فصل اول
کربوهیدرات‌ها

کربوهیدرات ها، دسته‌ی ترکیبات آلی موجود در طبیعت‌اند.(شیمی مواد غذایی دکتر فاطمی صفحه ۲۰۵) این ترکیبات طی فتوسنتز و به وسیله‌ی کلروفیل از دی اکسید کربن و آب با کمک نور خورشید ساخته می‌شوند.این عمل در کلروپلاست ها انجام می‌شود.

فرمول عمومی‌کربوهیدرات ها $C_n(H_2O)_n$ می‌باشد. هر چنداین فرمول عمومیت ندارد. به طوری که پکتین و همی‌سلولز دارای‌این فرمول نیستند، اما کربوهیدرات می‌باشند ویا ترکیباتی مثل اسیداستیک، اسید لاکتیک ویا فلوروگلوسینول ازاین فرمول پیروی می‌کنند، اما کربوهیدرات نمی‌باشند. (فاطمی ص۲۰۵)

میزان نسبی کربوهیدرات در برخی از فرآورده ها به شرح زیر می‌باشد.

نشانه‌ی ذرت۸۴ ٪- عسل ۸۰٪- خرما و آرد گندم ۷۵٪- موز ۲۰٪- تخم مرغ و گوشت ۰/۵٪ (فاطمی۲۰۶)

- کربوهیدرات ها را براساس فرآورده های آبکافت (هیدرولیزشان) به سه دسته تقسیم می‌کنند:

۱- مونوساکاریدها:

ترکیباتی هستند که بین ۷-۳ اتم کربن دارند و در اثر هیدرولیز به قند ساده تری تجزیه نمی‌شوند.این دسته در آب محلول بوده و در الکل به سختی حل شده، اما در اتر حل نمی‌شوند. ترکیباتی خنثی و قابل انتشار می‌باشند و همگی احیا کننده هستند.

۲- الیگوساکاریدها:

در اثر هیدرولیز به ۲ تا ۱۰واحد قندی (مونوساکارید) تجزیه می‌شوند. در بین الگوساکاریدها، دی ساکاریدها فراوان ترین هستند.این گروه به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند:(شیمی مواد غذایی دمان۱۰۹)

الف) هموالیگوساکاریدها: ترکیباتی هستند که تنها ازیک نوع مونوساکارید تشکیل می‌شوند. مثل مالتوزیا سلوبیوزیا مالتوتریوز که تنها از گلوکز تشکیل شده اند.

ب) هتروالیگوساکاریدها: ترکیباتی هستند که از بیش ازیک نوع مونوساکارید تشکیل می‌شوند. مثل ساکارز که از گلوکز و فروکتوز تشکیل شده‌یا رافینوز که از گالاکتوز، گلوکز و فروکتوز تشکیل می‌شود.

۳- پلی ساکاریدها:

در اثر هیدرولیز آن ها بیش از ۱۰ واحد قندی آزاد می‌شود. و بر دو نوع می‌باشند:

الف: هموپلی ساکارید مثل سلولز- نشاسته- گلیکوژن

ب: هتروپلی ساکارید مثل پکتین- همی‌سلولز- صمغ

لیگنین اصلاً پلی ساکارید نمی‌باشد و همراه با سلولز و همی‌سلولز و مواد پکتیکی و پنتوزان تشکیل دهنده‌ی دیواره‌ی سلول گیاهی می‌باشند.

www.nokhbegaan.com

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد

مونوساکاریدها از الکل، تری اُلی به نام گلیسرول سنتز می‌شوند، به‌این ترتیب اگر دو اتم هیدروژن از کربن شماره‌ی۱ گلیسرول جدا، شودیک ساختار آلدئیدی تحت عنوان، **گلیسر آلدئید** به وجود می‌اید که منشأ تمام قندهای آلدئیدی دیگر است.

اگر جدا شدن اتم های هیدروژن از کربن شماره‌ی۲ گلیسرول باشد، ساختاری کتونی، تحت عنوان **دی هیدروکسی استن** به وجود می‌اید که منشأ تمام قندهای کتونی دیگر خواهد بود.

جهت نام گذاری قندهای آلدئیدی از پیشوند آلدو همراه با قید تعداد اتم کربن و پسوند «اُز» و در مورد قندهای کتونی پیشوند کتو و پسوند « اولوز» به کار می‌بریم.

