

وبینار آموزشی - مروری بر تفسیر و کاربرد فرمول های آزمایشگاهی بیوشیمی

با امتیاز باز آموزی



پرداخت ۵۰٪ شهریه دوره
توسط انجمن برای اعضا محترم

مدرس: دکتر بابک بلیلی

تاریخ برگزاری: ۱۴ بهمن ۱۴۰۰

هزینه ثبت نام: ۵۰۰/۰۰ ریال

جهت ثبت نام به سایت www.ircme.ir مراجعه فرمائید
جهت دریافت اطلاعات بیشتر با شماره ۸۸۹۷۰۷۰۰ داخلی ۱۱۸ و ۱۱۹ تماس حاصل فرمائید

* مقدمه :

امروزه انجام کاسبات ریاضی امری جدا نشدنی از آزمایشگاه تشخیص
طبی می باشد و فرمولهای آزمایشگاهی در بخشهای مختلف بویژه
بیوشیمی، کنترل کیفی، هماتولوژی و بانک خون، کاربردهای فراوان
دارند.

اکثر همکاران آزمایشگاهی بویژه مسئولین فنی آزمایشگاههای تشخیص طبی
با این فرمولها آشنایی دارند و هدف از ارائه این مجموعه رسیدن
به دو هدف مهم است:

- ۱- گردآوری مجموعه فرمولهای آزمایشگاهی در یک جزوه و در کنار هم
به طوریکه در زمان نیاز بتوان به سرعت به آن مراجعه کرد.
- ۲- بررسی کاربردی و تفسیر بالینی فرمولها که می تواند در تفسیر تستهای
آزمایشگاهی مربوطه بسیار کارآمد باشد.

این جزوه در دو بخش ارائه می گردد:

- ۱- مرور بر تفسیر و کاربرد فرمولهای آزمایشگاهی: بیوشیمی
- ۲- مرور بر تفسیر و کاربرد فرمولهای آزمایشگاهی: هماتولوژی - بانک خون -

کنترل کیفی

در هر یک از این دو بخش سعی شده است در کنار هر فرموله آزمایشگاهی
یک یا دو مثال عملی، کاربرد و تفسیر بالینی آن بررسی شود.

« فهرست مطالب »

۱	بخش اول: مفاهیم مقدماتی	۳	درصد - گرد کردن - ارقام معنادار	۳	تکالیف
۲	دستگاههای اندازه گیری	۴	اندازه گیری دما	۷	
۳	بخش دوم: محاسبات عمومی				
۹	رقت سازی و تیتر سنجی	۱۲	حلول سازی	۱۵	موالیت - نرمالیت
۲۰	pH	۲۳	فتومتر	۲۴	نیروی نسبی سانتیفریوژ
۳	بخش سوم: محاسبات اختصاصی				
۲۶	محاسبات گلوکز	۲۷	محاسبات چربی	۲۷	محاسبات اوره - BUN - Cr
۲۹	محاسبات آهن	۳۰	تستهای آنزیمی	۳۱	محاسبات هورمون
۳۵	ROMA	۳۶	محاسبات اسید و باز	۳۷	شکاف آنیونی
۳۸	اسموتالیت				

** بخش اول : مفاهیم مقدماتی

۱ درصد (percent) :

درصد نوعی نسبت و به معنی چیزی از ۱۰۰ و روشی برای نشان دادن یک کسر متعارفی با کسر ۱۰۰ است. به عنوان مثال کلرید سفید کننده (bleach) ۱۰ درصد که جهت زایل کردن آلودگی ظروف شیشه‌ای آزمایشگاه بکار می‌رود شامل ۱۰ قسمت ماده سفید کننده در یک ۱۰۰ قسمت (۹۰ قسمت آب و ۱۰ قسمت سفید کننده) می‌باشد که آنرا به سه شکل نشان می‌دهند :

$$\frac{10}{100} = 0.10 = 10\%$$

اعشار کسر درصد

۲ گرد کردن (Rounding numbers) :

دقت اندازه‌گیری در آزمایشگاه با بهره‌گیری از اعداد معنی‌دار و گرد کردن آنها بیان می‌شود. برای گرد کردن یک عدد آخرین رقم حذف شده نشان می‌دهد که آخرین رقم باقی‌مانده چگونه باید گرد شود :

۱- اگر آخرین رقم حذف شده بزرگتر از ۵ باشد، یک واحد به آخرین رقم باقی‌مانده اضافه می‌شود :

$$8.78 \rightarrow 8.8$$

۲- اگر آخرین رقم حذف شده کوچکتر از ۵ باشد، رقم باقی‌مانده تغییر نمی‌کند :

$$8.74 \rightarrow 8.7$$

۳- اگر آخرین رقم حذف شده ۵ باشد، در صورتیکه آخرین رقم باقی‌مانده فرد باشد یک واحد به آن اضافه می‌گردد و در صورت زوج بودن فقط رقم ۵ حذف می‌شود :

$$8.75 \rightarrow 8.8$$

$$8.85 \rightarrow 8.8$$

۳ ارقام معنی‌دار (significant figures) :

دقت اندازه‌گیری در آزمایشگاه با جایگاه معین و ارقام طرف راست آن مشخص می‌شود. به عنوان مثال اگر به ۲۵ گرم کلرید سدیم نیاز باشد می‌دانیم که تا ۰.۱ گرم دقت، باید این توزین انجام شود.

۴ لگاریتم (Logarithm) :

لگاریتم یک عدد توسط ماشین حساب و یا با استفاده از جدول لگاریتمی قابل محاسبه می‌باشد اما با کمک چند قانون ساده لگاریتم می‌توان لگاریتم

۱. اعداد زبانی را به دست آورد:

۱- لگاریتم ۱ در مبنای ۱۰ صفر است:

$$\log 1 = 0$$

۲- لگاریتم ۱۰ در مبنای خودش برابر ۱ است:

$$\log 10 = 1$$

۳- لگاریتم ۱۰ به توان هر عدد برابر است با همان عدد:

$$\log 10^n = n$$

$$\log 0.1 = \log 10^{-1} = -1 \quad \log 0.01 = \log 10^{-2} = -2$$

۴- لگاریتم سه عدد مهم:

$$\log 2 = 0.3 \quad \log 3 = 0.48 \quad \log 5 = 0.7$$

۵- لگاریتم حاصلضرب دو عدد مساوی است با مجموع لگاریتمهای آن دو عدد:

$$\log a \cdot b = \log a + \log b$$

$$\log 20 = \log 2 \times 10 = \log 2 + \log 10 = 0.3 + 1 = 1.3 \quad \text{مثال:}$$

۶- لگاریتم خارج قسمت دو عدد مساوی است با لگاریتم مقسوم منها لگاریتم مقسوم علیه:

$$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$$

$$\log 20 = \log \frac{100}{5} = \log 100 - \log 5 = 2 - 0.7 = 1.3 \quad \text{مثال:}$$

۵) دستگاههای اندازه گیری (Measurement Systems):

الف- دستگاه متری: در سال ۱۷۹۰ در فرانسه پایه ریزی شد و سه واحد پایه جهت اندازه گیری طول، وزن و حجم در این دستگاه تعریف شده اند:

طول = متر (meter)

وزن = گرم (gram)

حجم = لیتر (Liter)

مساحت با واحدهای مربع بیان می شود مانند میلی متر مربع (mm^2)،

سانتی متر مربع (cm^2) و متر مربع (m^2)

پیشوندهایی که قبل از واحدهای پایه اندازه گیری به کار می رود نشان دهنده

پیشوند	علامه اختصاری	کوچکتر یا بزرگتر
femto	f	10^{-15} واحد کوچکتر
pico	p	10^{-12} واحد کوچکتر
nano	n	10^{-9} واحد کوچکتر
micro	μ	10^{-6} واحد کوچکتر
mili	m	10^{-3} واحد کوچکتر (0.001)
centi	c	10^{-2} واحد کوچکتر (0.01)
deci	d	10^{-1} واحد کوچکتر (0.1)
deca	da	10^1 واحد بزرگتر
hecto	h	10^2 واحد بزرگتر
Kilo	K	10^3 واحد بزرگتر
Mega	M	10^6 واحد بزرگتر

چون دستگاه متری بر مقیاس ۱۰ استوار است تبدیل اندازه گیری ها مختلف در این سیستم بسیار ساده است برای مثال :

10^{-1} یا ۱/۱۰ لیٹر = 1 deciliter = 1 dL = یک دسی لیٹر
 $10^0 = 1$ لیٹر = 10 deciliter = 10 dL = ۱۰ دسی لیٹر
 10^{-3} یا ۱/۱۰۰۰ متر = 1 millimeter = 1 mm = ۱ میلی متر
 $10^0 = 1$ سانتی متر = 10 millimeter = 10 mm = ۱۰ میلی متر
 10^{-6} گرم = 1 microgram = 1 μ gr = ۱ میکروگرم
 $10^{-6} \times 1000 = 1000$ میلی گرم = 1000 microgram = 1000 μ gr = ۱۰۰۰ میکروگرم

۱- دستگاه بین‌المللی (SI) (Système Internationale)
در سال ۱۹۶۰ میلادی دستگاه متری در پاریس اصلاح و دستگاه جدید
بین‌المللی واحدها (SI) ارائه گردید. این دستگاه در سال ۱۹۷۱
تجدیداً اصلاح و بر پایه ۷ واحد عمده بیان شده:
متر برای طول - کیلوگرم برای وزن - مول برای غلظت - ثانیه
برای زمان - آمپر برای شدت جریان الکتریکی - کلوین برای دما -
کاندلا (Candela) برای شدت نور

* یعنی از واحدهای اندازه‌گیری سیستم آمریکایی و رابطه آنها با سیستم
متریک عبارتند از:

$$\begin{aligned} \text{inch} &= 25.4 \text{ millimeter} = 2.54 \text{ Centimeter} \\ \text{ounce} &= 28.3 \text{ gram} \\ \text{ounce (fluid)} &= 29.6 \text{ mililiter} \\ \text{pound} &= 453 \text{ gram} = 0.453 \text{ Kilogram} \\ \text{gallon} &= 3.79 \text{ liter} \end{aligned}$$

* در آزمایشگاه بالینی:

۱- یعنی از واحدهای حجم عبارتند از:

$$\begin{aligned} 1 \text{ lit} &= 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cc} = 1000 \text{ cm}^3 \\ 1 \text{ mL} &= 1 \text{ cc} = 1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3 = 1000 \mu\text{L} \\ 1 \text{ mm}^3 &= 1 \mu\text{Lit} = 10^{-3} \text{ mL} = 10^{-6} \text{ Lit} \end{aligned}$$

۲- بسیاری از اندازه‌گیری‌ها مانند قند خون، کلسترول، تری‌گلیسرید،
اوره و ... با واحد میلی‌گرم در سی‌لیتر (mg/dL) گزارش
می‌شود که همان میلی‌گرم درصد (mg%) است.

