



## نقش فسفر در تغذیه طیور

املاح یا مواد معدنی، دسته ای از مواد مغذی هستند که در تنظیم اعمال بدن نقش دارند. مواد معدنی ضروری آنهایی هستند که وقتی در غذا وجود داشته باشند، سبب بهبود قابل ملاحظه رشد و نمو می شوند. مواد معدنی در بیشتر اوقات به سه دسته مواد معدنی اصلی، الکترولیت ها، و مواد معدنی فرعی تقسیم بندی می شوند. مواد معدنی اصلی شامل کلسیم، فسفر و منیزیم می باشد. مواد معدنی فرعی هم شامل آهن، مس، روی، ید، سلنیوم، منگنز، فلور، کروم و مولیبدنیوم می باشد. این عناصر به تشکیل ساختارهای بدن و تنظیم فرآیندهای بدن کمک می کنند. کلسیم، فسفر و منیزیم به استحکام استخوان ها و فلوراید به استحکام دندان ها کمک می کنند.

### طبقه بندی عناصر معدنی براساس وظایف آنها در بدن

مواد معدنی عمده شامل کلسیم، کلراید، منیزیم، فسفر، پتاسیم، سدیم و گوگرد و موادمعدنی فرعی شامل روی، کبالت، مس، فلوراید، آهن، ید، منگنز و کروم است. برخی از مواد معدنی مانند آهن، مس و روی برای جذب شدن با یکدیگر رقابت می کنند، بنابراین مصرف زیاد یکی از آن ها، کمبود دیگر موادمعدنی را در پی دارد. موادمعدنی بر حسب سهولت و سرعت جذب و دفع به ۳ گروه تقسیم می شود. موادمعدنی که به سهولت و سریع جذب و دفع می شود، مانند سدیم و پتاسیم و موادمعدنی که به سختی جذب اما به سهولت دفع می شود مانند کلسیم، فسفر و منیزیم. از جمله موادمعدنی که به سختی جذب و دفع می شود می توان به آهن، مس، روی و کبالت اشاره کرد.

عناصر معدنی فراوان عبارت اند از: کلسیم، فسفر، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کلر و گوگرد.

عناصر معدنی کمیاب عبارت اند از: آهن، مس، منگنز، کبالت، روی، ید، فلور، مولیبدنیوم، سلنیوم و کرم

مواد معدنی حدود ۵٪ وزن بدن را تشکیل می دهند. در طبیعت بیش از ۹۰ عنصر شیمیایی یافت می شود که ۲۴ عنصر از آنها برای حیات بشر ضروری است

مواد معدنی در فعال کردن بسیاری واکنش ها که موجب شکسته شدن کربوهیدرات ها، چربی ها و پروتئین ها و ترخیص انرژی از آنهاست دخالت دارند.

مواد معدنی قسمتهای مهمی از هورمون ها را می سازند.

## نقش مواد معدنی در بدن

مواد معدنی چهار گروه فعالیت را در حیوانات به عهده دارند:

۱ - ساختاری: مواد معدنی می-توانند اجزای ساختمانی اندام-ها و بافت-های بدن را شکل دهند. برای نمونه مواد معدنی مثل کلسیم، فسفر، منیزیم و سیلیسیوم در استخوان و دندان، و فسفر و گوگرد در پروتئین-های عضله وجود دارند. مواد معدنی مثل روی و فسفر به عنوان بخشی از غشا در پایداری ساختار مولکول-ها ایفای نقش می-نمایند.

۲ - فیزیولوژیکی: مواد معدنی در مایعات و بافت-های بدن به عنوان الکترولیت برای حفظ فشار اسمزی، تعادل اسید-باز، نفوذ پذیری غشا و انتقال پیام عصبی اهمیت دارند. وجود سدیم، پتاسیم، کلر، کلسیم و منیزیم در خون، مایع مغزی-نخاعی و شیره معده نمونه-هایی از چنین نقش هایی می باشند.

۳ - کاتالیتیکی: مواد معدنی می توانند در آنزیم و سیستم های درون ریز به عنوان کاتالیزور عمل کنند و به عنوان اجزای خاص ساختار متالوآنزیم ها و هورمون ها یا فعال کننده ها (کوآنزیم ها) درون آن سیستم ها نقش داشته باشند. تعداد و تنوع متالوآنزیم ها و کوآنزیم های تشخیص داده شده تا اواخر دهه ۱۹۹۰ افزایش داشته است. فعالیت-ها ممکن است آنابولیک، کاتابولیک، اکسیدانی و یا آنتی اکسیدانی باشند.

۴- تنظیمی: مواد معدنی در تکثیر و تمایز سلول نیز نقش دارند. برای مثال، یون-های کلسیم در انتقال پیام تأثیر دارند و سلنوسیستین بر رونویسی ژن اثر گذار است و موجب نامزد شدن آن به عنوان اسید آمینه بیست و یکم گشته است ( هاتفیلد و گلدشو، ۲۰۰۲). نقش متابولیکی اساسی تیروکسین مربوط به اثر تری-آیدوتیرونین (۳T) بر روی رونویسی ژن است (باست و همکاران، ۲۰۰۳).

