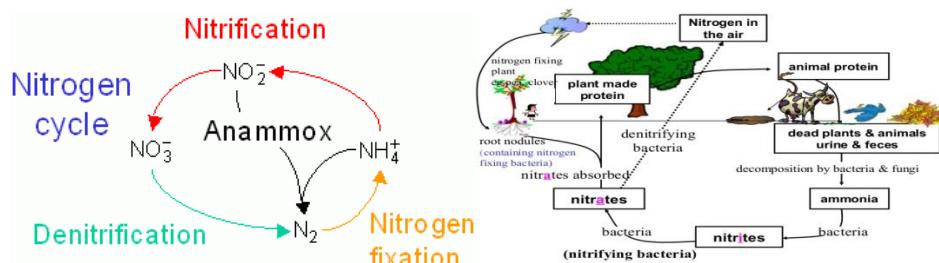


# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

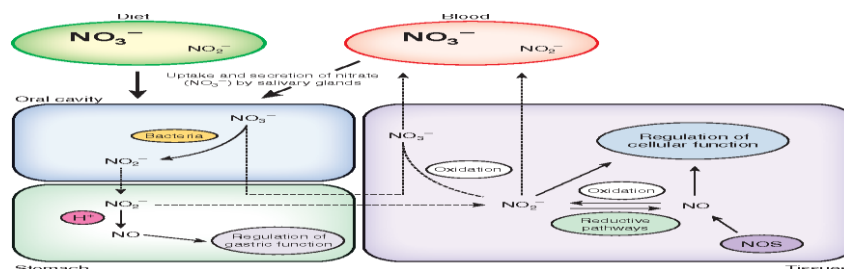
## نیترات و نیتريت

نیترات و نیتريت یون هایی هستند که به طور طبیعی به وجود می آیند و بخشی از **چرخه نیتروژن** هستند. ترکیبات نیتروژن دار، بر حسب تغییرات در درجه اکسیداسیون شیمیایی و توسط میکروارگانیسم های گوناگون در محیط زیست، به یکدیگر تبدیل می شوند. طی فرآیند آمونیفیکاسیون، نیتروژن آلی به آمونیاک و سپس در فرآیند نیتریفیکاسیون، آمونیاک به نیتريت و نیترات تبدیل می شود.



\*مکانیسم جذب نیترات و نیتريت در بدن انسان

در انسان تقریباً 90 الی 95 درصد نیترات خوراکی از دستگاه گوارش جذب می شود و به طور متوسط بعد از 10 دقیقه میزان نیترات پلاسما 25 برابر می شود. تخمین زده می شود که بیش از 25 درصد نیترات جذب شده به بزاق ترشح می شود که 20 تا 45 درصد از این 25 درصد توسط میکروارگانیسم های دهان به نیتريت احیاء می شود. نیترات و نیتريت، پیش ساز ترکیبات ان-نیتروزه هستند. این ترکیبات در دستگاه گوارش از واکنش آمین ها با نیتريت یا پیش ساز آمینی رژیمی و یا به کمک فلور باکتریایی کولون تشکیل می شوند.

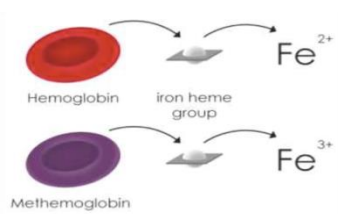


The human nitrogen cycle

## \*اثرات نیترات و نیتريت بر سلامتی

### متهموگلوبینمیا<sup>۱</sup>

به اختلالی گفته می شود که در آن سطح متهموگلوبین خون بیش از حد عادی است. متهموگلوبین، هموگلوبینی است که آهن دو ظرفیتی آن تبدیل به آهن سه ظرفیتی شده است. نیترات به نیتريت احیاء شده و نیتريت با تاثیرگذاری بر روی هموگلوبین، آن را تبدیل به متهموگلوبین مینماید. متهموگلوبین، ظرفیت اکسیژن رسانی پایینی دارد.



یکی از مهمترین مسائل مرتبط با وجود نیترات در آب، بیماری متهموگلوبینمیا یا سندرم کودک آبی<sup>۲</sup> است.

بیماری در کودکان نسبت به بالغین از اهمیت بیشتری برخوردار است. در افراد بالغ حدود 5٪ نیترات ورودی به بدن تبدیل به نیتريت می شود در حالی که در کودکان میزان تبدیل نیترات به نیتريت دو برابر یعنی حدود 10٪ می باشد.

\* کودکان سه ماه و کمتر به چند دلیل بسیار مستعد این بیماری هستند:

# پایین بودن فعالیت آنزیم NADH-Cytochrome b5 reductase

# pH دستگاه گوارش در این کودکان از طریق افزایش تکثیر فلور احیاکننده نیترات به نیتريت

# سهولت تبدیل هموگلوبین به متهموگلوبین در کودکان نسبت به افراد بالغ

• مت هموگلوبینمیا ← باعث رنگ قهوه‌ای شکلاتی خون + سیانوز + آنمی کارکردی می‌شود.

