

### مواد معدنی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

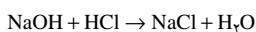
- مواد معدنی را تعریف کند.
- تقسیم بندی مواد معدنی را بیان کند.
- نقش مواد معدنی در تغذیه را توضیح دهد.
- منابع مورد استفاده مواد معدنی را در تغذیه شرح دهد.

مواد معدنی، عناصر غیر آلی موجود در طبیعت هستند که در بدن موجودات زنده اعم از گیاهی و جانوری وجود دارند.

انسان، نیاز به وجود مواد معدنی در خوراک دام‌ها را از اوایل اهلی کردن و پرورش این دام‌ها، تشخیص داده است و با توجه به تحقیقات انجام شده در تأمین این مواد برای دام‌ها، هنوز مسائل ناشناخته‌ای در تغذیه مواد معدنی به ویژه برای دام‌های پر تولید، وجود دارد. این عناصر، اغلب به صورت نمک<sup>۱</sup>، و یا همراه با ترکیبات آلی وجود دارند. اگر چه از مواد معدنی موجود در طبیعت، تعداد زیادی در بافت‌های مختلف بدن یافت می‌شوند، ولی احتمالاً همه‌ی آن‌ها مورد استفاده در سوخت و ساز یا متابولیسم قرار نمی‌گیرند. از این عناصر آن‌هایی را که در متابولیسم دخالت دارند، اصطلاحاً عناصر معدنی ضروری می‌نامند. زیرا اگر یکی از این عناصر و یا ترکیبات آن‌ها از جیره حذف شود، علائم کمبود در دام ایجاد می‌شود و همچنین افزودن آن عنصر یا ترکیبات آن به جیره، از بروز نشانه‌های کمبود جلوگیری کرده یا آن را برطرف می‌کند.

در سلول‌ها، تقریباً همه عناصر معدنی ضروری وظایفی به عهده دارند که عمده‌ی آن‌ها وظایف کاتالیزوری در واکنش‌های متعدد است. اما برخی از عناصر، علاوه بر وظایف عمومی وظایف و عملکردهای خاص نیز دارند، مثلاً کلسیم و فسفر، در استخوان‌ها نقش ساختمانی دارند. در صورتی

۱- هرگاه یک یون فلزی جانشین هیدروژن یک اسید شود، نمک حاصل می‌گردد.



که گوگرد برای ساخت پروتئین‌های ماهیچه‌های اسکلت بدن مورد نیاز است. حتی بعضی از عناصر وظایف منحصر به فرد دارند، به عنوان مثال آهن یا کبالت در متابولیسم، نقش‌های منحصر به فرد دارند. عناصر معدنی اگر چه خود فاقد انرژی هستند، اما در مصرف انرژی، جابه جایی آن و نیز در کل متابولیسم سایر مواد مغذی از فاکتورهای ضروری به شمار می‌روند و در فعال سازی آنزیم‌ها نیز نقش دارند.

لازم به تذکر است که هضم و جذب هر کدام از عناصر معدنی باید به میزان معینی انجام گیرد و به همان گونه که وجود هر کدام برای فعل و انفعالات بدن لازم است، چنانچه مصرف آن‌ها از مقدار مشخصی تجاوز کند، در مراحل اولیه می‌تواند در جذب یا فعالیت بعضی دیگر از عناصر اختلال ایجاد کند. اما در مراحل پیشرفته، یعنی زمانی که مصرف برخی از عناصر بیش از حد شود، ایجاد مسمومیت کرده و باعث عوارض متعدد می‌شود که در بسیاری از موارد مرگ حیوان را به دنبال دارد.

عناصر معدنی، اغلب با خوراک و یا طرق دیگر به مصرف دام می‌رسند. از آن قسمت که به صورت خوراکی وارد دستگاه گوارش می‌شود، بخشی جذب و مابقی دفع می‌شود. از مقدار جذب شده قسمتی در ساختمان اعضای بدن وارد شده و بخشی نیز در واکنش‌های سوخت و سازی بدن دخالت می‌کند. مقداری نیز جذب نشده و از راه‌های مختلف مثل ادرار یا مدفوع و غیره دفع می‌شود.

سه فعل و انفعال جذب، استقرار و دفع، با یکدیگر ارتباط و تداخل دارند و دائماً در حالت تبدیلی به سر می‌برند. به این ترتیب که بافت‌های بدن همیشه در تلاش هستند تا بین مواد معدنی قابل جذب و تبدلات بدن تعادل لازم را ایجاد کنند. (نمودار ۱-۶)

### تقسیم بندی مواد معدنی

مواد معدنی را با توجه به نیاز دام و تراکم آن‌ها در بدن، به دو دسته‌ی پر نیاز<sup>۱</sup> و کم نیاز<sup>۲</sup>، تقسیم می‌کنند.

### ۱-۶- مواد معدنی پر نیاز

عناصر کلسیم، فسفر، منیزیم، گوگرد، سدیم، پتاسیم و کلر از این دسته محسوب می‌شوند.

