



تغذیه دام تکمیلی

(رشته علوم دامی)

دکتر تیمور تنها دکتر مختار فتحی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

مقدمه.....	یازده
فصل اول. فیزیولوژی دستگاه گوارش.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
۱-۱ تشریح و فیزیولوژی دستگاه گوارش نشخوارکنندگان (چند معده‌ای‌ها).....	۱
۱-۱-۱ تشریح دستگاه گوارش نشخوارکنندگان.....	۲
۲-۱-۱ فیزیولوژی دستگاه گوارش نشخوارکنندگان.....	۷
۳-۱-۱ میکروارگانیسم‌های شکمبه.....	۱۰
۴-۱-۱ هضم کربوهیدرات‌ها در شکمبه.....	۱۲
۵-۱-۱ هضم پروتئین در شکمبه.....	۱۷
۶-۱-۱ هضم لیپیدها در شکمبه.....	۲۰
۷-۱-۱ ساخت ویتامین‌ها در شکمبه.....	۲۱
۸-۱-۱ دینامیک (پویایی) هضم در شکمبه.....	۲۲
۹-۱-۱ تغییر الگوی هضم در شکمبه.....	۲۳
۲-۱ تشریح و فیزیولوژی دستگاه گوارش غیرنشخوارکنندگان (پستانداران و پرندگان).....	۲۵
۱-۲-۱ تشریح و فیزیولوژی دستگاه گوارش در پستانداران غیرنشخوارکننده.....	۲۵
۳-۱ جذب مواد غذایی هضم شده.....	۳۶
۴-۱ جذب در پیش‌معده نشخوارکنندگان.....	۳۹
۵-۱ هضم مواد مغذی در روده کوچک.....	۴۱
۱-۵-۱ آنزیم‌های پانکراس.....	۴۱
۲-۵-۱ آنزیم‌های روده کوچک.....	۴۳
۳-۵-۱ صفرا.....	۴۵
۶-۱ هضم و جذب کربوهیدرات‌ها در روده کوچک.....	۴۶

۷-۱	هضم و جذب پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه در روده کوچک.....	۴۹
۸-۱	نقل و انتقال اسیدهای آمینه.....	۵۳
۹-۱	هضم و جذب چربی‌ها و اسیدهای چرب در روده کوچک.....	۵۳
۱۰-۱	هضم و جذب ویتامین‌ها در روده کوچک.....	۶۱
۱۱-۱	هضم و جذب مواد معدنی در روده کوچک.....	۶۳
۱۲-۱	تخمیر میکروبی در روده بزرگ غیرنشخوارکنندگان گیاه‌خوار.....	۶۶
۱۳-۱	تخمیر میکروبی در روده کور پرندگان.....	۶۷
۱۴-۱	جذب در روده بزرگ.....	۶۸
۶۸	خلاصه فصل اول.....	۶۸
۷۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول.....	۷۲

۷۵	فصل دوم. روش‌های برآورد احتیاجات دام‌های مزرعه‌ای.....	۷۵
۷۵	هدف کلی.....	۷۵
۷۵	هدف‌های یادگیری.....	۷۵
۷۶	۱-۲ برآورد احتیاجات طیور (مرغ).....	۷۶
۷۶	۱-۱-۲ برآورد احتیاجات انرژی در طیور (مرغ).....	۷۶
۸۷	۲-۱-۲ برآورد احتیاجات پروتئین و اسیدهای آمینه در طیور (مرغ).....	۸۷
۱۰۲	۳-۱-۲ برآورد احتیاجات ویتامینی در طیور (مرغ).....	۱۰۲
۱۱۳	۴-۱-۲ برآورد احتیاجات مواد معدنی در طیور (مرغ).....	۱۱۳
۱۱۹	۲-۲ برآورد احتیاجات نشخوارکنندگان.....	۱۱۹
۱۱۹	۱-۲-۲ برآورد احتیاجات انرژی در نشخوارکنندگان.....	۱۱۹
۱۲۴	۲-۲-۲ برآورد احتیاجات پروتئین در نشخوارکنندگان.....	۱۲۴
۱۲۷	۳-۲-۲ برآورد احتیاجات مواد معدنی در نشخوارکنندگان.....	۱۲۷
۱۳۴	۴-۲-۲ برآورد احتیاجات ویتامین‌ها در نشخوارکنندگان (گاوه‌های شیری).....	۱۳۴
۱۳۷	خلاصه فصل دوم.....	۱۳۷
۱۴۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....	۱۴۰