<sup>1</sup> Methemoglobinemia

<sup>2</sup> Blue baby syndrome

- نشانه های اولیه متهموگلوبینمیا: تحریک پذیری، فقدان انرژی، سردرد، اسهال، استفراغ، تنگی نفس، آبی-خاکستری یا ارغوانی کم رنگ شدن اطراف چشم، دهان، لب ها، دست ها و پاها
- در حالت شدید : آسیب به مغز
- در نهایت: خفگی ناشی از فقدان اکسیژن

## اثرات بر جنین

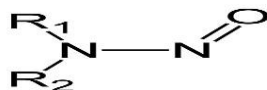
نیتрат، نیتريت و N-nitroso می توانند از جداره رحم عبور کرده و به جنین برسند. بعضی از مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده است که نیتريت به عنوان یک تراژوژن سبب نقص های تولید یا سقط جنین های خود به خودی در انسان می شود. مطالعه ای در ایالات متحده آمریکا نشان داد که مصرف آب های با غلظت نیترات بین 9 تا 29 میلی گرم در لیتر، تعداد موارد سقط جنین را افزایش داده است. چنانچه میزان نیترات دریافتی در مادران باردار از 15PPM تجاوز کند، خطر بروز آنومالی مغزی و اسکلتی در جنین تا 4 برابر افزایش می یابد.

## نیتروزآمین ها<sup>3</sup>

یکی از عوامل مهم در ایجاد سرطان ها ترکیباتی به نام نیتروز آمین ها می باشند نیتروز آمین ها به دو دسته فرار و غیر فرار تقسیم می شوند. نوع فرار، ترکیبات غیرقطبی با وزن مولکولی پایین هستند که با عمل تقطیر می توانند از ماتریکس ماده غذایی حرکت کنند. بیشتر یافته های مربوط به سرطانزایی مربوط به نیتروز آمین های فرار است.

<sup>3</sup> Nitrosamines

نیتروزآمین ها مولکول های کوچکی هستند که ساختمان مولکولی آن ها به صورت شکل زیر است.



نیتروزآمین ها از ترکیب عوامل نیتروزه کننده مانند نیترات و نیتريت با ترکیبات آمینی موجود در گوشت ، دارو ها و مواد پاک کننده و آرایشی- بهداشتی به وجود می آیند.

**\*\***انسان به روش های مختلف با نیتروزآمین ها مواجهه دارد:

1. تشکیل در محیط بیرون از بدن و جذب متعاقب آن از طریق آب، هوا و غذا

2. استعمال دخانیات

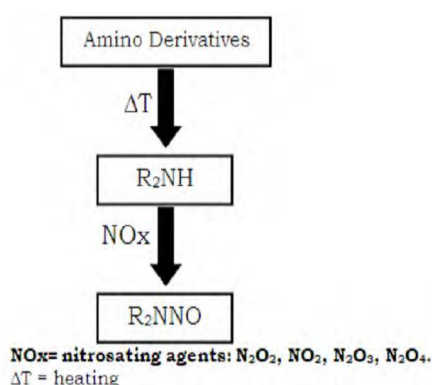
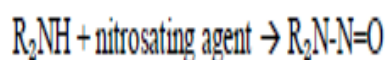
3. تشکیل در بدن

در بدن نیتروزآمین از ترکیب آمین ها با نیتريت در شرایط اسیدی معده بوجود می آیند. نیتروزآین ها در مواد غذایی طی مراحل آماده سازی، فرآوری و نگهداری تولید می شوند.

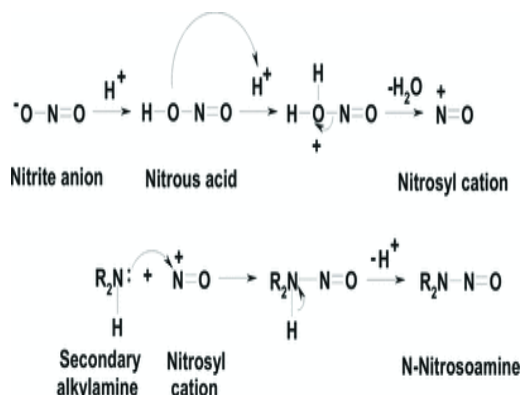
ترکیبات ان- نیتروزه علاوه بر محیط اسیدی در محیط قلیایی نیز در حضور ترکیبات کربونیلی ( بخصوص آلدهید و فرمالدهید) نیز تشکیل می شوند، مثل محیط قلیایی ماهی و تنباکو

نیتروزآمین های حاصل از آمین های ثانویه پایدارتر بوده و از اهمیت بیشتری برخوردار است.

**\*\*** تشکیل نیتروزآمین از آمینهای ثانویه:



تشکیل نیتروزآمین



واکنش نیتروزاسیون آمین های ثانویه

## \* شرایط موثر در تشکیل نیتروزآمین ها

حضور نیتريت و آمين ها

دما و pH مناسب

زمان لازم برای انجام واکنش

حضور کلونید های محافظ مانند نشاسته و دیگر مواد که از تبخیر نیتروزآمین ها در دماهای بالا جلوگیری می کنند.