۳- هورمون‌ها با واحدهای مانند نانوگرم در میلی‌لیتر (ng/mL)
یا واحد در لیتر (Unit/L) و ... گزارش می‌شوند.

که تعداد سلولهای خونی مانند گلبولهای سفید، گلبولهای قرمز و پلاکت که سابقاً با واحد میلی متر مکعب (mm^3) گزارش می شد، جدیداً با واحد تعداد در میکرو لیتر (μL) یا تعداد در لیتر گزارش می شود برای مثال شمارش گلبول سفید $4000/\text{mm}^3$ برابر است با $4000/\mu\text{L}$
$$4000/\mu\text{L} = 4000 \times 10^6 / \text{Lit} = 4 \times 10^9 / \text{Lit}$$

۵- واحد اندازه گیری آنزیم ها برای اولین بار در سیستم SI مورد توجه قرار گرفت. برای بیان فعالیت آنزیم ها از واحد بین المللی (IU) (International Unit) استفاده می شود. یک IU مقدار آنزیمی است که بتواند در زمانی ۳۰ دقیقه سانی گراد و شرایط مطلوب یک میکرومول (10^{-6} مول) سوبسترا را در زمان یک دقیقه کاتالیز کند در واقع:
$$\text{IU} = \mu\text{mol} / \text{min}$$

برای گزارش فعالیت آنزیم در آزمایشگاه از واحد U/L استفاده می شود واحد دیگری که توسط WHO معرفی شده کاتال (Katal) نام دارد. یک کاتال مقدار آنزیمی است که بتواند یک مول سوبسترا را در زمان یک ثانیه کاتالیز کند در واقع:
$$\text{Katal} = \text{mol} / \text{s}$$

ولزای توان گفته:

$$\text{IU} = \frac{\mu\text{mol}}{\text{min}} = \frac{10^{-6} \text{ mol}}{60 \text{ s}} = 16,7 \times 10^{-9}$$

$$\text{IU} = 16,7 \times 10^{-9} \text{ Katal} \quad \text{یعنی}$$

۶) اندازه گیری دما (Measurement of temperature):

واحد های اندازه گیری دما عبارتند از:
کلوین (Kelvin) - سلسیوس یا سانی گراد - فارنهایت
$$273 + \text{درجه سانی گراد} = \text{کلوین}$$

$$\text{Kelvin} = t(^{\circ}\text{C}) + 273$$

در آزمایشگاه بالینی عمدتاً از مقیاس سلسیوس (Celsius) یا سانتی گراد استفاده می شود. در مقیاس سانتی گراد دماسنج به ۱۰۰ قسمت مساوی و در مقیاس فارنهایت به ۱۸۰ قسمت مساوی تقسیم می شود لذا هر درجه فارنهایت $\frac{5}{9}$ درجه سانتی گراد است:

$$\frac{100}{180} = \frac{5}{9}$$

در ضمن نقطه صفر سانتی گراد برابر ۳۲ درجه فارنهایت است، لذا می توان گفت:

$$F = \frac{9}{5} C + 32 \rightarrow F = 1.8 C + 32$$

مثال (۱): دماسنجی در آزمایشگاه دمای یخچال را $5^{\circ}C$ تعیین نموده است. دمای یخچال براساس مقیاس فارنهایت عبارت است از:

$$F = 1.8 C + 32 = 1.8 \times 5 + 32 = 9 + 32 = 41$$

مثال (۲): ۵ درجه فارنهایت معادل چند درجه سانتی گراد است؟

$$F = 1.8 C + 32 \rightarrow 50 = 1.8 C + 32$$

$$\rightarrow 18 = 1.8 C \rightarrow C = 10$$

** بخش دوم : محاسبات عمومی

① رقت سازی و تیتر سنجی (Dilutions and titers):

- در بسیاری از بخشهای آزمایشگاه تشخیص طبی رقیق کردن نمونه جهت انجام آزمایشهای مختلف مورد نیاز است :
- در بخش بیوشیمی هنگامی که پاسخ تستها خارج از محدوده خطی روش مربوطه باشد ، نمونه سرم باید رقیق شود .
- در بخش میکروبیشناسی ، جهت تعیین حداقل غلظت باز دانی (MIC) (Minimum Inhibitory Concentration) باید آنتی بیوتیکها رقیق شوند .
- در بخش سرولوژی ، برای مشخص کردن تیتر آنتی بادیها ، رقت سازی سریال سرم انجام می شود .
- انواع رقیق سازی در آزمایشگاه بالینی عبارتند از :

- الف - رقیق سازی ساده (Simple dilution) :
- در ابتدا باید دقت کرد که رقت با نسبت استباه شوند .
- از علامت slash (/) برای نشان دادن رقت و از علامت Colon (:) برای نشان دادن نسبت استفاده می شود .
- در رقت ، صورت کسر حجم نمونه و مخرج کسر حجم کل یعنی مجموع حجم نمونه و رقیق کننده است .
- در نسبت ، صورت کسر حجم نمونه و مخرج کسر حجم رقیق کننده است .
- برای مثال اگر ۵۰ الی ۵۰۰ از سرم به ۱۰۰ الی ۱۰۰۰ از رقیق کننده اضافه شود :

$$\text{نسبت} : \frac{50}{100} = \frac{1}{2} = 1:2$$

$$\text{رقت} : \frac{50}{50+100} = \frac{50}{150} = \frac{1}{3}$$

در رقیق سازی ساده رقت به صورت مثلاً ۱ به ۱۰ بیان می شود و به این معناست که حجم کل محلول مورد نیاز یعنی ۱۰ قسمت شامل

یک قسمت نمونه و ۹ قسمت رقیق کننده می باشد یا به طور کلی :

$$\frac{\text{حجم نمونه}}{\text{حجم کل}} = \frac{\text{حجم نمونه}}{\text{حجم رقیق کننده} + \text{حجم نمونه}}$$

$$\frac{SV}{TV} = \frac{SV}{SV + DV}$$

SV = sample volume ← حجم نمونه

DV = Diluent volume ← حجم رقیق کننده

TV = Total volume ← حجم کل

$$TV = SV + DV$$

مثال : در اندازه گیری اوره سرم بیماری پاسخ 21 mg/dL بدست آمده است . بر اساس برگه معرفی کیت مقادیر بدست آمده با 20 mg/dL خطی می باشد ، لذا سرم بیمار یک به پنج $(\frac{1}{5})$ رقیق شده است . اگر حجم کل مخلوط ساخته شده در رقیق سازی $100 \mu\text{L}$ باشد ، حجم سرم و رقیق کننده (آب مقطر) عبارت است از :

$$\frac{SV}{TV} = \frac{x}{100} = \frac{1}{5} \rightarrow x = SV = 20 \mu\text{L}$$

$$TV = SV + DV \rightarrow 100 = 20 + DV \rightarrow DV = 80 \mu\text{L}$$

بعد از اندازه گیری نمونه رقیق شده ، باید علا بدست آمده در فاکتور رقت (عکس رقت) ضرب شود . در مثال فوق اگر پاسخ بدست آمده از سرم رقیق شده 4 mg/dL باشد ، مقدار واقعی اوره عبارت است از $5 \times 4 = 20 \text{ mg/dL}$

درج همودر خطی یک روش آزمایش از اطلاعات منتهی برگه معرفی (بروسو) کیت مربوطه می باشد و اغلب نسبت رقیق سازی و نوع رقیق کننده نیز مشخص می گردد .

پ - رقت سازی سریال (serial dilution) و رقت سازی چندگانه (multiple dilution)

این نوع رقت سازی بیشتر در آزمایشگاه سرولوژی و میکروبیشناسی کاربرد دارد و مزیت آن ایجاد رقت های بالا با استفاده از مقادیر کم سرم و رقیق کننده می باشد. برای مثال اگر رقت $\frac{1}{1000}$ از سرم مورد نیاز باشد لازم نیست که مثلاً ۱ cc از نمونه با ۹۹۹ cc از رقیق کننده مخلوط شوند بلکه با استفاده از رقت سازی سریال حجم بسیار کمتری از نمونه سرم مورد نیاز است.

در رقیق سازی سریال مجموعه ای از رقت های پی در پی از نمونه تهیه می کنیم تا به رقت نهایی برسیم. برای مثال اگر بخواهیم رقت $\frac{1}{10000}$ از سرم تهیه کنیم در تاسهای لوله ها ۹.۹۹ cc رقیق کننده ریخته و سپس رقت لوله اول $\frac{1}{10}$ و رقت لوله دوم $\frac{1}{100}$ و رقت لوله سوم $\frac{1}{1000}$ و رقت لوله چهارم $\frac{1}{10000}$ خواهیم داشت.

از لوله اول ۱.۰۰ cc نمونه برداشته و به لوله دوم اضافه کرده و بعد از مخلوط کردن، ۱.۰۰ cc برداشته و به لوله سوم اضافه کرده و تا آخر ادامه می دهیم. از لوله آخر ۱.۰۰ cc برداشته و دور می اندازیم.

$$\text{رقت لوله دوم} : \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100}$$

$$\text{رقت لوله سوم} : \frac{1}{100} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{1000}$$

$$\text{رقت لوله چهارم} : \frac{1}{1000} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{10000}$$

غلظت ماده مورد نظر در هر کدام از لوله ها برابر است با غلظت اولیه منفرجه فاکتور رقت و برای مثال اگر غلظت ماده مورد نظر در نمونه رقیق نشده 1500 mg/dL باشد غلظت این ماده در لوله های اول، دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۱۵۰، ۱۵، ۱.۵ و ۰.۱۵ میلی گرم درسی لیتر خواهد بود.