۱۴۳	فصل سوم. روش‌ها و تکنیک‌های ارزیابی مواد خوراکی.....	۱۴۳
۱۴۳	هدف کلی.....	۱۴۳
۱۴۳	هدف‌های یادگیری.....	۱۴۳
۱۴۴	۱-۳ آزمایشات اندازه‌گیری قابلیت هضم.....	۱۴۴
۱۴۵	۱-۱-۳ روش اندازه‌گیری قابلیت هضم با استفاده از معرف (In vivo).....	۱۴۵
۱۴۶	۲-۱-۳ روش آزمایشگاهی تخمین قابلیت هضم.....	۱۴۶
۱۴۷	۳-۱-۳ روش آزمایشگاهی تخمین قابلیت هضم.....	۱۴۷
۱۴۷	۲-۳ اعتبار ضرایب قابلیت هضم.....	۱۴۷
۱۴۸	۳-۳ تخمین قابلیت هضم در بخش‌های مختلف مجرای گوارش.....	۱۴۸
۱۴۸	۱-۳-۳ روش ایجاد کانولا در بخش‌های مختلف دستگاه گوارش.....	۱۴۸
۱۴۹	۲-۳-۳ روش استفاده از کیسه‌های نایلونی متحرک.....	۱۴۹
۱۵۰	۴-۳ ارزیابی انرژی خوراک.....	۱۵۰

۱۵۰	۳-۴-۱ مقدار انرژی خوراک.....
۱۵۸	۳-۴-۲ روش‌های اندازه‌گیری مقدار انرژی خالص خوراک.....
۱۶۲	۳-۴-۳ انرژی مؤثر.....
۱۶۳	۳-۴-۴ استفاده از انرژی متابولیسمی برای نگهداری.....
۱۶۴	۳-۴-۵ استفاده از انرژی متابولیسمی برای رشد.....
۱۶۶	۳-۴-۶ استفاده از انرژی متابولیسمی برای تولید شیر و تخم‌مرغ.....
۱۶۷	۳-۴-۷ سیستم‌های بیان‌کننده انرژی موجود در خوراک.....
۱۷۲	۳-۵-۱ ارزیابی پروتئین خوراک غیرنشخوارکنندگان و طیور.....
۱۷۲	۳-۵-۱ روش‌های زیستی ارزیابی کیفیت پروتئین خوراک.....
۱۷۷	۳-۵-۲ روش‌های غیرزیستی ارزیابی پروتئین خوراک.....
۱۸۲	۳-۶-۱ ارزیابی پروتئین خوراک نشخوارکنندگان.....
۱۸۳	۳-۶-۱ پروتئین خام.....
۱۸۴	۳-۶-۲ پروتئین قابل هضم.....
۱۸۵	۳-۶-۳ تجزیه‌پذیری بخش پروتئین جیره در شکمبه.....
۱۹۶	۳-۶-۴ سیستم‌های ارزیابی پروتئین خوراک.....
۲۰۵	۳-۷-۱ ارزیابی قابلیت دسترسی مواد معدنی.....
۲۰۷	۳-۷-۱ کلسیم.....
۲۰۷	۳-۷-۲ فسفر.....
۲۰۸	۳-۷-۳ سدیم.....
۲۰۸	۳-۷-۴ کلر.....
۲۰۹	۳-۷-۵ پتاسیم.....
۲۰۹	۳-۷-۶ منیزیم.....
۲۱۰	۳-۷-۷ مواد معدنی کم‌نیاز.....
۲۱۴	۳-۸-۱ ارزیابی قابلیت دسترسی ویتامین‌ها.....
۲۱۵	۳-۸-۱ ویتامین‌های محلول در چربی.....
۲۱۸	۳-۸-۲ ویتامین‌های محلول در آب.....
۲۲۸	خلاصه فصل سوم.....
۲۳۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....
۲۳۳	فصل چهارم. عوامل مؤثر بر روی مقدار خوراک مصرفی دام‌ها.....
۲۳۳	هدف کلی.....
۲۳۳	هدف‌های یادگیری.....
۲۳۴	۴-۱ کنترل مصرف خوراک در حیوانات غیرنشخوارکننده (تک معده‌ای‌ها و طیور).....
۲۳۴	۴-۱-۱ مکانیسم‌های کوتاه‌مدت مصرف خوراک.....
۲۳۶	۴-۱-۲ مکانیسم‌های بلندمدت مصرف خوراک.....
۲۳۹	۴-۲ کنترل مصرف خوراک در نشخوارکنندگان.....
۲۳۹	۴-۲-۱ عوامل متابولیسمی کنترل‌کننده مصرف خوراک.....
۲۴۰	۴-۲-۲ عوامل حیوانی مؤثر بر مصرف خوراک.....
۲۴۱	۴-۲-۳ عوامل مربوط به خوراک مؤثر بر مصرف خوراک.....