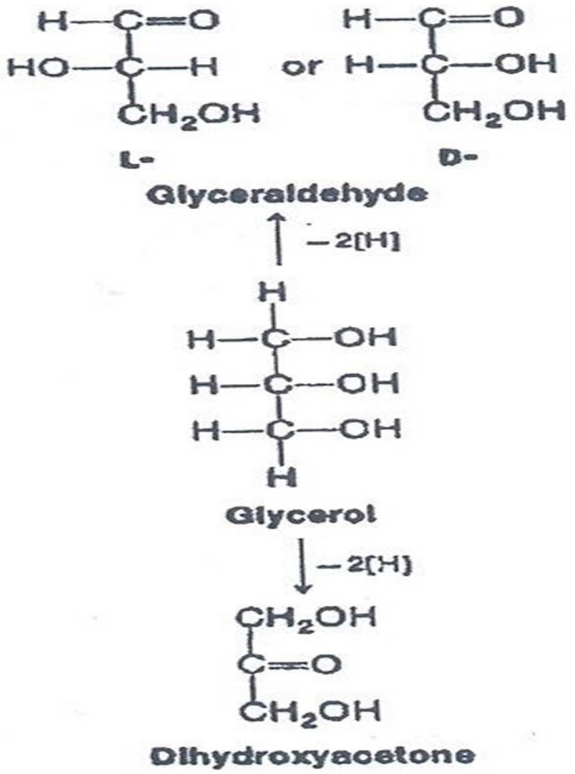
به‌این ترتیب گلیسر آلدئیدیک آلدوتریوز و دی هیدروکسی استون‌یک کتوتریولوز می‌باشد.

نکته: جهت تفکیک قندهای آلدئیدی از کتونی از تست سیلوانف استفاده می‌شود که با قندهای کتونی سریع تر رسوب می‌دهد.

قندهایی که دو گروه آلدئیدی داشته باشند، **دی آلدوز** و قندهایی که 2 گروه کتونی دارند، **دی اولوز** و قندی که هم گروه آلدئیدی و هم کتونی دارد، **اسولوز** نامیده می‌شود.(هماپور)

www.nokhbegaan.com

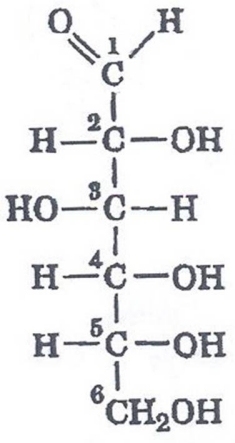
استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد



شکل۱-۱: بسته به‌این که حذف دو اتم هیدروژن از گلیسرول‌یا گلیسرین از انتها و یا از وسط مولکول باشد، گلیسر آلدئید ویا دی هیدروکسی استن به دست می‌اید.

نکته: فراوان ترین مونوساکارید طبیعت، **گلوکز** است. فراوان ترین الیگوساکارید (دی ساکارید)، **ساکارز** است. فراوان ترین پلی ساکارید، **سلولز** است. فراوان ترین قند کتونی، **فروکتوز** است. (دمان۱۰۷)

– نخستین ساختار ارائه شده برای گلوکز فرم،**بازفیشر** بودکه در آن قند دارای‌یک گروه کربونیلی(آلدئیدی) آزاد است. یعنی گلوکز از مشتقات گلیسر آلدئید است. بنابراین گلوکز به صورت‌یک آلدوهگزوز می‌باشد. (فاطمی۲۰۷)



شکل ۲-۱: ساختمان شیمیایی D– گلوکز

از فراوان‌ترین آلدوزها و کتوزها در طبیعت محسوب می‌شوند؟ (سراسری ۸۷)

۱) مانوز و فروکتوز ۲) گلوکز و گزیلوز ۳) گلوکز و فروکتوز ۴) مانوز و گزیلوز

گزینه «۳». گلوکز که یک آلدوهگزوز است فراوان‌ترین مونوساکارید طبیعت است فراوان‌ترین الیگوساکاریدساکارز است و فراوان‌ترین قند کتونی، فروکتوز است.

تعداد کربن نامتقارن در فروکتوز چند تاست؟ (سراسری۸۶)

۱) ۰ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

گزینه «۲». نکته: فروکتوز، اپی‌مر ۵ سوربوز است.

برخی از خواص قندها به خوبی با فرم فیشر قابل توجیه هستند:

۱- ایزومری نوری:

هر ترکیبی که دارای کربن نامتقارن(کایرال) باشد، جهت نور پلاریزه را منحرف می‌کند و به‌این ترتیب آن ترکیب ایزومر نوری خواهد داشت(به‌این معنی که‌این ترکیبات نور پلاریزه را با زاویه‌ای‌یکسان در دو سمت مختلف منحرف می‌کنند).

راستگرد: مثبت (+)

چپگرد: منفی (-)

تعدادایزومری نوری با رابطه‌ی 2^n (n: کربن کایرال) به دست می‌اید. مثلاً گلوکز دارای ۴کربن کایرال (کربن های شماره 5,4,3,2) و در نتیجه ۱۶، ایزومرنوری می‌باشد. اما فروکتوز دارای ۳ کربن کایرال(کربن های شماره 5,4,3) می‌باشد و بنابراین تنها ۸ ایزومر نوری دارد. به‌این ترتیب، گلیسر آلدئید دارای‌یک کربن کایرال و دوایزومر نوری است. اما دی هیدروکسی استون، تنها قندی است که کربن کایرال ندارد.