تفاوت رقیق سازی سریال و چندگانه در مقدار رقیق کننده موجود در
لوله ها می باشد، به طوریکه در رقیق سازی سریال این مقدار در هر
لوله مساوی است اما در رقیق سازی چندگانه این مقدار متفاوت
است، در هر لوله مورد رقت نهایی از رابطه زیر پیروی می کند:

$$\dots \times \text{رقت سوم} \times \text{رقت دوم} \times \text{رقت اول} = \text{رقت نهایی}$$

ج - تیتر سنجی :

در آزمایشگاه سربلوری از تیتر جهت نشان دادن مقدار آنی باری موجود
در سرم بیمار استفاده می شود. تیتر معکوس رقتی از سرم است که
در آن آخرین واکنش آنی در آن و آنی باری به وقوع می پیوندد.
برای مثال در آزمایش سربلوری رایت، رقت سازی سریال از سرم بیمار
به این صورت انجام شده است :

$$\frac{1}{20} \quad \frac{1}{40} \quad \frac{1}{80} \quad \frac{1}{160} \quad \frac{1}{320} \quad \frac{1}{640} \quad \frac{1}{1280}$$

آخرین لوله ای که در آن واکنش آگلوتیناسیون دیده شده است لوله $\frac{1}{320}$ می باشد
لذا تیتر آنی باری سرم بیمار ۳۲۰ می باشد.

۲) محلول سازی :

الف - محلول های درصدی (percent solutions) :

در آزمایشگاه محلول های درصدی به سه شکل مختلف استفاده می شود و
حجم کلی حلال در هر سه حالت ۱۰۰ mL می باشد :

۱ - محلول درصدی $\frac{\text{وزن}}{\text{وزن}}$ (% w/w) :

محلول (گرم) = ماده حل شده + حلال
(گرم) (گرم)

$$\frac{\text{ماده حل شده به گرم}}{100 \text{ گرم محلول}} = \frac{\text{w}}{\text{w}} \%$$

برای مثال برای ساختن محلول ۲۵٪ سود (NaOH)
۲۵ گرم سود در ۷۵ گرم آب مقطر حل می شود.

محلولهای w/w بیشترین صحت را دارا می باشند زیرا با تغییر درجه حرارت هیچ دیتا نوسان نمی شوند.

$$۲ - \text{محلول درصدی} = \frac{\text{وزن}}{\text{حجم}} \left(\frac{w}{v} \% \right)$$

$$\frac{w}{v} \% = \frac{\text{ماده حل شده به گرم}}{۱۰۰ \text{ میلی لیتر محلول}}$$

$$\text{محلول (میلی لیتر)} = \text{ماده حل شده (گرم)} + \text{حلال (میلی لیتر)}$$

برای ساختن این محلول مقدار ماده حل شدنی را وزن می کنند، سپس در یک فلاسک حجمی صد میلی لیتری ریخته و با اضافه کردن تدریجی محلول (عمدتاً آب مقطر دیونیزه) ماده حل شدنی را حل می کنیم و حجم را به ۱۰۰ mL می رسانیم. برای مثال برای ساختن محلول ۳٪ ($\frac{w}{v} \%$) اسید سولفوسالیسیلیک ۳ گرم اسید سولفوسالیسیلیک به در مقادری آب مقطر حل کرده و حجم را به ۱۰۰ mL می رسانیم.

محلولهای v/v نیز مصرف ترین محلول در آزمایشگاه هستند.

$$۳ - \text{محلول درصدی} = \frac{\text{حجم}}{\text{حجم}} \left(\frac{v}{v} \% \right)$$

$$\frac{v}{v} \% = \frac{\text{ماده حل شدنی به mL}}{۱۰۰ \text{ میلی لیتر محلول}}$$

$$\text{محلول (میلی لیتر)} = \text{ماده حل شدنی (میلی لیتر)} + \text{حلال (میلی لیتر)}$$

برای مثال برای ساختن محلول ۷۰٪ ($\frac{v}{v} \%$) اتانول ۷۰ mL اتانول خالص را به ۳۰ mL آب مقطر دیونیزه اضافه می کنیم.

پ - هکلولهای بدون آب و آبلار : ممکن است در آزمایشگاه بالین از نمکهای سیلیسی آبلار استفاده شود. تفاوت این نمکها با نوع خشک آن، تعدادی مولکول آب است که همراه مولکول نمک وجود دارد. در صورت استفاده از نمک آبلار باید میزان آن کاسه شده و در اندازه گیریهای مختلف اعمال کنند. برای مثال :

در آزمایشگاه نمک $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ موجود است. برای ساختن ۱۰۰ میلی لیتر ۱۵٪ CuSO_4 به چند گرم نمک آبلار نیاز است.

$$\text{CuSO}_4 = 16\%$$

$$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 16\% + 18 = 34\%$$

$$\frac{\text{CuSO}_4}{\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}} = \frac{16\%}{34\%} = \frac{15}{x} \rightarrow x = 30.6$$

یعنی ۳۰.۶ گرم از نمک $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ را با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانیم.

به همین دلیل در آزمایشگاه هماتولوژی جهت تهیه ضد انعقاد سترات ۶ اگر بودر سترات سدیم ۲ آبه باشد گلوله آن به صورت ۳۲ gr/L و اگر بودر سترات سدیم ۱۱ آبه باشد گلوله آن به صورت ۳۸ gr/L تهیه می شود.

ج - کاسبات مربوط به غلظت :

در آزمایشگاه بالین با قیق کردن هکلولهای غلیظ ذخیره هکلولهای مصرفی مورد نیاز ساخته می شود :

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

C_1 = غلظت هکلول ذخیره
 V_1 = حجم هکلول ذخیره مورد نیاز
 C_2 = غلظت هکلول جدید
 V_2 = حجم هکلول جدید

مسئله: جهت ساختن ۳۰۰ میلی لیتر ۵ درصد NaCl در ۲ درصد NaCl به چند میلی لیتر NaCl ذخیره ۵ درصد نیاز داریم.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$5 \times x = 2 \times 300 \rightarrow x = 120$$

یعنی ۱۲۰ میلی لیتر از ۵ درصد NaCl برداشته و آنرا به حجم ۳۰۰ میلی لیتر می رسانیم.

محاسبه: مولاریته - نرمالیه - اکی والان - میلی مول :

* تعاریف:

۱- **گرم مول:** گرمی است که در هر لیتر آن یک مولکول گرم از جسم حل شده و چون داشته باشد. یعنی اگر یک مولکول گرم از جسم حل شوند، در مقداری آب مقطر حل کرده و سپس حجم کلی را به یک لیتر (۱۰۰۰ cc) برسانیم. گرم یک مول، آن جسم اعدادی شوند. برای مثال برای تهیه گرم یک مول NaOH باید ۴۰ گرم NaOH (۲۳ = ۱۶، ۱ = ۱) را در آب حل کرده حجم را به یک لیتر برسانیم به عبارتی دیگر گرم مول NaOH ۴۰ gr/L

۲- **گرم مولال:** گرمی است که در یک کیلوگرم حلال (۱۰۰۰ گرم حلال) یک مولکول گرم جسم حل شده و چون داشته باشد. یعنی اگر یک مولکول گرم از جسم حل شوند، در ۱۰۰۰ gr آب حل کنیم گرم یک مولال آن بدست می آید. مول لیتر را با M نشان می دهند.

۳- **گرم نرمال:** گرمی است که در یک لیتر حلال از ماده را که گرمال آن ماده می نامند. به عبارتی دیگر گرمالهای نرمالها هستند که در هر لیتر آن برابر با وزن مولکولی ماده در حلال حل شده باشد.

ظرفیت در اسیدها برابر تعداد H در بازها برابر تعداد OH و در یون برابر

تعداد بار است. برای مثال محلول یک نرمال NaOH دارای $\frac{40}{1} = 40$ گرم در لیتر NaOH است و محلول یک نرمال H_2SO_4 دارای $\frac{98}{2} = 49$ گرم در لیتر H_2SO_4 است

* وزن اتمی بعضی عناصر دہم :

$$H = 1$$
$$0 = 14$$
$$Na = 40$$
$$p = 21$$
$$C = 14$$
$$S = \mathbb{C}P$$
$$K = 29$$
$$cu = 4\pi$$
$$N = 12$$
$$CL = 2\sigma, \sigma$$
$$C_a = \varepsilon.$$

* مردم مولکولی یعنی از مواد مهم:

$$H_2O = 1 \Delta$$
$$\text{NaOH} = 1\%$$

urea = 4.

$$H_2SO_4 = 98$$
$$NaCl = \delta n, \text{ as}$$

Glucose = 1A.

$$HCl = 24,8$$
$$K_{CL} = v r_c \cdot \alpha$$

* انواع مسائل :

۱- در صورت مسئله یکبار از کلمه موله رتبه یا نرمالیه استفاده شده است. در این صورت از این فرمولها استفاده می شود:

$$N = M \times n \quad \text{ظرفیت} \times \text{مولا، لایه} = \text{نرمالایه}$$

$$M = \frac{\text{Mol}}{\text{Lit}} \quad \text{مول، لیٹر} = \frac{\text{مول}}{\text{لیٹر}}$$

$$\text{مول} = \frac{\text{گرم}}{\text{وزن مولکولی}} \quad \text{mol} = \frac{\text{gr}}{\text{M.W}}$$

مثال ۱ : ۹۸ گرم اسید سولفوریک را به ۵۰۰ cc می ساینیم ،
نرمالیتی محلول را حساب کنید :

$$gr = 98$$

$$Lit = 0.5$$

$$mw = 98$$

$$n = 2$$

$$Mol = \frac{gr}{mw} = \frac{98}{98} = 1$$

$$Molarity = \frac{Mol}{Lit} = \frac{1}{0.5} = 2$$

$$N = M \times n = 2 \times 2 = 4$$

مثال ۲: برای تهیه ۱۰۰ cc سود ۲ نرمال، چند گرم سود لازم است؟

$$mw = 40$$

$$Lit = 0.1$$

$$N = 2$$

$$gr = ?$$

$$n = 1$$

$$N = M \times n \rightarrow 2 = M \times 1 \rightarrow Molarity = 2$$

$$Molarity = \frac{Mol}{Lit} \rightarrow 2 = \frac{Mol}{0.1} \rightarrow Mol = 0.2$$

$$Mol = \frac{gr}{mw} \rightarrow 0.2 = \frac{gr}{40} \rightarrow gr = 8$$

۲- در صورت مسئله دو بار کلمه مول، یا دو بار کلمه نرمال یا یک بار مول و یک بار نرمال استفاده شده است. این نوع مسئله همان مسائل خنثی سازی درسیم است:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$N = Molarity \times n$$

مثال ۱: برای ساختن ۲۰۰ cc اسید کلرید ریک ۱/۵ مول، چند سی سی اسید کلرید ریک ۵ مول لازم است؟

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$200 \times 1.5 = 10 \times x \rightarrow x = 200$$

یعنی اگر ۲۰۰ cc از اسید ۵ مول برداشته و به حجم ۲۰۰ cc برسانیم، ۲۰۰ cc اسید ۱/۵ مول خواهیم داشت.