۲۴۴	۴-۲-۴ عوامل محیطی مؤثر بر مصرف خوراک
۲۴۵	۳-۴ پیش‌بینی مقدار خوراک مصرفی
۲۴۷	خلاصه فصل چهارم
۲۴۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۲۵۱	فصل پنجم. عوامل مؤثر بر روی عبور مواد خوراکی از دستگاه گوارش دام‌ها
۲۵۱	هدف کلی
۲۵۱	هدف‌های یادگیری
۲۵۱	مقدمه
۲۵۲	۱-۵ خصوصیات شیمیایی خوراک
۲۵۴	۲-۵ حرکات دستگاه گوارش
۲۵۴	۳-۵ قابلیت هضم
۲۵۵	۱-۳-۵ عوامل مؤثر بر ضرایب هضمی
۲۶۰	خلاصه فصل پنجم
۲۶۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۲۶۳	فصل ششم. رابطه متقابل مواد خوراکی مختلف در تغذیه دام
۲۶۳	هدف کلی
۲۶۳	هدف‌های یادگیری
۲۶۳	۱-۶ رابطه متقابل روی، مولیدن، کربوهیدرات و سیستین و مس
۲۶۴	۲-۶ رابطه متقابل کبالت، سیستین، مولیدن، متیونین و ویتامین B12
۲۶۵	۳-۶ رابطه متقابل منگنز، نیترات، سلنیوم و کلسیم با ید
۲۶۵	۴-۶ رابطه متقابل اسید اسکوریک، پروتئین، سایر مواد معدنی و آهن
۲۶۶	۵-۶ روابط متقابل بین کلسیم و فسفر جیره
۲۶۶	۶-۶ روابط متقابل بین سلنیوم و ویتامین E
۲۶۷	۷-۶ روابط متقابل بین اسیدهای آمینه
۲۶۸	۱-۷-۶ عدم توازن اسیدهای آمینه
۲۷۰	۲-۷-۶ رابطه ضدکنشی (آنتاگونیسم) بین اسیدهای آمینه
۲۷۴	۳-۷-۶ مسمومیت اسید آمینه‌ای
۲۷۴	۴-۷-۶ ارتباط بین کولین و متیونین
۲۷۵	۵-۷-۶ ارتباط بین سیستین و متیونین
۲۷۵	۶-۷-۶ ارتباط بین تیروزین و فنیل آلانین
۲۷۵	۸-۶ روابط متقابل بین ویتامین‌ها با سایر مواد مغذی در جیره
۲۷۵	۱-۸-۶ رابطه داخلی بین ویتامین‌ها در جیره
۲۷۶	۲-۸-۶ رابطه بین ویتامین‌ها با سایر مواد مغذی در جیره
۲۷۹	۹-۶ روابط متقابل بین چربی جیره‌ای و مواد معدنی پرمصرف
۲۷۹	خلاصه فصل ششم
۲۸۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم

۲۸۳	فصل هفتم. عوامل مضر و سمی طبیعی در مواد خوراکی مصرفی دام و طیور.....
۲۸۳	هدف کلی.....
۲۸۳	هدف‌های یادگیری.....
۲۸۳	مقدمه.....
۲۸۴	۱-۷ گروه پروتئین‌های سمی.....
۲۸۴	۱-۱-۷ بازدارنده‌های پروتئاز.....
۲۸۶	۲-۱-۷ لکترین‌ها.....
۲۹۰	۲-۷ گروه دی‌پپتیدهای سمی.....
۲۹۰	۱-۲-۷ گیزرو سین.....
۲۹۱	۲-۲-۷ لیناتین.....
۲۹۲	۳-۷ گروه اسیدهای آمینه سمی.....
۲۹۲	۱-۳-۷ کاناوانین و ایندوپسین.....
۲۹۴	۲-۳-۷ میموزین.....
۲۹۴	۳-۳-۷ اسیدهای آمینه لاتیریک.....
۲۹۵	۴-۳-۷ سلنوآمینواسیدها.....
۲۹۵	۴-۷ گروه اسیدهای چرب سمی.....
۲۹۵	۱-۴-۷ اسیدهای چرب سیکلوپروپن.....
۲۹۶	۲-۴-۷ اسید اروسیک.....
۲۹۷	۵-۷ گروه کربوهیدرات‌های ضد تغذیه‌ای.....
۲۹۷	۱-۵-۷ پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (بتا-گلوکان‌ها و آرابینوزایلان‌ها).....
۲۹۸	۲-۵-۷ الیگوساکاریدها (رافینوز و استاکیوز).....
۲۹۸	۶-۷ گروه کیلات‌ها.....
۳۰۰	۱-۶-۷ اسید فایتیک.....
۳۰۱	۲-۶-۷ اگرالات‌ها.....
۳۰۲	۷-۷ گروه ترکیبات فنولی.....
۳۰۲	۱-۷-۷ اسیدهای فنولیک.....
۳۰۲	۲-۷-۷ تانن‌ها.....
۳۰۳	۳-۷-۷ گوسپول.....
۳۰۵	۴-۷-۷ سیناپین.....
۳۰۶	۵-۷-۷ فنول‌های فتودینامیک، هیپرسیسین و فاگوپیرین.....
۳۰۶	۸-۷ گروه ترکیبات گلیکوزیدی.....
۳۰۶	۱-۸-۷ گلیکوزیدهای سیانوزنیک (سیانوگلیکوزیدها و سیانوژن‌ها).....
۳۰۸	۲-۸-۷ تیوگلیکوزیدها (گلوکوسینولات‌ها).....
۳۰۹	۳-۸-۷ ساپونین‌ها.....
۳۰۹	۴-۸-۷ گلیکوزیدهای همولیتیک (ویسین و کونویسین).....
۳۱۰	۹-۷ گروه ترکیبات آلکالوئیدی.....
۳۱۰	۱-۹-۷ آلکالوئیدهای پیرولیزیدین (منوکروتالین و سنسینین).....
۳۱۱	۲-۹-۷ آلکالوئیدهای پیریدین (کونین و گاما-کونیسین).....
۳۱۱	۳-۹-۷ آلکالوئیدهای داتورا (آتروپین و اسکوپولامین).....

۳۱۲	۱۰-۷ گروه سموم قارچی (مایکوتوکسین‌ها).....
۳۱۵	۱-۱۰-۷ آفلاتوکسین‌ها (Aflatoxins).....
۳۲۰	۲-۱۰-۷ تریکوتسن‌ها.....
۳۲۴	۳-۱۰-۷ اوکراتوکسین‌ها.....
۳۲۶	۴-۱۰-۷ فومونیسین‌ها.....
۳۲۷	۵-۱۰-۷ اسید سیکلوپیازونیک.....
۳۲۷	۶-۱۰-۷ اتوسپورین.....
۳۲۸	۷-۱۰-۷ سیتربین.....
۳۲۸	۸-۱۰-۷ آلکالوئیدهای ارگوت.....
۳۲۹	۹-۱۰-۷ فوزاروکرومانان.....
۳۳۰	۱۰-۱۰-۷ اسید فوزاریک.....
۳۳۰	۱۱-۱۰-۷ مونی لیفورمین.....
۳۳۰	۱۲-۱۰-۷ زیرالنون.....
۳۳۱	۱۳-۱۰-۷ اسید پنی‌سیلیک.....
۳۳۲	۱۴-۱۰-۷ روش‌های سم‌زدایی مایکوتوکسین‌ها و کنترل آن‌ها.....
۳۳۴	۱۱-۷ سایر ترکیبات سمی طبیعی موجود در خوراکی.....
۳۳۴	۱-۱۱-۷ نیترات‌ها.....
۳۳۵	۲-۱۱-۷ آمین‌های بیورژنیک.....
۳۳۶	۳-۱۱-۷ میوپاتی سمی (گیاهان Senna).....
۳۳۶	خلاصه فصل هفتم.....
۳۳۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم.....
۳۴۱	پاسخنامه.....
۳۴۳	کتابنامه.....

