بسمه تعالی

بیوشیمی عمومی

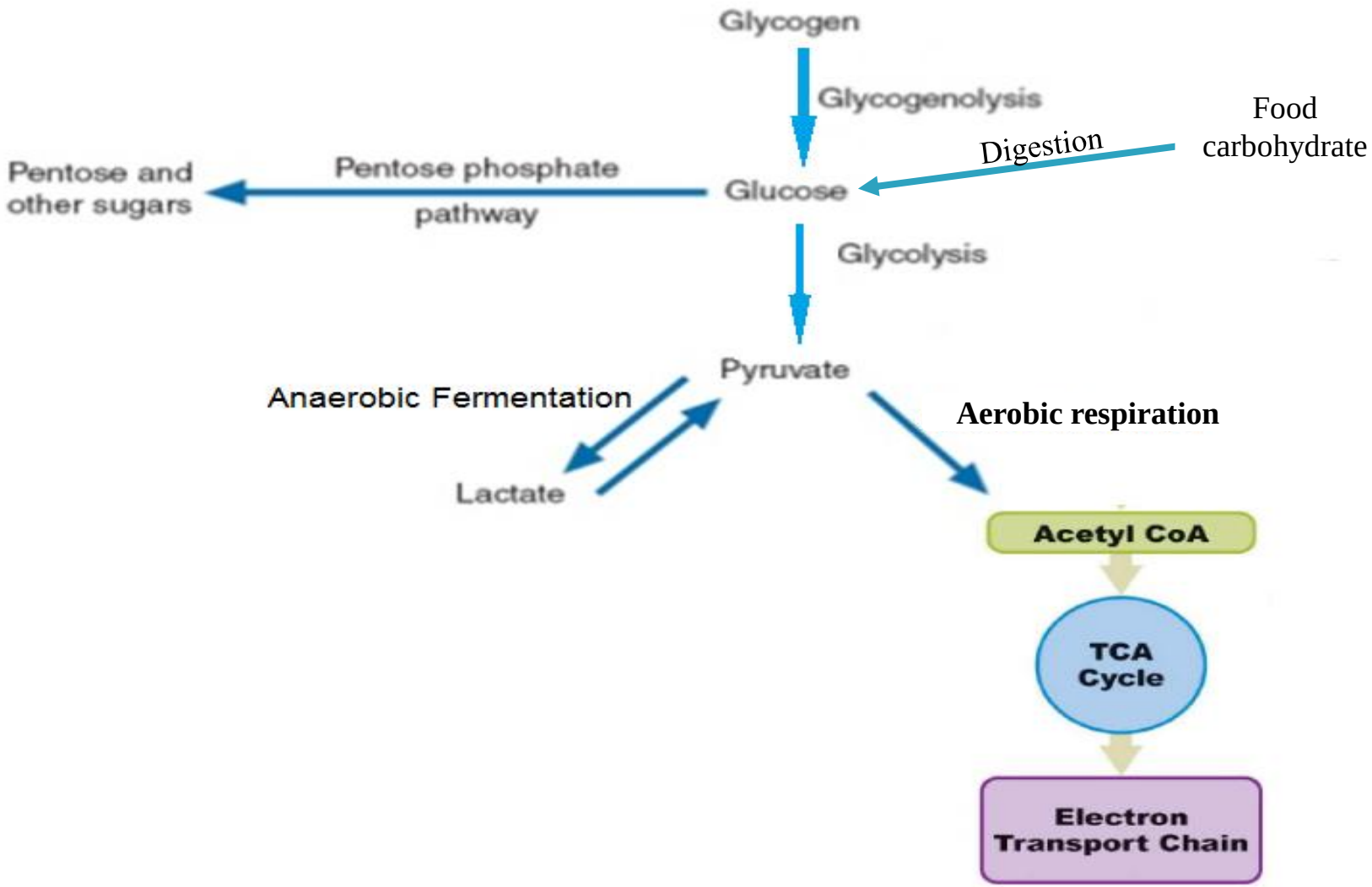
کاتابولیسم کربوهیدرات ها

ابراهیم قاسمی

q کاتابولیسم کربوهیدرات ها

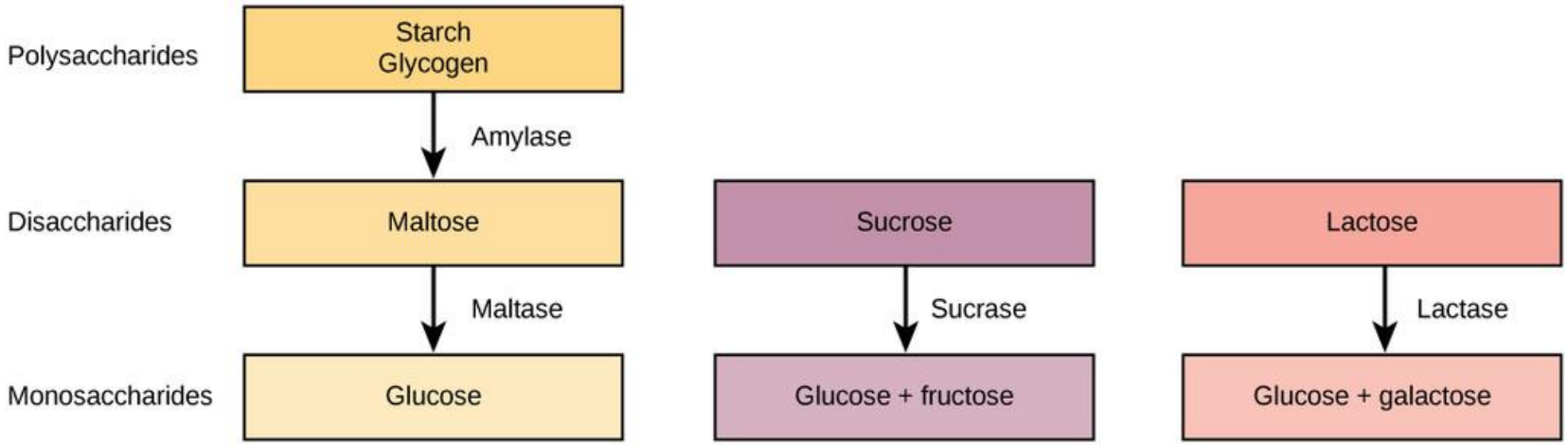
- هضم (تجزیه پلی ساکاریدها به واحدهای مونومری)
- گلیکوژنولیز: تجزیه گلیکوژن به گلوکز
- گلیکولیز: تجزیه گلوکز به پیروات
- تخمیر یا اکسیداسیون پیروات: انواع ترکیبات از جمله استیل کوآ، اسیدلاکتیک و ...
- چرخه کربس و فسفوریلاسیون اکسیداتیو: تجزیه استیل کوآ به CO_2 و H_2O
- مسیر پنتوز فسفات: تبدیل گلوکز به انواع قندهای 7، 6، 5، 4 و 3 کربنه

q مسیرهای کاتابولیک کربوهیدرات ها

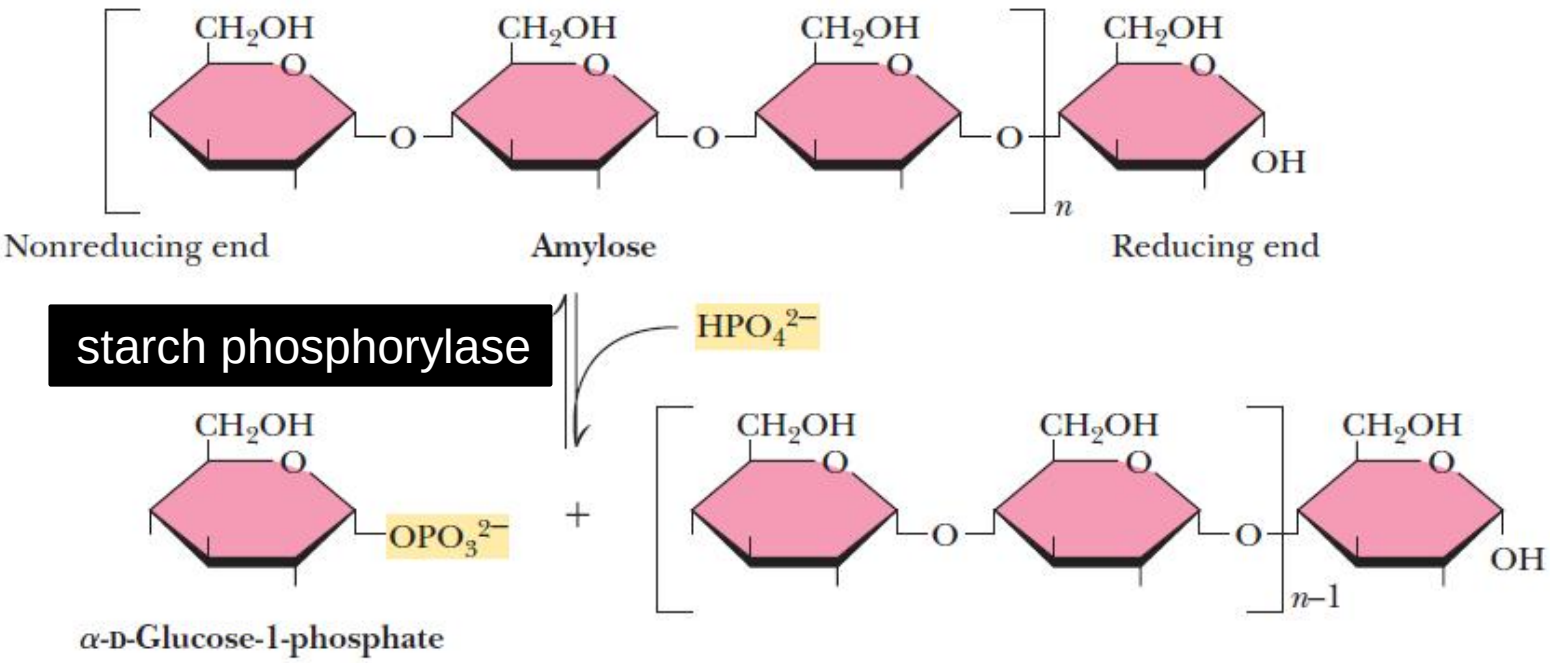


q تجزیه نشاسته و دی ساکاریدها در حیوانات

- شکستن پلیمر به مونومر (دستگاه گوارش)
  - آنزیم های هیدرولیز کننده آمیلاز، سوکراز، مالتاز، لاکتاز