مثال ۲: برای تهیه ۲۰۰ cc اسید سولفوریک ۵٪ مولار، مقدار اسید سولفوریک ۲ نرمال لازم است؟

$$N = M \times n \rightarrow 2 = M \times 2 \rightarrow \text{Molarity} = 1$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0.5 \times 200 = 1 \times x \rightarrow x = 100 \text{ cc}$$

۳- کاسه مولرته و نرمالته با توجه به دانسیته (چگالی) و روی برحسب شناسایی شیمیایی متغیر به ظروف اسیدها، بازها، حلالها و یا چگالی ویژه (SG) (Specific Gravity) برچسب شده است، که با توجه به آن می‌توان مولرته یا نرمالته آن اسید و باز غلیظ را کاسه کرد.

$$\text{Molarity} = \frac{\text{SG} \times \%C \times 1000}{\text{M.W}}$$

$$N = M \times n$$

$$\text{SG} = \text{چگالی ویژه (برحسب)} \quad \text{درجه خلوص} = \%C$$

$$\text{M.W} = \text{وزن مولکولی}$$

مثال ۳: برای تهیه ۱۰۰۰ cc اسید سولفوریک ۲ نرمال چند سی سی اسید سولفوریک با درجه خلوص ۹۸ درصد و $\text{SG} = 2$ لازم است؟

$$\text{Molarity} = \frac{2 \times 0.98 \times 1000}{98} = 2 \quad \text{مولرته اسید غلیظ} = 2$$

$$N = M \times n = 2 \times 2 = 4 \quad \text{نرمالته اسید غلیظ} = 4$$

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \rightarrow 2 \times 1000 = 4 \times x \rightarrow x = 500 \text{ cc}$$

یعنی اگر ۵۰۰ cc از ظرف اسید سولفوریک غلیظ (که دارای نرمالته ۴ است) برداشته و به حجم ۱۰۰۰ cc برسانیم، ۱۰۰۰ cc اسید سولفوریک ۲ نرمال خواهیم داشت.

۴- تبدیل گلولهای درصدی به مولالیتیم و نرمالیتیم:

$$M = \frac{\% w/v \times 10}{MW}$$

$$N = \frac{\% w/v \times 10}{\frac{MW}{n}}$$

مثال: غلظت گلوله از نمک (NaCl) مولالیتیم محلول را حساب کنید.
پاسخ: ۱۸۵٪ می باشد.

$$M = \frac{0.185 \times 10}{58.5} = 0.112 \text{ مول}$$

مثال: نرمالیتیم محلول ۱۵٪ اسید سولفوریک را حساب کنید.

$$N = \frac{15 \times 10}{\frac{98}{2}} = \frac{150}{49} \approx 3 \text{ نرمال}$$

۵- مسائل میلی مول و میلی اکی والان :
فرمولها:

$$mg/dL = \% mg$$

$$mg/Lit = 10 \times mg/dL$$

$$mili mol/Lit = \frac{mg/L}{M.w} = \frac{10 \times mg/dL}{M.w}$$

$$mili Eq/Lit = \frac{mg/L \times n}{M.w} = \frac{10 \times mg/dL}{M.w}$$

مثال ۱: گلوکز خون بیمار ۱۴۰ mg/dL است. گلوکز خون بیمار چند میلی مول در لیتر است؟
(MW = ۱۸۰)

$$mmol/Lit = \frac{10 \times mg/dL}{MW} = \frac{140 \times 10}{180} \approx 7.8 \text{ میلی مول در لیتر}$$

مثال ۲: اورده سرم بیماری ۴ میلی مول در لیتر است. میزان اورده سرم چند میلی گرم در لیتر است؟ (MW = ۶۰)

$$\text{mili mol/Lit} = \frac{10 \times \text{mg/dL}}{\text{MW}}$$

$$4 = \frac{10 \times \text{mg/dL}}{60} \rightarrow \text{mg/dL} = 24$$

مثال ۳: ۴ میلی گرم در صد یون سیسم معادل چند میلی اکروالا گرم در لیتر است؟

$$\text{mili Eq/Lit} = \frac{10 \times \text{mg/dL}}{\text{MW}}$$

$$\text{mili Eq/Lit} = \frac{10 \times 40}{200} = 200$$

محاسبه ۴

pH اسید و باز - pH بافر :

الف - pH اسیدها و بازهای قوی :

یون غلظت یون H^+ و OH^- اعداد بسیار کوچکی هستند و برای بیان غلظت آن از غلظت آن 10^{-x} گرفته و به ترتیب pH و pOH می نامیم یعنی :

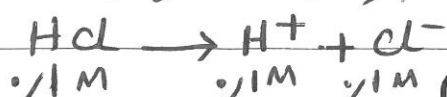
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

ب - آنجاییکه اسیدها و بازهای قوی در درصد یونیزه می شوند برای محاسبه pH و pOH آن از روابط مذکور استفاده می شوند.

مثال ۱: pH محلول ۱ مولار HCl عبارت است از :



$$pH = -\log [H^+] = -\log 0.1 = -\log 10^{-1} = 1$$

مثال ۲: pH محلول 2×10^{-6} مولار NaOH عبارت است از:

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log 2 \times 10^{-6} = -(\log 2 + \log 10^{-6})$$

$$= -(\log 2 - 6) = 6 - 0.3 = 5.7$$

$$pH + pOH = 14 \rightarrow pH + 5.7 = 14 \rightarrow pH = 8.3$$

مثال ۳: غلظت یون هیدروژن در خون بیماری 4×10^{-8} مولار است.
pH خون بیمار چقدر است؟

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log (4 \times 10^{-8}) = -(\log 4 + \log 10^{-8})$$

$$= -(\log 4 + \log 10^{-8})$$

$$= -(\log 4 - 8) = 8 - 0.6 = 7.4$$

غلظت یون هیدروژن به طور طبیعی در خون 4×10^{-8} مولار یا
 10^{-9} مولار (۱۰ نانومول) در لیتر است.

۵ - pH محلول تامپون یا بافر:

تامپون یا محلول های بافر، محلول هایی هستند که با افزودن مقدار کمی اسید یا باز به آن pH آن تغییر زیادی نکند. این محلول معمولاً از یک اسید ضعیف و نمک مربوط به آن تشکیل شده اند. برای مثال اسید استیک (CH_3COOH) به عنوان اسید ضعیف و استات سدیم (CH_3COONa) نمک این اسید می باشد. مخلوطی از این دو تشکیل تامپون استات می دهد که می تواند با افزودن اسید یا باز به آن در برابر تغییرات pH مقاومت کند. قدرت یک تامپون به غلظت اجزاء سازنده آن بستگی دارد. برای مثال

بافر استات ۲ مولار از بافر استات ۰/۲ مولار قوی‌تر است.
برای محاسبه pH یک تامیون از رابطه هاندerson-هاسلبلخ
استفاده می‌شود:

$$pH = pK_a + \log \frac{S}{A}$$

pH = pH تامیون

pK_a = ضریب ثابت تجزیه اسید

S = غلظت نمک تامیون

A = غلظت اسید تامیون

مثال ۱: اگر در بافر استات غلظت استات سدیم ۰/۲ مولار و غلظت
اسید استیک ۰/۲ مولار باشد، pH بافر عبارت است از:
pK_a = ۴,۷۴

$$pH = pK_a + \log \frac{S}{A} = 4,74 + \log \frac{0,2}{0,2}$$

$$= 4,74 + \log 1 = 4,74 + 0 = 4,74$$

مثال ۲: اگر در بافر استات غلظت استات سدیم ۰/۱ مولار و غلظت اسید
استیک ۰/۱ مولار باشد، pH بافر عبارت است از:
pK_a = ۴,۷۴

$$pH = pK_a + \log \frac{S}{A} = 4,74 + \log \frac{0,1}{0,1}$$

$$= 4,74 + \log 1 = 4,74 + 0 = 4,74$$

* اگر در یک بافر غلظت نمک و اسید برابر باشد
 $pH = pK_a$

۵) اندازه گیری مواد پر اسال فتومتریک :

بسیاری از دستگاههای مورد استفاده در آزمایشگاههای تشخیص طبی مانند اسپکتروفتومتر بر پایه اندازه گیری میزان جذب نوری ساخته شده اند. بر اساس قانون Beer - Lambert هنگامی که نور تکرنگ از محلول عبور می کند، مقدار نوری که جذب محلول می شود یا مقدار نوری که از محلول عبور می کند به غلظت ماده رنگی بستگی دارد و جذب نور توسط ماده رنگی به شدت نور بستگی ندارد. هر چه غلظت ماده رنگی و قطر لوله بیشتر باشد نور بیشتری جذب می شود و نور کمتری از محلول عبور می کند. بر اساس این قانون اثبات می شود که :

$$A = 2 - \log \% T$$

$$A \text{ (Absorbance)} = \text{جذب نور} = \text{OD (optical Density)}$$

$$T \text{ (Transmittance)} = \text{عبور نور}$$

مثال : اندازه گیری فتومتریک کراتینین به روش رافه روی سرم بیمار انجام شد که طی آن درصد عبور نور ۵۵٪ بود. مقدار جذب نور را محاسبه کنید :

$$\log 55 = 1,74$$

$$A = 2 - \log \% T = 2 - \log 55 = 2 - 1,74 = 0,26$$

جذب نوری حاصل از محلول رنگی استاندارد که ببنال واکشن سیمیایی اختصاصی با محلولهای رنگزا موجود می آید ملاک مقایسه فتومتریک یک نمونه مجهول است که همین فرآیند را طی می کند. وقتی جذب نوری نمونه بیمار و استاندارد در مورد تست مورد نظر اندازه گیری شود، با دو روش غلظت نمونه بیمار به صورت گس به دست می آید :

الف - روش تک استاندارد :

$$\text{غلظت استاندارد} \times \text{جذب نور مجهول} = \text{غلظت نمونه مجهول} \times \text{غلظت استاندارد}$$

$$C_{\text{test}} = \frac{\text{OD}_{\text{test}} \times C_{\text{st}}}{\text{OD}_{\text{st}}}$$

مثال: اگر میزان استاندارد او 40 mg/dL و جذب نوری آن 0.758 و جذب نوری نمونه سرم بیمار 0.22 باشد، میزان او در سرم بیمار عبارت است از:

$$C_{\text{test}} = \frac{OD_{\text{test}}}{OD_{\text{st}}} \times CS = \frac{0.22}{0.758} \times 40 = 11.4 \text{ mg/dL}$$

اگر جذب نوری نمونه مجهول از جذب استاندارد بالاتر باشد رابطه فوق از دقت کافی برخوردار نیست. در این حالت می توان با رقیق کردن نمونه سرم آنرا مجدداً مورد آزمایش قرار داد یا از استاندارد با غلظت بالاتر استفاده کرد.

