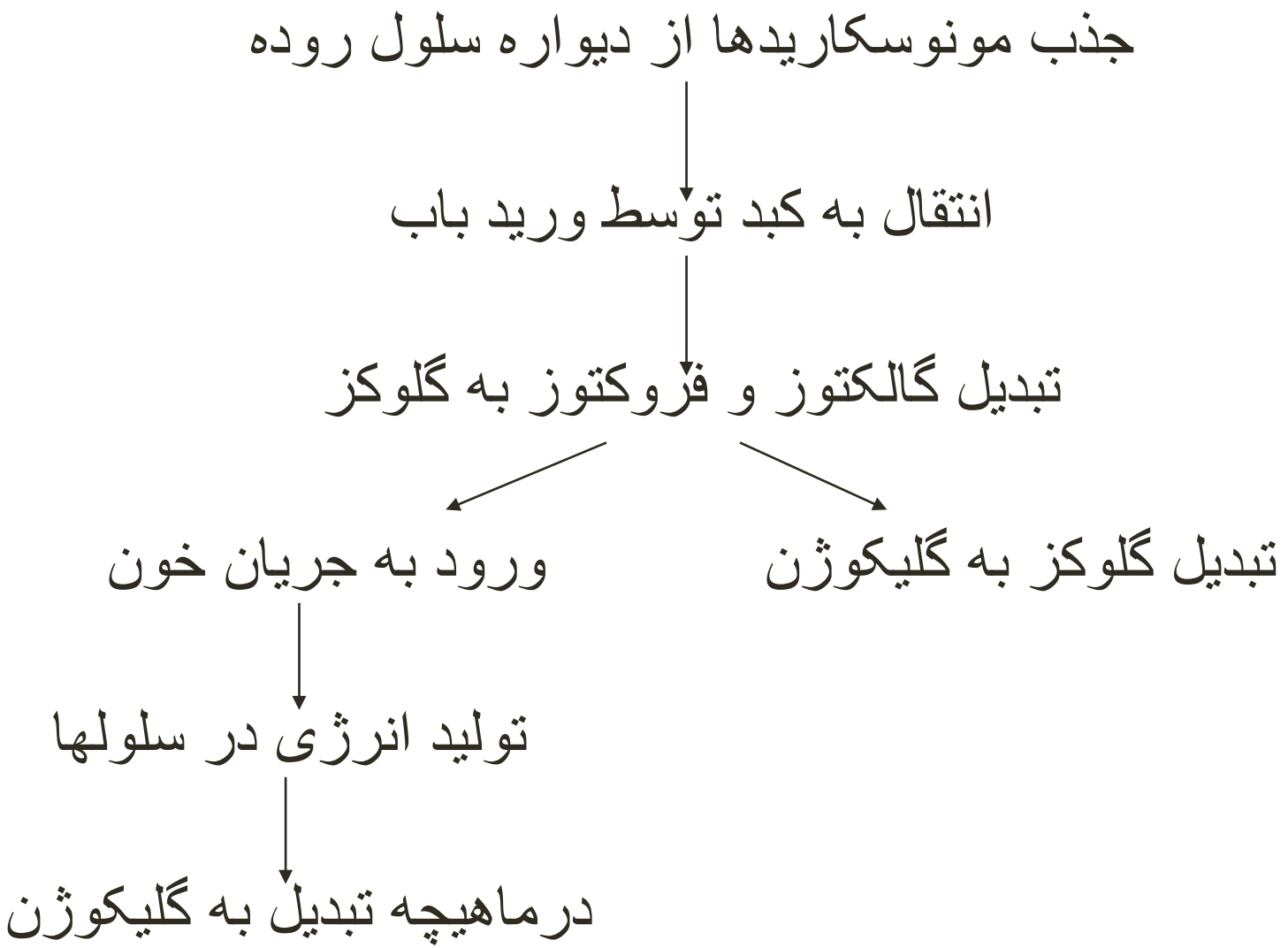
جذب گالاکتوز و گلوکز به صورت فعال

جذب سایر مونوساکاریدها به صورت غیرفعال

عوامل افزایش دهنده جذب:

غلطت محلول، انسولین و هورمون تیروکسین

جذب و انتقال


جذب مونوسکاریدها از دیواره سلول روده
انتقال به کبد توسط ورید باب
تبدیل گالکتوز و فروکتوز به گلوکز
تبدیل گلوکز به گلیکوژن
ورود به جریان خون
تولید انرژی در سلولها
درماهیچه تبدیل به گلیکوژن

متابولیسم

- کبد تنظیم کننده غلظت گلوکز خون (100mg/100cc)
- کاهش غلظت گلوکز خون: تحریک گرسنگی
- ورود گلوکز به سلولها: هم انتقالی با سدیم
- در سلول: اکسیداسیون گلوکز و تولید انرژی، آب و CO_2

ذخیره

- تبدیل به گلیکوژن (ظرفیت محدود)
- تبدیل به چربی (ظرفیت نامحدود) در کبد
- انتقال اسیدهای چرب سنتز شده در کبد به بافت چربی و ذخیره به شکل تری گلیسرید

فیبرهای غذایی

- پلی ساکاریدهای غیرقابل هضم
- کم انرژی (2 کیلوکالری)

- شامل: سلولز، لیگنین و مقدار کمی همی سلولز

سلولز

- هموپلیمر گلوکز با اتصالات β (غیرقابل هضم با آمیلاز)
- فراوانترین ماده در زمین
- تشکیل دهنده50% کربوهیدرات گیاهی
- سلولازها در حلزون و قارچها و برخی باکتریها
- سلولز در انسان توسط باکتریهای روده تاحدودی تخمیر میشود.
- حاصل تخمیر: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر شامل:

(استات، بوتیرات و پروپیونات) و گاز متان

- **اثرات سلامتی اسیدهای چرب کوتاه زنجیر:**

1-افزایش جذب آب و سدیم

2- افزایش تکثیر سلولهای کولون

3- افزایش تولید انرژی متابولیکی

4- افزایش جریان کولون

5- افزایش تولید هورمونهای دستگاه گوارش

همی سلولز

- هتروپلی ساکارید در بافتهای گیاهی
- غیر قابل هضم در روده کوچک
- قابل تجزیه توسط باکتریهای کولون

انواع:

- لیگنین (بافت چوبی گیاهان)
- پکتین (بافت نرم میوه ها)

اثرات سلامتی فیبر ها

- کاهش سرعت تخلیه معده وکاهش اسیدیته آن
- تسریع عبور غذا از روده ها
- تأخیر در جذب گلوکز
- جذب آب و افزایش حجم مدفوع
- رقیق کردن مواد سرطانزا و کاهش زمان تماس با روده
- کاهش جذب کلسترول و چربیها
- کاهش خطر بیماریهای قلب و عروق، دیابت و سرطان

سایر کربوهیدراتها

- **موکوپلی ساکاریدها:** ترکیبات پیچیده حاوی کربوهیدرات ها و قندهای آمینه (فقط در بدن)

انواع:

-اسید هیالورونیک: در مایع روان کننده مفاصل و در زجاجیه

-سولفات کندروئیتین: در غضروف، پوست و استخوان

-هپارین: ماده ضد انعقاد در کبد، ریه، تیموس و طحال و خون