q تجزیه نشاسته در گیاه



q گلیکوژنولیز

Glycogen

گلیکوژن فسفریلاز

Glucose-1-phosphate

فسفوگلوکوموتاز

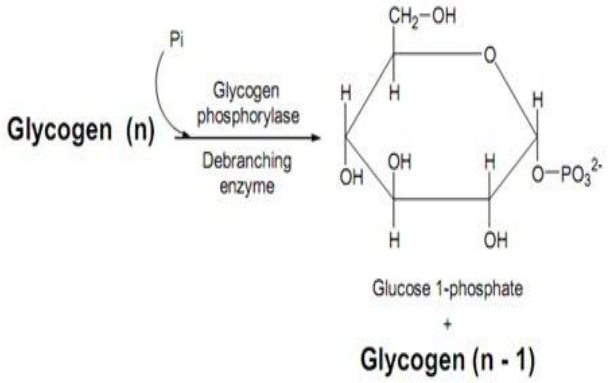
ماهیچه

Glucose-6-phosphate → Glycolysis

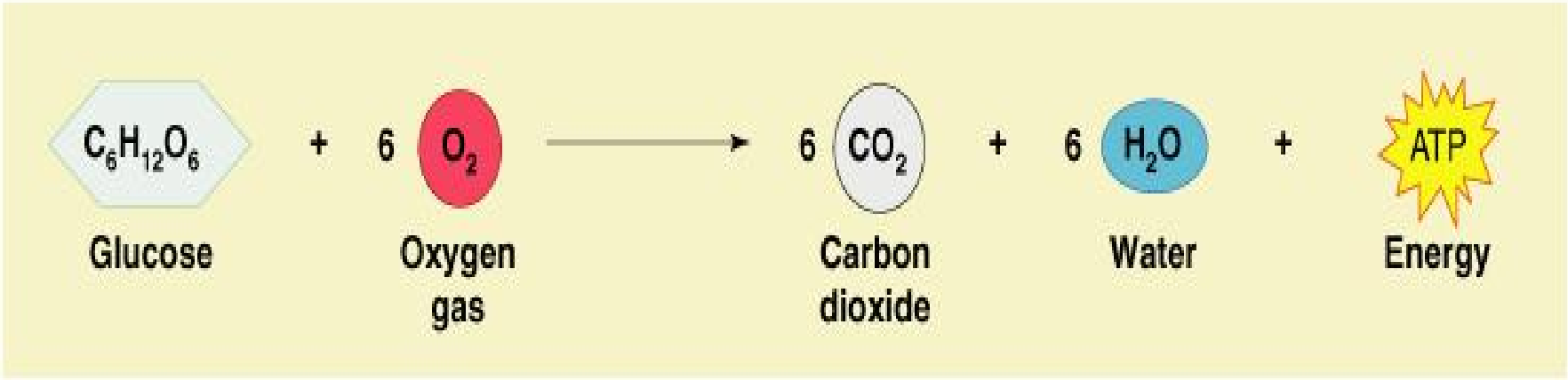
گلوکز 6-فسفاتاز

کبد و کلیه

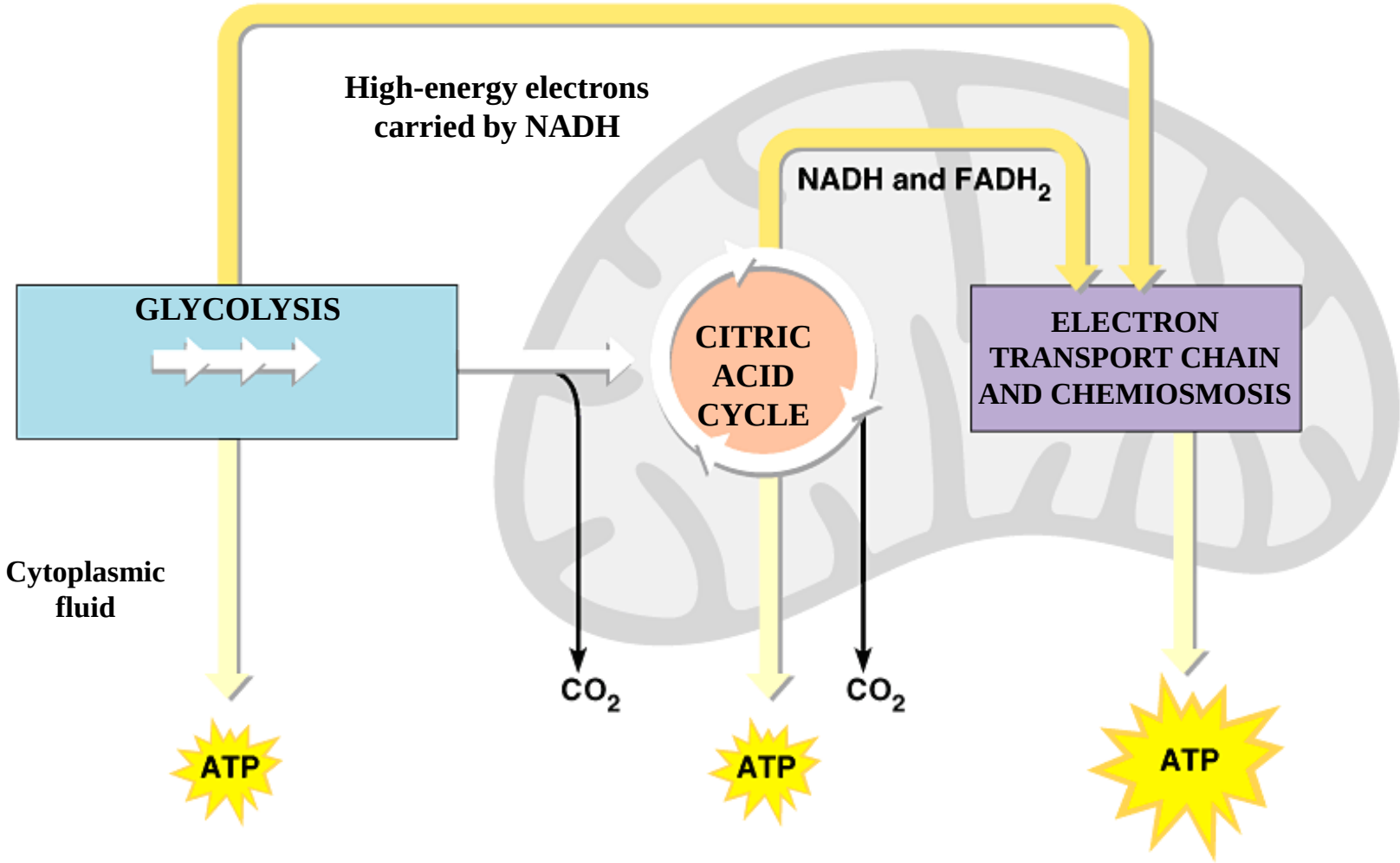
Glucose



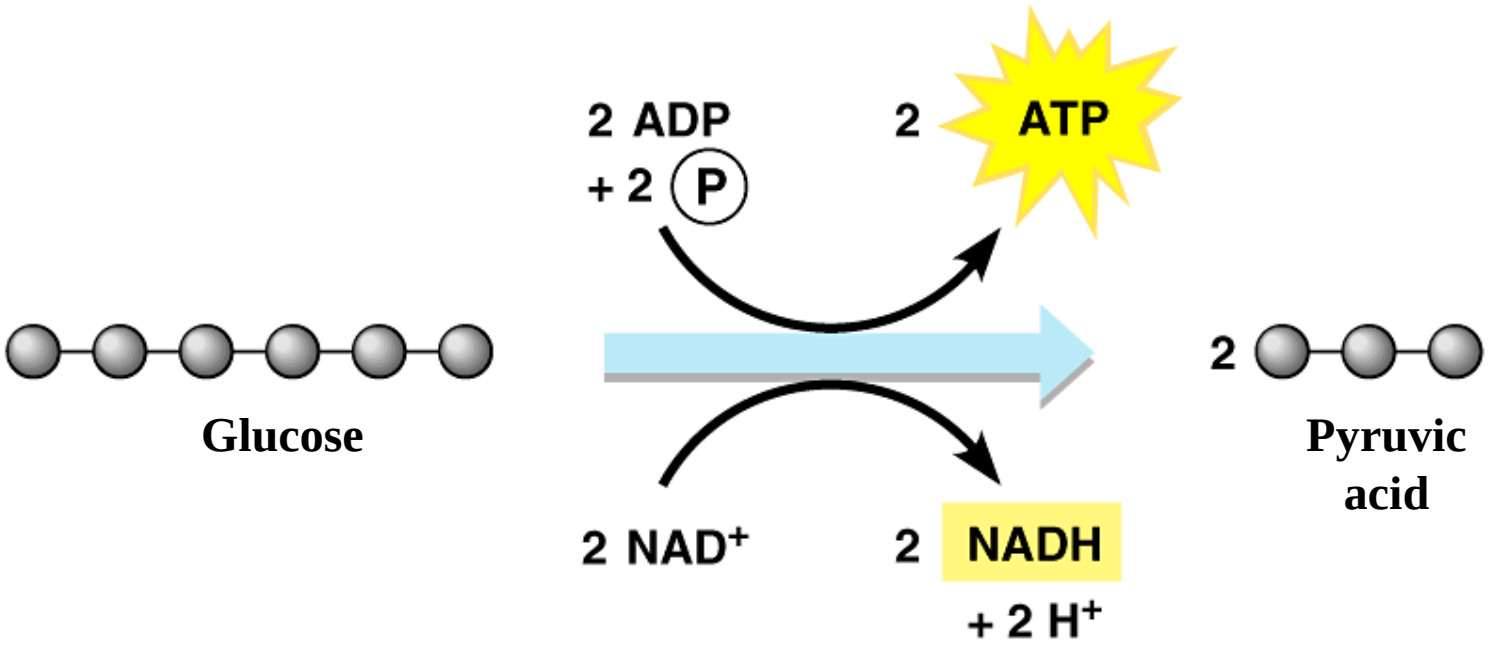
q کاتابولیسم کامل گلوکز جهت تولید انرژی



q کاتابولیسم کامل گلوکز جهت تولید انرژی

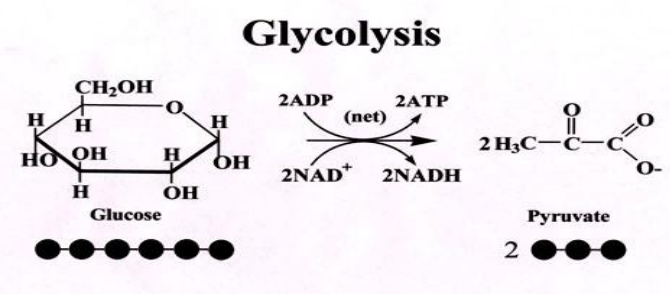


q گلیکولیز

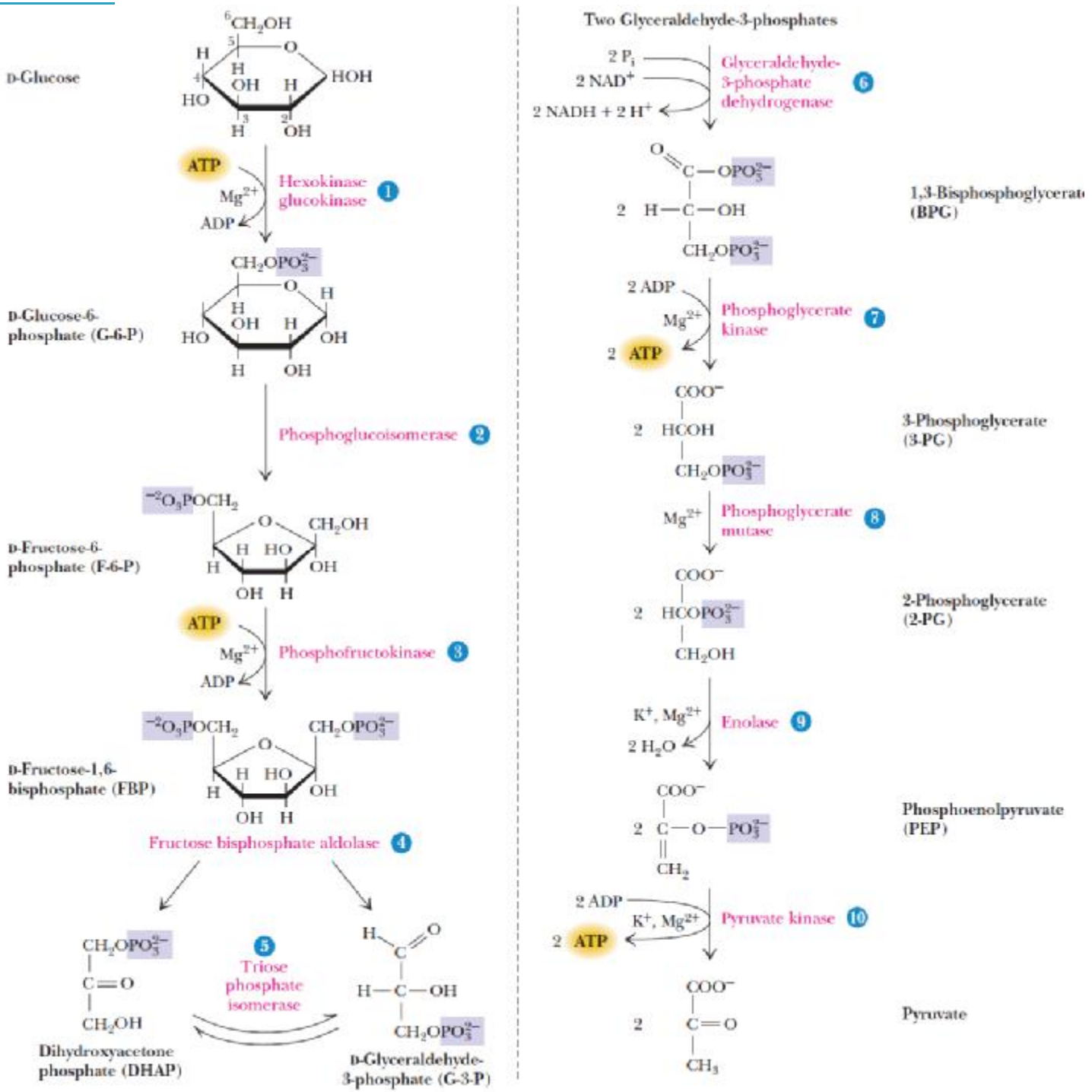


q گلیکولیز

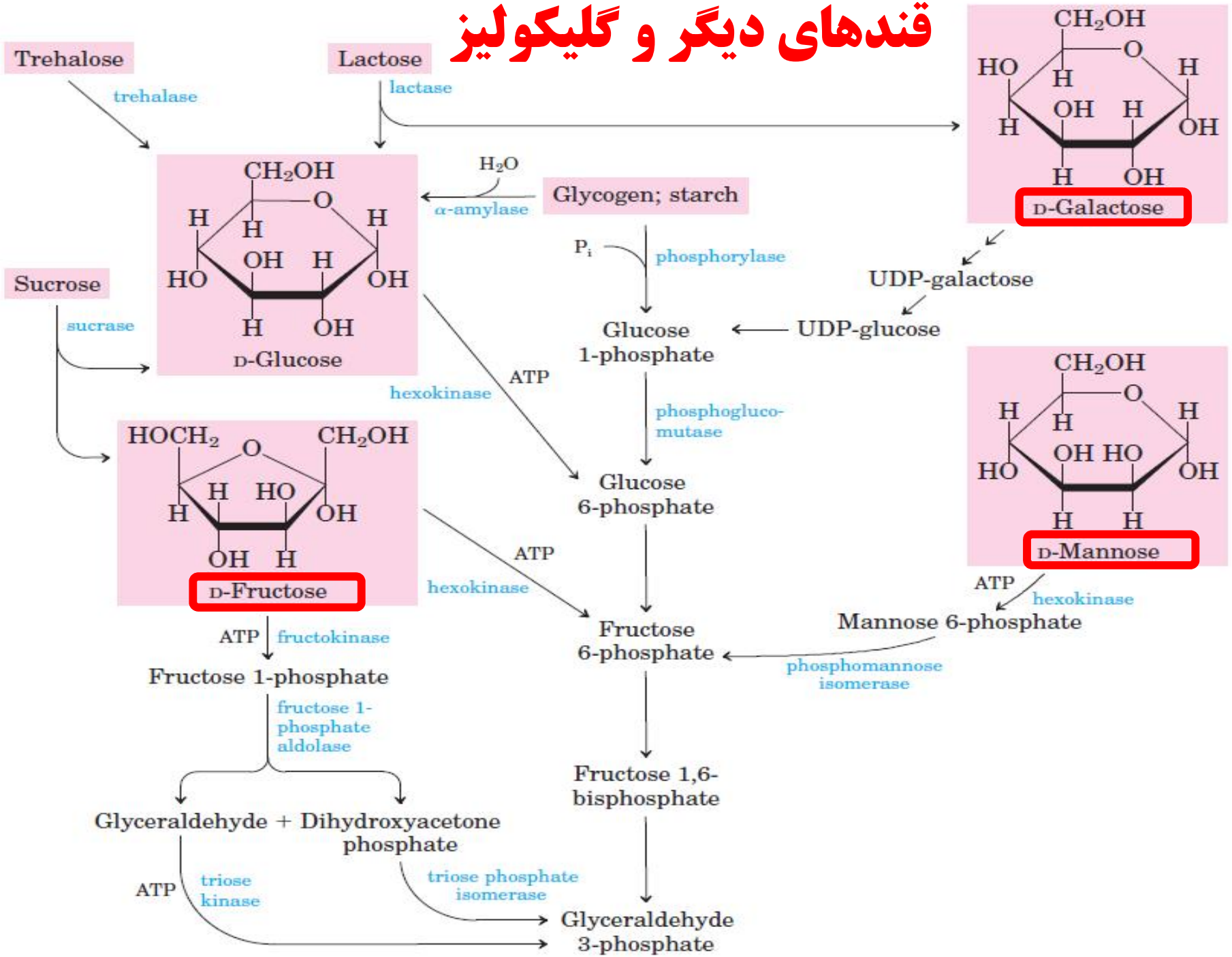
- اولین مسیر متابولیک شناخته شده و در تمامی موجودات
- مسیر تجزیه (کاتابولیسم) قندها به پیروات
- اهمیت
  - تولید ATP بدون حضور O_2 در تمامی موجودات (هوازی و بی هوازی)
  - تولید مواد حدواسط مورد نیاز بدن (گلیسرول و ...)