## \* مواد غذایی مستعد به تشکیل نیتروزآمین ها

1. مواد غذایی نگهداری شده با نیترات یا نیتريت

2. غذا های دودی ( ماهی و گوشت دودی)

3. غذا های خشک شده با گاز سوختی ( احتراقی)

4. غذا های نگهداری شده با نمک یا ترشی ( بخصوص مواد غذایی گیاهی به دلیل وجود نیترات ردوکتاز میکروبی

5. غذا های نگهداری شده در مکان های مرطوب که امکان رشد فوزاریوم مونیلی فرم وجود دارد.

6. مهاجرت و تشکیل نیتروزآمین از عناصر در تماس با مواد غذایی

- فاکتورهای مختلفی بر تشکیل نیتروزآمین در **فرآورده های گوشتی** تاثیر گذار هستند، مانند: کیفیت گوشت، میزان چربی، فرآیند، رسیدن و آماده سازی در خانه

## \* عوامل موثر بر کاهش و افزایش تشکیل نیتروزآمین

\* عوامل مختلفی در تسريع يا جلوگيري از نیتروزاسيون تاثیر دارند:

عوامل تسريع کننده نیتروزاسيون: يون هاليد، تيوسيانات، سورفکتانت ها و فرمالدهيد

عوامل بازدارنده: آسکوربيک اسيد، گلوکاتيون، تانن، پلی فنلها و گالیک اسيد

## \*نیترات و نیتريت در آب

| محدوده نیترات بر حسب ppm | تاثیر آن در آب آشامیدنی                                                                                                                                    |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-10                     | برای انسان و حیوان بی ضرر می باشد. غلظت بالای 4ppm نشانگر احتمال آلودگی منابع می باشد، که می تواند باعث مشکلات زیست محیطی شود.                             |
| 11-20                    | عموماً برای افراد بزرگسال و احشام، بی ضرر می باشد. ولیکن برای کودکان مضر است چراکه سیستم گوارشی بدن اطفال نمی تواند عمل جذب و دفع نیترات را انجام دهد.     |
| 21-40                    | نباید به عنوان آب آشامیدنی استفاده شود. اما استفاده کوتاه مدت آن برای بزرگسالان در صورتیکه غذا و یا منبع تغذیه حاوی مقادیر بالای نیترات نباشد مشکلی ندارد. |
| 41-100                   | برای بزرگسالان و احشام جوان مخاطره آمیز است. در صورتیکه منبع غذایی حاوی مقادیر پائین نیترات باشد، جهت استفاده احشام جوان قابل قبول است.                    |
| OVER 100                 | در هر حالتی مضر می باشد، نباید استفاده شود                                                                                                                 |

## منابع نیترات در آب:

منابع آلی – معدنی: تجزیه مواد آلی خاک توسط باکتری ها و مصرف نیتروژن معدنی به عنوان کود مصنوعی توسط کشاورزان

منابع طبیعی نیترات: تجزیه گیاهان و حیوانات، اکسیداسیون نیتروژن عنصری ، بیشتر مواد نیتروژنی در آب های طبیعی تمایل به تبدیل شدن به نیترات را دارند.

## منابع غیر طبیعی نیترات:

- 1 - کودهای شیمیایی (پتاسیم نیترات و آمونیوم نیترات) که به طور گسترده در کشاورزی استفاده می شوند؛
- 2- کودهای حیوانی مورد استفاده در کشاورزی؛
- 3- تخلیه ی حجم انبوهی از فاضلاب ها و زهاب های کشاورزی در طبیعت؛
- 4- نبود سیستم دفع فاضلاب شهری؛
- 5- ازدیاد بازیافت فاضلاب های شهری؛
- 6- دفع سنتی و نادرست فاضلاب های خانگی
- 7- جاری شدن شیرابه های زباله ها.

استاندارد غلظت نیترات و نیتريت موجود در آب جهت مصرف شرب

| Standard | Nitrate( mg/l) | Nitrite ( mg/l ) |
|----------|----------------|------------------|
| WHO      | 50             | 3                |
| ISIRI    | 50             | 3                |

\* در مورد نیترات و نیتريت – مجموع نسبت غلظت هر کدام به مقادير توصیه شده نبايد از يك بيشتر باشد.

$$\frac{\text{غلظت نیترات اندازه گیری شده}}{\text{غلظت نیترات استاندارد}} + \frac{\text{غلظت نیتريت اندازه گیری شده}}{\text{غلظت نیتريت استاندارد}} \leq 1$$

\*\* روش های کاهش یا حذف نیتريت و نیترات آب

تقطير (Distillation)

ريق سازی (Dilution):

در اين شيوه با مخلوط نمودن آبی که حاوی نیترات بالا می باشد با آبی که درصد نیترات آن پايين است ميزان نیترات آب حاصل از اين کار کاهش می يابد اين آب حاصل شده برای بزرگسالان به دليل کاهش ميزان نیترات آب قابل مصرف می باشد اما همچنان برای مصرف کودکان مناسب نیست.