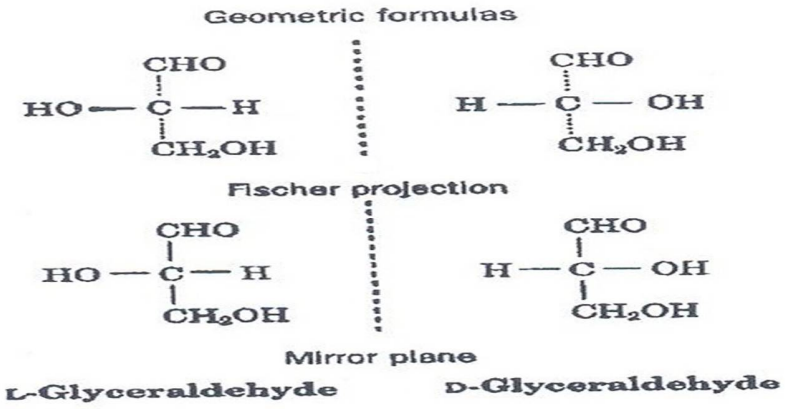
نکته: همواره در تعداد کربن برابر، قندهای کتونی نسبت به انواع آلدئیدی،یک کربن کایرال کم تر دارند و در نتیجه‌ایزومر نوری آن ها نصف قندهای آلدئیدی است. (فاطمی۲۰۹)

۲- انانتیومری:

هرگاه گروه هیدروکسیل کربن کایرالی که بیش ترین شماره را دارد،(آخرین کربن کایرال) در سمت راست فرم فیشر باشد، ساختار قند از نوع **D** و در غیراین صورت از نوع**L** می‌باشد. اکثر قندهای شیرین طبیعی ساختمان D دارند. (دمان۱۰۶)

www.nokhbegaan.com

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد



شکل ۳-۱: ساختار

فضایی مولکول گلیسر آلدئید به پیشنهاد فیشر

هرگاه در مخلوطی مقادیر مساوی (+) و (-) ازیک قند حضور داشته باشند، آن را مخلوط « **راسمیک**» می‌نامند.D وL نسبت به هم تصاویراینه‌ای غیر قابل انطباق بوده وایزومر نوری هم نیستند.(هماپور)

۳- اپیمری:

به قندهایی که با هم تنها در استخلاف‌یک اتم کربن، اختلاف دارند **اپیمر** گفته می‌شود. به عبارت دیگر دراین قندها سمت قرار گرفتن گروه های هیدروکسیل به جز هیدروکسیل آخر تفاوت می‌کند.

مانند گلوکز و مانوز که اختلافشان تنها در استخلاف کربن شماره‌ی۲ می‌باشد که در مورد گلوکز گروه هیدروکسیل‌این کربن سمت راست تصویر فیشر و در مورد مانوز در سمت چپ می‌باشد.یا گلوکز و گالاکتوز با اختلاف در استخلاف کربن شماره‌ی۴، نسبت به هم اپیمر هستند. اما گلوکز و فروکتوزیا مانوز و گالاکتوز نسبت به هم اپی مر نمی‌باشند.(فاطمی ۲۱۰)

در بین قندهای کتونی نیز فروکتوز، سوربوز و تاگاتوز نسبت به هم اپیمر هستند.(هماپور)

گلوکز و مانوز، نسبت به هم چیستند؟(سراسری ۷۴)

۱) انانتیومر ۲) اپی‌مر با اختلاف در کربن شماره دو

۳) اپی‌مر و با اختلاف در کربن شماره چهار ۴) ایزومر

گزینه «۲». چنانچه دومنوساکارید از نظر شکل فضایی فقط در اطراف یک کربن مشخص با یکدیگر تفاوت داشته باشند از این دو تحت عنوان اپی‌مر یاد می‌شود. نظیر گلوکز و مانوز که فقط در مورد وضعیت اتصال گروه هیدروکسیل کربن شماره ۲ با یکدیگر تفاوت دارند. (فاطمی)

نکته ۱: گلوکز و گالاکتوز با اختلاف در استخلاف کربن شماره ۴، نسبت به هم اپیمر هستند.

نکته ۲: در بین قندهای کتونی فروکتوز، سوربوز و تاگاتوز نسبت به هم اپیمر هستند.