- سوبستراهای اولیه
  - گلوکز، فروکتوز، مانوز، گالاکتوز
- کوآنزیم مورد نیاز
  - NAD^+



م کربوهیدرات



قندهای دیگر و گلیکولیز



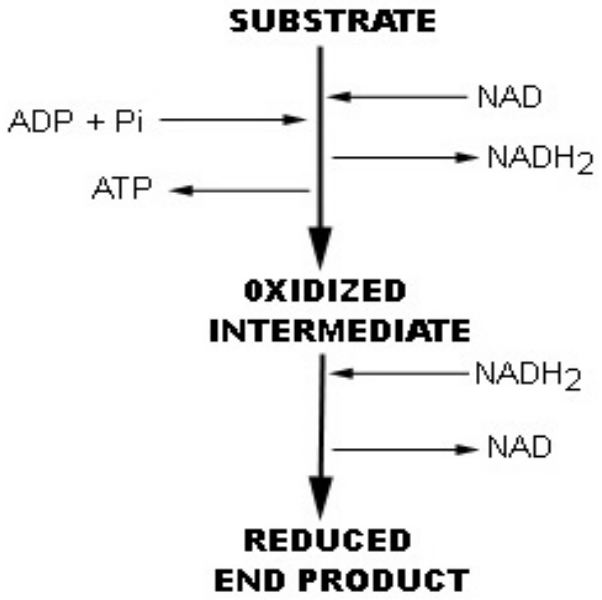
q سرنوشت پیروات

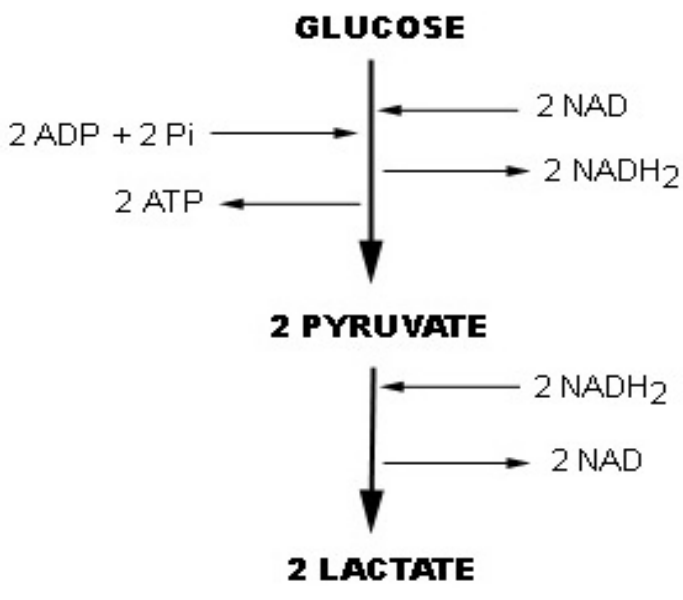
■ تداوم روند گلیکولیز (تبدیل NADH به NAD^+)

1. تخمیر (Fermentation)
   - گیرنده الکترون مولکول داخلی
2. تنفس (Respiration)
   - گیرنده الکترون مولکول خارجی
     - هوازی (Aerobic)
     - گیرنده الکترون اکسیژن
     - غیرهوازی (Anaerobic)
     - گیرنده الکترون مولکول غیر اکسیژن

q تخمیر (Fermentation)

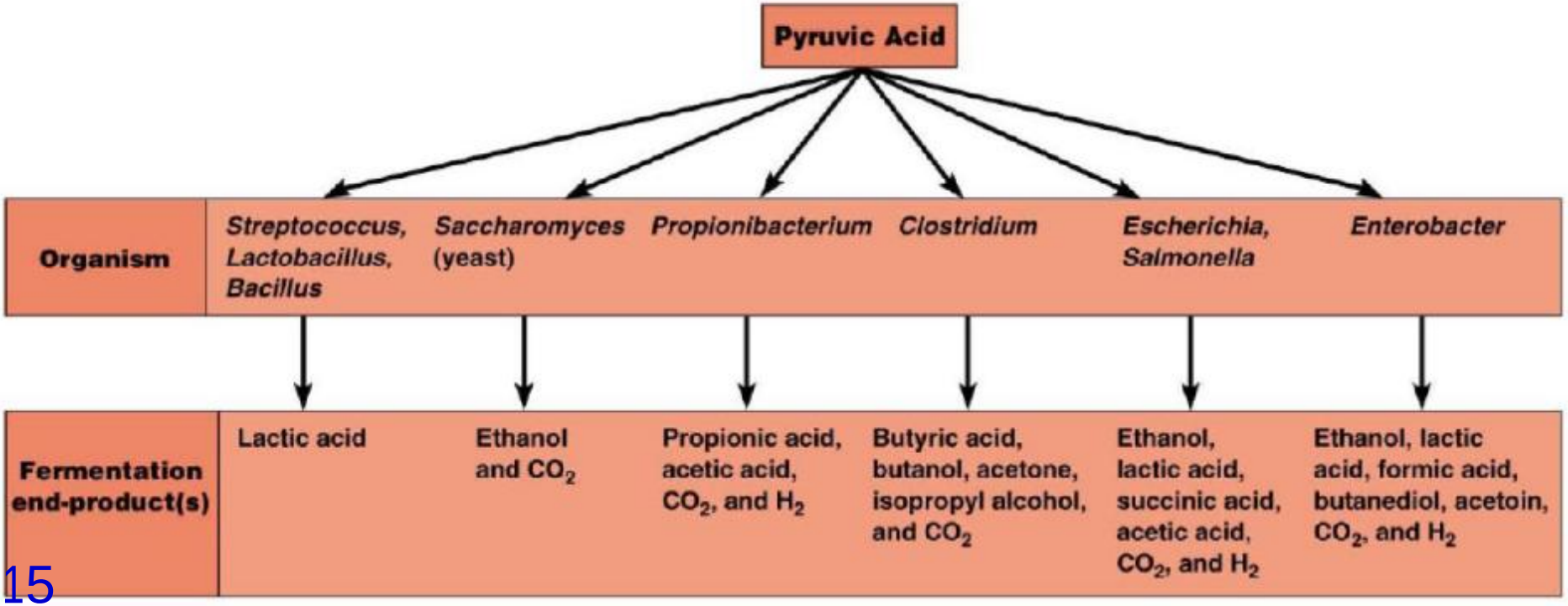
- انتقال الکترون یا هیدروژن (NADH) به مولکول های داخلی (ترکیبات آلی)
  - مخمر، باکتری ها، قارچ ها (بی هوازی) و عضلات بدن (هیپوکسی)
    - عدم وجود میتوکندری (چرخه کربس کامل و زنجیره انتقال الکترون) یا عدم اکسیژن