همچنين به دليل اينکه نمیتوان به طور دقيق ميزان مخلوط نمودن آب آلوده به نیترات با آب سالم را رعايت نمود و يا اينکه اصولاً آب سالم جهت مخلوط نمودن در موقیيت های مختلف در دسترس نیست اين روش نیز مناسب نبوده و کاربردی نمی باشد.

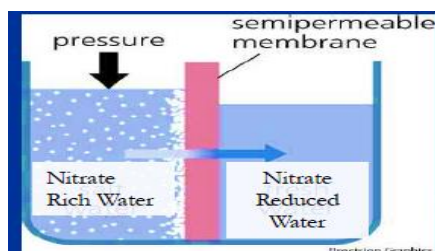
تبادل یونی (Ion exchange)

در اين روش از مبادله کننده های یون استفاده می شود اين مبادله کننده ها يا بصورت طبيعي بوده (زئوليت) يا بصورت مصنوعي (رزین) ساخته می شوند. رزین ها خود به رزین های کاتیونی و آنیونی تقسیم می شوند.

اسمز معکوس (Reverse osmosis)

- در اين روش آب با فشار زیاد از يك سری غشاء نیمه تراوا (semi permeable membrane) عبور داده می شود.
- اين فشار خارجی که بیش از فشار طبيعي است باعث می شود ملکول های آب از غشاء نیمه تراوا عبور کرده و ملکول های درشت تر نتوانند از منافذ غشاء عبور کنند و به اين ترتیب ناخالصی ها از آب جدا شوند.

- محدوده اندازه جداسازی ذرات در فیلترهای اسمز معکوس 0.0001 تا 0.003 میکرومتر می باشد. راندمان حذف جامدات محلول در این سیستم بیش از 99٪ می باشد



الکترودیالیز (Electrodialysis reversal)

در این روش به کمک جریان الکتریسیته یونهای محلول در آب توسط غشاهای نیمه تراوا کاتیونی و آنیونی ک بطور متناوب در کنار هم قرار گرفته اند از آب جدا میشوند ضخامت غشاها در دستگاه الکترودیالیز 0.15 تا 0.6 میلیمتر میباشد در این روش آب مورد تصفیه باید مراحل پیش تصفیه را گذرانده باشد چون سیستم به غلظتهای بیش از 2500 میلیگرم در لیتر جامدات محلول و همچنین مواد کلوئیدی و مواد آلی حساس است.

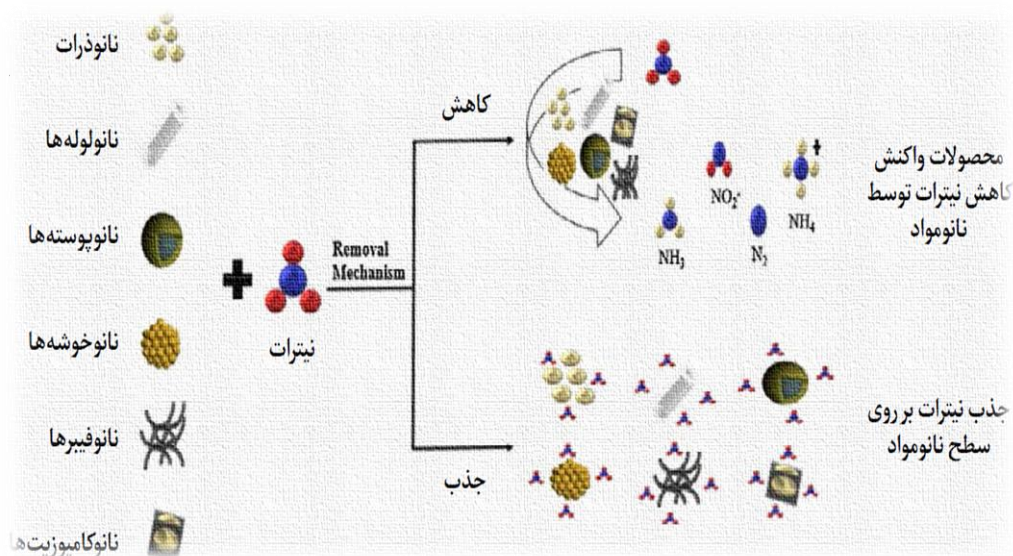
بیولوژیکی (Biological process)

در این روش ابتدا با استفاده از باکتریهای شیمیوتوتروف هوازی و طی فرآیند نیتریفیکاسیون نیتروژن آلی تبدیل به یون نترات شده و سپس بوسیله باکتریهای شیمیوتوتروف غیرهوازی و طی فرآیند دی نیتریفیکاسیون نترات تبدیل به گاز زت شده و از محلول جدا می شود این روش بطور گسترده در کشورهای اروپایی بکار گرفته شده است.