## مینرال ها و الزامات آنها

برای حفظ و سلامت دام به ۱۴ ماده معدنی نیاز است که بعضی از این مواد به مقدار کمتر و بعضی به نسبت بیشتر مورد نیاز است این مواد به دسته ماکرو و میکرو طبقه بندی می شوند. عمدتاً نقش مواد معدنی میکرو باعث افزایش واکنش های شیمیایی می شوند و در بعضی مواقع نیز واکنشهای معنی داری بین ویتامینها و مواد معدنی اتفاق می افتد که می تواند غیر قابل پیش بینی باشند.

نخستین تامین کننده های مواد معدنی از عصاره های گیاهی، چراگاهها، سیلوهای ذخیره وسلولزهای گیاهی است وقتی استفاده از این مواد (ویتامینها ومواد معدنی) می تواند سودمند باشد که مقدار آن بر اساس سن، رفتار، نوع گونه، حیوان و ژنتیک آن مورد استفاده قرار گیرد برای مثال نژاد Merinos وهمینطور نژاد مرغهای بریتانیایی نسبت به کمبود ید و سلنیم حساس تر و نسبت به مس دارای حساسیت کمتری است. رعایت مقدار مصرف ویتامینها ومواد معدنی در حیوانات جوان وحیوانات بالغ متفاوت است.

## اهمیت فسفر در بدن

فسفر در بدن نقش زیادی دارد. تقریباً ۸۰ درصد فسفر بدن با کلسیم در استخوانها و دندانها ذخیره شده است. نقش اصلی آن انتقال انرژی بیولوژیک بخصوص از طریق ATP می باشد. باند شدن دوطرفه رادیکالهای فسفات همراه با انتقال انرژی در طول اکسیداسیون هیدروژن برای تشکیل آب لازم است. فسفاتها در توانایی سیستم بافرینگ بدن نیز نقش دارند. فسفر عمدتاً در بزاق و ۸۰ درصد آن در استخوانها یافت می شود. همچنین در سوخت و ساز بدن (در ساختمان اسید نوکلئیک) و در ساختمان غشاء سلولی، در تولید انرژی و انقباضات ماهیچه ای نقش دارد همچنین در افزایش اشتها و رشد استخوان نقش دارد.

فسفر یکی از عناصر معدنی است که مطالعات زیادی بر روی آن صورت گرفته و در عملکردهای بدن دارای نقش بسیار حیاتی است. در بدن حیوان در حدود ۳۵ درصد از فسفر در اسکلت یافت می شود که نقش اصلی آن در تشکیل استخوانها و دندانها است.

فسفر نسبت به سایر عناصر معدنی، دارای بیشترین وظایف شناخته شده در بدن حیوان می باشد. ویتامین D در متابولیسم کلسیم و فسفر اهمیت دارد و در جذب این عناصر از روده و باز جذب آنها از استخوان و کلیه نقش دارد. میزان فسفر موجود در بدن حیوان کمتر از کلسیم است.

فسفر یک عنصر شیمیایی با علامت اختصاری P است که به صورتهای مختلف آلی یا معدنی جرئی از خاکهای طبیعی محسوب می شود. فسفر یک عنصر ضروری در تغذیه نباتات و حیوانات می باشد و معمولاً به صورت ترکیب با سایر عناصر نظیر کلسیم، سدیم و... در طبیعت وجود دارد. برای اولین بار فسفر به صورت آزاد توسط آقای Bran dt اهل هامبورگ آلمان که یک شیمیادان بود تهیه گردید. فسفر یک عنصر مهم در ماهیچه، متابولیسم انرژی، کربوهیدرات، آمینواسید، چربی و بافت عصبی می باشد. همچنین بخش مهمی در ساختمان DNA و RNA است. در ترکیباتی نظیر ADP و ATP نیز وجود دارد. فسفر به صورت ارتوفسفات راحت در روده جذب می شود.

۱۴ درصد فسفر در بافتهای نرم و یک درصد باقیمانده در مایعات بین سلولی یافت می شود. ۲۲ درصد کل مواد معدنی بدن به فسفر اختصاص دارد که بین استخوانها و بافتهای نرم نقل و انتقال آن به همراه کلسیم مداوماً صورت می گیرد. بطور کلی فسفر مجموعاً یک درصد وزنی بدن حیوانات را به خود اختصاص می دهد. این ماده معدنی یکی از مهم ترین مواد مورد استفاده در جیره دام و طیور است که از نظر هزینه رتبه سوم را در بین سایر مواد غذایی مصرفی دارد. فسفر بصورت فسفات کلسیم غیر محلولی هیدرواکسی آپاتیت در ساختمان استخوانها و دندانها بکار رفته است. ساختمان کریستالی مواد معدنی استخوان شامل توالی آپاتیتها است و توسط فرمول هیدرواکسی آپاتیت  $Ca_3(PO_4)_2(OH)_2$  محاسبه می شود. فسفر در فرآیندهای متابولیکی نقش مهمتری نسبت به سایر مواد معدنی ایفا می کند.