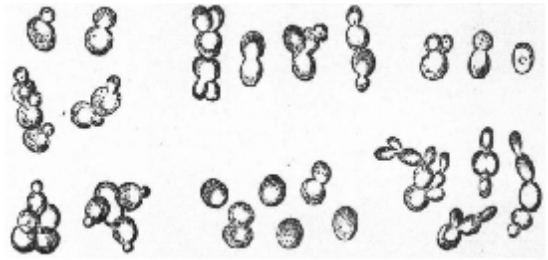
q محصولات تخمیر

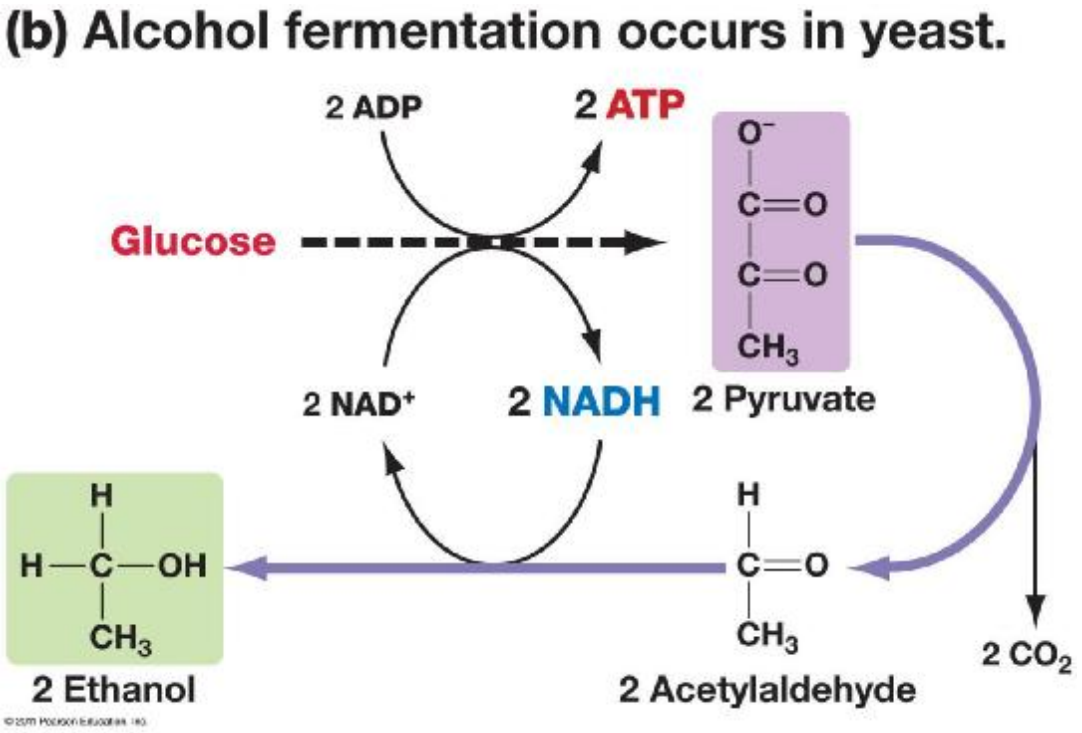
- مخمر، باکتری و قارچ ها
  - انواع الکل ها: اتانول، بوتانول، ایزوپروپانول، بوتان دی اول و CO_2
  - انواع اسید: اسید استیک (سرکه)، لاکتیک، پروپیونیک، بوتیریک و CO_2, H_2



q تخمیر الکلی اتانول

- مخمر
  - نیازمند کوآنزیم تیامین پیروفسفات و منیزیم
  - خمیر نان (ورآمدن خمیر نان) و مشروبات الکلی





کاتابولیسم کربوهیدرات

THE CHEMISTRY OF BREAD-MAKING

Baking bread may seem like a very simple process. It's a combination of only four different ingredients: flour, water, yeast, and salt. However, there's a lot of science in how these four ingredients interact, and how varying them varies the bread's characteristics.

1 MIX INGREDIENTS → 2 KNEAD THE DOUGH → 3 LEAVE TO FERMENT → 4 BAKE THE BREAD

FLOUR, WATER & SALT

PROTEINS
Specifically glutenin and gliadin

WATER

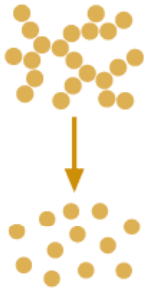
GLUTEN
Viscoelastic network that traps gas

Flour contains high levels of glutenin and gliadin proteins. These classes of proteins are collectively referred to as gluten. When water is added, these proteins form a network held together by hydrogen bonds & disulfide cross-links. Kneading uncoils gluten proteins, strengthening the network and the dough.

THE ROLE OF SALT

ADDS FLAVOUR TO BREAD
SLOWS DOUGH FERMENTATION
STRENGTHENS GLUTEN STRUCTURE
MAKES DOUGH MORE ELASTIC

STARCH & SUGAR

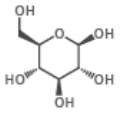


STARCH
Composed of many sugar molecules stuck together

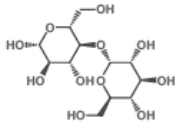
ENZYMES

GLUCOSE
Used by yeast for fermentation.

Flour contains starch, long chains of connected sugar molecules. Amylase converts starch to maltose; maltase in yeast converts this to glucose. Along with other sugars, this can be used by the yeast for fermentation, and is also involved in the flavour-forming browning reactions that help to form the bread's crust.

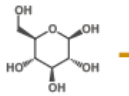


GLUCOSE



MALTOSE

YEAST & FERMENTATION



GLUCOSE

YEAST

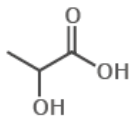
CARBON DIOXIDE
Helps bread rise

ETHANOL
Boils off during baking

Yeast are single-celled fungi that help convert sugars in the bread mix into carbon dioxide. The bubbles of carbon dioxide formed cause the bread to rise; kneading makes their size more uniform. Sour dough breads contain both bacteria and wild yeasts. The lactic acid produced by bacteria can sometimes give a sour taste.

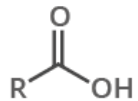
SOUR DOUGH
100:1
BACTERIA:YEAST

Both feed on sugars; yeasts in sour dough can't break down maltose, bacteria can.



LACTIC ACID

OTHER INGREDIENTS

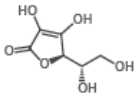


R = long hydrocarbon tail

FATS
Weaken the gluten network, giving a softer bread. Also stabilise gas bubbles, increasing loaf volume.

$NaHCO_3$ **BAKING SODA**
Sodium bicarbonate. Combined with moisture and acidity, produces carbon dioxide, which can help bread rise. Can cause bitterness.

$NaHCO_3$ + CREAM OF TARTAR **BAKING POWDER**
Also sodium bicarbonate, but with cream of tartar (potassium bitartrate), an acid ingredient that activates the bicarbonate.



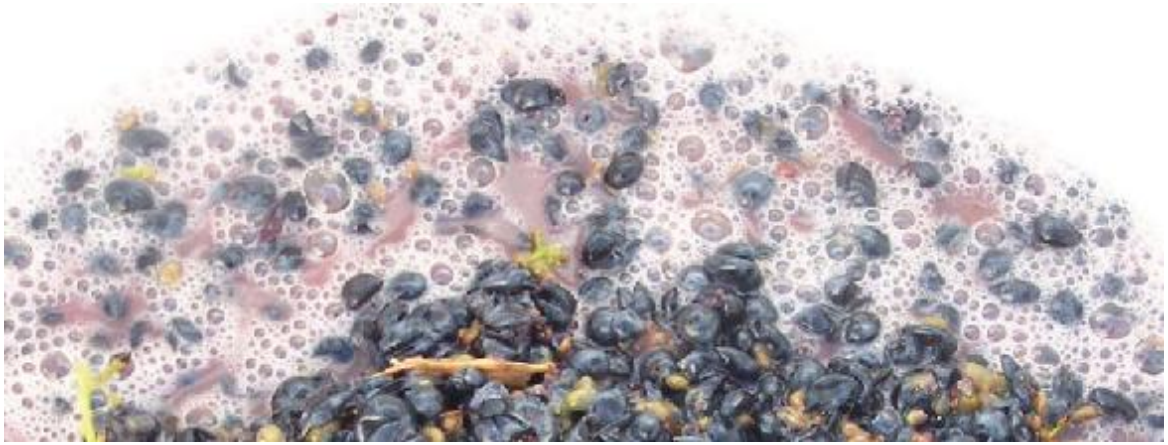
ASCORBIC ACID
More commonly known as vitamin C, it helps to strengthen the dough's gluten network.

A POLYSACCHARIDE THAT IS PRODUCED BY THE BACTERIUM *XANTHOMONAS CAMPESTRIS*

XANTHAN GUM
Used in the production of gluten-free breads.

© COMPOUND INTEREST 2016 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem
This graphic is shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.

q تولید مشروبات الکلی



q تولید اسید استیک (سرکه)

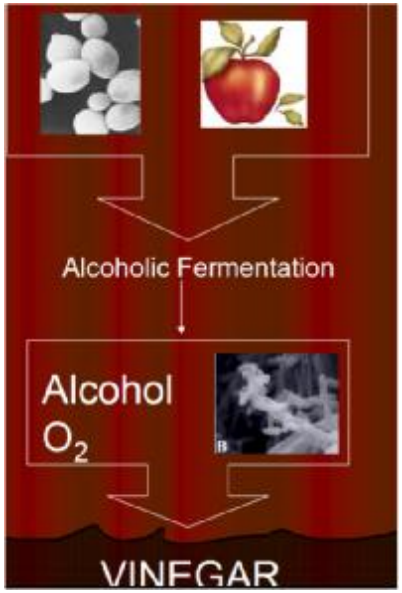
(i) $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Yeast}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$

Fermentable sugar (180) → Ethyl alcohol + Carbon dioxide (2X46 = 92)

(ii) $2C_2H_5OH + 2O_2 \xrightarrow{\text{Vinegar bacteria}} 2CH_3COOH + H_2O$

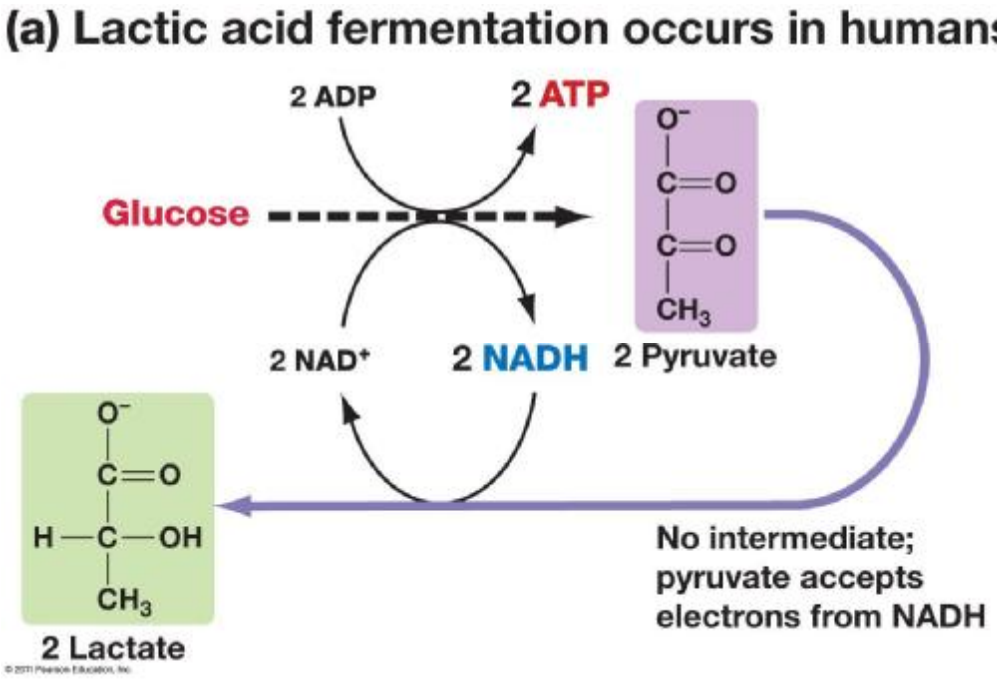
Ethyl alcohol + Oxygen (2X46 = 92) → Acetic acid + Water (2X60 = 120)

RAW MATERIAL PROCESSING AND FERMENTATION



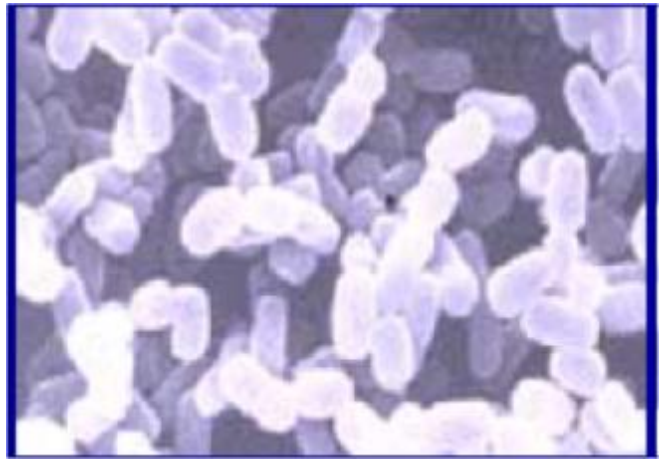
q تخمیر اسید لاکتیکی

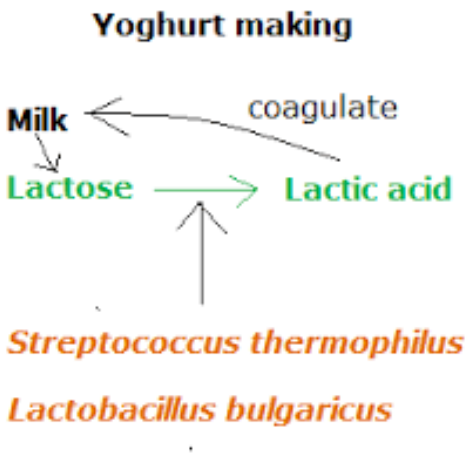
- باکتری ها (استرپتوکوکوس و لاکتوباسیلوس ها)
- ماهیچه در شرایط هیپوکسی (O_2 کم) و گلبول های قرمز



q تولید اسید لاکتیک توسط باکتریها

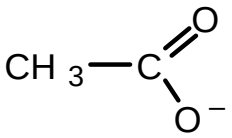
- تولید لاکتات
  - تولید ترشی و خیارشور
  - پنیر و ماست
  - سیلاژ ذرت