پ. روش نفوذ از استاندارد: P
در بسیاری از آزمایشهای بیوشیمی، پس از یک استاندارد بکار می رود. در این صورت بعد از اندازه گیری جذب نوری هر یک از استانداردها، روی کاغذ سطر نخی غلظت استانداردها به محور X ها و جذب نوری آنها به محور Y ها منتقل می شوند و از اتصال نقاط مقابل هم یک خط راست بدست می آید که به نفوذ از استاندارد معروف است. پس از خواندن جذب نوری نمونه مجهول و اتصال آن به محور Y ها، میزان غلظت نمونه مجهول روی محور X ها بدست می آید.
در این روش محدوده خطی بستر در مقایسه با روش تک استاندارد بدست می آید.

④ اندازه گیری نیروی نسبی سانتریفیوژ:

$$RCF(g) = 1.118 \times 10^{-5} \times r \times \text{rpm}^2$$

RCF (Relative Centrifugal Force) = نیروی نسبی سانتریفیوژ
شعاع سانتریفیوژ از محور سانتریفیوژ تا انتهای لوله بر حسب سانتی متر = r
 rpm (rounds per minute) = دور در دقیقه

پس برای محاسبه RCF با واحد g ابتدا باید r و rpm را حساب کنیم.

rpm یا وسیله‌ای به نام تاکومتر (tachometer) اندازه‌گیری
می‌شود در شعاع سانشرفیو از محور تا انتهای جایگاه لوله‌ها با خط گس
اندازه‌گیری می‌شود.
دور سانشرفیو هر ۳ ماه یکبار باید کنترل شود و دور اندازه‌گیری شده نباید
بیش از ۵ درصد با نور تنظیم شده تناوب داشته باشد، در غیر این صورت
باید تنظیم شود.

* بخش سوم : محاسبات اقتصادی پیوسته :

۱) محاسبات مربوط به گلوکز :

الف - میزان نرمال گلوکز سرم یا پلاسما بعد از ۱۰-۸ ساعت ناشتایی
(FBS) $70-100 \text{ mg/dL}$ است. میزان نرمال گلوکز مایع نخاع
(CSF) حدود $\frac{2}{3}$ یا 40% گلوکز سرم یعنی حدود $40-75 \text{ mg/dL}$ است.

مثال : میزان گلوکز نمونه سرم بیماری 120 mg/dL است، میزان گلوکز
نمونه CSF حدوداً عبارت است از :

$$120 \times \frac{2}{3} = 80 \text{ mg/dL}$$

البته حدود 2% دقیقه زمان لازم است تا گلوکز خون و CSF به تعادل برسد
لذا برای اندازه گیری گلوکز CSF و مقایسه آن با گلوکز خون بایستی
 2% دقیقه قبل از گرفتن CSF، خونگیری کرد.

ب - هموگلوبین A1C : مولکولهای مختلف قند مانند گلوکز، فروکتوز و...
پس از ورود به گلبول قرمز می توانند طی واکنشی غیر آنزیمی به مولکول
هموگلوبین متصل شوند که به طور کلی آنرا گلیکوز هموگلوبین یا
هموگلوبین گلیکوزیله می نامند. مهم ترین هموگلوبین گلیکوزیله Hb A1C
می باشد که حاصل اتصال گلوکز به هموگلوبین است. میزان طبیعی Hb A1C
کتر از ۷، ۵ درصد است که در بیماری دیابت قند ممکن است تا ۱۵-۱۱
درصد برسد. برای اندازه گیری Hb A1C از روشهای مختلف کروماتوگرافی،
الکتروفورز، کالکیمتری و... استفاده می شود. در آنفرهای همولیتیک
که طول عمر گلبول قرمز کاهش می یابد میزان Hb A1C نیز به طور قابل
گاهش می یابد. از رابطه زیر می توان میزان قند خون تقریبی بیمار را
از روی Hb A1C محاسبه کرد:

$$eAG = 28.7 \times A1C - 46.7$$

مثال : میزان A1C خون بیماری ۷ درصد است. قند خون تقریبی خون

بِعبار عبارت است از :

$$eAG = 28.7 \times 7 - 46.7 = 154 \text{ mg/dL}$$

۲ محاسبات مربوط به چربی :

اندازه گیری کلسترول توتال، HDL و LDL و تری گلیسرید جهت تعیین ریسک بیماری های قلبی عروقی اهمیت دارد. روش های نادری جهت اندازه گیری LDL به صورت مستقیم وجود دارد و عمدتاً LDL به صورت کاسه ای تعیین می گردد که برای این منظور از فرمول Friedwald استفاده می شود :

$$\text{کلسترول توتال} = HDL + LDL + VLDL$$

$$VLDL = \frac{TG}{5}$$

بنابراین :

$$LDL = \text{total chol} - \left(HDL + \frac{TG}{5} \right)$$

مثال : در صورتیکه در نمونه سرم بیماری :

TG = ۲۵۰ mg/dL
کلسترول = ۲۰۰ mg/dL
HDL = ۴۰ mg/dL

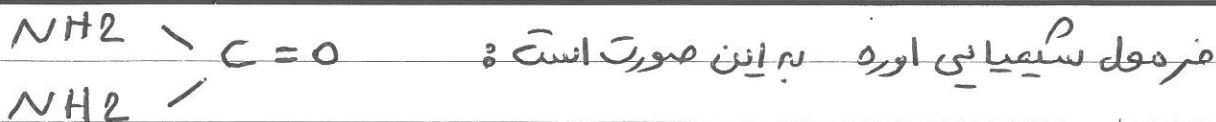
میزان LDL عبارت است از :

$$LDL = 200 - \left(40 + \frac{250}{5} \right) = 200 - 90 = 110 \text{ mg/dL}$$

اگر غلظت تری گلیسرید بیش از ۴۰۰ mg/dL باشد فرموله فوقه صحت کاسه ای خود را از دست می دهد.

۳ کاسیات مربوط به اوره - BUN - کراتینین - $\frac{Alb}{Cr} - \frac{BUN}{Cr}$:

اوره (Urea) محصول نه ای متابولیسم پروتئین ها و اسیدهای آمینه است که طی مراحل به ناکسیکل اوره در کبد تولید شده و سپس وارد خون شده و بعد از تصفیه توسط کلیه ها با ادرار دفع می شود.



در سابقه‌های شیمیایی اوره دو اتم نیتروژن وجود دارد، سابقاً آزمایشگاه‌ها به دلیل عدم توانایی اندازه‌گیری اوره مقدار نیتروژن‌های آن را اندازه‌گیری می‌کردند که BUN (Blood Urea Nitrogen) نامیده می‌شود. رابطه اوره و BUN به این صورت است:

$$\frac{\text{urea}}{\text{BUN}} = \frac{\text{وزن مولکولی اوره}}{\text{وزن دو اتم نیتروژن}} = \frac{\%}{2 \times 14} = \frac{\%}{28} = 2.14$$

از رابطه $\frac{\text{urea}}{\text{BUN}} = 2.14$ برای تبدیل ایندو به هم استفاده می‌شود.

مثال: اگر BUN سرم بیمار ۱۵ mg/dL باشد، میزان اوره سرم عبارت است از:

$$\text{Urea} = \text{BUN} \times 2.14 = 15 \times 2.14 = 32.1 \text{ mg/dL}$$

کراتینین ماده‌ای است که به علت از دست دادن یک مولکول آب از کراتین در عضلات ایجاد می‌شود و سپس از طریق جریان خون به کلیه‌ها رسیده و با ادرار دفع می‌شود. کراتین خود ماده‌ای است که از واکنش سه اسید آمینه گلیسین، متیونین و آلانین در کبد ساخته می‌شود و سپس از رسیدن به عضلات توسط آنزیم CPK به کراتین مشتقات تبدیل می‌گردد که شکل نه‌خیره آن در عضلات است. همان‌گونه که گفته شد ما از آن به کراتینین تبدیل می‌شود.

BUN و کراتینین هر دو در بیماری‌های کلیوی افزایش دارند اما از نسبت $\frac{\text{BUN}}{\text{Cr}}$ در تشخیص اختلالی یعنی موارد استفاده می‌شود:

۱- افزایش نسبت $\frac{\text{BUN}}{\text{Cr}}$: اختلالات پری رنال مانند نارسایی قلبی (به دلیل کاهش پرفیوژن کلیوی) - اختلالات پست رنال مانند انسدادهای ادراری - رژیم غذای پر پروتئین

۲- کاهش نسبت $\frac{\text{BUN}}{\text{Cr}}$: رژیم غذای کم پروتئین - بیماری‌های سدیکمی

نسبت نرمال $\frac{BUN}{Cr}$ ۱۰ به ۱ تا ۲۰ به ۱ می باشد.