- مزایا و معایب روش های مختلف حذف نترات آب آشامیدنی :

| روش               | مزایا                                                                                                       | معایب                                                                                                                                     |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| تبادل یونی        | عدم اهمیت تاثیرات pH و دما<br>دستیابی به بازدهی حدود ۹۰٪<br>هزینه عملیاتی متوسط                             | نیاز به دفع پساب های تولیدی<br>نیاز به تصفیه نهایی به سبب خورنده بودن آب تولیدی                                                           |
| اسمز معکوس        | عدم اهمیت تاثیرات pH و دما<br>دستیابی به بازدهی بیش از 95                                                   | نیاز به دفع TDS بالا<br>نیاز به تصفیه نهایی به سبب خورنده بودن آب تولیدی<br>هزینه عملیاتی بالا                                            |
| روش جذب سطحی      | عدم نیاز به تصفیه نهایی در اغلب اوقات<br>کارایی حذف متفاوت با توجه به جاذب های مختلف<br>هزینه عملیاتی متوسط | نیاز به دفع جاذب های اشباع شده / تضعیف شده<br>اهمیت تاثیر pH و دما                                                                        |
| روش های شیمیایی   | عدم نیاز به دفع پسابهای تولیدی                                                                              | اهمیت تاثیر pH و دما<br>نیاز به تصفیه نهایی به علت تولید محصولات جانبی<br>بالاترین بازدهی گزارش شده بیشتر از ۶۰-۷۰٪<br>هزینه عملیاتی بالا |
| روش های بیولوژیکی | توانایی دستیابی به بازدهی بیش از ۹۹٪<br>هزینه عملیاتی متوسط                                                 | نیاز به دفع ضایعات<br>اهمیت تاثیر دما<br>نیاز به تصفیه نهایی به علت میکروارگانیسم ها                                                      |

مکانیسم های حذف نیتрат به وسیله نانو مواد:



### نیترات در سبزیجات:

از دیگر منابع نیترات، جذب آن توسط سبزیجات از زمین های کشاورزی دارای کودهای شیمیایی نیتراته است.

تقریباً 85% نیترات دریافتی انسان از طریق سبزیجات است.

مصرف بیش از حد کودهای ازته باعث افزایش غلظت نیترات در اندام های قابل مصرف سبزی ها می شود.

تجمع نیترات در گیاهان یک پدیده طبیعی بوده و هنگامی رخ می دهد که تجمع نیترات در گیاه بیشتر از کاهش آن در اثر جذب و تحلیل باشد.

\*تحلیل نیترات به وسیله گیاهان تحت تاثیر مواد معدنی بویژه مولیبدن است. ( به دلیل تاثیر بر روی آنزیم نیترات ردوکتاز)

گیاهان در صورت بالا بودن غلظت نیترات در خاک، قادرند بیش از نیاز متابولیکی خود، آن را جذب کنند و در سیتوپلاسم و واکوئل های خود ذخیره کنند.

مهمترین عوامل موثر در تجمع نیترات در سبزیجات:

- (1) عوامل ژنتیکی ( گونه، رقم، قسمت های مختلف گیاه و سن)
- (2) عوامل محیطی ( مقدار و نوع کود های حاوی نیتروژن، نور، دما، زمان برداشت و فصل سال)

میزان نیترات در سبزیجات برگی بیشتر از غده ای و سبزیجات غده ای بیشتر از بوته ای است.

\* در تقسیم بندی دیگر غلظت نیترات در گیاهان به ترتیب زیر است:

برگچه < برگ < ساقه < ریشه < گل < غده < پیاز < میوه < دانه

گیاهان در زمانی که سطح کود نیتروژنه افزایش می یابد، نیترات بیشتری را تجمع می دهند

میزان تجمع نیترات در کود های با پایه نیترا ته ( $\text{NO}_3$ ) بیشتر از آمونیومی ( $\text{NH}_4$ ) می باشد.

| میزان نیترات خاک<br>(میلی گرم در کیلوگرم) | تفسیر                                                                                  |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <20                                       | به کمبود ازت می انجامد، مصرف ازت توصیه می شود.                                         |
| 20-24                                     | برای برخی محصولات مطلوب است. مصرف مقدار کمی ازت برای اطمینان از کفایت ازت توجه می شود. |
| 25-30                                     | برای بسیاری از محصولات کافی است. مصرف ازت توجه نمی شود.                                |
| >30                                       | مصرف ازت توصیه نمی شود.                                                                |
| >50                                       | بیش از اندازه، نشان دهنده مصرف زیادی کود دامی، کمپوست یا مایع ازت است.                 |

#### تفسیر آزمون نیترات خاک برای محصولات سبزی و صیفی

سرمازدگی مزرعه، غلظت نیترات برگ را افزایش می دهد. بعد از وقوع سرما به علت اینکه به نسبتی ریشه ها نسبت به سایر اندام ها در مقابل سرما محافظت می شوند، جذب نیترات ادامه می یابد ولی سیستم فتوسنتزی در اثر سرما آسیب دیده و نیترات در برگ ها تجمع می یابد.