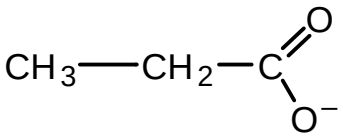


q اسیدهای چرب فرار

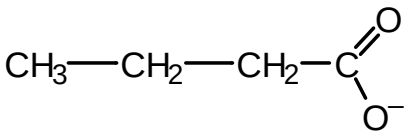
- شکمبه نشخوارکنندگان (مخلوطی از میکروارگانیسم ها) و روده بزرگ
  - اسید استیک
  - اسید پروپیونیک
  - اسید بوتیریک



Acetic acid (2c)



Propionic acid (3c)



Butyric acid (4c)

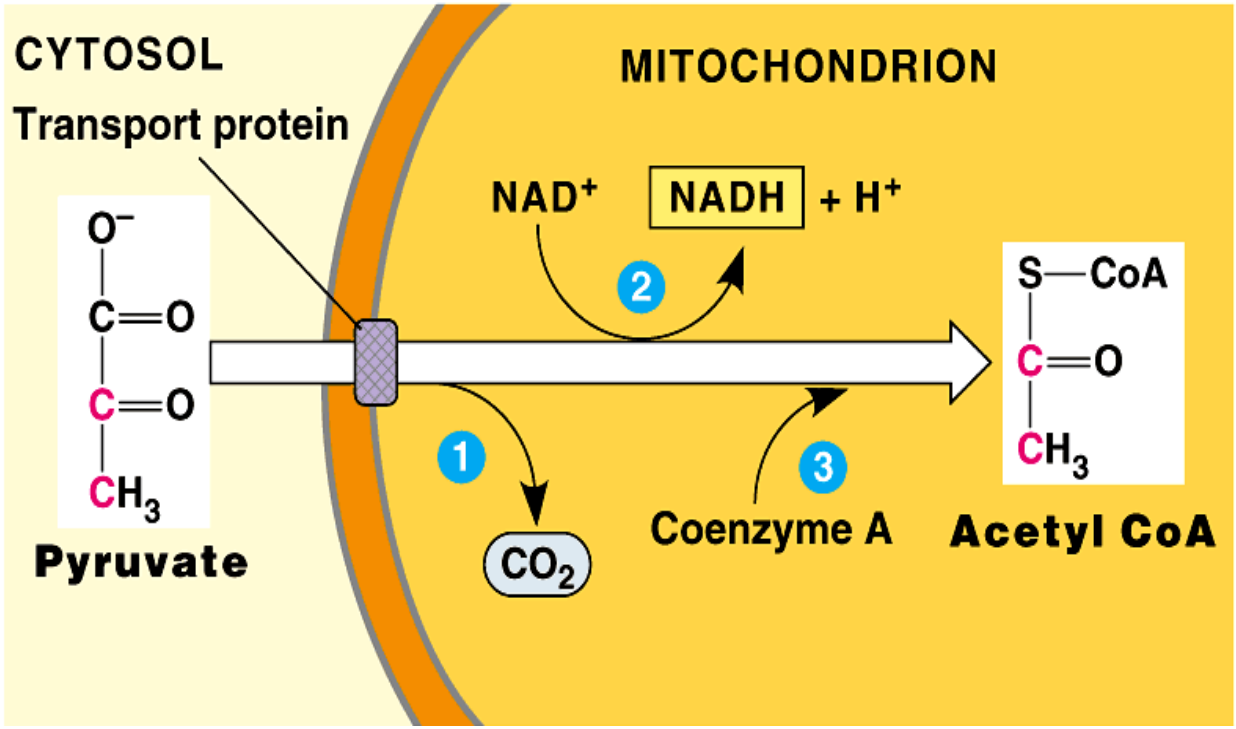
q تنفس هوازی و غیرهوازی

Table 9.3 Some Electron Acceptors Used in Respiration

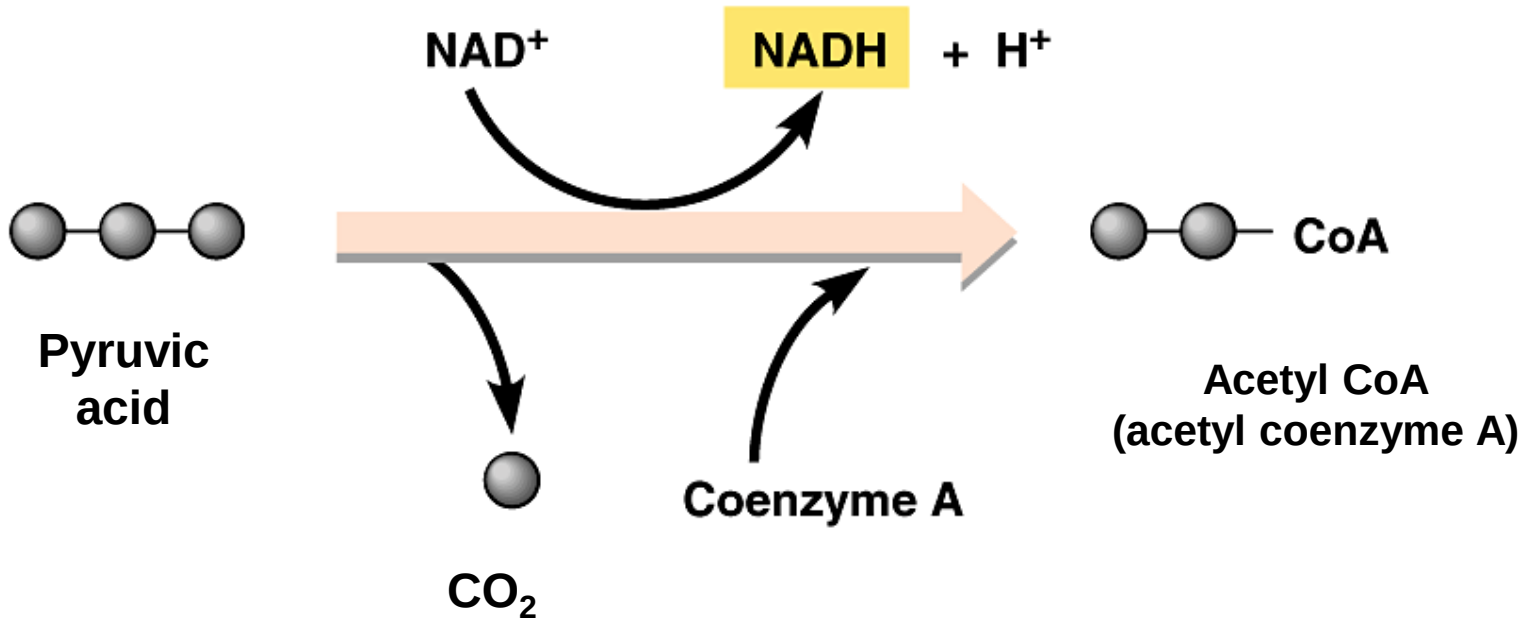
	Electron Acceptor	Reduced Products	Examples of Microorganisms
Aerobic	O_2	H_2O	All aerobic bacteria, fungi, protozoa, and algae
Anaerobic	NO_3^-	NO_2^-	Enteric bacteria
	NO_3^-	NO_2^-, N_2O, N_2	*Pseudomonas*, *Bacillus*, and *Paracoccus*
	SO_4^{2-}	H_2S	*Desulfovibrio* and *Desulfotomaculum*
	CO_2	CH_4	All methanogens
	S^0	H_2S	*Desulfuromonas* and *Thermoproteus*
	Fe^{3+}	Fe^{2+}	*Pseudomonas*, *Bacillus*, and *Geobacter*
	$HAsO_4^{2-}$	$HAsO_2$	*Bacillus*, *Desulfotomaculum*, *Sulfurospirillum*
	SeO_4^{2-}	Se, $HSeO_3^-$	*Aeromonas*, *Bacillus*, *Thauera*
	Fumarate	Succinate	*Wolinella*

q اکسیداسیون هوازی پیروات

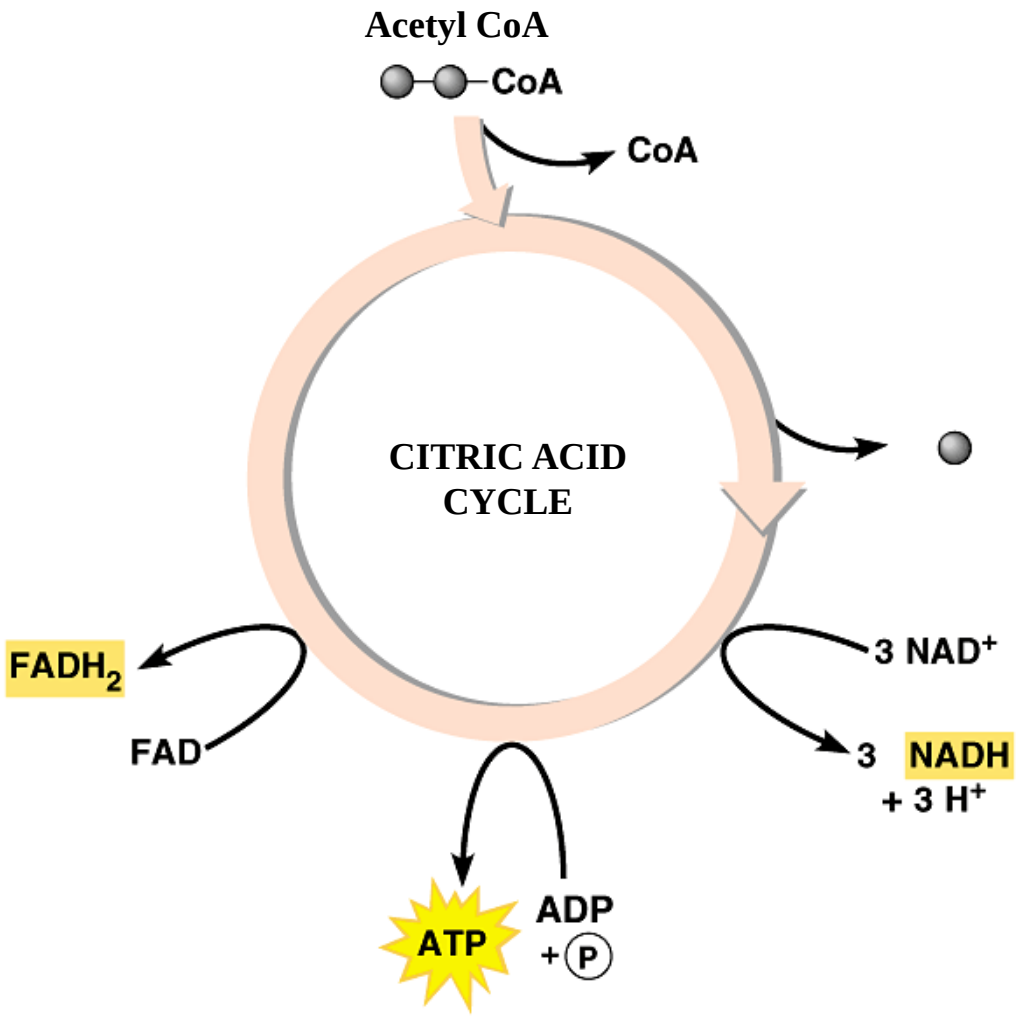
- اکسیداسیون و دکربوکسیلاسیون پیروات به استیل کوآ
  - کمپلکس پیروات دهیدروژناز