تعداد کربن‌های نامتقارن در گلوکز خطی چند تا است؟(سراسری۸۴)

۱) ۰ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۴

www.nokhbegan.ir

گزینه «۲». در گلوکز کربن‌های ۲ و ۳ و ۴ و ۵ نامتقارن هستند و کربن شماره ۱ و ۶ متقارن می‌باشند چون دارای دو عنصر تکراری هستند اما در فرم حلقوی کربن آنومری هم کایرال می‌شود.

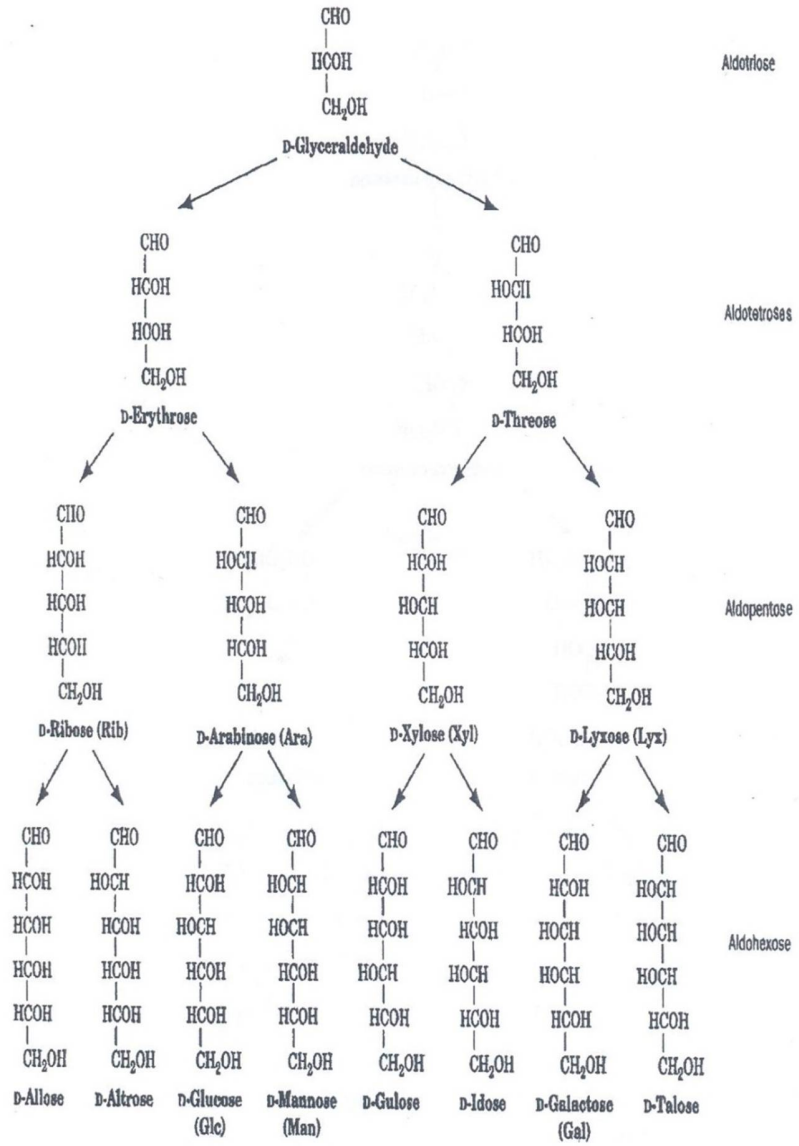
تعداد کربن‌ها نامتقارن در فرکتوز چندتاست؟(سراسری ۸۶)

۱) ۰ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

گزینه «۲». فروکتوز دارای ۳ کربن کایرال (۳،۴،۵) است و بنابراین تنها ۸ ایزومر دارد. گلیسرآلدئید دارای یک کربن کایرال و ۲ ایزومر نوری است و دی هیدروکسی استون کربن کایرال ندارد.