تجمع نیترات در سبزی های خوراکی برداشت شده در صبح بیشتر از سبزی های برداشت شده در عصر است، که می توان به فتوسنتز در طی روز مربوط دانست. نیترات در گیاه تحت تاثیر نور، دما و انرژی حاصل از فتوسنتز به پروتئین تبدیل می شود. این عمل در شب به علت کاهش شدید فعالیت های سنتزی گیاه متوقف می شود ولی عمل جذب آب و املاح ادامه دارد. بنابراین گیاه همواره با تجمع بیش از حد یون نیترات در بافت های گیاهی مواجه است.

## نیترات و نیتريت در گوشت و فرآورده های گوشتی:

\*\*\*فوايد استفاده از نمك های نیتريت یا نیترات در عمل آوری گوشت و فرآورده های گوشتی

بهبود رنگ :

در محیط گوشت که کمی اسیدی (  $pH=5.6-6$  ) است، نیتريت به اسيد نیترو تبدیل می شود که این نیترو نیز به سرعت تجزیه می شود و اکسید نیتريك تولید می شود. اکسید نیتريك به آهن متصل می شود و نیتروزو ( نیتروزیل) میوگلوبین را به وجود می آورد که رنگدانه گوشت عمل آوری شده است.

بهبود طعم:

نیتريت از طریق ممانعت از اکسیداسیون لیپید ها و کاهش سرعت تند شدن اکسایشی، بر عطر و طعم گوشت اثر مثبت دارد.

فعالیت باکتریواستاتیکی:

نیتريت می تواند از رشد باکتری های بی هوازی موجود در ماهی ( آکروموباکتر، آئروباکتر، اشرشیا، فلاوو باکتریوم، میکروکوکوس و سودوموناس) و همچنین استافیلوکوکوس اورئوس و کلستریدیوم بوتولینوم جلوگیری نماید

\*اثر ضد باکتریایی نیتريت به موارد زیر بستگی دارد:\*

1. مقدار نمك

2. pH

3. حرارت

4. تعداد اسپور اولیه

5. مقدار نیتريت در ابتدا و ادامه نگهداری

نیتريت از طريق دو مكانيسم ممانعت از جوانه زنى اسپور و جلوگيرى از تقسيم سلول هاى رويشى روى كلستريديوم بوتولينوم اثر مى گذارد.

**\*\*حماز نيتريت و نترات در فرآورده هاى گوشتى**

- **در ايران براى گوشت خام (جرج كرده و عمل آورى شده) ppm50**
- **در ايران براى فرآورده هاى گوشتى ppm120 (افزوده شده)**
- **باقىمانده در روز چهارم توليد 60-80 ppm**
- **در اروپا ppm120**
- **استعمال بيش از حد نيتريت موجب توليد نيتروزامين شده كه سرطانزاى آن به اثبات رسيده است. خصوصا اگر درجه حرارت تا 180 درجه سانتى گراد بالا برود.**
- **افزافه كردن 500 ميلي گرم ويتامين ث به ازاي هر صد كيلو گوشت ميزان نيتروزامين را كاهش مى دهد. اين مقدار مصرف نيتريت را به ppm50 كاهش مى دهد ولى اين مقدار نيتريت قادر به از بين بردن خطر كلستريديوم بوتولينوم نيست پس بايد ميزان آن در فرآورده حداقل در حد ppm100 ثابت نگه داشته شود.**

نيتريت يك ماده واكنش گر است و بلافاصله پس از افزودن آن به فرمولاسيون، درگير واكنش هاى شيميايى مى شود.

نيتريت افزوده شده با پروتئين ها، چربى ها، رنگدانه ها و ديگر اجزاء گوشت واكنش مى دهد و تنها مقدارى از آن به شكل يون آزاد در محصول باقى مى ماند. نيتريتى كه در واكنش شركت نمى كند را نيتريت باقى مانده مى گويند كه نگرانى هاى در اين زمينه وجود دارد.

مقدار نيتروزامين توليدى در فرآورده هاى گوشتى به ميزان نيتريت افزوده شده و همچنين نيتريت باقى مانده در محصول بستگى دارد.

## مکانیسم های کاهش یا حذف بقایای نیتريت در فرآورده های گوشتی

1. کاهش نیتريت از طريق فرمولاسيون

1.1. واكنش نیتريت با ترکیبات پلی فنولیکی موجود در چاشنی های افزوده شده به فرمولاسيون:

اسید های فرولیک و کافئیک از تشکیل نیتروز آمین و نیتروز آمید از نیتريت در داخل غذا و همچنین در بدن جلوگیری می کنند.