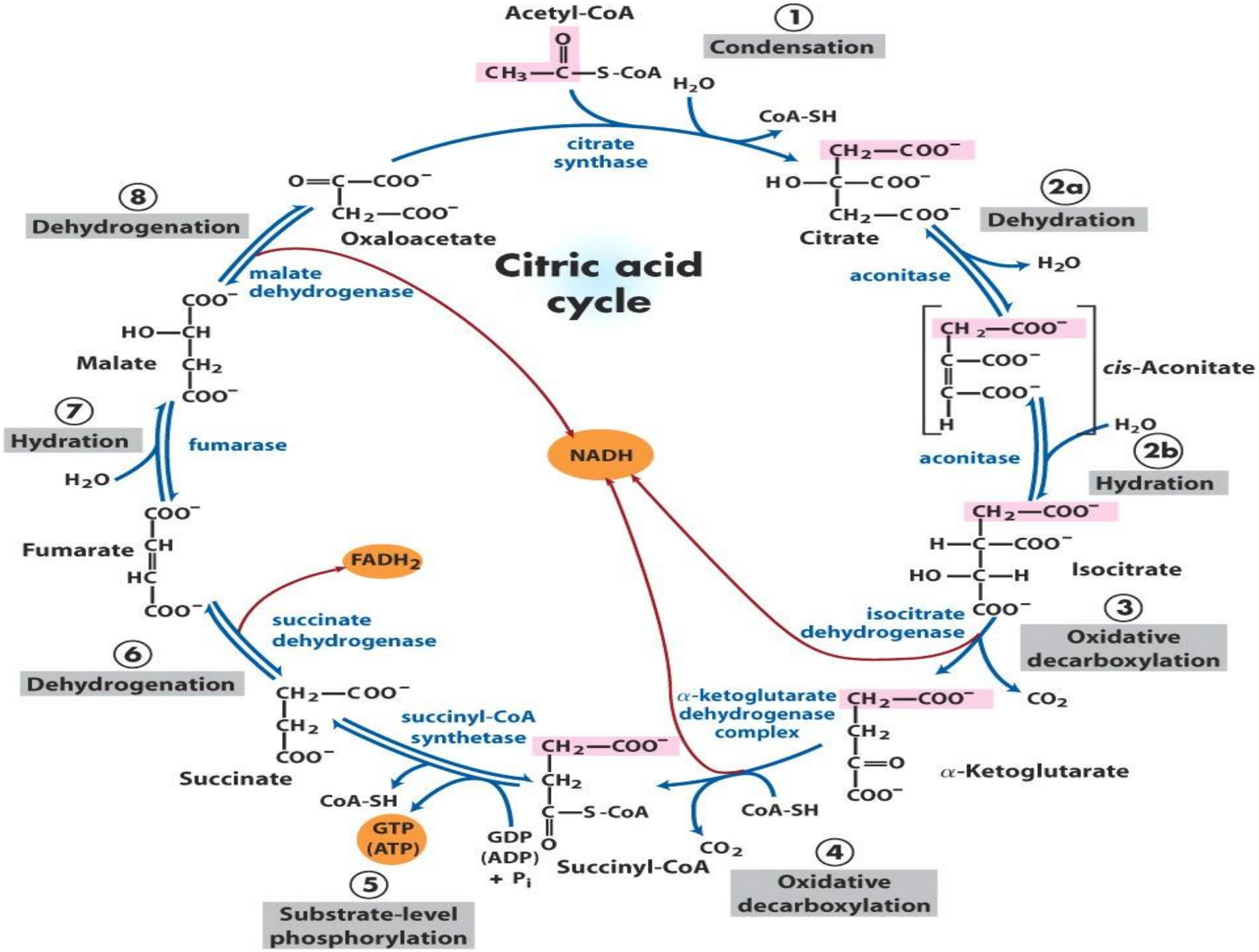


q اکسیداسیون پیروات

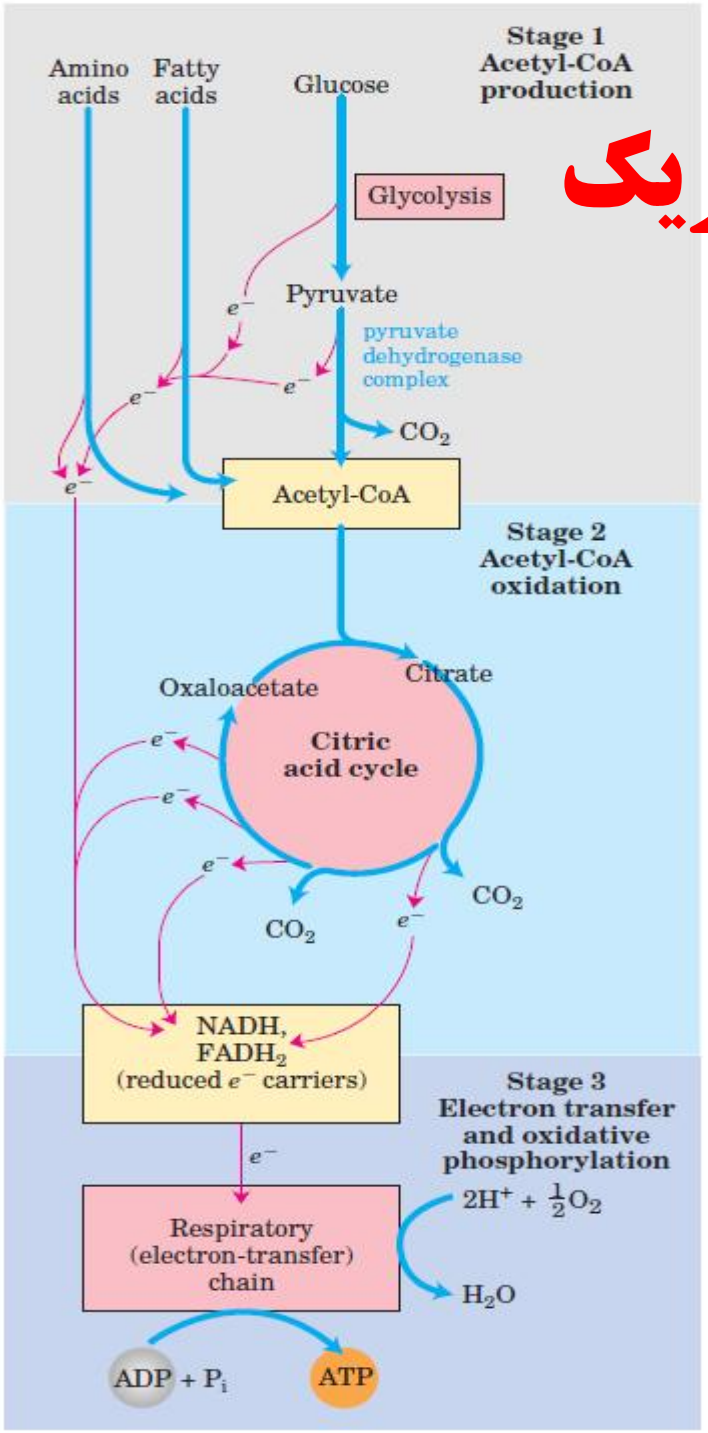


q چرخه کربس

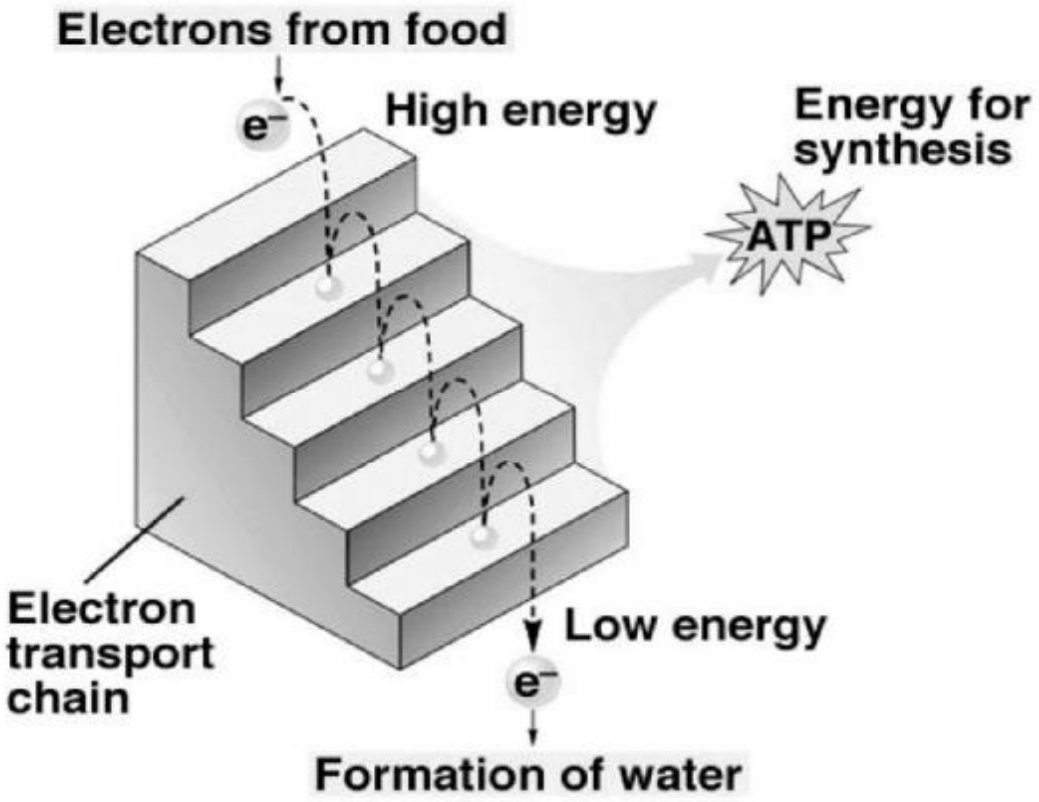

Acetyl CoA
CoA
CoA
CITRIC ACID CYCLE
FADH2
FAD
3 NAD+
3 NADH
+ 3 H+
ATP
ADP
+ P


Citric acid cycle
Acetyl-CoA
1
Condensation
citrate synthase
CoA-SH
Citrate
2a
Dehydration
aconitase
cis-Aconitate
2b
Hydration
aconitase
Isocitrate
3
Oxidative decarboxylation
isocitrate dehydrogenase
CO2
α-ketoglutarate dehydrogenase complex
α-Ketoglutarate
4
Oxidative decarboxylation
CoA-SH
Succinyl-CoA
GDP (ADP) + Pi
GTP (ATP)
5
Substrate-level phosphorylation
succinyl-CoA synthetase
Succinate
6
Dehydrogenation
succinate dehydrogenase
FADH2
Fumarate
7
Hydration
fumarase
Malate
8
Dehydrogenation
malate dehydrogenase
Oxaloacetate
NADH