۱- Macroelements (Macromineral)

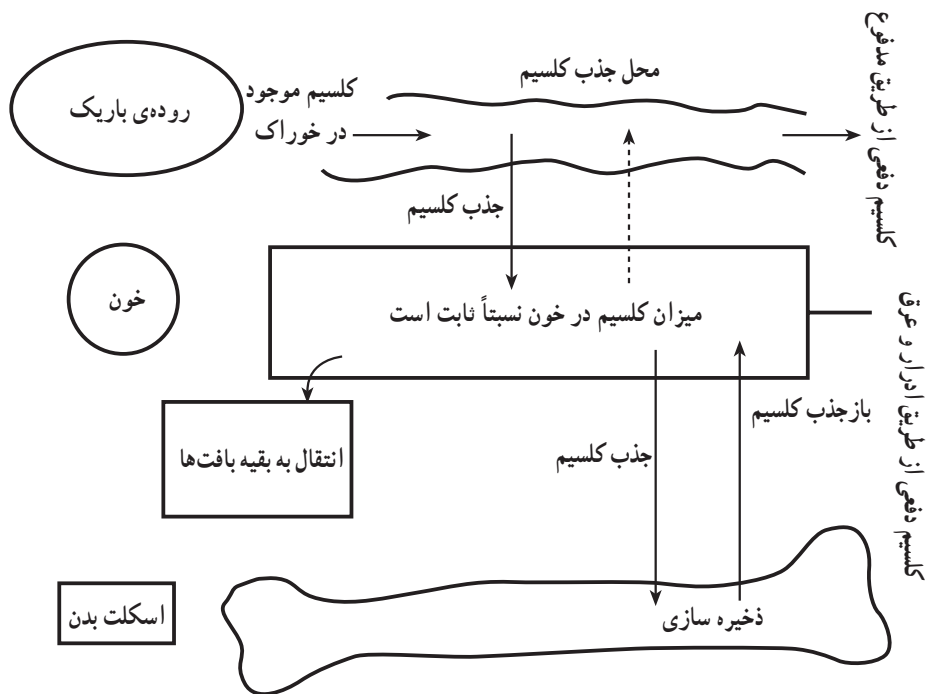
۲- Microelements (Micromineral)

**کلیات :** هضم و جذب مواد معدنی در دستگاه گوارش بستگی به گونه حیوانی دارد. به این معنی که بر خلاف دام‌های تک معده‌ای، در نشخوارکنندگان عناصر معدنی ابتدا در اختیار میکروارگانیسم‌ها قرار می‌گیرد. برخی نیز ممکن است در شکمبه به صورت کمپلکس‌هایی در آمده، جذب آن‌ها با تأخیر انجام شود و یا کلاً از دسترس جذب خارج شوند. در صورتی که بعضی نیز مستقیماً می‌توانند مورد استفاده‌ی میکروارگانیسم‌های شکمبه قرار گیرند. جذب عناصر پرنیاز، عمدتاً در روده‌ی باریک انجام می‌پذیرد. در نشخوارکنندگان بعضی عناصر ممکن است در پیش معده نیز جذب شوند. محل اصلی جذب در دستگاه گوارش بسته به عنصر و نوع دام متفاوت است. میزان و سرعت جذب عناصر، تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد.

از جمله این عوامل، نوع ترکیبات شیمیایی عناصر در خوراک‌ها، تأثیر متقابل مواد دیگر موجود در خوراک بر روی عنصر مورد نظر و شرایط ویژه‌ی حیوان را می‌توان نام برد. دفع عناصر پرنیاز از بدن، از راه‌های مدفوع، ادرار و تعریق امکان‌پذیر است. نوع دام نیز می‌تواند عاملی مؤثر بر دفع مواد معدنی از راه‌های مختلف باشد.

**کلسیم:** فراوانترین ماده معدنی موجود در بدن دام‌ها کلسیم است. این عنصر به اشکال مختلف در بدن نقش دارد و مهمترین قسمت بافت استخوانی و دندان‌ها است. تقریباً ۹۹ درصد از کل کلسیم بدن در این دو قسمت وجود دارد. خاکستر استخوان حاوی تقریباً ۳۶ درصد کلسیم، ۱۷ درصد فسفر و کمتر از ۱ درصد منیزیم است. کلسیم جزء لازم سلول‌های زنده‌ی بدن و مایعات بافتی است و حضور آن در فعالیت تعدادی از سیستم‌های آنزیمی، در انتقال جریان‌های عصبی و انقباضات ماهیچه‌ای ضروری است. کلسیم در پلاسمای خون موجود بوده و در انعقاد خون نیز نقش دارد. این عنصر در تولید شیر و تشکیل پوسته‌ی تخم مرغ نقش اساسی دارد. از نظر شیمیایی اسکلت بدن ثابت و بدون تغییر نیست. زیرا تبادل کلسیم و فسفر در آن به طور دائم انجام می‌شود و مقادیر مختلفی از کلسیم و فسفر استخوان‌ها در موقع لزوم آزاد شده و به وسیله بافت‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پدیده در هنگام شیرواری و تخمگذاری بیشتر است.

به طور کلی، غده پاراتیروئید، عمل آزاد شدن کلسیم از استخوان‌ها را کنترل می‌کند. با کمبود کلسیم در خوراک، این غده تحریک شده با ترشح هورمون خود، باعث آزاد شدن کلسیم می‌شود، به نحوی که غلظت کلسیم را در خون تقریباً ثابت نگه می‌دارد. البته در این حالت چون کلسیم و فسفر به صورت ترکیب با یکدیگر در استخوان‌ها وجود دارند، فسفر نیز آزاد می‌شود ولی به علت عدم نیاز به آن، این ماده از بدن دفع خواهد شد. در جذب کلسیم و جایگزینی آن در استخوان‌ها، ویتامین D نقش اساسی دارد.