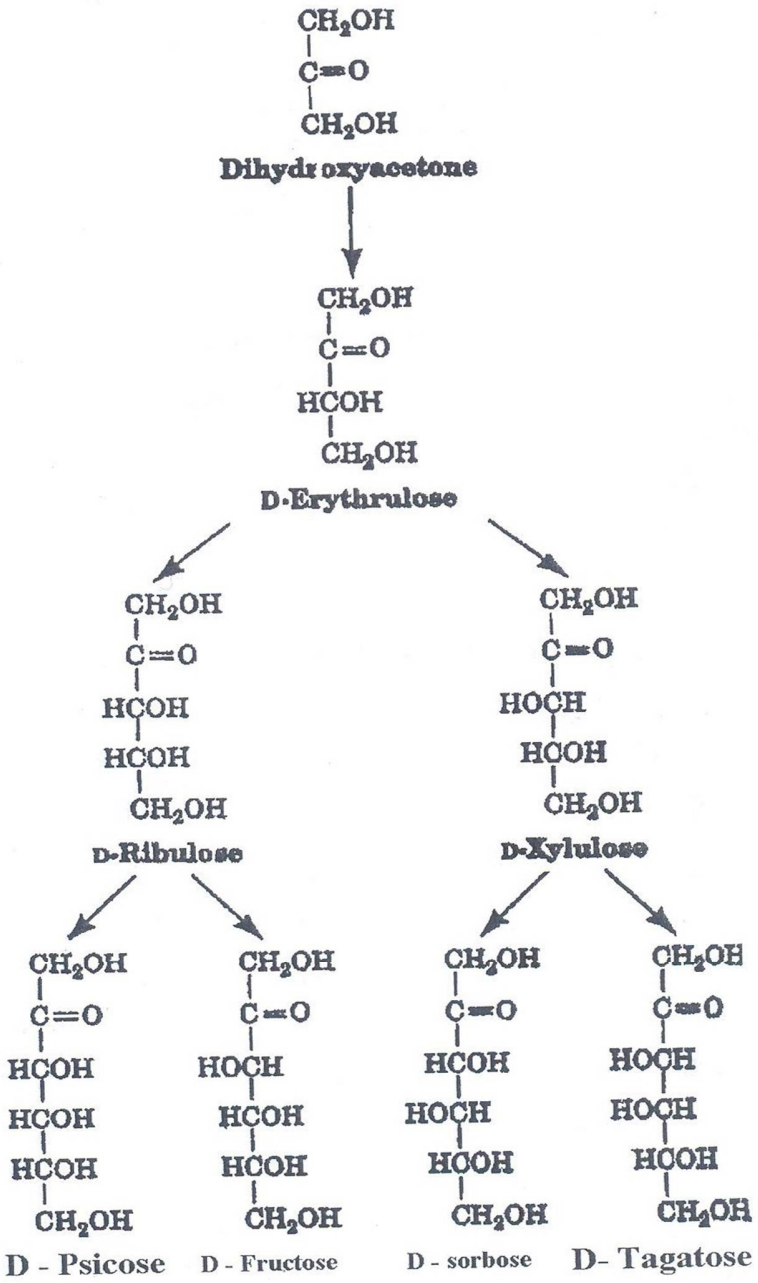
www.nokhbegaan.com

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد



شکل ۴-۱: رابطه ساختمانی D– آلدوزها که در آن مهم ترین قندهای موجود در طبیعت مورد نظر قرار گرفته اند.

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد



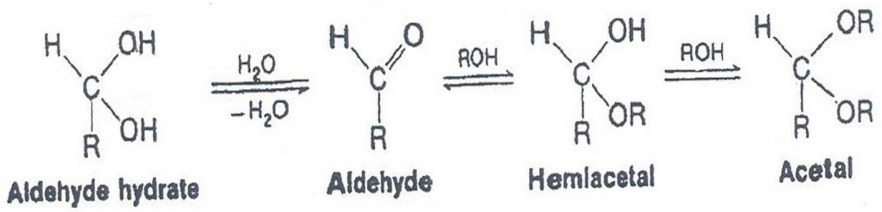
شکل ۵-۱: ارتباط ساختمانی قندهای کتونی دارای با سه تا شش کربن

بعضی از خواص شیمیایی قندها توسط ساختار باز فیشر قابل توجیه نمی‌باشد، کهاین خواص شامل موارد زیر است:

۱- عدم تولید استال با الکل ها بر خلاف آلدئیدها

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد

گروه کربنیل آلدوزها می‌توانند با ترکیبات حاوی گروه هیدروکسیل وارد ترکیبات اضافی شوند. اگریک مولکول آب به‌این گروه اضافه شود، محصول به دست آمده **هیدرات آلدئید** است. ولی اگریک مولکول الکل به گروه کربنیل آلدئید اضافه شود **همی‌استال** تشکیل می‌شود. قندهای الدئیدی نیزاین خاصیت را دارند. اما اگریک مولکول الکل دیگر به همی‌استال اضافه شود، **استال** تشکیل می‌شود که قند هااین توانایی را ندارند.یعنی همی‌استال تشکیل می‌دهند، اما استال تشکیل نمی‌دهند. (هماپور)



شکل ۶-۱: آلدئیدها می‌توانند با ترکیب با آب به هیدرات ویا با ترکیب با الکل به همی‌استال ویا استال تبدیل شوند.