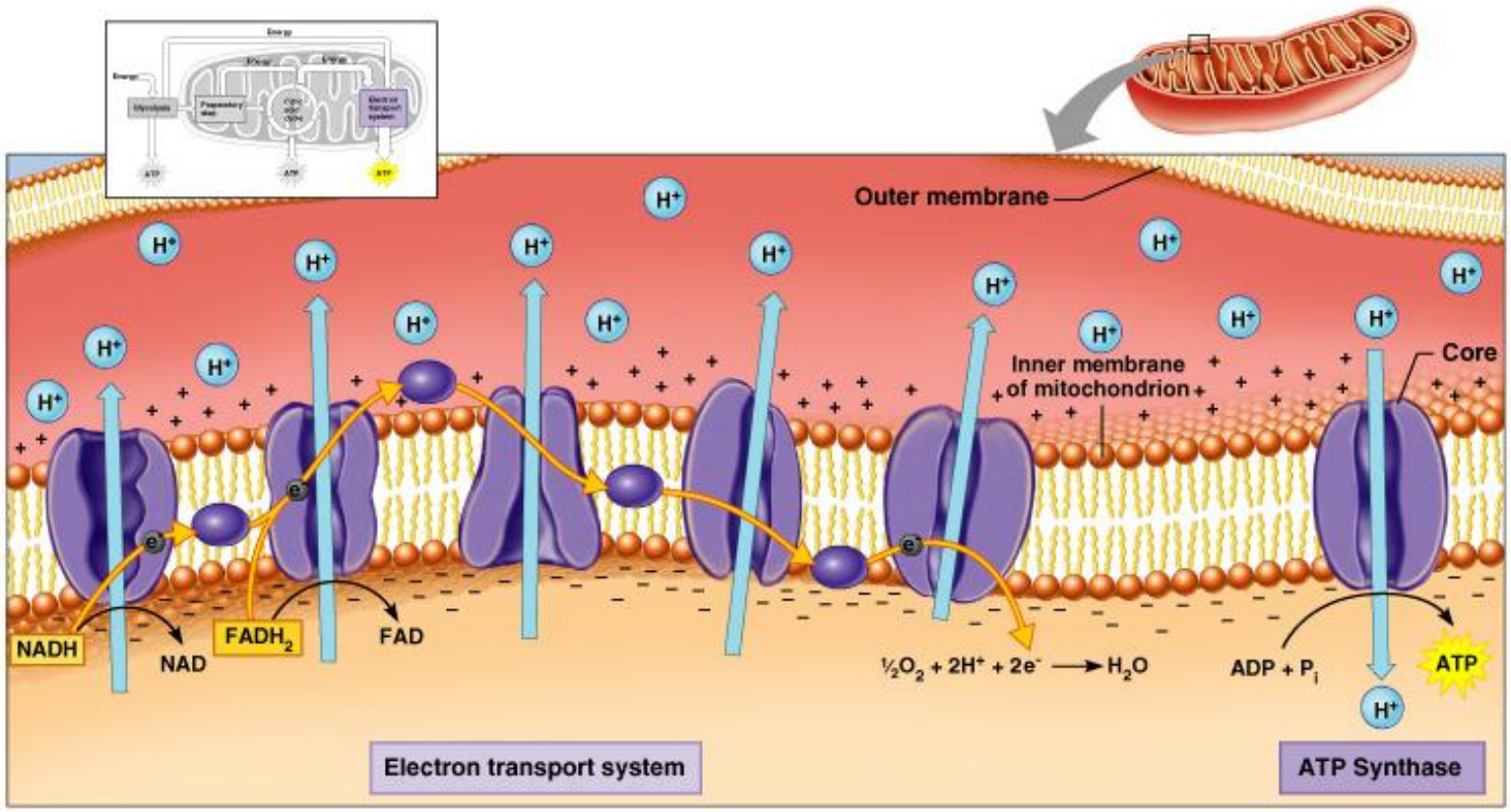
q چرخه اسید سیتریک



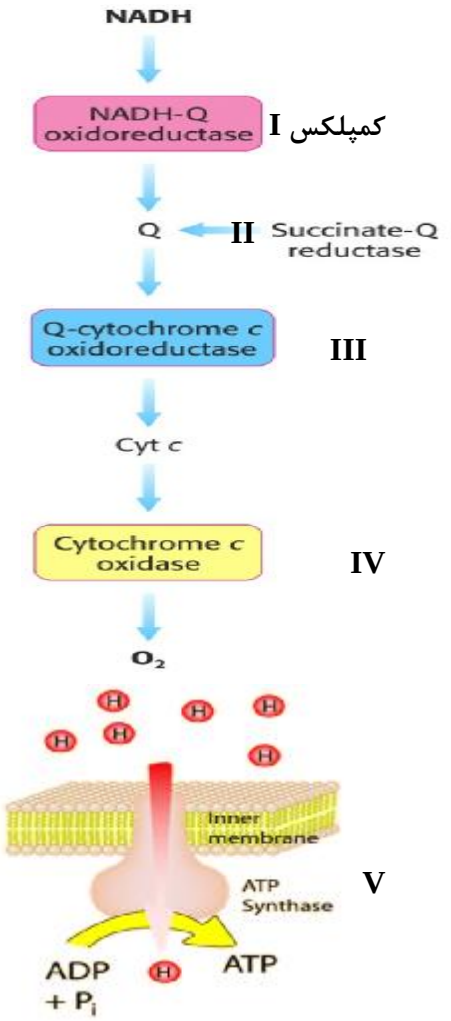
q فسفوریلاسیون اکسیداتیو

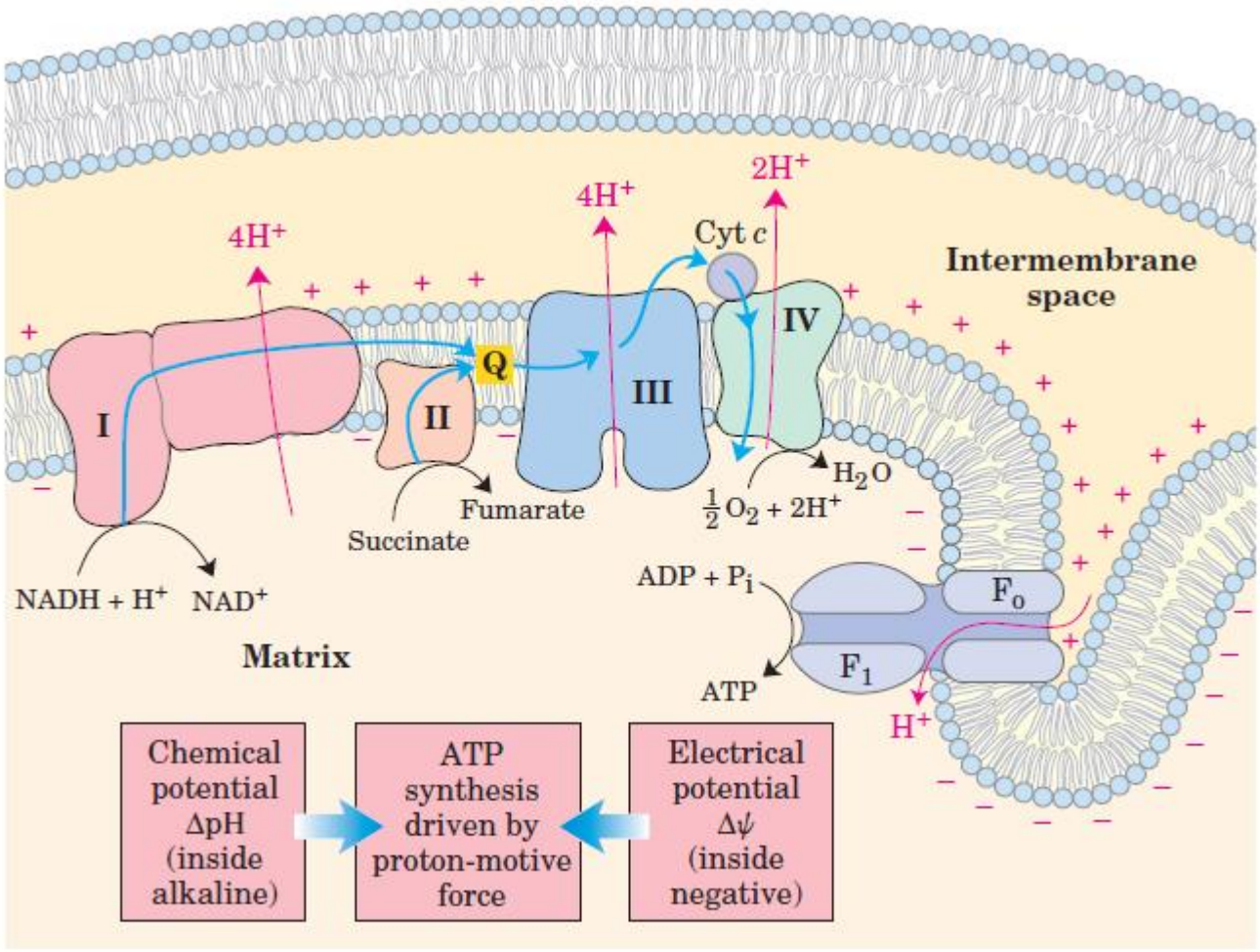


q فسفریلاسیون اکسیداتیو

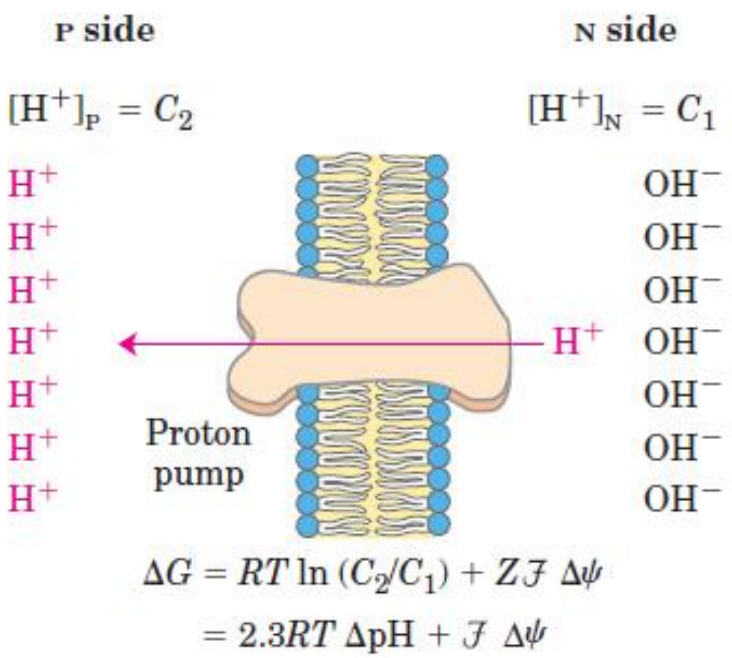


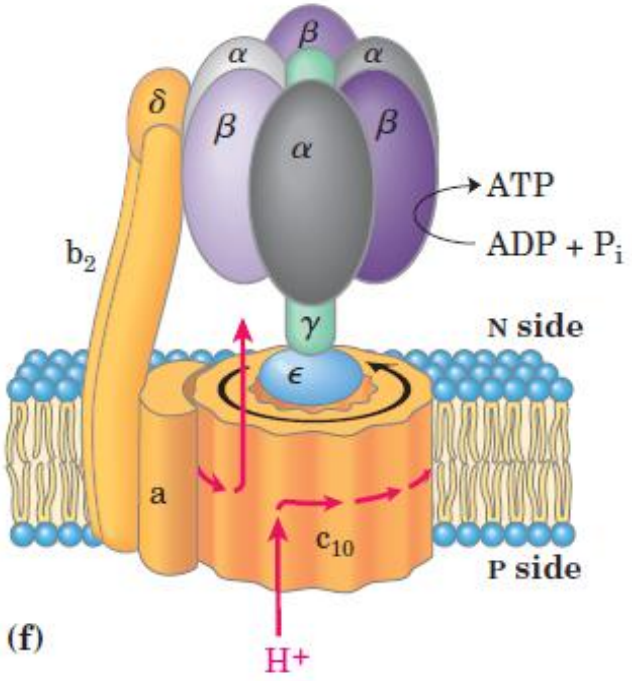
q کمپلکس های زنجیره تنفسی



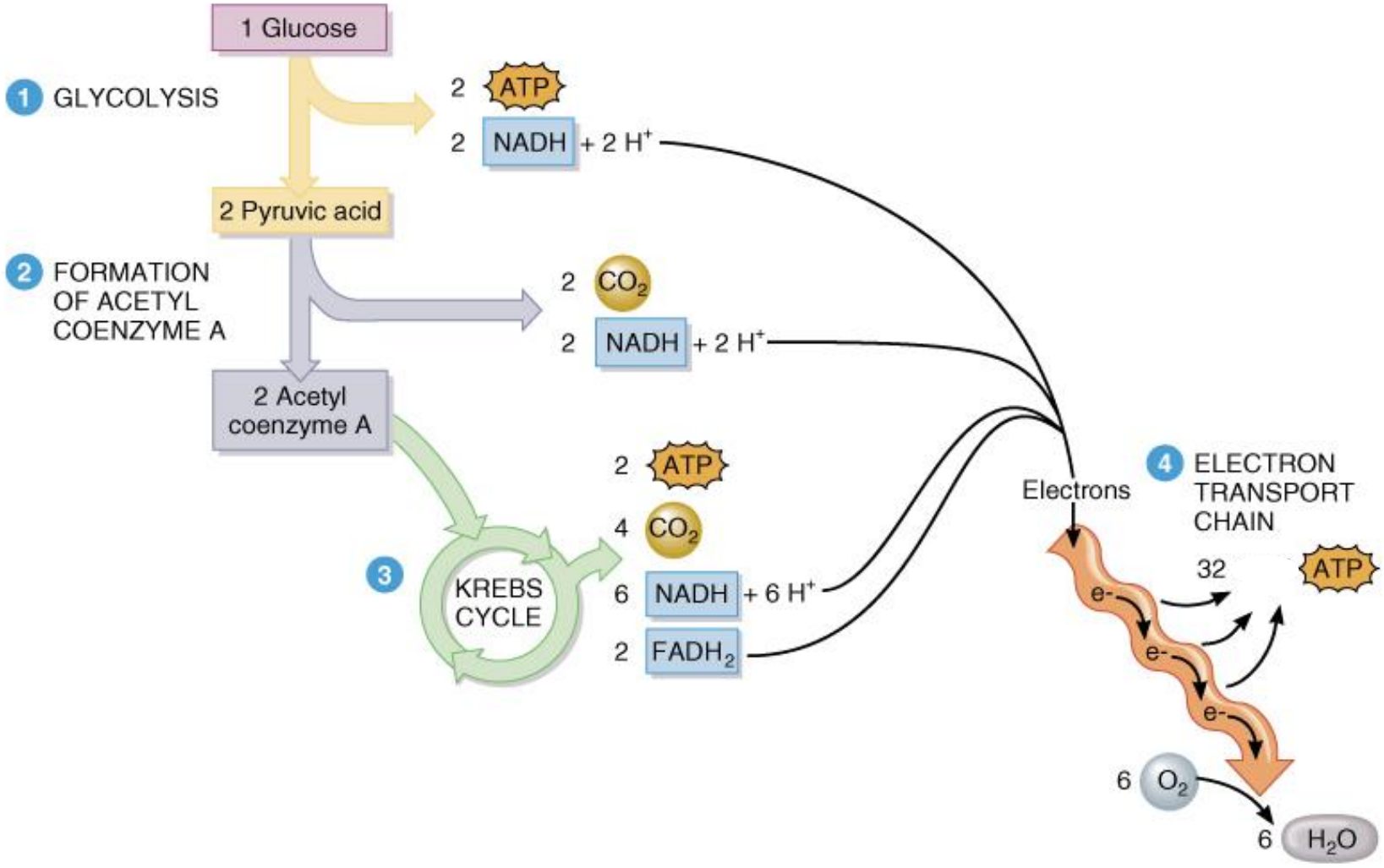


q مکانیسم فسفوریلاسیون اکسیداتیو (فرضیه شیمیواسمز)





q بیلان انرژی گلوکز



© John Wiley & Sons, Inc.