2.1. کاهش نیتريت از طريق برهمکنش با ترکیبات طبیعی موجود در رب گوجه و آناتو

3.1. واكنش با ترکیبات فنولی مانند اسید کافئیک، اسید فرولیک، اسید p- کوماریک و ناریوتین موجود در تفاله مرکبات

4.1. افزودن دود جامد طعم دار به سوسیس:

به علت خاصیت آنتی اکسیدانی ترکیبات موجود در دود ( مشتقات الکیلی سیرینگول، گایاکول، دی هیدروکسی بنزن و ... ) باعث احیا نیترات به نیتريت و سپس به اکسید نیتريك شده و بدین ترتیب مقدار نیتريت باقیمانده را کاهش می دهد.

2. واكنش نیتريت با ترکیبات احیا کننده با منشاء داخلی یا خارجی:

هنگامیکه pH گوشت کمتر از 6 باشد، نیتريت به اسید نیترو تبدیل شده و سپس با مواد احیا کننده داخلی ( سیستمین

، سیتوکروم ها و کینون ها) یا خارجی ( اسید آسکوربیک و نمک های آن ) گوشت واکنش داده و به NO تبدیل

می شود.

3. کاهش از طريق فعالیت نیتريت ردوکتازی برخی سویه های استافیلوکوکوس استفاده شده در عمل آوری

*S. simulans*

*S. sciuri*

*S. carnosus*

*S. succinus*

*S. xylosus*

*S. carnosus*

این سویه ها با فعالیت نیتريت ردوکتازی خود نیتريت را به اکسید نیتريك تبدیل کرده، که این ترکیب با میوگلوبین ترکیب شده و نیتروزومیوگلوبین ایجاد می کند.

## روش های اندازه گیری

### \* کیت اندازه گیری نیترات (آب)

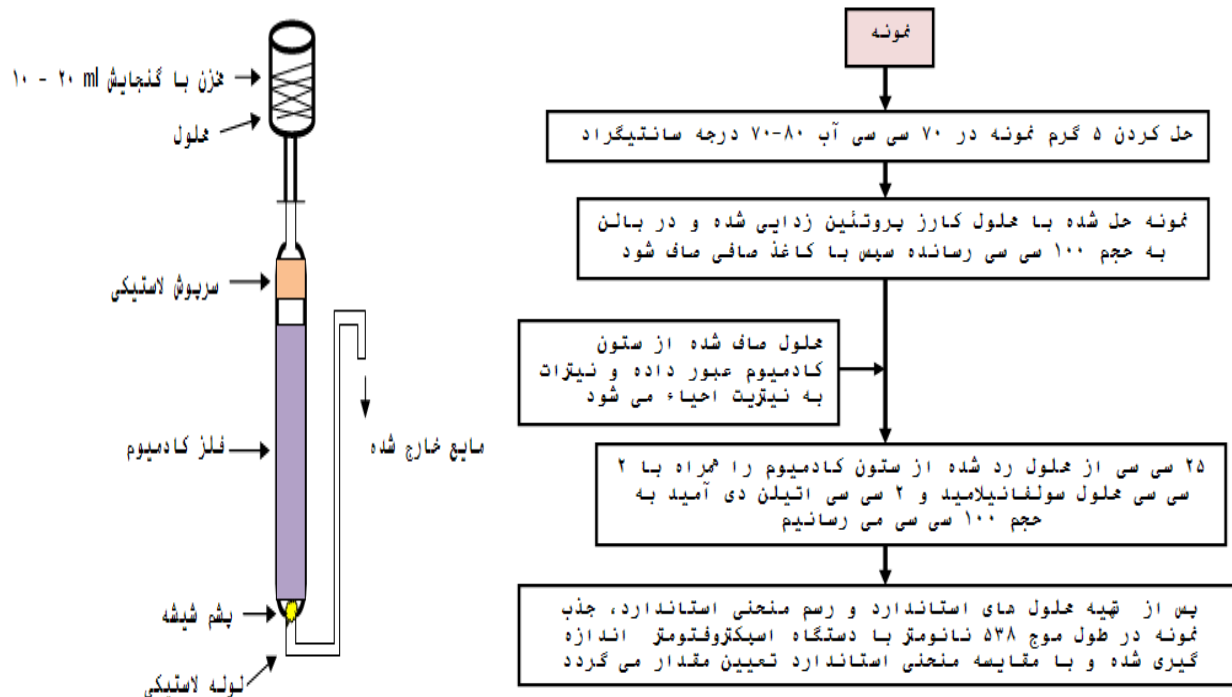
توسط این نوع کیت، غلظت یون مورد نظر از طریق رنگ سنجی اندازه گیری می شود. مقدار معینی از معرفهای شیمیایی به نمونه اضافه می شوند، این معرفها با یون مورد نظر واکنش می دهد و رنگ خاصی ایجاد می کند، غلظت یون توسط مقایسه شدت رنگ ایجاد شده با نمونه رنگهای ظرف آزمایش تعیین می شود.

### \* روش رنگ سنجی

در این روش نیترات به صورت یون  $\text{NO}_3$  قابل اندازه گیری نیست بلکه باید به یون نیتريت احیاء شود که این کار

توسط ستون کادمیوم صورت می گیرد.