همچنین از نسبت $\frac{Alb}{Cr}$ (ACR = Albumin creatinin Ratio) جهت ارزیابی میکروآلبومینوری در بیماران دیابتی استفاده می شود.
روزانه (در ۲ ساعت) به طور طبیعی کمتر از 30 mg آلبومین از طریق ادرار دفع می شود. حالتی که در آن دفع ادراری آلبومین $30 - 300 \text{ mg}$ در ادرار ۲ ساعته باشد میکروآلبومینوری نام دارد که در نروپاتی دیابتی اتفاق می افتد. در مواردیکه جمع آوری ادرار ۲ ساعته امکان پذیر نباشد می توان از نمونه ادرار رانندگی جهت ارزیابی همزمان آلبومین و کراتینین و هماسید نسبت آلبومین به کراتینین استفاده کرد.

ACR در افراد مذکر بالغ کمتر از 2 mg Alb/mmol Cr است و در افراد مؤنث بالغ کمتر از $2.8 \text{ mg Alb/mmol Cr}$ است.
میکروآلبومینوری به حالتی اشاره دارد که در آن ACR در افراد مذکر بالغ ۲-۳ و در افراد مؤنث بالغ ۲.۸-۳۸ است و بالاتر از آن نشان دهنده ماکروآلبومینوری است که با دفع ادراری آلبومین بیش از 300 mg در ادرار ۲ ساعته همراه است.

۴) محاسبات آهن سرم - TIBC - UIBC :

الف) S.I (Serum Iron) : آهن مقید به ترانسفرین را گویند که میزان آن $160 - 280 \text{ } \mu\text{g/dL}$ در مردان و $150 - 200 \text{ } \mu\text{g/dL}$ در زنان است.

ب - UIBC (Unbound Iron Binding Capacity) : ظرفیتی از ترانسفرین سرم است که به آهن مقید نمی باشد.

ج - TIBC (Total Iron Binding Capacity) : کل ظرفیت ترانسفرین سرم برای اتصال به آهن است و به عبارتی دیگر
$$TIBC = SI + UIBC$$

$$\% S = \frac{SI}{TIBC} \times 100$$

میزان نرمال ۵۵-۲۰ درصد
در آنفر فقر آهن SI کاهش ، TIBC افزایش و درصد اسید
کاهش می یابد .

نسبت های n آنزیمی:

الف - برای تشخیص سکته قلبی از آزمایش‌های زیر یعنی CKMB، CPK، LDH و SGOT استفاده می‌شود. در بین تست‌های آنزیمی CKMB از بقیه اهمیت بیشتری دارد و در ضمن زودتر از بقیه مثبت می‌شود. در صورت اسکلاتی نیز میزان کمی CKMB وجود دارد لذا آسیب شدید عضلانی می‌تواند موجب افزایش CKMB شود. برای تشخیص افتراقی آسیب عضلانی از سکته قلبی به‌کار اندیس نسبتی استفاده می‌شود که عبارت است از

$$\frac{CKMB}{CK\ total}$$

عدد بالای ۲، افعال آسیب قلبی و عروق کرونر ۸، ۲ افعال آسیب عضلانی
مطرح می‌گردد.

پ- برای تشخیص بیماری‌های کبدی از تست‌های آنزیم SGPT (ALT) و SGOT (AST) و آنزیم فوسفاتاز (ALP) و تست‌های استفاده می‌شود.
در ضایعات هیپاتوسلولار، هاد مانند هیپاتیت حاد و ویروسی افزایش ALT از AST بیشتر است لذا $\frac{AST}{ALT}$ است. اما در بیماری‌های مزمن کبدی مانند هیپاتیت مزمن، سیرور کبدی و هیپاتیت الکلی افزایش AST بیشتر از ALT است لذا $\frac{AST}{ALT}$ می‌باشد و اگر تیبی از ۳ باشد خیلی به نفع هیپاتیت الکلی است.

۶ محاسبات هورمونی :

الف- نسبت آلدوسترون به رنین (ARR: Aldosterone Renin Ratio)
آلدوسترون هورمونی استروئیدی است که از قسمت قشری غده فوق کلیوی ترشح شده و موجب افزایش فشار خون می شود. مهم ترین سیستم تنظیم ترشح آلدوسترون سیستم رنین آنژیوتانسین است. کاهش فشار خون موجب افزایش ترشح رنین از کلیه و متعاقب آن تولید آنژیوتانسین II و ترشح آلدوسترون و افزایش فشار خون می گردد. ترشح آلدوسترون، ترشح رنین را، می کند. در آلدوسترونیزم اولیه به علت افزایش ترشح رنین از غده آلدوسترون، فشار خون افزایش دارد و میزان هورمون رنین کاهش دارد. نسبت ARR یک آزمایش غربالگری برای تشخیص آلدوسترونیزم اولیه در افراد با فشار خون بالا و پرخطر است. برای تعیین این نسبت سطح فوی آلدوسترون و رنین اندازه گیری شده و با تقسیم نتیجه آلدوسترون به نتیجه رنین، این نسبت کاسه می شود. در آلدوسترونیزم اولیه به علت افزایش آلدوسترون و کاهش رنین این نسبت افزایش دارد.

پ- هورمون های تیروئیدی :

۱- برای تبدیل T_4 تا T_3 از ngt/dL به $nmol/L$ و تبدیل $Free T_4$ از ngt/dL به $picomol/L$ بر عدد $12,87$ تقسیم می کنیم.

۲- برای تبدیل T_3 تا T_4 از ngt/dL به $nmol/L$ و تبدیل $Free T_3$ از $picogt/dL$ به $picomol/L$ بر عدد $95,1$ ضرب می کنیم.

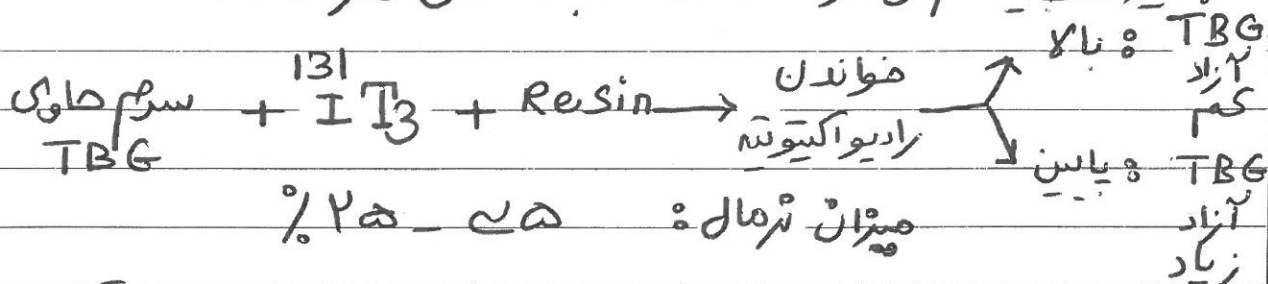
• Resin T₃ uptake

۳ - ۲۰ ماهی

این آزمایش برخلاف نامش میزان T_3 را اندازه گیری کند و در واقع جهت ارزیابی میزان مایگامهای آزاد TBG می باشد نه طوریکه $T_3RU\%$ با مایگامهای آزاد TBG نسبت عکس دارد.

$$\%T_3RU \approx \frac{1}{TBG}$$

جهت انجام این آزمایش به نمونه سرم T_3 نشاندار پایداریواکتیو 131 و رزین (Resin) اضافه می شود و پس از انکوباسیون میزان رادیواکتیو رزین (که هورمونهای T_3 نشاندار را جذب کرده اند) اندازه گیری می شود. هرچه میزان جایگاههای اتصال TBG بیشتر باشد هورمون نشاندار کمتر به رزین متصل می شود و هرچه میزان جایگاههای اتصال TBG کمتر باشد هورمون نشاندار بیشتری به رزین متصل می شود، نتیجه نه صورت درصد T_3 و RV گزارش می شود که با میزان جایگاههای آزاد TBG نسبت عکس دارد.



در بسیاری از پروتئین‌ها در T_3 RU همجهت با تغییر T_3 و T_4 است.

در بیماری تیروئید T_3 , T_4 , T_4 و TBG آزاد کم و T_3RU افزایش دارد.

دارد
در کم کاری تیروئید، T_4 و T_3 پایین، TBG آزاد زیاد و T_3RU کاهش
دارد.

با استفاده از $T3RU$ می توان میزان FTI (Free $T4$ Index) را کالکوله کرد:

$$FTI = T_4 \times \% T_3 \text{ RU}$$

$$FTI = T_4 \times THBR$$

THBR = Thyroid Hormone Binding Ratio

$$THBR = \frac{T3U \text{ بیمار}}{T3U \text{ میانگین آزمایشگاه مرجع}} = \frac{T3U \text{ بیمار}}{\text{mean normal range}}$$

گروه طبیعی FTI : ۵,۶ - ۹,۷

FTI در واقع متناسب با Free T4 است و بیانگر میزان واقعی هورمون است

(۱) در حاملگی و مصرف قرصک ضد بارداری، افزایش استروژن میزان TBG افزایش می یابد و در نتیجه هورمون T4 بیشتر توسط آن جذب می شود، لذا Free T4 کاهش یافته و از طریق مکانیسم فیدبک منفی افزایش آزادسازی T4 می شود و با هیپرتیروئیدسم استباه می شود در حالی که بیمار یوتیروئید است. در این حالت علت افزایش TBG میزان T3Up کاهش می یابد و FTI نرمال می شود.