فراوان‌ترین منوساکارید در طبیعت ..... بوده که معمولاً به شکل ..... بوده و حلقوی است.(سراسری ۹۳)

۱) فرکتوز- همی کتال ۲) گلوکز- همی استال ۳) گلوکز- همی کتال ۴) فرکتوز- همی استال

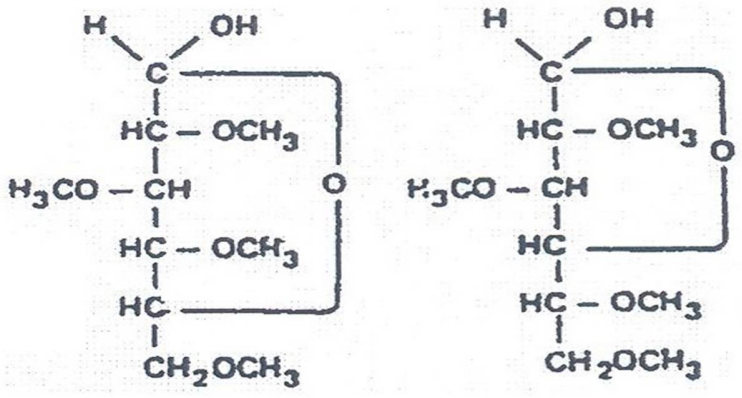
گزینه «۲».

۲- متیلاسیون قندها

توسط روش متیلاسیون‌یعنی استخلاف‌یک گروه متیل به جای‌یکی از هیدروکسیل ها می‌توان، محل اتصال‌یعنی محل تشکیل حلقه را در قند مشخص کرد. به‌این صورت که در کربن شماره ۵ گلوکز، گروه متیل جای گزین نمی‌شود و بیان گراین است که‌این کربن درگیر تشکیل حلقه اکسیژنی می‌باشد.(هماپور)

www.nokhbegaan.ir

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد



شکل ۷-۱: متیلاسیون قندها

۳- موتارتاسیون

۴- آنومری

به سبب‌این که نمایش فرم فیشر توانایی توجیه واکنش های فوق ر ا نداشت، بنابراین نمایش فرم بسته قندها متداول گردید. دراین فرم که به **فرم هاورث** موسوم است،یک پل اکسیژنی بین کربن دارای گروه کربونیل‌یعنی کربن شماره‌ی1 در قندهای آلدئیدی‌یا کربن شماره ۲ در قندهای کتونی با کربن شماره‌ی ۴یا ۵ برقرار می‌شود و به‌این ترتیب‌یک حلقه‌ی بستهٔ هتروسیکلیک تشکیل می‌شود.

ساختار همی‌استال حاصله اگر بین کربن شماره‌ی1 و 5 در قندهای آلدئیدی باشد،یک حلقه‌ی شش گوش شبیه پیران، موسوم به **پیرانوز**ایجاد می‌کند.

اگر بین کربن شماره‌ی1 و4 باشد، حلقه‌ی5 گوش حاصله، شبیه فوران بوده و در نتیجه **فورانوز** نامیده می‌شود.

اما در قندهای کتونی حلقه‌ی حاصله همی‌کتال است و اگر بین کربن شماره‌ی2 و6 باشد، پیرانوز و اگر بین کربن شماره‌ی2 و 5فورانوز نامیده می‌شود. (فاطمی۲۰۷)

پس از تشکیل حلقه، کربن دارای گروه کربونیل هم تبدیل به کربن کایرال می‌گردد و به‌این ترتیب تعدادایزومرهای نوری قند دو برابر خواهد شد. .(فاطمی۲۰۸)

در فرمول هاورث چنانچه کربن ششم بالای حلقه قرار گیرد نشانگر چیست؟ (سراسری ۸۸)

۱) شکل α ۲) شکلβ ۳) شکل D ۴) شکل L

گزینه «۳». برای قندهای بتا، OH کربن شماره ۱ بالای تصویر و برای قندهای α در پایین تصویر است. برای قندهای سری D ، گروه CH_2OH آخری در بالای تصویر و برای انواع L پایین تصویر است.

کدام گزینه در مورد آرایش فضایی قندها صحیح نیست؟(سراسری ۹۰)

۱) در D- آلدوزها گروه CH_2OH- در بالای حلقه قند قرار دارد.

www.nokhbeSaan.com

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد

۲) در مونوساکاریوهای سری D در α- آنومرها گروه OH کربن آنومری در پایین صفحه قند قرار می‌گیرد.

۳) در مونوساکاریوهای سری L در β- آنومرها گروه OH کربن آنومری در بالای صفحه قند قرار می‌گیرد.

۴) همهٔ گروه‌های هیدروکسیل واقع در سمت راست فرمول فیشر در پایین صفحه حلقه هاروث قرار می‌گیرند.

گزینه« ۳».

نکته: ساختمان پیرانوزی همواره پایدارتر از ساختمان فورانوزی می‌باشد.

نکته: عموماً هگزوزها تمایل به تشکیل ساختار پیرانوزی و پنتوزها تمایل به تشکیل حلقه فورانوز دارند.