نمودار ۱-۶

بعضی از اسیدهای آلی، با کلسیم ترکیبات پایدار تولید می‌کنند، به صورتی که این عنصر از دسترس جذب خارج می‌شود. به عنوان مثال اسیدهای اگزالیک و فایتیک با کلسیم تولید آگزالات کلسیم و کلسیم فایتیت می‌کنند که برای دام‌ها قابل جذب نیست. کلسیم این ترکیبات، زمانی امکان جذب دارد که شکسته شده و بصورت یون آزاد شود. در غیر این صورت کلسیم به همان صورت کمپکس بدون آنکه جذب شود، از دستگاه گوارش خارج می‌شود. در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان تجزیه بعضی از این ترکیبات پیچیده تا حدودی امکان پذیر است. بخش عمده‌ای از کلسیم خوراک‌های دام به صورت این ترکیبات پایدار و پیچیده است، مثل کلسیم موجود در چغندر قند و فرآورده‌ها و ضایعات آن. کمبود کلسیم در بدن باعث ایجاد عوارض متعدد می‌شود. در دام‌های جوان و در حال رشد، استخوان‌ها به طور طبیعی رشد نکرده، استقامت لازم را ندارند و از نظر ظاهری نیز غیر طبیعی به نظر می‌رسند و به همین علت حیوان در هنگام راه رفتن دچار اشکال می‌شود. به این عارضه ریکتز<sup>۱</sup> یا راشیتیس می‌گویند که از علائم مشخصه آن لنگیدن است.

کمبود کلسیم در دام‌های بالغ، باعث عارضه‌ی پوکی استخوان می‌شود، زیرا کلسیم خارج

<sup>۱</sup> - Rickets

شده از استخوان‌ها جایگزین نشده است، به این عارضه استئومالاسی<sup>۱</sup> می‌گویند و از علائم مشخصه آن شکنندگی استخوان‌ها و ایجاد کجی یا انحنا در پاها است.

ظهور ریکتز و استئومالاسی، تنها مربوط به کمبود کلسیم نیست. زیرا کمبود فسفر، نسبت نامناسب بین کلسیم و فسفر و همچنین کمبود ویتامین D نیز باعث بروز نشانه‌های این عارضه می‌شود. این عوامل همچنین باعث بروز عارضه‌ی تب شیردرگاوهای شیرده می‌شود. کاهش کلسیم سرم خون، تشنج عضلانی، و در نهایت فلجی و بی‌حسی کامل، همه از علائم این عارضه است.

برای رفع کمبود کلسیم، می‌توان آن را به صورت مکمل به جیره‌های غذایی افزود. در افزودن مکمل کلسیم به جیره غذایی دام‌ها، باید نسبت بین کلسیم و فسفر جیره رعایت شود، زیرا نامناسب بودن این نسبت بین دو عنصر حداقل به اندازه کمبود آن‌ها زیان آور است. مناسبترین نسبت را در حدود ۲ قسمت کلسیم به ۱ قسمت فسفر در دام‌ها، به غیر از طیور تخمگذار می‌دانند.

نسبت کلسیم برای مرغ تخمگذار بیشتر است. زیرا این حیوان برای تولید پوسته تخم مرغ احتیاج بیشتری به کلسیم دارد و چنانچه در جیره غذایی، کلسیم به مقدار کافی وجود نداشته باشد، پوسته‌ی تخم مرغ بیش از حد نازک می‌شود.

دفع کلسیم عمدتاً از راه مدفوع است و به میزان ناچیز از راه ادرار و عرق نیز دفع می‌شود. منابع کلسیم: از منابع گیاهی، علوفه گیاهان و محصولات سبز و پربرگ بخصوص گیاهان خانواده بقولات خوب کلسیم هستند.

گیاهان خانواده‌ی غلات و ریشه‌ها و به طور کلی دانه‌ها از لحاظ کلسیم فقیرند. از منابع حیوانی، شیر و فرآورده‌های آن، محصولات فرعی دامی و ضایعات فرآوری آن‌ها که حاوی استخوان باشند، (آرد استخوان و آرد گوشت و استخوان و آرد ماهی) بسیار غنی از کلسیم هستند. از مکمل‌های معدنی کلسیم متداول در تغذیه دام بخصوص در تغذیه دام‌های شیروار و مرغ‌های تخمگذار، آرد استخوان و دی کلسیم فسفات و آرد صدف را می‌توان نام برد.

فسفر: یکی دیگر از مواد معدنی مهم و ضروری در بدن است. رابطه بسیار نزدیک بین فسفر و کلسیم در استخوان وجود دارد. فسفر نیز مانند کلسیم در تشکیل استخوان‌ها و دندان‌ها مشارکت داشته و در حدود ۷۵٪ از کل فسفر بدن را می‌توان در این قسمت‌ها یافت. علاوه بر آن در ساختمان فسفولیپیدها، فسفوپروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک نیز موجود است. فسفر در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و سایر مواد مغذی، همچنین جابه‌جایی انرژی در بدن و نیز به عنوان بخشی از بافرهای موجود در خون نقشی مهم و حیاتی به عهده دارد. مقدار فسفر در مقایسه با کلسیم در بدن کمتر است

و نقش ویتامین D در جذب آن در بدن، حائز اهمیت است.