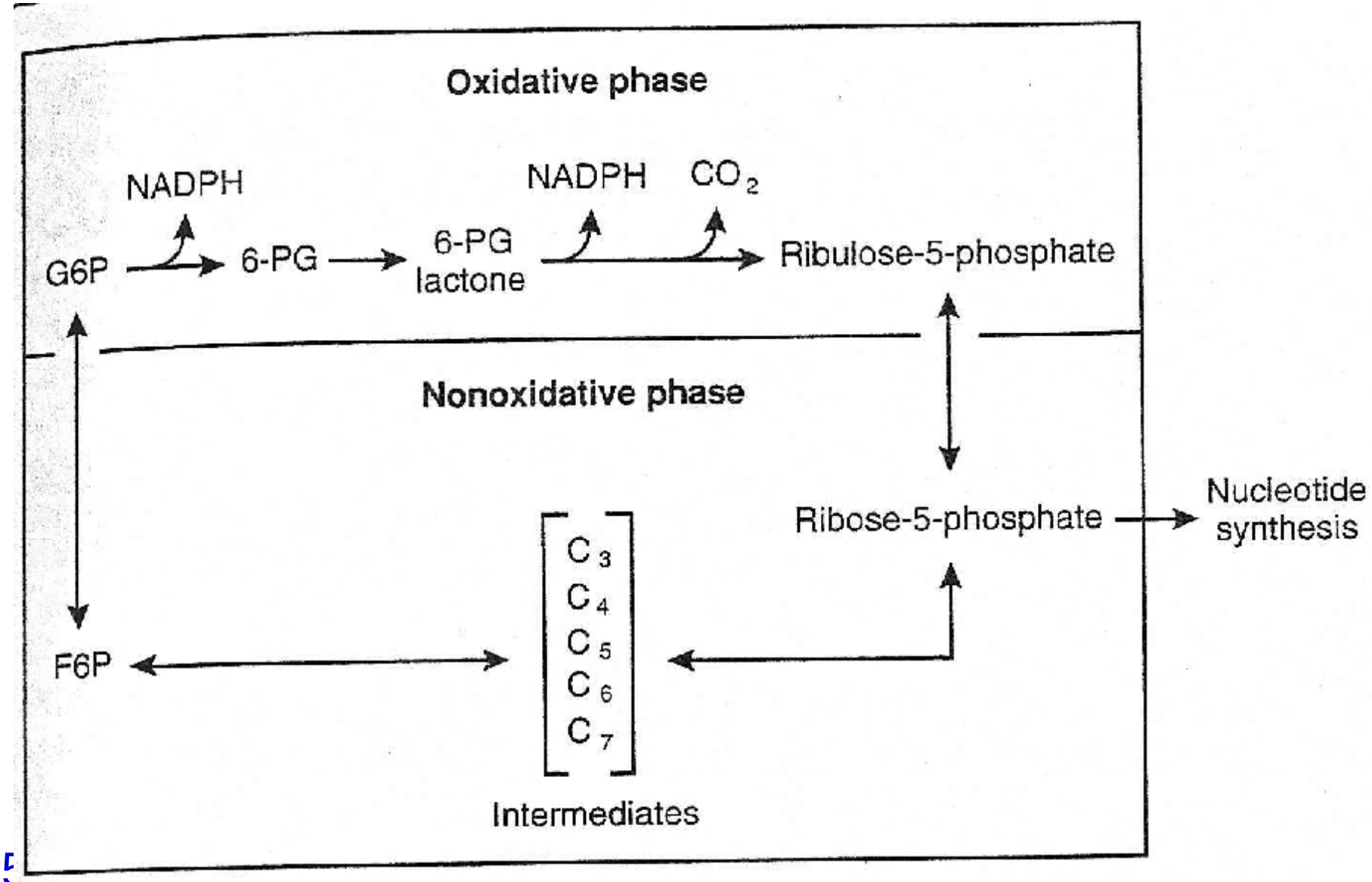
q مسیر پنتوز فسفات

- گلوکز 6-فسفات ←قند 5 کربنه+CO_2

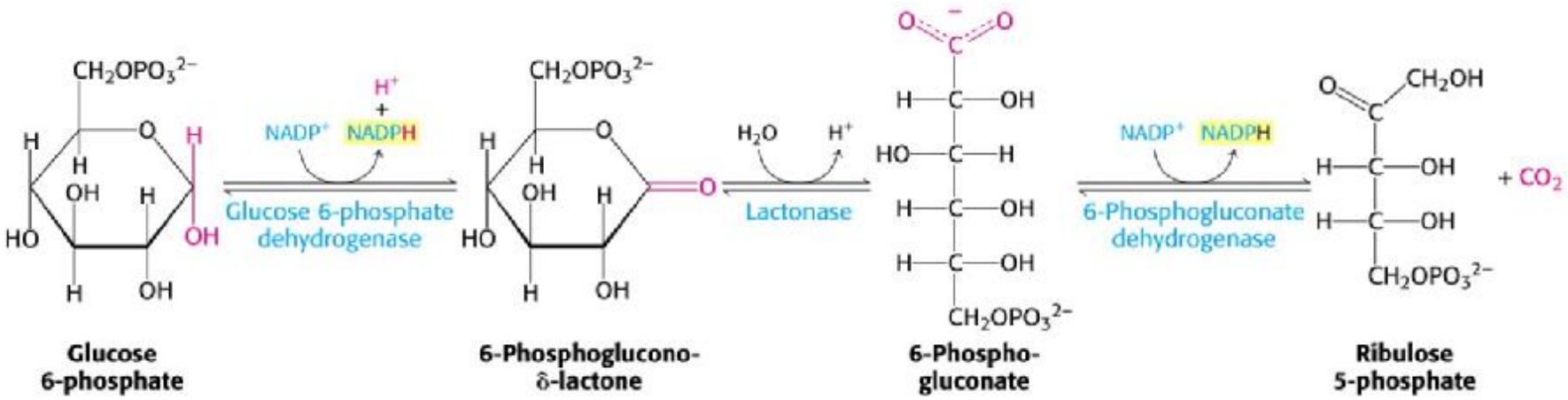
- اهمیت
  - تولید NADPH (ساخت چربی و نقش آنتی اکسیدانت)
  - تولید قندهای مختلف (ریبوز ، اریتروز)

- مکان
  - سیتوزول حیوانات و پلاستید گیاهان

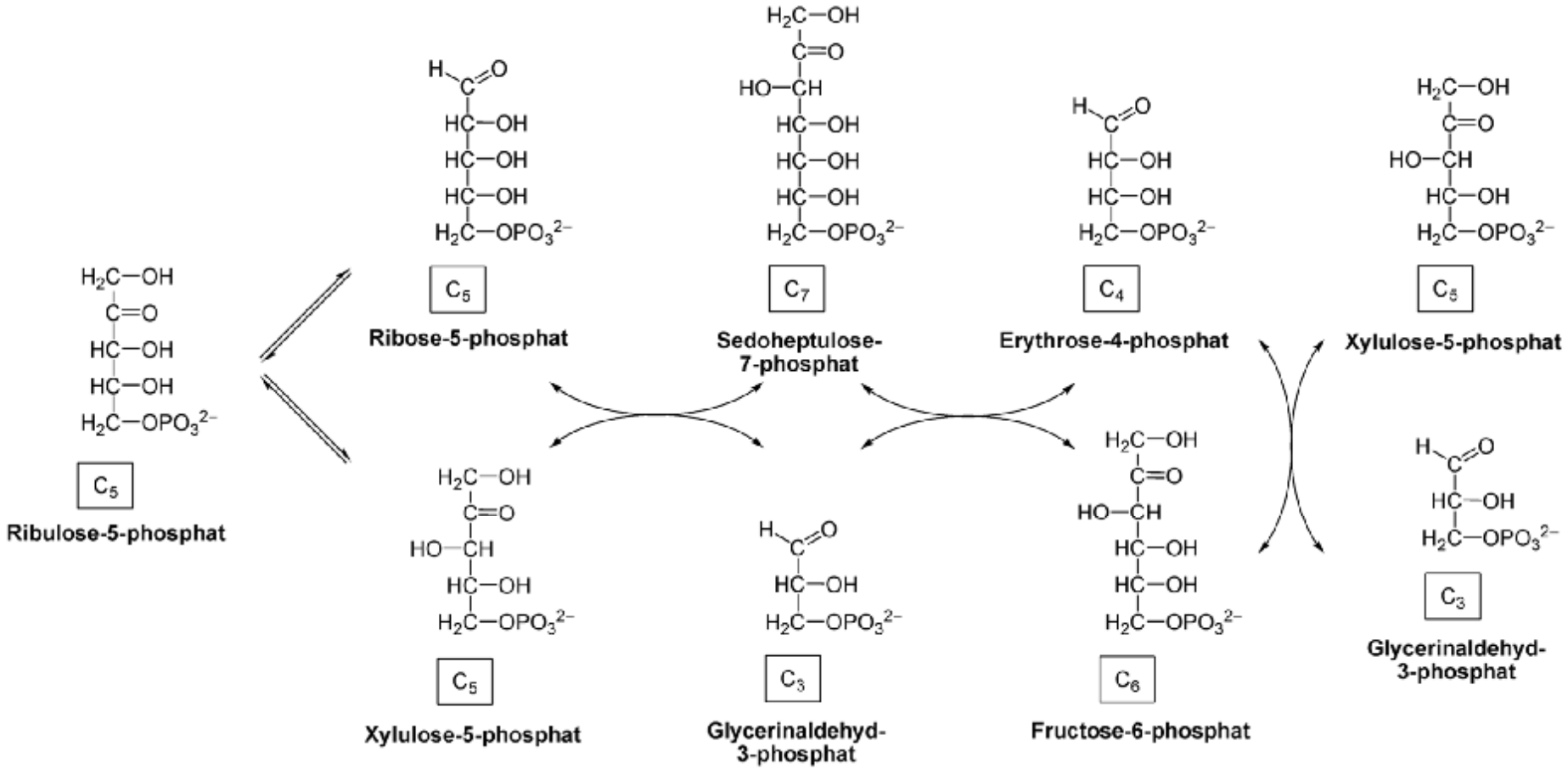
q مراحل پنتوز فسفات



q مرحله اکسیداتیو



q مرحله غیراکسیداتیو



q فاویسم

- کمبود آنزیم گلوکز 6-فسفات دهیدروژناز در این مسیر منجر به کم خونی همولیتیک