بخشی از وظایف فسفر در بدن عبارت اند از:

- ۱- نقش در ساخت و حفظ استخوان ها و دندان ها
- ۲- نقش در انتقال انرژی از طریق حضور در آدنوزین دی فسفات (ADP) و آدنوزین تری فسفات (ATP) و کراتین فسفات .
- ۳- فسفر در متابولیسم گلوکز شش فسفات و تریوز فسفات که از واسطه های حیاتی در عمل گلیکولیز هستند نقش اساسی دارد و ضمناً کربوهیدرات هایی مانند گلوکز به صورت ترکیب فسفردار شده از بافت مخاطی روده جذب می شوند.
- ۴- فسفر جهت حفظ فشار اسمزی و تعادل اسید و باز در بدن ضروری است.
- ۵- وجود فسفر در تشکیل فسفولیپیدها ضرورت دارد. فسفولیپیدها از جمله موادی هستند که از طریق آنها اسیدهای چرب به تمام نقاط بدن منتقل می شوند. بدین ترتیب می توان گفت که وجود فسفر در انتقال چربی ها نیز ضروری است.
- ۶- فسفر در متابولیسم اسیدهای آمینه و تشکیل پروتئین دخالت دارد.
- ۷- فسفر جزئی از اسیدهای هسته سلول اسید دی اکسی ریبونوکلئیک (DNA) و اسید ریبونوکلئیک (RNA) است لذا برای متابولیسم سلولی و انتقال صفات ارثی ضروری است.

۸- نقش فسفر برای تشکیل بافت های عضلانی، ترشح طبیعی شیر و انجام وظایف میکروارگانیزم های موجود در شکمبه اثبات شده است

### مکانیسم جذب فسفر

فسفر یکی از اولین عناصر جذب شده در روده کوچک می باشد که از طریق یک فرایند انتقال فعال باعث عکس العمل سریع نسبت به تولید و<sup>۱</sup>۲۵ دی هیدروکسی ویتامین D می گردد. کارایی جذب فسفر در روده در زمانی که کمبود آن وجود دارد می تواند عامل تنظیم کننده تولید و<sup>۱</sup>۲۵ دی هیدروکسی ویتامین دی باشد بدین معنی که کاهش میزان فسفر پلاسما عامل محرکی برای تولید و<sup>۱</sup>۲۵ دی هیدروکسی ویتامین دی در دستگاه گوارش میباشد. غلظت فسفر پلاسما بخوبی با میزان فسفر جذب شده در روده ها ارتباط دارد. مقادیر زیاد و بیش از حد فسفر جذب شده در ادرار و بزاق ترشح می گردند.

مقدار جذب فسفر به منبع تهیه آن، نسبت کلسیم به فسفر، PH روده باریک، مصرف لاکتوز و به سطح کلسیم، فسفر، ویتامین D، آهن، آلومینیوم، منگنز، پتاسیم، منیزیم و چربی در جیره غذایی وابسته است. سطح فسفر پلاسما خون در رابطه با کلسیم توسط هورمون پاراتیروئید و تیر و کلسیتونین تنظیم می شود. به دلیل وجود فسفر به صورت فیتات فسفر در منابع گیاهی که معمولاً ۶۷-۷۵ درصد می باشد از اصطلاح فسفر قابل استفاده خصوصاً در تغذیه طیور و تک معده ای ها استفاده می شود که شامل فسفر معدنی (منابع حیوانی و معدنی) و فسفر غیر فیتات از منابع گیاهی و فسفر فیتات قابل استفاده است. باکتری ها در روده بزرگ نیز دارای فعالیت فیتازی هستند اما اهمیت این امر در تامین فسفر برای تک معده ای روشن نیست هر چند که مطالعات انجام گرفته با استفاده از ایزوتوپ های رادیواکتیو نشان داده اند که قابلیت دسترسی فسفر ممکن است از ۰/۳۳ تا ۰/۹۰ متغیر باشد.

فسفر جذب شده از روده وارد گردش خون شده و برای تشکیل استخوان ها و دندان ها به راحتی از گردش خون خارج می شود. در تمامی مراحل زندگی، کمی فسفر به استخوان ها وارد می شود. در مواقع ضروری، مثل اوقاتی که فسفر جیره کم است، برای ثابت ماندن سطح فسفر خون مقداری از فسفر موجود در استخوان ها وارد خون می شود. میزان فسفر در پلاسما توسط هورمون غده پاراتیروئید و تیروکلسی تونین تنظیم می شود. غلظت فسفر در خون رابطه معکوس با کلسیم دارد. جذب فسفر از روده و لوله های قدامی توسط ویتامین D افزایش می یابد. هورمون پاراتورمون دفع فسفات را از طریق کلیه با مهار جذب مجدد توسط توپول کلیوی تنظیم می کند. بیشتر فسفات در بدن همراه با کلسیم بعنوان اجزای معدنی استخوان ها و دندان ها وجود دارند.

فسفر معدنی در مایع پلاسما و همچنین در داخل گلبول ها وجود دارد و غلظت آن در پلاسما و داخل گلبول ها یکسان است.

مطالعات مختلف روی متابولیسم مواد معدنی نشان می دهد که مقدار ماده معدنی در جیره، معمولاً نشان دهنده مقدار قابل جذب آن نیست و حتی ترکیبات مختلف آن ماده نیز در دستگاه گوارشی حیوان تفاوت جذب نشان می دهد.

#### ضریب جذبی فسفر

مقدار جذب فسفر به چند عامل بستگی دارد. این عوامل عبارتند از: منبع فسفر، نسبت کلسیم به فسفر در غذا، اسیدیته روده، لاکتوز مصرفی، مقدار کلسیم، فسفر و ویتامین D. بطور کلی در دنیا میزان جذب فسفر را ۶۰ تا ۷۰٪ از فسفر مصرف شده توسط غذا اعلام می کنند.