فسفر نیز مانند کلسیم برای تشکیل استخوان‌ها ضروری بوده و کمبود آن در ظهور عوارض ریکنز و استئومالیشیا مؤثر است. از عوارضی که منحصراً در نتیجه کمبود فسفر در دام‌ها ایجاد می‌شود، «پیکا» یا گنده‌خواری است. در این بیماری اشتهای دام کم شده و به جویدن چوب، استخوان، پارچه و سایر اجسام خارجی، تمایل دارد.

از دیگر عوارض کمبود فسفر، ایجاد اختلال در دوره‌ی فعلی و کاهش باروری دام، کاهش تولید در گاوهای شیرده و کاهش تخم مرغ در مرغ‌های تخمگذار است. علاوه بر آن باعث رکود در رشد دام‌های جوان و نیز رکود در افزایش وزن دام‌های بالغ می‌شود.

از آنجا که کمبود فسفر در میان عناصر معدنی، معمولترین و از نظر اقتصادی، مهمترین عامل کاهش تولید است، توجه به این ماده معدنی در تغذیه انواع دام‌ها، حائز اهمیت فراوان است. همان گونه که در مبحث کلسیم نیز اشاره شد، مناسبترین نسبت کلسیم به فسفر را در محدوده‌ی جیره غذایی به ترتیب ۲ به ۱ می‌دانند و افزایش بیش از حد هر کدام از این دو عنصر مانع جذب دیگری و نیز بعضی از عناصر دیگر می‌شود.

دفع فسفر نیز مانند کلسیم عمدتاً از راه مدفوع است.

منابع فسفر: معمولاً قسمت‌های علوفه‌ای گیاهان در مقایسه با دانه‌ها، دارای میزان بسیار کمتری از این عنصر است. همچنین قسمت‌های جوان و در حال رشد گیاه، نسبت به قسمت‌های مسن‌تر، از نظر فسفر غنی‌ترند. بر همین اساس، کمبود فسفر در گوسفند کمتر از گاو مشاهده می‌شود، چون گوسفند بر حسب عادت، بیشتر از برگ‌های جوان و در حال رشد گیاه استفاده می‌کند. از منابع با منشأ حیوانی، شیر و فرآورده‌های آن و نیز محصولات فرعی دامی و ضایعات فرآوری آن‌ها که حاوی استخوان باشند، به عنوان منابع خوب فسفر شناخته شده‌اند. از منابع معدنی، مونوفسفات کلسیم، فسفات سدیم، فسفات آمونیم و دی‌فسفات کلسیم را می‌توان نام برد.

منیزیم: به طور وسیعی در بدن پراکنده است و بعد از کلسیم و فسفر، نسبت به سایر مواد معدنی، مقادیر بیشتری از آن در بدن وجود دارد. در حدود ۷۰ درصد کل منیزیم، در استخوان‌ها و بقیه در بافت‌های نرم و مایعات بدن پراکنده است. منیزیم، رابطه بسیار نزدیکی با کلسیم و فسفر دارد. معمولترین فعال کننده آنزیم‌ها در متابولیسم مواد مغذی و بخصوص کربوهیدرات‌ها است و در تولید و انتقال انرژی نیز مهمترین عنصر است. میزان جذب منیزیم در دام‌های مختلف، متفاوت است. در تک‌معدله‌ای‌ها، میزان جذب بیشتر و متناسب با مصرف روزانه است. اما در دام‌های نشخوار کننده،

بسته به شرایط گوارشی و حضور سایر مواد معدنی، جذب منیزیم موجود در گیاهان علوفه‌ای، از حدود ۵۰٪ تا ۶۰٪ متغیر و بسته به میزان آن در خوراک روزانه، متفاوت است.

دفع منیزیم از طریق مدفوع و ادرار انجام می‌شود. مقدار دفع از راه ادرار بیشتر بوده و در حدود ۹۵ درصد از منیزیم دفعی توسط ادرار و مابقی همراه مدفوع دفع می‌شود.

علائمی ناشی از کمبود منیزیم، در جیره غذایی بعضی از دام‌ها دیده شده است، در دام‌های بالغ ظهور چنین علائمی را که با کاهش مقدار منیزیم خون همراه است، «کزاز یا غش علفی» می‌نامند.

از علائم این عارضه، تشنج عضلانی، حساسیت زیاد و حالت غش بخصوص در دام‌های نشخوار کننده است.

با افزایش مقدار منیزیم جیره، تا حدود زیادی می‌توان از بروز و شدت این عارضه کاست، که این عمل با اضافه کردن مخلوط مواد معدنی سرشار از منیزیم به جیره و یا با افزایش مقدار منیزیم مرتع به وسیله استفاده از کودهای منیزیم، امکان پذیر است.

منابع منیزیم: از منابع خوب منیزیم می‌توان سبوس گندم و بیشتر مواد متراکم پروتئین دار گیاهی مخصوصاً کنجاله دانه‌های روغنی را نام برد. اگر چه مقدار منیزیم موجود در علوفه، بسیار تفاوت داشته و متغیر است. اما گیاهان خانواده‌ی بقولات (شبدر و یونجه) در مقایسه با گیاهان خانواده‌ی گندمیان غنی‌ترند. از منابع معدنی، استات منیزیم و اکسید منیزیم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

**گوگرد:** به عنوان جزئی از ترکیبات آلی در متابولیسم بدن انواع دام‌ها، دخالت دارد. بعضی از این ترکیبات عبارتند از: اسیدهای آمینه: متیونین، سیستئین و ویتامین‌های بیوتین، تیامین و هورمون انسولین.