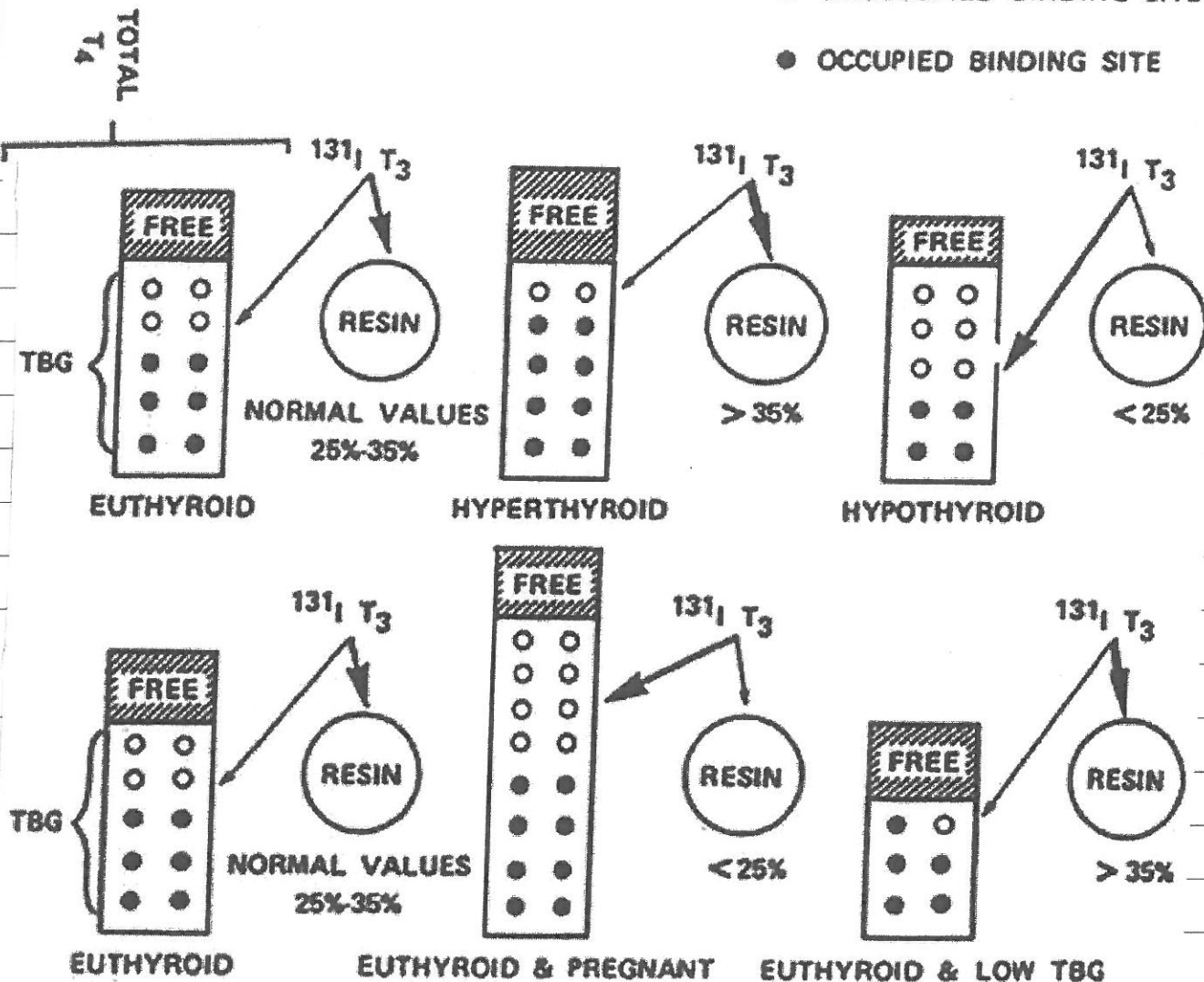
(۲) اندروژن ها و سندرم نفروتیک موجب کاهش TBG می شوند و بعضی داروها مانند سالیسیلات ها، ففوزمانید، عفنیتوئین جایگاه های ترکیبی TBG را اشغال می کنند و در نتیجه هورمون T4 کمتر توسط TBG جذب می شود و لذا Free T4 افزایش یافته و از طریق مکانیسم فیدبک منفی موجب کاهش آزادسازی T4 می شود و با هیپوتیروئیدسم استباه می شود در حالی که بیمار یوتیروئید است. در این حالت علت کاهش TBG میزان T3Up افزایش می یابد و FTI نرمال می شود.

	T4	T3RU	FTI
هیپرتیروئید	↑	↑	↑↑
هیپوتیروئید	↓	↓	↓↓
یوتیروئید (استروژن و...)	↑	↓	~
یوتیروئید (اندروژن و...)	↓	↑	~

ResinT3 Uptake assay

○ UNOCCUPIED BINDING SITE

● OCCUPIED BINDING SITE



با وزن مولکولی پایین است که معمولاً در غشای سلول بافتی که تناسلی نرمال بیان می شود و به عنوان یک بیومارکر مهم با حساسیت و اختصاصیت بسیار از CA125 برای تشخیص سرطان تخمدان در مراحل ابتدای بیماری بود.

اما الگوریتم ROMA به طور موثقیته آمیزی بیماری را با استفاده از HE4 و CA125 برای سرطان ای-تلیای تخمدان (EOC) به دو گروه بر فطر و کم فطر طبقه بندی می کند. این الگوریتم عبارت است از:

premenopausal women

PI (predictive Index) =

$$-12.0 + 2.38 \times LN(HE4) + 0.0626 \times LN(CA125)$$

postmenopausal women

PI (predictive Index) =

$$-8.09 + 1.04 \times \text{LN}(\text{HE4}) + 0.732 \times \text{LN}(\text{CA125})$$

PP (predicted probability) =

$$\frac{\exp(\text{PI})}{[1 + \exp(\text{PI})]} \times 100$$

Abbreviations:

exp = exponential

LN = natural logarithm

زنان قبل از یائسگی :

۱۲٫۵٪ PP > ریسک بالا برای تشخیص سرطان کفزان ای-تلیالی

زنان بعد از یائسگی :

۱۴٫۴٪ PP > ریسک بالا برای تشخیص سرطان کفزان ای-تلیالی

۸ محاسبات اسید و باز :

مهمترین سیستم تامپوئی فون در تنظیم pH سیستم بافری اسید-باز است. این سیستم به طوریکه تفک این سیستم HCO_3^- و اسید آن H_2CO_3 است. اما از آنجاییکه H_2CO_3 به صورت $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ تجزیه می شود، اسید این سیستم را می توان به شکل CO_2 محلول (dCO_2) نشان داد، لذا براساس رابطه هندرسون-هاسلباخ می توان گفت:

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{\text{S}}{\text{A}} \rightarrow \text{pH} = 6.1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{dCO}_2}$$

میزان CO_2 محلول از رابطه $\alpha \text{ p}$ کاسیه می شود: $\text{dCO}_2 = \alpha \text{ p}$ که در آن α ضریب حلالیت CO_2 و p فشار CO_2 در خون است.

لذا:

$$pH = 7.1 + \log \frac{HCO_3^-}{0.03 pCO_2}$$

مثال: اگر غلظت یونی کربنات 24 mmol/L و فشار CO_2 40 mmHg باشد pH خون عبارت است از:

$$pH = 7.1 + \log \frac{24}{0.03 \times 40} = 7.1 + \log 20 = 7.1 + 1.3 = 7.4$$

pH خون سرخری در حالت طبیعی $7.35 - 7.45$ می باشد. pH زیر 7.35 را اسیدوز و pH بالای 7.45 را آلکالوز می نامند.

۹) شکاف آنیونی (Anion gap):

یلاسا 155 mmol/L کاتیونی 155 mmol/L آنیون دارد. Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Na^+ کاتیون های یلاسا به ترتیب اهمیت عبارتند از: HPO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- آنیون های یلاسا به ترتیب اهمیت عبارتند از: (فسفات) و SO_4^{2-} (سولفات)

سدیم با غلظت 142 mmol/L مهم ترین کاتیون یلاسا است و کلر با غلظت 103 mmol/L مهم ترین آنیون یلاسا است. همیشه مجموع بارهای مثبت و منفی یلاسا با هم برابر است که اصطلاحاً آنرا $Electroneutrality$ می نامند، اما معمولاً برای سنجش بار مثبت سدیم و پتاسیم و برای سنجش بار منفی کلر و کربنات اندازه گیری می شوند یعنی:

$$Na^+ + K^+ = 142 + 6 = 148$$

$$Cl^- + HCO_3^- = 103 + 27 = 130$$

تفاوت این دو را $anion\ gap$ می گویند که حدود ۱۶ است:

$$anion\ gap = (Na + K) - (Cl + HCO_3)$$

همواره طبیعی شکاف آنیونی یا فرمول فوق $10 - 20 \text{ mmol/L}$ است. اگر پتاسیم را در فرمول فوق در نظر نگیریم:

$$anion\ gap = Na - (Cl + HCO_3)$$

در این صورت محدوده سکاف آنیونی $16-8 \text{ mmol/L}$ می باشد.

مثال: خانم ۶۲ ساله ای با دیابت وابسته به انسولین در اورژانس بیمارستانی در شرایط کوما بستری شده است. نتایج آزمایشهای الکترولیت او به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} 140 \text{ mmol/L} &= \text{Na} \\ 3.5 \text{ mmol/L} &= \text{K} \\ 105 \text{ mmol/L} &= \text{Cl} \\ 17 \text{ mmol/L} &= \text{HCO}_3 \end{aligned}$$

سکاف آنیونی با احتساب بیاسیم: $21.5 = (140 + 3.5) - (105 + 17)$
سکاف آنیونی بدون احتساب بیاسیم: $18 = 140 - (105 + 17)$

اگر سکاف آنیونی از 17 mmol/L بیشتر باشد به احتمال زیاد غلظت آنیونهای اندازه گیری نشده به طور قابل توجهی افزایش یافته است که از جمله علل آن حالات کتوتیک ماسه ریابته قندگی یا اسیدوز لاکتیک در طی شوک می باشند.

اگر سکاف آنیونی از 10 mmol/L کمتر باشد به احتمال زیاد غلظت کاتیونهای اندازه گیری نشده افزایش یافته و یا غلظت آنیونهای اندازه گیری نشده کاهش یافته است. افزایش کاتیونهای اندازه گیری نشده در مسمومیت با لیتیم (Li^+) و یا راپروتئینی (مالتیپل میلوما) و کاهش آنیونهای اندازه گیری نشده در کاهش آلبومین سرم دیده می شود.

۱۰ اسمولالیت کاسیده ای (calculated osmolality) و سکاف اسمولال (osmolal gap):

اسمولالیت یک محلول به تعداد ذرات حل شده در آن بستگی دارد و به اندازه وزن و فعالیت یونی آن بستگی ندارد. محلول یک مولال گلوکز،

اسمولا لیتِه طبیعی سِر
اسمولا لیتِه طبیعی ادرار
این نشاندهنده تغلیظ ادرار توسط کلیه ها می باشد.