پس از تشکیل حلقه هرگاه گروه قند و گروه هیدروکسیل‌ایجاد شده روی کربن آنومری و اکسیژن حلقه دریک سمت باشد، قند حاصله α و اگراین دو گروه در خلاف جهت هم باشد، قند حاصله β است.

وضعیت α و β نسبت به هم **آنومر** نامیده می‌شوند که همانند انانتیومرها نسبت به مایزومر نوری نمی‌باشند.

برای قندهای β و OH کربن شماره ۱ بالای تصویر و برای قندهای α در پایین تصویر است.

برای قندهای سری D، گروه CH_2OH آخری در بالای تصویر و برای انواع L، پایین تصویر است. (فاطمی۲۰۷)

در حلقه شدن قندها پس از ..... شدن کربن شماره ۱، ایزومرهای ..... تشکیل می‌شود که به آن ..... گفته می‌شود.(سراسری ۹۳)

۱) نامتقارن- α وβ- آنومر ۲) متقارن- α وβ- اپیمر

۳) نامتقارن- سیس و ترانس- ایزومر هندسی ۴) متقارن- سیس و ترانس- ایزومر D و L

گزینه «۱».

*** هگزولوز قندی است شش کربنه با یک گروه ..... .(سراسری ۷۴)**

۱) آلدئیدی ۲) کتونی ۳) هیدروکسیل ۴) آلدهایی و یک گروه کتونی

گزینه «۲». قندی با پسوند ULOSE (مثلاً هگزولوز) مربوط به قندی است که دارای یک عامل کتونی است.

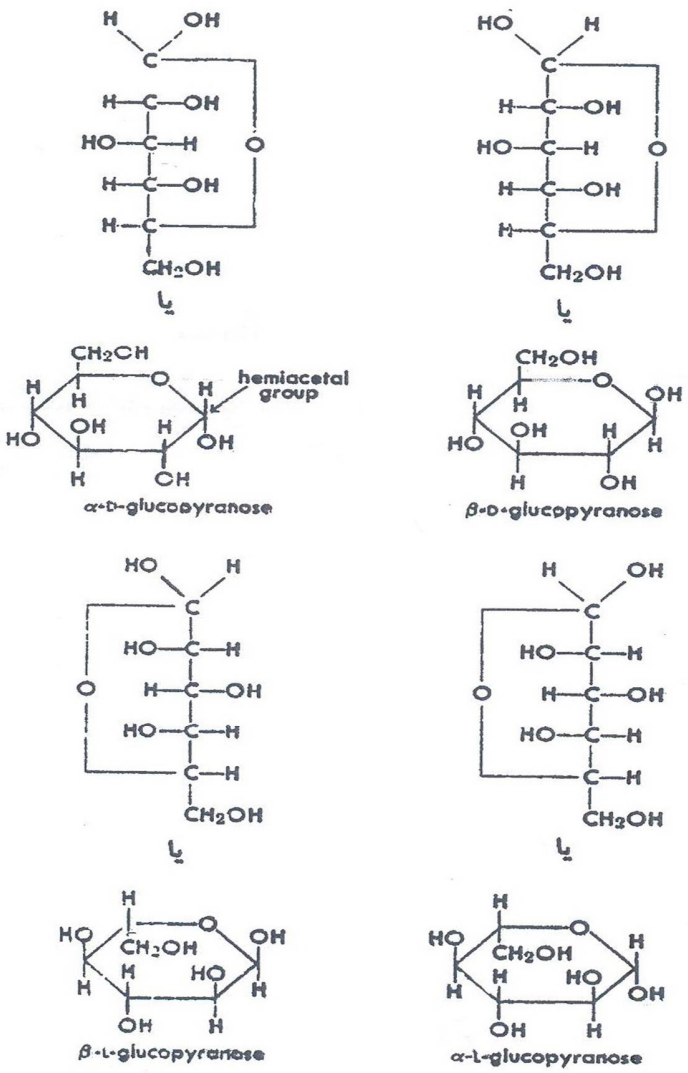
شکل‌های ترکیب شده و آزاد فروکتوز به ترتیب کدام هستند؟(سراسری ۸۹)