اسیدهای آمینه گوگرد دار (متیونین و سیستئین) از اجزای اصلی پروتئین‌ها بوده و به‌طور وسیعی در تمام بدن پراکنده هستند. از آنجا که مصرف گوگرد عمدتاً به صورت جزئی از پروتئین است، کمبود این عنصر در بدن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. زیرا کمبود گوگرد، نمایانگر کمبود یک پروتئین خواهد بود.

گوگرد در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و جابه جایی و متابولیسم انرژی در بدن فعالیت دارد. همچنین در ساختمان پروتئینی کلاژن‌ها مشارکت می‌کند و در هورمون‌های پروتئینی و نیز در انعقاد خون دخالت دارد. جذب گوگرد، بسته به منبع گوگرد در خوراک متفاوت است. بعضی نظریه‌های علمی، جذب منابع آلی گوگرد را (مثلاً به صورت پروتئین) سریعتر از جذب منابع معدنی آن می‌دانند. کمبود گوگرد، باعث کاهش ساخت اسیدهای آمینه گوگرد دار و نهایتاً کاهش میزان ساخت پروتئین‌ها می‌شود که رشد دام را مختل می‌سازد.

در سال‌های اخیر، گاهی در جیره غذایی نشخوارکنندگان به جای قسمتی از پروتئین از اوره به منظور تأمین ازت استفاده می‌شود. میکروارگانسیم‌های شکمبه، زمانی که از ترکیبات ازته‌ی غیر پروتئینی استفاده کنند، توانایی ساخت اسیدهای آمینه گوگرددار را ندارند و بنابراین کمبود گوگرد در خوراک می‌تواند عامل محدود کننده‌ی ساخت متیونین و سیستئین باشد. تحت این شرایط، افزودن گوگرد به جیره‌ی حاوی این ترکیبات مفید واقع می‌شود. البته شواهدی در دست است که میکروارگانسیم‌های شکمبه از سولفات‌ها (نظیر سولفات سدیم) در مقایسه با عنصر گوگرد، بیشتر می‌توانند استفاده کنند. دفع گوگرد، هم از راه ادرار و هم از راه مدفوع صورت‌پذیر است. سولفات سدیم و گل گوگرد از جمله منابع مکمل گوگردی بشمار می‌روند که در مواقع کمبود گوگرد می‌توان از آن‌ها استفاده نمود.

پتاسیم: یکی دیگر از عناصر معدنی ضروری بدن است که در بدن اعمال مختلفی انجام می‌دهد. از آن جمله، به همراه کلر، سدیم و یون‌های بی‌کربنات (که به این مواد الکترولیت نیز می‌گویند) در تعادل اسیدی-بازی و تنظیم فشار اسمزی مایعات بدن دخالت دارد. همچنین در قابلیت تحریک پذیری اعصاب و فعالیت ماهیچه‌ها و نیز در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها، نقش دارد.

در شرایط طبیعی، به علت کافی بودن پتاسیم در جیره، کمبود دیده نمی‌شود و مقدار مازاد بر نیاز به سرعت از بدن دفع می‌شود که این دفع، از طریق ادرار صورت می‌گیرد. منابع پتاسیم: به طور کلی مقدار پتاسیم در گیاهان بسیار زیاد است. مثلاً در هر کیلوگرم ماده‌ی خشک علف بیش از ۲۵ گرم پتاسیم یافت شده که به این ترتیب با تغذیه معمولی، بیش از سایر عناصر در اختیار حیوان قرار می‌گیرد.

سدیم: یکی از مواد معدنی ضروری پر نیاز بوده و همان طور که ذکر شد، همراه پتاسیم در تعادل اسیدی-بازی و همچنین تنظیم فشار اسمزی مایعات بدن دخالت دارد. وجود سدیم توأم با پتاسیم برای انتقال تحریکات عصبی و تحریک تارهای عضلانی، ضروری است. این دو عنصر سهم عمده‌ای در میزان انتقال مواد مغذی دارند.

سدیم بیشتر به صورت نمک طعام به بدن دام رسیده و قسمت اعظم آن نیز به همین صورت از بدن خارج می‌شود. کمبود سدیم در جیره غذایی، منجر به کاهش فشار اسمزی و در نتیجه از دست رفتن آب بدن می‌شود. علائم کمبود در جیره عبارتند از: کاهش میزان رشد به علت کاهش مصرف انرژی و پروتئین‌های هضم شده و همچنین مشکلات تولید مثلی در دام‌های بزرگ و کاهش میزان تخمگذاری در طیور.



منابع سدیم: مقدار سدیم در اکثر گیاهان نسبتاً کم است و مواد غذایی با منشأ حیوانی مثل آرد گوشت و نیز موادی که منشأ دریایی دارند، مثل آرد ماهی، سرشار از سدیم هستند مهم‌ترین مکمل معدنی که به مصرف دام می‌رسد، نمک طعام است.