#### تنظیم فسفر خون

هورمون پاراتورمون در زمانی که استرس کلسیم وجود داشته باشد ترشح می شود و سبب افزایش ترشح فسفر در دستگاه گوارش و بزاق گردیده که این مسئله به عنوان یک عامل نگهدارنده غلظت طبیعی فسفر در خون تلقی می شود. هنگامی که میزان فسفر حاصل از دستگاه گوارش افزایش پیدا می کند؛ میزان ترشح فسفر خارج سلولی به منظور تولید بزاق به مقدار ۳۰ تا ۹۰ گرم در روز کاهش پیدا می کند.

یون فسفات قسمتی از سیستم بافرینگ بدن است و شکل دفع آن در ادرار (بصورت هیدروژن فسفات یا دی هیدروژن فسفات) دفع یون های هیدروژن را به داخل فیلتر بیرونی خنثی می کند. در داخل سلول، فسفات از طریق فسفوریلاسیون در متابولیسم بدن نقش دارد. همچنین فسفات در انتقال انرژی از طریق باندهای غنی از فسفات نقش مهمی به عهده دارد. در اسیدهای نوکلئیک و نوکلئیدها این مسئله اتفاق می افتد. علاوه بر این فسفات بعنوان فسفو لیپیدهای غشایی اهمیت ساختمانی دارند. همچنین فسفات ها در سیستم بافرینگ بدن هم نقش دارند. فسفر از طریق روده کوچک (دوازدهه) و به صورت ارتوفسفات یا فسفات مونو جذب می شود.

#### دفع فسفر

در خصوص فسفر بر خلاف کلسیم، آستانه دفع خونی وجود ندارد. زیرا وجود  $4PO_2H$  و  $4HPO_2$  - برای حفظ تعادل اسید و باز خون لازم است. بیشتر نگرانی این دو محقق بخاطر دفع بیش از حد فسفر از طریق مدفوع و ادرار حیوانات در طبیعت می باشد که سبب آلودگی محیط زیست می گردد

## منع مصرف منابع فسفات

باید از خوراندن میزان بالایی از فسفر اجتناب نمود، زیرا مقادیر اضافه دفع شده و در اثر تشدید رشد جلبک ها در منابع آبی باعث آلودگی می شوند.

## مزایای حضور منابع کلسیم و فسفر در جیره طیور

۱- استخوان بندی محکم و مقاوم

۲- افزایش اشتها

۳- افزایش بازدهی تولید در طیور گوشتی و تخمگذار

۴- کاهش میزان لنبه و شکستگی تخم مرغ

۵- افزایش تولید جوجه در فارم های مرغ مادر

## عوارض کمبود کلسیم و فسفر در طیور

۱- نرمی استخوان و فلج در جوجه ها

۲- شکنندگی استخوان در مرغ های مسن

۳- کاهش اشتها و ضریب رشد و تولید

۴- افزایش میزان لنبه و شکستگی تخم مرغ

۵- کاهش تولید جوجه در کارخانه های جوجه کشی

۶- تلفات به علت فلج، کاهش کارایی قلب، عضلانی، استخوانی و بی اشتهایی

علائم کمبود: در سراسر دنیا به خصوص در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری خاک ها با کمبود فسفر مواجه هستند. فسفر نیز مانند کلسیم برای تشکیل استخوان مورد نیاز بوده و کمبود آن می تواند منجر به ریکتز یا استئومالاشیا شود.

کمبود فسفر به چند طریق می تواند ایجاد شود.

-اگر فسفات توسط غذا تأمین شود بهتر است از املاح معدنی فسفات پتاسیم استفاده شود. فسفات جیره عمدتاً بصورت جیره (استری) ظاهر می شود و با هیدرولیز تدریجی تقریباً بصورت آهسته وارد بدن شده و بطور موثری در فرآیندهای متابولیکی مصرف می شود.

-فسفاتی که بصورت غیر آلی تأمین شود سریعاً جذب شده و بجای مصرف توسط بافتها تمایل به دفع دارد .

-اسیدیته پایین روده جذب کلسیم و فسفر را بدلیل افزایش حلالیت آنها آسانتر می سازد. بنابراین ترشح عادی اسید کلریدریک یا  $H^+$  معده برای جذب موثر فسفر ضروری است.

-برلیوم در جیره بواسطه تشکیل فسفات برلیوم نامحلول جذب فسفات از روده کوچک را مختل می سازد.

-استفاده مداوم از ترکیبات آلومینیوم دار بخصوص در جیره های کمبود فسفر که با فسفات جیره ترکیب و از جذب آن جلوگیری می نماید.

-کمبود فسفر در اثر دفع آن که در اثر گرسنگی و یا در افراد مبتلا به دیابت ایجاد می شود.

-کمبود فسفر جیره که افزایش کلسیم پلازما را باعث می گردد. اگر فسفر و کلسیم نتوانند بطور طبیعی در بدن ذخیره شوند.