مقدمه

- **اهمیت تغذیه دام:** در طول تاریخ، حیوانات اهلی (دام) نقش ممتازی در تأمین نیازهای غذایی و به دنبال آن تأمین سلامت انسان‌ها داشته‌اند. برای مثال، ۴۴ درصد از غذا و ۵۶ درصد از کل مواد مغذی مورد نیاز انسان از فراورده‌های حیوانی به دست می‌آید. از طرفی به دلیل افزایش روز افزون تقاضا برای محصولات دامی و به دنبال آن افزایش تقاضا برای خوراک دام، پرورش دام به سمت تجاری‌تر شدن پیش می‌رود. در طی سال‌های متمادی این اصل در صنعت خوراک دام وجود داشته است که علم و روش‌های علمی باید خوراک مناسب و طرز استفاده از آن را در تغذیه دام و طیور تعیین کند.

همچنین با توجه به اینکه ۵۰-۷۰ درصد از هزینه‌های پرورش دام متعلق به خوراک می‌باشد لذا به منظور دستیابی به حداکثر توان تولیدی حیوان به همراه کمترین هزینه پرورش، شناخت جامع و کاملی از نیازهای تغذیه‌ای دام، ارزیابی کیفیت مواد مغذی موجود در خوراک‌ها، حداکثرکردن هضم و جذب و شناخت مواد بازدارنده و سمی موجود در خوراک مورد مصرف دام‌ها را اجتناب ناپذیر می‌نماید.

از طرفی با توجه به بالا بودن قیمت بسیاری از نهاده‌های خوراک دام، توجه به عوامل مؤثر در کاهش هزینه‌ها که مهم‌ترین آن هزینه‌های مربوط به خوراک می‌شود، در سودآوری بیشتر، بسیار مؤثر است. در راستای کاهش هزینه‌های دام و طیور اقدامات عملی باید برداشته شود که اولین اقدام، شناخت دقیق نیازهای تغذیه‌ای دام و طیور در گامه‌های مختلف رشد و حالات مختلف فیزیولوژیکی آن است به طوری که گروه طیور انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC)، در سال ۱۹۹۴، مقادیر تقریبی از احتیاجات غذایی جوجه‌های گوشتی را در مراحل مختلف رشد پیشنهاد کرد. در حال حاضر با توجه

اصلاح نژاد مداوم جوجه‌های گوشتی در جهت کوتاه‌کردن دورهٔ رشد، توصیه‌های ۱۹۹۴ قادر به تأمین همهٔ احتیاجات طیور و یا پیشنهادهای انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC) در سال ۲۰۰۱ برای احتیاجات غذایی گاوهای شیری قادر به تأمین نیازهای گاوهای شیری امروزی با تولیدات متفاوت از گاوهای سال ۲۰۰۱ را نمی‌باشد و تحقیقات وسیع و گسترده در جهت نیل به احتیاجات واقعی حیوان که تأمین‌کننده نیازهای مختلف زندگی، اعم از نگهداری، رشد، مقاومت در مقابل بیماری‌ها و بهره‌وری مناسب از مواد غذایی باشد، بسیار ضروری به نظر می‌رسد. به‌عنوان مثال جهت تأمین احتیاجات بسیاری از مواد مغذی، معمولاً از جیره‌های خالص و یا نیمه خالص استفاده شده‌است، چنین جیره‌هایی معمولاً بسیار قابل هضم بوده و مشکلات جیره‌های معمولی را ندارد و هیچ‌گاه در شرایط تجاری به‌کار نمی‌روند و این در حالی‌است که در شرایط واقعی تغذیه دام، فراسنجه‌های متعددی می‌توانند روند و مقادیر هضم و جذب مواد مغذی موجود در خوارک را متأثر سازند، لذا انجام تحقیقات در زمینه تعیین احتیاجات واقعی دام و طیور به مواد مغذی در شرایط استفاده از جیره‌های تجاری بسیار حائض اهمیت است.