**کلر:** همان طور که در مبحث پتاسیم ذکر شد، به عنوان یکی از الکترولیت‌ها در تنظیم فشار اسمزی و ایجاد تعادل اسیدی - بازی دخالت دارد و در ترشحات معده به صورت اسیدکلریدریک و نمک‌های آن نقش مهمی دارد. کلر از راه ادرار و به همراه پتاسیم و سدیم، و نیز از راه تعریق از بدن دفع می‌شود. با کمبود کلر در مواد غذایی، «ذخیره قلیایی خون» به صورت غیر طبیعی افزایش می‌یابد. مقدار کلر و سدیم موجود در گیاهان ناچیز است. به همین دلیل در عمل، نمک طعام در اختیار دام‌ها قرار می‌دهند. چنانچه جیره غذایی از لحاظ نمک طعام فقیر باشد، اشتها کاهش می‌یابد و در نتیجه از وزن حیوان و از مقدار تولید شیر در دام‌های شیرده نیز کاسته می‌شود.

نمک طعام در جیره مرغ‌های تخمگذار نیز اهمیت داشته و از هم‌خوراکی (کافی‌بالیسم<sup>۱</sup>) و پرکنی جلوگیری می‌کند. افزایش نمک طعام در خوراک نیز مضر بوده و باعث تشنگی مفرط و ضعف ماهیچه‌ای می‌شود.

مسمومیت حاصل از ازدیاد نمک در جیره طیور، مخصوصاً زمانی که آب آشامیدنی تازه به مقدار کافی در اختیار حیوانات نباشد، دیده می‌شود.

منابع کلر: همان طور که عنوان شد، منبع اصلی این عنصر مانند سدیم، برای اکثر دام‌ها نمک طعام است. همچنین مقدار کلر در خوراکی‌هایی با منشأ حیوانی مثل آرد ماهی و آرد گوشت نسبتاً زیاد است. در خوراکی‌های با منشأ گیاهی مثل چغندر، ملاس چغندر و نیشکر نیز زیاد است. به طور کلی دفع سدیم، پتاسیم و کلر، عمدتاً از راه کلیه‌ها است.

مقدار دفع این عناصر توسط هورمون‌های غدد فوق کلیوی تنظیم می‌شود. به نحوی که متابولیسم بدن می‌تواند با دریافت مقادیر متفاوت از این الکترولیت‌ها، به راحتی میزان مورد نیاز از هر کدام از این عناصر را به کار گیرد. اگر چه مقداری نیز از طریق پوست و عرق، از بدن خارج می‌شود.

## ۲-۶- مواد معدنی کم نیاز

عناصر کبالت، آهن، ید، مس، روی، سلنیوم، منگنز، مولیبدن و فلوئور از این دسته محسوب می‌شوند. علاوه بر این عناصر کمیاب ضروری، تعداد زیادی عناصر دیگر در خوراک و بدن دام یافت می‌شوند که اگر چه مقدار آن‌ها ناچیز است و گمان می‌رود که نقش یا نقش‌هایی در متابولیسم داشته

باشند، اما هنوز وظیفه بیولوژیکی آن‌ها مشخص نشده است. به این عناصر، عناصر همراه گفته می‌شوند. مقدار عناصر همراه در بدن دام به مقدار آن‌ها در خوراک و تبدلات محیطی بستگی دارد. کلیات: سهم عناصر کمیاب از مجموع عناصر معدنی موجود در بدن حیوانات و گیاهان کمتر از یک درصد است. با این وجود برای بدن فوق العاده حائز اهمیت هستند. این عناصر به عنوان فعال کننده و یا به عنوان جزئی از آنزیم‌ها در واکنش سوخت و ساز نقش‌هایی تعیین کننده دارند. ترکیب شیمیایی این عناصر در هضم، جذب و متابولیسم آن‌ها نقش تعیین کننده دارد، همچنین همانند عناصر پر نیاز، واکنش‌های متقابل آن‌ها با یکدیگر و نیز با عناصر پر نیاز، در میزان و سرعت جذب آن‌ها مؤثر است.

مقدار مورد نیاز هر کدام از این عناصر بسته به گونه حیوانی، شرایط فیزیولوژیکی خاص آن، نحوه تغذیه، نوع خوراک و سایر فاکتورها، متفاوت است و در برخی موارد چنانچه مقداری بیش از مورد نیاز متابولیسم مصرف شود، در اعضای مختلف بدن ذخیره می‌شود. مهمترین اعضای ذخیره کننده عناصر کم نیاز، برای مس و آهن، کبد و برای روی و فلوئور، بافت‌های استخوانی هستند. همچنین در دام‌های باردار، ممکن است به علت فعالیت‌های سوخت و سازی مواد در دوران بارداری به طور موقت مقداری عناصر کمیاب مانند مس، روی، نیکل در بعضی بافت‌های بدن حیوان مادر ذخیره شود که در طول دوره‌ی شیردهی مورد استفاده بدن قرار می‌گیرد.

**کبالت**: قسمتی از ساختمان ویتامین B<sub>۱۲</sub> است. در نشخوارکنندگان، ساخت ویتامین B<sub>۱۲</sub> توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه، مستلزم وجود عنصر کبالت است. چنانچه مقدار آن در خوراک کم باشد، ویتامین مزبور به مقداری که برای دام مورد نیاز است، در شکمبه ساخته نشده و در نتیجه نشانه‌های عوارض ناشی از کمبود کبالت ظهور می‌کند.