در طیور کمبود فسفر ( حدود ۲۰٪ فسفر قابل دسترسی ) و افزایش کلسیم ( ۲/۲۴ درصد کلسیم و ۴۵ درصد فسفر ) باعث ایجاد ضایعات پاتولوژیکی شبیه توده غضروفی داخل مغز استخوان می گردد و بسته به شرایط کمبود تعداد متفاوت خواهد بود. پاهای طرفین باز می شوند و ممکن است شکستگی سر استخوان اتفاق بیافتد. کاهش میزان اکسیژن و افزایش دی اکسید کربن خون بدلیل عدم استحکام دنده ها و خم شدن آنها، کاهش حجم قفسه سینه و دخالت در حرکات تنفسی مشاهده می گردد. مبتلایان در نهایت بواسطه نارسایی قلبی تلف می شوند.

در طیور تخم گذار نیز غدد مترشحه، پوسته تخم مرغ نیز فسفات کلسیم با یک نسبت کلسیم به فسفر ۱:۱۷ دفع می کند. به همین دلیل نیاز کلسیم و فسفر مرغان تخم گذار از سایر گونه های حیوانی بیشتر است و کمبود آن در جیره باعث نرم شدن پوسته تخم مرغ و در نهایت قطع تخمگذاری می شود.

به منظور آنکه مرغ ها قادر به ذخیره مقادیر کافی از کلسیم در مغز استخوان های خود باشند تقریباً ۷-۱۴ روز قبل از گذاشتن اولین تخم مرغ به مقادیر بالای کلسیم نیاز دارند



## منابع فسفر

شیر، دانه‌های غلات، پودر ماهی و فرآورده‌های گوشتی حاوی استخوان، منابع خوبی از فسفر بوده اما میزان عنصر در علوفه خشک و گاه‌ها عموماً بسیار پایین است توجه زیادی به قابلیت دسترسی فسفر شده است. بیشتر فسفر دانه‌های غلات به شکل فیتات‌ها که نمک‌های اسیدفیتیک (مشتقی از اسید فسفریک) هستند وجود دارد. فسفر در مواد غذایی با منشأ گیاهی، حیوانی و معدنی وجود دارد ولی قابلیت دسترسی آنها برای موجود زنده بسته به نوع آنها متفاوت است منابع غذایی اهمیت زیادی در تأمین فسفر مورد نیاز طیور دارند. زیرا در حدود ۵۰ درصد فسفر کل جیره توسط آنها تأمین می‌گردد که البته همه آنها قابل جذب نیست.

فیتات‌های نامحلول کلسیم و منیزیم در غلات و سایر فرآورده‌های گیاهی وجود دارند آزمایش‌های انجام گرفته با جوجه‌ها نشان داده است که فسفر موجود در فیتات کلسیم تنها با ۱۰٪ از بازدهی فسفات سدیم مورد استفاده قرار گرفت. بعضی خوراک‌های گیاهی خاص مانند گندم، حاوی فیتاز بوده و در معده خوک مقداری از فسرفیتاتی به وسیله فیتاز در شرایط اسیدی حاصله تخریب شود.

## منابع تأمین کننده کلسیم و فسفر

تأمین منابع معدنی فسفر همانند کاربرد سایر مواد معدنی برای خوراک دام و طیور بستگی به فاکتورهای متنوعی همانند موقعیت، قیمت، شکل شیمیایی و سایر مسائل اقتصادی و از همه مهمتر قابلیت جذب بیولوژیکی دارد.

۱- فسفر و کلسیم با منشأ گیاهی: در مواد غذایی مانند گندم، جو و غیره این منابع در طیور به علت وجود اسید فیتیک قابلیت جذب نداشته و ارزش غذایی ندارد در دام نیز از کم ارزش‌ترین منابع به شمار می‌آید. منابع مواد معدنی در جیره غذایی می‌توانند از لحاظ فراهمی بیولوژیکی شان (قابل دسترس بودن از لحاظ بیولوژیکی) فرق می‌کنند. اکثر منابع گیاهی فسفر بصورت فیتات یا فسفر فیتاتی است که عمدتاً برای تک معده ای‌ها قابل جذب نیست. فیتات با بسیاری از مواد معدنی (کلسیم، منیزیم، روی، منگنز) ترکیب و قابلیت جذب آنها را پایین می‌آورد. مقدار قابل استفاده برای جوجه‌های جوان (۰-۱۰) درصد طیور تخمگذار ۵۰ درصد گزارش گردیده است. در حدود دو سوم تا سه چهارم فسفر منابع گیاهی به شکل فیتات است که معمولاً در محاسبات در حدود یک سوم فسفر کل گیاهی بعنوان فسفر قابل جذب در نظر گرفته می‌شود. منابع غنی فسفات گیاهی شامل کنجاله تخم پنبه ۱/۰۷ درصد، کنجاله کنجد ۱/۲۷ درصد، سبوس گندم ۱/۳۷ و سبوس برنج ۱/۶۷ درصد دارا می‌باشد.

۲- فسفر و کلسیم با منشاء دامی: فسفر موجود در منابع حیوانی به خاطر عاری بودن از فیتین قابلیت جذب معادل منابع معدنی دارد. مهمترین آنها پودر استخوان ۱۲/۵ درصد، پودر گوشت (۴-۵) درصد، پودر ماهی (۱/۶-۳/۸) درصد، پودر ضایعات کشتارگاهی طیور ۱/۷ درصد فسفر دارند.