مِنْ عَوَالِدِ أَصْلَى إِجَارِ اسْمِ الْإِثْمِ سَمِ بِرَقَّتِ تَنْظِيمُ هِي سُونَدُ
اسْمِ الْإِثْمِ سَمِ بِأَيْنِ مَرْمُولِ قَابِلِ هَا سَبِيهِ اسْت :

$$\text{mosmol/kg H}_2\text{O} = 1,14(\text{Na}^+) + \frac{i\bar{o}}{1,1} + \frac{\text{BUN}}{r,1}$$

عدد ۸، این عدد Na مترب من سود که مریو Na یا یک آنیو یا لانس من سو
عدد ۱۸ جهت تبدیل میزان قند از mg/dL به $mmol/L$ است و
عدد ۲، جهت تبدیل میزان BUN از mg/dL به $mmol/L$ است.

مقاله: حدود ۷۵ ساله ای در بخش ایوانی، بیجارستان به دلیل گرما زنگ بستری می باشد. نتایج تستهای اولیه وی از چهار زرد است:

$$Na = 140 \text{ mmol/L}$$

$$K = 0,0 \text{ mmol/L}$$

$$[Ca^{2+}] = 11.0 \text{ mg/dL}$$

BUN = 14 mg/dL

اسم و التیم کاسیم ای عبارت است از:

$$m_{\text{osmol/kg}} = (1,19 \times 10^{-3}) + \frac{110}{18} + \frac{14}{44} = 12,9$$

ناتراز که موده طبعی است و دلالت بر دهید اتاسیون دارد.

(۱۱) محاسبات مربوط به ادارات :

• 21-11 97. Y. •

۴۰۰٪ افزایش می یابد لذا از علا خوانده شده ۴۰۰٪ کم می کنیم

مثال: وزن مفسون واقعی نمونه ادراری با $SG = 1.03$ و گلوکز ادراری ۲ درصد عبارت است از:

$$SG = 1.022 = 1.03 - 2 \times 0.008$$

پ - محاسبه مقدار ماده مورد نظر در حجم جمع آوری شده ادرار:
اگر مقادیر اندازه گیری شده در ادرار با واحد mg/day یا $mmol/day$ (یا $mg/24h$ یا $mmol/24h$) گزارش می شوند اگر ماده ای در طول ۲۴ ساعت به طور یکنواخت از ادرار دفع می شود ولی مدت زمان جمع آوری ادرار کمتر از ۲۴ ساعت است می توان با تناسب آنرا در ۲۴ ساعت بدست آورده و گزارش کرد.

مثال: نمونه ادراری به مدت ۱۲ ساعت با حجم $750 mL$ جمع آوری شده است. غلظت کراتینین نمونه $80 mg/dL$ است میزان دفع کراتینین در روز عبارت است از:

$$\begin{array}{l} 100 \text{ mL} \quad 80 \text{ mg} \\ 750 \quad x = \frac{750 \times 80}{100} = 600 \text{ mg/12h} \\ \quad \quad \quad = 1200 \text{ mg/24h} \end{array}$$

ج - آزمایش کلییرانس (clearance):

آزمایش کلییرانس یکی از مهم ترین تست های بررسی عملکرد کلیه می باشد. این تست اطلاعاتی را به عملگر در مورد توانایی کلیه در دفع و کلییرانس یک ماده حجم پلاسما می باشد که در عرض یک دقیقه توسط کلیه ها از آن ماده پاک می شوند.

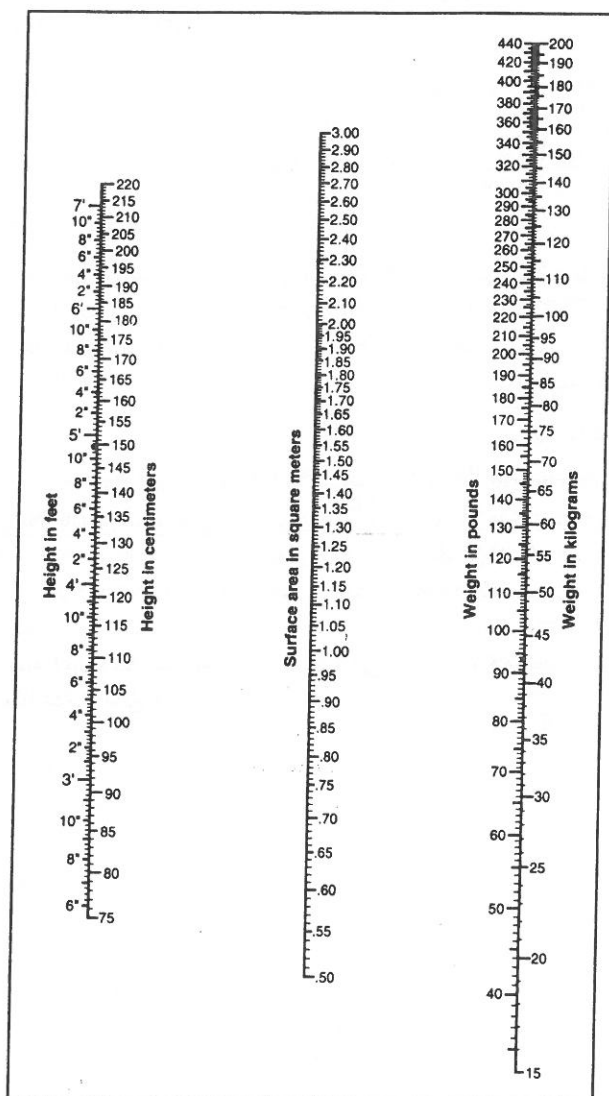
برای محاسبه کلییرانس یک ماده از این فرمول استفاده می شود:

$$C = \frac{U}{P} \times V \times \frac{1.73}{A}$$

$C = \text{mL/min}$ کلیتران به حساب
 $U = \text{mg/dL}$ مقدار ماده در ادرار به حساب
 $P = \text{mg/dL}$ مقدار ماده در خون به حساب
 $A = \text{m}^2$ سطح بدن بیمار به حساب
 $V = \text{mL/min}$ حجم ادرار به حساب

از آنجایی که در فرمول فوق حجم ادرار به حساب می‌آید و در واقعیت می‌توان
آنرا به صورت حجم ادرار ۲۴ ساعته نوشت:

$$C = \frac{U}{P} \times \frac{\text{ادرار ۲۴ ساعته}}{۲۴ \times ۶۰} \times \frac{۱,۷۳}{A}$$



با استفاده از نمودار مقابل
می‌توان از روی قد و وزن
بیمار، سطح بدن وی را
تعیین کرد.

مثال: در آزمایش کلیتران
کراتینین مقادیر زیر به دست
آمده است:

کراتینین سرم: ۲ mg/dL
کراتینین ادرار ۲۴ ساعته: ۲۸۸ mg
حجم ادرار ۲۴ ساعته: ۱۴۲ mL
سطح بدن: $۱,۷۳ \text{ m}^2$

کلیتران کراتینین به حساب
 mL/min عبارت است از:

$$C = \frac{U}{P} \times \frac{\text{ادرار ۲۴ ساعته}}{۲۴ \times ۶۰} \times \frac{۱,۷۳}{A}$$

$$\begin{aligned} & \text{کراتینین ادرار ۲۴ ساعته} = 288 \text{ mg} \\ & \text{کراتینین سرم} = 2 \text{ mg/dL} \\ & \text{ادرار} = 1440 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$C = \frac{20}{2} \times \frac{1440}{1440} \times \frac{1.75}{1.75} = 10 \text{ mL/min}$$

انتخاب آزمایش کلیرازش بستگی به اطلاعات مورد نیاز از اعمال کلیه دارد:

- اگر منظور سنجش میزان فیلتراسیون گلومرولی (GFR) (عملکرد گلومرول) باشد کلیرازش کراتینین یا اینولین چون این مواد پس از ورود به کپسول بومن از آن عبور نموده وارد توپولها می گردند و از آنجا مستقیم و بدون باز جذب و ترشح وارد ادرار می گردند. کاسه کلیرازش مواد شیمیایی که نسبت به بدن خارجی به حساب می آیند و کاملاً از طریق کلیه دفع می شوند به تستهای کلیرازش برونزاد (Extrinsic clearance tests) معروفند. اینولین معروفترین ماده شیمیایی در این رابطه است. این ماده به صورت داخل رگی به بیمار تزریق شده و سپس غلظت پلاسمای و ادراری آن تعیین می شود. تستهای کلیرازش برونزاد (Intrinsic Clearance test) مانند کلیرازش کراتینین دفع مواد شیمیایی بدن را اندازه گیری می کنند.

- اگر منظور فقط ارزیابی توپولهای کلیه باشد کلیرازش PSP (فنل سولفونفاتالین) و PAH (پارا آمینو هیپورات) مناسب است زیرا این مواد توسط توپولها جذب شده و وارد ادرار می گردند و گلومرولها فقط در تصفیه آن ها ندارند.
- اگر منظور کمردو باشد کلیرازش اوره مناسب است زیرا مقدار زیادی از اوره توسط گلومرولها تصفیه شده و بقیه آن توسط توپولها وارد ادرار می شود.

واحد آموزش انجمن علمی
دکترای علوم آزمایشگاهی
تشخیص طبی ایران

* آزمائشیں کلیر ایس کر ایس میں، GFR نیز ہی ناہندہ:

$$GFR = \frac{U_{cr}}{P_{cr}} \times V \times \frac{1/V_d}{A}$$

برای کاهش GFR روابط دیگری نیز وجود دارند:

$$GFR = \frac{(140 - \text{age}) \times \text{wt (kg)}}{72 \times \text{Pcr (mg/dL)}} \quad (1)$$

مردود فوق کاسیم GFR در آقایان است و اگر در ۸۵٪ منرب سود
هیزان GFR در خانم را نشان می دهد.

$$GFR = \frac{K \times \text{Height (cm)}}{P_{cr} \text{ (mg/dL)}} \quad (1)$$

این گروه به‌یستر برای کودکان کاربرد دارد.

منریک K برای کودکان کمتر از یکسال ۳۳ / و برای کودکان بالای یکسال ۴۵ / و برای بچه‌های فانتزی بالغ ۵۵ / و برای مردان ۷۰ است.