ساخت ویتامین B<sub>۱۲</sub> توسط میکروارگانیسم‌های موجود در روده‌ی دام‌های غیر نشخوارکننده مثل طیور نیز انجام می‌شود. ولی مقدار ویتامین ساخته شده کفایت نیاز دام را نمی‌دهد، و وجود کبالت برای ساخت ویتامین B<sub>۱۲</sub> در این دسته از دام‌ها هم ضروری است. اما شواهد نشان داده است که افزودن خود ویتامین از افزودن املاح کبالت تأثیر بهتری داشته است. غیر از اهمیت کبالت در ویتامین B<sub>۱۲</sub> وجود آن به عنوان عامل فعال کننده در بعضی از واکنش‌های آنزیمی ضروری است. ذخیره‌ی کبالت بیشتر در کلیه‌ها، غدد فوق کلیوی، کبد و استخوان‌ها است.

منابع کبالت: مقدار کبالت در مواد خوراکی با منشأ گیاهی کم است پروتئین‌های حیوانی منابعی غنی از ویتامین B<sub>۱۲</sub> هستند که خود کبالت قابل جذب دارند.

در موارد کمبود کبالت، این عنصر را به صورت ترکیبات سولفات کبالت و یا اکسید کبالت در

اختیار دام قرار می‌دهند. مراتع فقیر از کبالت را نیز با پاشیدن سولفات کبالت، تقویت می‌کنند.

آهن: سال‌هاست که آهن به عنوان یک ماده مغذی مورد نیاز دام‌ها، شناخته شده است. ۶۰ تا ۷۰ درصد از آهن بدن در هموگلوبین گویچه‌های قرمز و میوگلوبین ماهیچه‌ها وجود دارد. در کبد، طحال و سایر بافت‌ها نیز در حدود ۲۰ درصد آهن به شکل ناپایدار ذخیره می‌شود که در موارد مورد نیاز برای ساخت هموگلوبین در دسترس قرار می‌گیرد و مقدار باقی مانده نیز در بافت‌هایی مثل ماهیچه‌ها به حالت غیر قابل دسترس قرار می‌گیرد. بیش از نیمی از آهن بدن در هموگلوبین قرار دارد. در شرایط مختلف طبیعی بدن که این ماده تجزیه می‌شود، آهن موجود در آن مجدداً برای ساخت هموگلوبین مورد مصرف قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بدن از آهن جذب شده به خوبی نگهداری می‌کند و در شرایط طبیعی مقدار نیاز بدن به این عنصر، کم است. در مواردی نظیر خونریزی‌های طولانی و بعضی حالات دیگر، ساخت هموگلوبین احتمالاً دچار اختلال شده و کم‌خونی، بروز می‌کند. آهن دفع شده در مدفوع عموماً آهن جذب نشده مواد غذایی بوده و حتی وقتی آهن به بدن تزریق می‌شود، مقدار خیلی جزئی از آن با مدفوع یا ادرار، دفع می‌شود. استفاده از شیر به عنوان تنها منبع غذایی به علت کمبود آهن در آن در تغذیه گوساله‌های جوان و در حال رشد می‌تواند به کم‌خونی بیانجامد. البته در بره و گوساله به دلیل اینکه علاوه بر شیر مقداری مکمل‌های غذایی در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد، کم‌خونی حاصل از کمبود آهن کمتر دیده شده است. در مرغ‌های تخمگذار به دلیل مصرف مقادیر زیادی از ذخایر بدن در تولید تخم مرغ، عارضه کم‌خونی بیشتر دیده می‌شود.

منابع آهن: این عنصر، در اکثر مواد خوراکی یافت می‌شود. در موادی که منشأ حیوانی دارند، به استثنای شیر، بقیه‌ی منابع مانند گوشت، آرد خون و آرد ماهی، منابع خوب آهن هستند. همچنین گیاهان پر برگ و سبزی، بیشتر بقولات و پوسته دانه‌ها، منابع غنی از آهن هستند.

ید: مقدار ید در بدن بسیار کم بوده و عمدتاً در غده تیروئید یافت می‌شود. تنها نقش معلوم آن در ساخت دو هورمون این غده است. این دو هورمون به علامت‌های اختصاری  $T_3$  و  $T_4$  معروفند. هورمون  $T_4$  همان تیروکسین است. این دو هورمون در بسیاری از اعضاء و بافت‌های بدن به واکنش‌های متابولیکی سرعت بخشیده و مصرف اکسیژن توسط حیوان را افزایش می‌دهند. یکی از عوامل رشد در حیوانات، این هورمون‌ها هستند.

در شرایط کمبود ید هورمون تیروکسین کمتری ساخته می‌شود و در نتیجه غده تیروئید کمبود تیروکسین را با تکثیر بافت‌های خود تا حدودی جبران می‌کند که باعث بزرگ شدن غده تیروئید می‌شود. این عارضه را «گواتر» می‌نامند.

کمبود ید، عوارضی را در فعالیت‌های بدن به وجود می‌آورد که عمدتاً تأثیرات تولید مثلی دارد

و باعث اختلال در سیستم تولید مثل دام شده و یا اینکه در گاوهای آبستن، موجب تولد گوساله‌هایی بی مو، ضعیف و یا مرده می‌شود.

منابع ید: آرد ماهی منبعی غنی از ید است و عموماً غذاهای با منشأ دریایی، حاوی مقدار مناسبی ید هستند.