استخوان: این منابع اولاً به علت این که عموماً در شرایط غیربهداشتی و کارگاه‌های سنتی تهیه می‌شود از منابع بیماری‌زا و خطرناک هستند ثانیاً در هر شرایطی تهیه می‌شوند به احتمال انتقال بیماری‌های خطرناکی مثل شاربن و (BSE) غیرقابل اعتماد است.

#### آرد استخوان

آرد استخوان یکی از منابع تامین کلسیم و فسفر در تغذیه دام و طیور و آبزیان است .

چون احتمال انتقال بیماری جنون گاوی از طریق مصرف آرد استخوان (پخته) در نشخوارکنندگان می‌رود بنابراین توصیه می‌گردد در این گروه از دام‌ها انحصاراً از آرد استخوان سوخته (خاکستر) استفاده شود.

آرد استخوان از قطعات کامل یا خرد شده استخوان‌های دام‌های کشتاری بدست می‌آید به گونه‌ای که ابتدا استخوان‌ها را شست و شو داده و سپس با پختن در تانک‌های مخصوص و با حرارت ۱۳۰ درجه سانتیگراد به مدت سه ساعت و تحت فشار حدود ۵/۴ اتمسفر چربی و ژلاتین و سایر مواد اضافی را از آن جدا می‌سازند. آنگاه پس از خشک کردن استخوان را آسیاب نموده بصورت آرد در می‌آورند.

استخوان سوخته (خاکستر) از قطعات کامل یا خرد شده استخوان‌های کشتاری بدست می‌آید به گونه‌ای که پس از جدا کردن چربی، ژلاتین و سایر مواد اضافی بروش فوق استخوانها را در کوره‌های با حرارت ۵۵۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد در مجاورت هوا تا سفید شدن کامل می‌سوزانند. سپس آنها را آسیاب کرده بصورت خاکستر در می‌آورند..

ویژگی‌های فیزیکی خاکستر و آرد استخوان

رنگ: کرم متمایل به سفید

بو: دارای بوی مخصوص بخود و عاری از هرگونه بوی دیگر

اندازه: ذرات آرد استخوان باید عمدتاً یکنواخت بوده و اندازه ۹۰ درصد ذرات آن از ۲ میلی متر تجاوز نکند.

۳- مونو و دی کلسیم فسفات: از بهترین منابع تامین کننده کلسیم و فسفر بوده و قابلیت جذب بسیار بالایی دارند.

## مونو کلسیم فسفات

مونو کلسیم فسفات ماده ضروری خوراک طیور و همچنین برخی از واحد های دامداری و کارخانجات خوراک طیور در کلیه سال می باشد .

محصول مونو کلسیم فسفات از دو ماده مهم اولیه تشکیل می شود:

الف- اسید فسفریک: این ماده در حال حاضر توسط شرکت بازرگانی پتروشیمی وارد کشور می شود و در اختیار واحد های تولید کننده مونو کلسیم فسفات قرار می گیرد. اسید صنعتی وارداتی ابتدا بایستی طی روش های مختلف عناصر سمی و مصر آن تا حد استاندارد کاهش یافته تا قابلیت استفاده در مونو کلسیم فسفات را داشته باشد که مهمترین آن کاهش میزان فلوئور از ۳-۲ به حدود ۰/۲-۰/۱ است.

کنترل مواد نامحلول دانسیته و درصد فسفر از سایر فاکتورهای کنترلی است که توسط آزمایشگاه انجام می شود.

ب- کربنات کلسیم: این ماده به صورت سنگ لاشه معدنی از منابع مربوطه استخراج و طی خط پودر سازی به سایز مورد نظر که حدود ۳۰۰-۲۰۰ مش است تبدیل می شود. کنترل کیفی این ماده بخصوص از نظر سایز- درصد کلسیم- عناصر مضر مانند اکسید منیزیم و غیره ضروری است که با انتخاب سنگ مناسب و کنترل آزمایشگاهی صورت می گیرد.

## دی کلسیم فسفات

نمک دی کلسیم فسفات از واکنش اسید فسفریک با کربنات کلسیم تهیه می شود. این نمک حاوی دو عنصر حیاتی فسفر و کلسیم برای دام و طیور است که در ساخت و ساز سیستم حیوانات نقش اساسی را بازی می کند. حداقل فسفر موجود در محصول دی کلسیم فسفات ۱۷ درصد می باشد. همچنین میزان کلسیم محصول ۲۱ الی ۲۳ درصد می باشد.

شکل ظاهری این نمک به شکل گرانول است که در جیره غذایی دام و طیور به صورت افزودنی اضافه و به صورت دان جهت خوراک دام و طیور مصرف می گردد. از آنجایی که میزان احتیاج طیور به این نوع ماده غذایی با نژاد، نوع تولید، سن و غیره متغیر می باشد، به همین دلیل نمی توان به میزان کاملاً دقیقی از مصرف دی کلسیم فسفات اشاره نمود.

با بزرگتر شدن اندازه ذرات فسفات به میزان ارزش بیولوژیک آن افزوده می گردد. مصرف دی کلسیم فسفات گرانول شده علاوه بر ارزش بیولوژیک بالاتر، برخلاف نوع پودری آن اتلاف کمتری دارد. یکی از ویژگی های دی کلسیم فسفات سطح پایین فلوتور آن است.