۱) پیرانوز- فورانوز ۲) بتا- آلفا ۳) آلفا- بتا ۴) فورانوز- پیرانوز

www.nokhbegaan.com

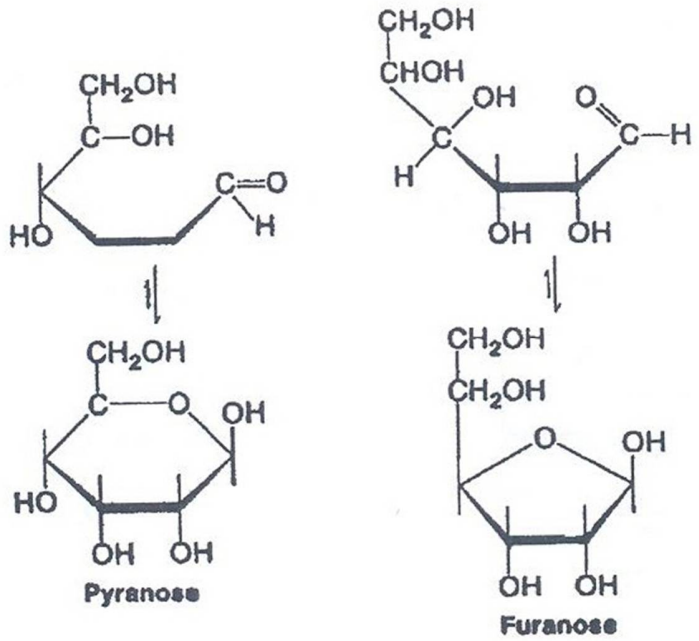
استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد

گزینه «۴».



شکل ۸-۱: شکل آنومری D و L گلوکز

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد



شکل ۹-۱: مراحل تشکیل‌یک مولکول پیرانوز ویک مولکول فورانوز از شکل زنجیر باز، فرمول گلوکز (یک واکنش داخل مولکولی) را نشان می‌دهد.

خواص شیمیایی قندها

۱- خاصیت احیا کنندگی:

تمام مونوساکاریدها و قسمت زیادی از دی ساکاریدها (مالتوز- لاکتوز- سلوبیوز و ...) به سبب دارا بودن گروه های کربونیلی آزاد دارای خاصیت احیاکنندگی هستند.

خاصیت احیاکنندگی قندها را توسط یون مس(cu^{+2}) و یا یون نقره(Ag^{+}) در محلول‌های قلیایی تشخیص می‌دهند.

به عنوان مثال، معرف فهلینگ با قند احیاکننده واکنش داده و دراین واکنش قند اکسید می‌شود و رسوب قرمز آجری رنگی تشکیل می‌شود. معرف فهلینگ، شامل فهلینگA (سولفات مس) و فهلینگ B (تارتارات مضاعف سدیم و پتاسیم + سود) می‌باشد.(هماپور)

محلول فهلینگ قادر است کدام گروه از قندهای زیر را اکسید کند؟(سراسری۸۴)

۱) گلوکز ، سوربیتول، مانیتول ۲) گلوکز، مانوز، گالاکتوز

۳) گلوکز، سوربیتول، مانوز ۴) مانوز، مانیتول، گالاکتول

گزینه «۲». تمام مونوساکاریدها و قسمت زیادی از دی‌ساکاریدها (مالتوز، لاکتوز، سلوبیوز و .....) به سبب دارا بودن گروه‌های کربونیلی آزاد خاصیت احیا کنندگی هستند.

استفاده از جزوات مخصوص افراد ثبت نامی نخبگان بوده و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد

ردوکتون‌ها در کدامیک از واکنش‌های زیر تولید می‌شود؟(سراسری ۸۷)

۱) واکنش ساکارز در محیط قلیایی

۲) واکنش کاراملیزیاسیون قندها

۳) واکنش حرارتی قندهای احیا کننده در محیط اسیدی

۴) واکنش حرارتی قندهای احیا کننده در محیط قلیایی

گزینه «۴». در جریان واکنش فهلینگ Euler متوجه شد که همه قندهای دارای گروه کربونیل آزاد بر اثر گرمادهی در محلول قلیایی به اندیول یعنی یک پیوند دوگانه بین گروه هیدروکسیل مجاور هم تبدیل می‌شود. اندیول‌ها ترکیبات فعال، فرار و بسیار کوچکی هستند که بر اثر اکسیژن و عوامل دیگر اکسید می‌شوند (احیا کننده‌اند) ساده ترینشان یعنی هیدروکسی گلیکول آلدئید را ردوکتون می‌نامند ویتامین C نیز که شباهت ساختاری زیادی با ردوکتون‌ها به علت احیا کننده بودن اسید نامیده می‌شوند اما اسید نیستند.

نکته مهم: داوطلبین محترم توجه فرمایید که با تهیه این جزوات دیگر نیاز به خرید هیچ گونه کتاب مرجع دیگری نخواهید داشت. برای اطلاع از نحوه دریافت جزوات کامل با شماره های زیر تماس حاصل فرمایید.

۰۹۳۷۲۲۲۳۷۵۶-۶۶۹۰۲۰۳۸–۶۶۹۰۲۰۶۱۰

(رشت)۰۱۳/۳۳۳۳۸۰۰۲

(لاهیجان)۰۱۳/۴۲۳۴۲۵۴۳

www.nokhbegaan.com