در این روش، شرایط آزمایشگاهی مانند دما، pH و ... بر شدت رنگ موثر هستند و بایستی کنترل شوند.



شکل ۱: مراحل اندازه گیری نیترات در روش رنگ سنجی (Colorimetric)

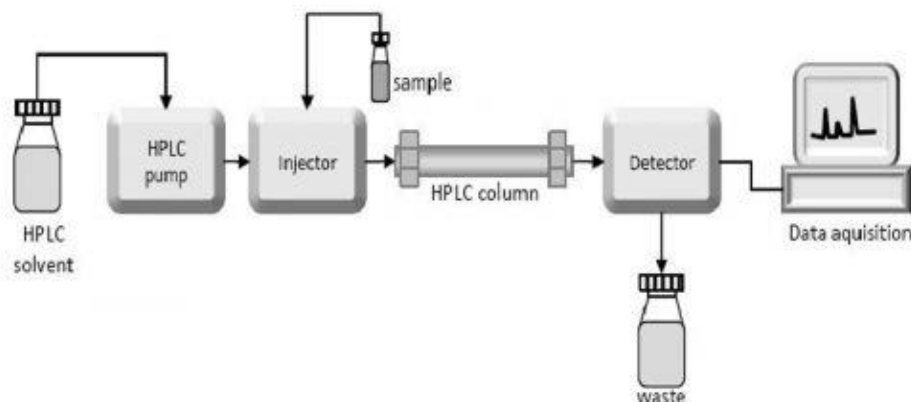
شکل ۲: ستون کادمیوم احیاء نیترات به نیتريت

## \*روش کروماتوگرافی

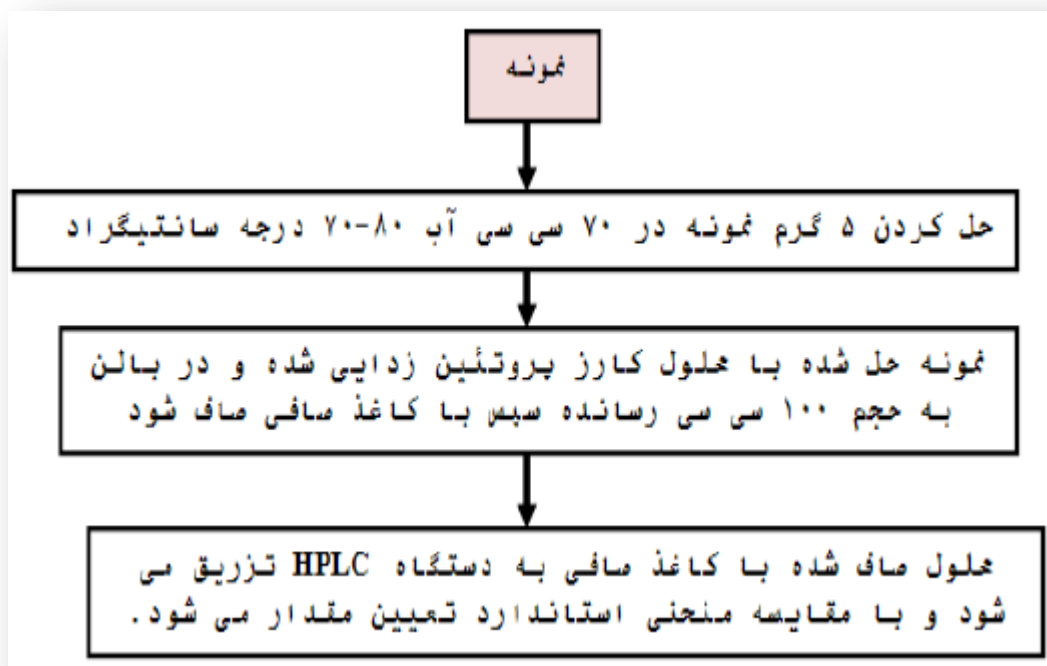
یکی دیگر از روش های استاندارد دیگر HPLC ( کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا) می باشد.

از مزایای این روش این است که سریع ، حساس و اختصاصی است و همچنین، نیتريت و نیترات را می توان به صورت همزمان اندازه گیری کرد.

### کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا



### مراحل اندازه گیری نیترات در روش HPLC



## \*پلاروگرافی

تکنیک های ولتامتری مانند پلاروگرافی بر اساس کنترل پتانسیل الکترود و اندازه گیری جریان حاصل استوار هستند.

پلاروگرافی یک تکنیک ولتامتری است که الکترود جیوه قطره چکان (DME) را به عنوان الکترود کار به کار میگیرد.

در پلاروگرافی معمولی، پتانسیل اعمال شده DME در برابر یک الکترود مرجع به طور خطی از یک پتانسیل آغازی

تا نهایی، پویش و جریان حاصل اندازه گیری می شود تا پلاروگرام مورد نظر به دست آید.



پلاروگراف