جذب عمده دی کلسیم فسفات و به تبع آن فسفر در اوایل روده باریک صورت می گیرد مقدار جذب دی کلسیم فسفات به عوامل زیر بستگی دارد:

نسبت کلسیم به فسفر در غذا به دلیل رقابت بالایی که این عناصر در جذب با هم دارند باعث کاهش جذب سایر عناصر می گردند. لذا رعایت نسبت این عناصر در جیره غذایی از اهمیت خاصی برخوردار است. (در صورت افزایش دی کلسیم فسفات در جیره غذایی طیور، حیوان دچار کمبود روی و منیزیم می شود).

اسیدیته روده: در صورتی که PH روده حالت اسیدی باشد، جذب کلسیم بیشتر صورت می گیرد. استفاده از غلات در جیره باعث اسیدی شدن روده می شود.

میزان ویتامین D<sub>۳</sub>: این ویتامین در بدن بر روی جدار مخاطی روده اثر گذاشته باعث افزایش تولید پروتئین باند کننده کلسیم می شود و در نتیجه میزان جذب کلسیم از روده افزایش می یابد.

اسیدهای چرب: وجود اسیدهای چرب در جیره باعث افزایش جذب کلسیم در روده می گردد.

استرس حرارتی: با ایجاد آلكالوز تنفسی باعث کاهش جذب کلسیم می شود. در ضمن افزایش حرارت باعث کاهش اشتها شده و در نتیجه مصرف خوراک کاهش می یابد و در پی آن کاهش مصرف و جذب کلسیم را خواهیم داشت. افزایش حرارت همچنین باعث افزایش مصرف آب شده و در نتیجه کلسیم فسفات به صورت نامحلول از کلیه ها دفع می شود.

آنتی بیوتیک ها: برخی از آنتی بیوتیک ها با کلسیم و فسفر موجود در جیره باند شده، ایجاد کمپلکس های نامحلول می کند و موجب کاهش جذب کلسیم و فسفر از روده می شود. پس بهتر است در موقع مصرف اینگونه داروها مصرف دی کلسیم فسفات را افزایش دهیم.

### روش های اندازه گیری قابلیت جذب فسفر

مطالعات مختلف روی متابولسیم مواد معدنی نشان می دهد که مقدار ماده معدنی در جیره، معمولاً نشان دهنده مقدار قابل جذب آن نیست و حتی ترکیبات مختلف آن ماده نیز در دستگاه گوارشی حیوان تفاوت جذب نشان می دهد.

ماده ای دارای ارزش غذایی مناسب است که بتواند توسط حیوان مورد استفاده قرار گیرد. آزمایشات مختلف نشان داده است که کمتر ماده معدنی است که بطور کامل جذب شود و همیشه مقداری از دسترسی حیوان خارج می گردد. فسفر نیز خارج از این حالت نیست و همواره مقادیری از آن در فرآیند هضم طبیعی و اعمال متابولیکی بدن از دست می رود. از آنجایی که عوامل مختلفی روی جذب و مصرف فسفر اثر می گذارند که شامل نوع جیره ترکیب شیمیایی فسفر، نسبت کلسیم به فسفر، سن، جنس، مقدار چربی و انرژی، محیط، هورمونها، بیماری و انگل، مقادیر پروتئین و عناصر کمیاب، اثر متقابل فسفر با سایر عناصر حالات فیزیکی منبع فسفر و سایر اجزای جیره خصوصاً اندازه ذرات غذایی، نحوه تهیه غذا و بسیاری عوامل دیگر می باشند که در هر مرحله زمانی ممکن است یک یا چند مورد به جذب فسفر تأثیر گذارند. بنابراین میزان فسفر موجود در مکملهای فسفات‌ها و جیره های غذایی از نظر کمیت نمی تواند معیاری از جذب آن توسط حیوان باشد. بهمین دلیل همواره سعی گردیده است تا یک ارتباط منطقی بین مقدار قابل جذب فسفر و مقدار آن در جیره مکملها پیدا شود تا توسط آن بتوان جذب واقعی حیوان از فسفر موجود در ترکیبات آنرا پیش بینی نمود. روشهای مختلف برای اینکار وجود دارد که مختصراً به آن اشاره می شود:

#### الف: روشهای شیمیایی

در این روش سعی می شود تا ارتباط بین ترکیبات فسفر و حلالها شیمیایی، پیدا شود. این روش دقت بالایی ندارد و در بعضی موارد عدم کارایی آن نیز ثابت گردیده است ولی در بعضی موارد بدلیل تسریع عملیات و هزینه پایین عملیات بعنوان معیار اولیه بکار برده می شود. در این روش مکملهای فسفردار را در اسید سیتریک (۲ درصد) اسید کلریدریک (۰/۴ درصد) و سترات آمونیوم خنثی حل می کنند و از میزان حلالیت فسفر در حلالهای فوق تخمینی از میزان جذب بدست می آید. در ایران از قابلیت حل فسفر در اسید سیتریک (۲ درصد) بعنوان تعیین میزان جذب فسفر هنوز هم استفاده می گردد. در یک تحقیق روی بوقلمون مشخص گردید که میزان حل در اسید کلریدریک (۰/۴ درصد) معیار خوبی از ارزش بیولوژیکی نمی دهد ولی همبستگی (۸۷-۹۵) درصد بین میزان حل در اسید سیتریک ۲ درصد و ارزش بیولوژیکی وجود دارد.