مقدار ید موجود در گیاهان خشکی، نظر به اینکه به ید موجود در خاک وابسته‌اند، در نواحی مختلف متفاوت است.

به طور کلی برای جلوگیری از گواتر، در مناطقی که کمبود ید دیده شده است، افزودن مکمل‌های مخلوط ید و نمک طعام به جیره غذایی توصیه می‌شود.

**مس:** یکی دیگر از عناصر کم‌نیاز است که در بدن، در کلیه‌ها، کبد، استخوان‌ها، ماهیچه‌ها، پوست، مو و پشم یافت می‌شود، و مقدار آن در کبد بیشتر از سایر اعضای بدن است.

این عنصر در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی نقش حیاتی دارد، همچنین برای رنگ طبیعی مو، خز و پشم لازم است. در ساخت هموگلوبین، تشکیل استخوان‌ها و نگهداری غلاف سلول‌های عصبی دخالت دارد. وظایف مس در بدن زیاد است و به این جهت کمبود آن علائم مختلفی را بروز می‌دهد. این علائم شامل کم‌خونی، رشد کم، استخوان‌های معیوب، اسهال و ناراحتی‌های گوارشی، نازایی، بی‌رنگ شدن پشم و پر است.

صرفنظر از وابستگی آن با آهن، مس با برخی عناصر دیگر نیز رابطه متقابل دارد. در نشخوارکنندگان، ذخیره مس، به وسیله مقدار و نسبت مس، مولیدن و گوگرد در غذا تحت تأثیر قرار می‌گیرد. مصرف بیش از اندازه مس، باعث مسمومیت آن در حیوانات می‌شود.

منابع مس: در شرایط طبیعی مقدار مس در غذاها کافی بوده و نیازی به اضافه کردن آن به خوراک دام نیست.

مقدار مس در محصولات گیاهی تا حدودی بستگی به مقدار مس خاک دارد. همچنین نوع و گونه‌ی گیاهی نیز در مقدار مس موجود، مؤثر است.

دانه‌ها و محصولات فرعی آن‌ها، منابع غنی مس هستند. شیر از لحاظ این عنصر فقیر است. **روی:** بعد از آهن دومین عنصر کم‌نیاز است که به مقدار زیاد در بدن دام‌ها یافت می‌شود. بیشترین مقدار روی در پوست، کبد، لوزالمعده، استخوان‌ها، مو و پر وجود دارد. در اسپرم نیز مقدار زیادی «روی» موجود است. نقش روی عمدتاً در واکنش‌های آنزیمی به عنوان فعال‌کننده و نیز در تشکیل و رشد بافت استخوانی و مو و پر است.

روی در تمامی بافت‌های بدن یافت شده و برخلاف بسیاری از عناصر کم‌نیاز که در کبد ذخیره

می‌شوند، تمایل به ذخیره شدن در استخوان دارد. روی در هورمون انسولین نیز وجود دارد. کلیه دام‌های جوان در مقابل کمبود روی با کاهش رشد و کم شدن اشتها، عکس العمل نشان می‌دهند. کمبود روی با افزایش کلسیم جیره، شدت یافته و نیز با مس واکنش متقابل نشان می‌دهد. به این معنی که افزایش روی باعث کاهش جذب مس شده، علائم کمبود مس در دام دیده می‌شود. نشانه‌های بارز کمبود روی در جوجه‌ها شامل تأخیر در رشد، پرسوختگی و تورم مچ پا است. منابع روی: روی در بسیاری از گیاهان موجود است. انواع مخمرها، از منابع غنی روی هستند. مقدار روی در سبوس و جوانه‌ی دانه غلات زیاد است. منابع با منشأ حیوانی نظیر گوشت و فرآورده‌های آن نیز سرشار از روی هستند.

### فعالیت عملی: مشاهده مواد معدنی

در آزمایشگاه محل تحصیل خود به مشاهده عناصر معدنی بپردازید. جدولی از مشخصات عناصر مورد بحث در این بخش از کتاب را تهیه و با راهنمایی هنرآموز یا مسئول آزمایشگاه به تکمیل خصوصیات آن اقدام کنید.

### خودآزمایی

- ۱- چرا عناصر معدنی ضروری برای بدن لازم هستند؟
- ۲- دو عنصر ضروری پر نیاز و دو عنصر ضروری کم نیاز را نام ببرید.
- ۳- چهار مورد از محل‌هایی را که کلسیم در آن حضور دارد، ذکر کنید.
- ۴- عمل آزاد شدن کلسیم از استخوان‌ها چگونه کنترل می‌شود؟
- ۵- دو منبع گیاهی و دو منبع حیوانی کلسیم را نام ببرید.
- ۶- دو عضو بدن که فسفر در آن‌ها نقش دارد را بنویسید.
- ۷- نقش فسفر را در بدن بنویسید.
- ۸- چهار مورد از اعمالی را که پتاسیم در آن نقش دارد بنویسید.
- ۹- سدیم و پتاسیم، کاتیون‌های اصلی مایعات بدن در چه قسمت‌هایی فعالیت دارند؟
- ۱۰- اثر وجود نمک در جیره‌ی مرغ‌های تخمگذار را توضیح دهید.
- ۱۱- نام دو اسید آمینه و دو ویتامین گوگردار را بنویسید.
- ۱۲- عامل ایجاد کزاز علفی چیست؟