بطور کلی جایگزین نمودن این روش با روش بیولوژیکی مخاطره آمیز می باشد و توصیه شده است که استفاده کنندگان از فسفاتهای غذایی می توانند از قابلیت حل در اسید سیتریک (۲ درصد) یا سترات آمونیوم خنثی توام با سایر روشهای کنترل کیفی مانند تعیین میزان فسفر، کلسیم، سدیم و فلوئور به عنوان معیار قابلیت جذب بیولوژیکی استفاده کنند.

ب: روش بیولوژیکی:

در این روش قابلیت دسترسی فسفر مکملهای مختلف فسفره را بصورت آزمونهای مقایسه ای روی موجود زنده ( عمدتاً طیور) آزمایش می کنند. این روش امروز توسط اکثر محققین به کار برده می شود و روش « نسبت شیبها» نامیده می شود.

طرز عمل:

در ابتدا یک جیره که معمولاً محتوی ذرت و سویا است تهیه و میزان کلسیم و فسفر آن را مشخص می کنند سپس مکملهای مورد آزمایش بسته به روش اجرایی به جیره اضافه می نمایند. تا فسفر جیره در حد نیاز جوجه ها تأمین گردد. در بعضی از روش ها از چندین سطح فسفر در جیره استفاده می کنند. تا به این ترتیب یک منحنی پاسخ برای درصد خاکستر استخوان نسبت به فسفر مصرفی بدست آورند و این منحنی را با منحنی پاسخ یک مکمل استاندارد که معمولاً بتاتری کلسیم فسفات<sup>۱</sup> اسید فسفریک و یا دی کلسیم فسفات می باشد مقایسه نمود و از تقسیم ضرایب رگرسیون حاصل از نمونه ها ضرایب رگرسیون منحنی استاندارد و درصد جذب نمونه ها را تعیین نمود.

در ارزیابی روی موجود زنده بسته به نظر محقق ممکن است تغییراتی از نظر اجرایی در جیره های غذایی داده شود. در یک روش میزان فسفر در سطوح متفاوت از صفر تا (۰/۶) درصد جیره یا بیشتر برای تولید حداکثر خاکستر استخوان داده می شود. که به این ترتیب سطح ایده آل هر نمونه نیز تعیین می گردد. درصدهای بالاتر از میزان مورد نیاز برای تکمیل منحنی استاندارد تعیین قابلیت جذب مکمل فسفات لازم است. در روش دیگر استفاده میزان فسفر را در حد بحرانی نیاز واقعی حیوان تنظیم می کنند که به این ترتیب تفاوت بین نمونه های آزمایشی مشهود تر خواهد بود.

### نسبت کلسیم به فسفر

هنگام استفاده از مکمل های کلسیمی در حیوانات باید به نسبت کلسیم به فسفر جیره توجه داشت زیرا یک نسبت غیرطبیعی ممکن است به اندازه کمبود هر یک از عناصر در جیره مضر باشد. نسبت بین کلسیم به فسفر که به نظر می رسد بیشترین مطلوبیت را برای حیوانات مزرعه به جز طیور دارد عموماً در دامنه ۱ به ۱ یا ۱ به ۲ است. در طیور گوشتی و دوران پرورش نسبت ۲ به ۱ و در مرغ تخمگذار تا نسبت ۱۳ به ۱ هم می رسد.

ماده ای دارای ارزش غذایی مناسب است که بتواند توسط حیوان مورد استفاده قرار گیرد. آزمایشات مختلف نشان داده است که کمتر ماده معدنی است که بطور کامل جذب شود و همیشه مقداری از دسترسی حیوان خارج می

گردد. فسفر نیز خارج از این حالت نیست و همواره مقادیری از آن در فرآیند هضم طبیعی و اعمال متابولیسمی بدن از دست می رود. از آنجایی که عوامل مختلفی روی جذب و مصرف فسفر اثر می گذارند که شامل نوع جیره ترکیب شیمیایی فسفر، نسبت کلسیم به فسفر، سن، جنس، مقدار چربی و انرژی، محیط، هورمونها، بیماری و انگل، مقادیر پروتئین و عناصر کمیاب، اثر متقابل فسفر با سایر عناصر حالات فیزیکی منبع فسفر و سایر اجزای جیره خصوصا اندازه ذرات غذایی، نحوه تهیه غذا و بسیاری عوامل دیگر می باشند که در هر مرحله زمانی ممکن است یک یا چند مورد به جذب فسفر تأثیر گذارند. بنابراین میزان فسفر موجود در مکمل های فسفات و جیره های غذایی از نظر کمیت نمی تواند معیاری از جذب آن توسط حیوان باشد. بهمین دلیل همواره سعی گردیده است تا یک ارتباط منطقی بین مقدار قابل جذب فسفر و مقدار آن در مکمل ها پیدا شود تا توسط آن بتوان جذب واقعی حیوان از فسفر موجود در ترکیبات آنرا پیش بینی نمود و بهترین روش جهت پیشگیری و رفع کمبود این ماده معدنی استفاده از مکمل های معدنی ویژه دام با جیره اختصاصی می باشد.

## گروه تحقیق و توسعه گهر دانه شرق