در این کتاب سعی شده‌است که براساس سرفصل‌های درسی مورد نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری عمل کرده و در ۷ فصل تدوین و گردآوری شود. فصل اول به بررسی دقیق آناتومی و فیزیولوژی دستگاه گوارش حیوانات نشخوارکننده و غیرنشخوارکننده اختصاص یافته‌است، همچنین با توجه به پیشرفت‌های بسیار شگرف در علم تغذیه دام طی دهه‌های اخیر به‌ویژه در مباحث مربوط به ارزیابی خوراک با روش‌های جدید و همچنین مباحث بیوشیمیایی، ارزیابی نیازهای تغذیه‌ای خوراک و روش‌های خوراک‌دهی و همچنین کشف مواد ضد تغذیه‌ایی جدید در خوراک دام، فصل‌های دیگر کتاب شامل: روش برآورد احتیاجات دام‌های مزرعه‌ای، روش‌ها و تکنیک‌های ارزشیابی مواد خوراکی، عوامل مؤثر بر مقدار خوراک مصرفی دام، رابطه متقابل مواد خوراکی مختلف در تغذیه دام و عوامل مضر یا سمی موجود در مواد خوراکی دام و طیور نیز در کتاب آورده و بررسی شده‌اند.

فصل اول

فیزیولوژی دستگاه گوارش

هدف کلی

آشنایی با فیزیولوژی دستگاه گوارش حیوانات نشخوارکننده و غیرنشخوارکننده.

هدف‌های یادگیری

پس از پایان این فصل از دانشجو انتظار می‌رود که بتواند:

۱. بخش‌های مختلف دستگاه گوارش نشخوارکنندگان و غیرنشخوارکنندگان را توضیح دهد.
۲. نقش بزاق در هضم نشخوارکنندگان و غیرنشخوارکنندگان را شرح دهد.
۳. وظیفه هر کدام از میکروارگانیسم‌های شکمبه در هضم را توضیح دهد.
۴. مراحل هضم کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها در شکمبه را توضیح دهد.
۵. الگوی هضم در شکمبه را شرح کند.
۶. نقش معده و روده در هضم غیرنشخوارکنندگان را بیان کند.
۷. شیوه‌های جذب مواد مغذی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی) از روده را توضیح دهد.
۸. نقش پانکراس، جگر و آنزیم‌های روده کوچک در هضم را بیان کند.

۱-۱ تشریح و فیزیولوژی دستگاه گوارش نشخوارکنندگان (چند معده‌ای‌ها)

نشخوارکنندگان، معده چهار بخشی دارند که به آن اجازه می‌دهد تا بخش‌هایی از گیاه را که برای بسیاری از غیرنشخوارکنندگان قابل مصرف نیست، به مصرف رساند. موادی مانند سلولز که بخش مهمی از گیاه را تشکیل می‌دهد و همچنین اوره (که ترکیب

نیترورژنه غیرپروتئینی است) به راحتی توسط میکروب‌های شکمبه استفاده‌شده و تبدیل به پروتئین میکروبی مورد نیاز میزبان می‌شود. این توانایی و خصوصیت میکروب‌های شکمبه در نشخوارکنندگان به آن‌ها این امکان را می‌دهد که از منابع فقیر خوراکی به بهترین نحو ممکن استفاده کنند.

۱-۱-۱ تشریح دستگاه گوارش نشخوارکنندگان

دستگاه گوارش نشخوارکنندگان دربرگیرنده دهان (زبان، غدد بزاقی)، حلق، مری، معده‌ی چهاربخشی (شکمبه^۱، نگاری^۲، هزارلا^۳، شیردان^۴)، روده‌ی باریک^۵ (دوازدهه^۶، ژژنوم^۷، ایلئوم^۸)، روده‌ی فراخ^۹ (روده‌ی کور^{۱۰}، کولن^{۱۱}، راست روده^{۱۲})، جگر^{۱۳} (کبد)، پانکراس^{۱۴} (لوزالمعده) است (شکل ۱-۱).

• **غده‌های بزاقی در نشخوارکنندگان:** غده‌های بزاقی از سه جفت غده اصلی و چندین غده بزاقی غیراصلی و کوچک تشکیل شده‌اند.

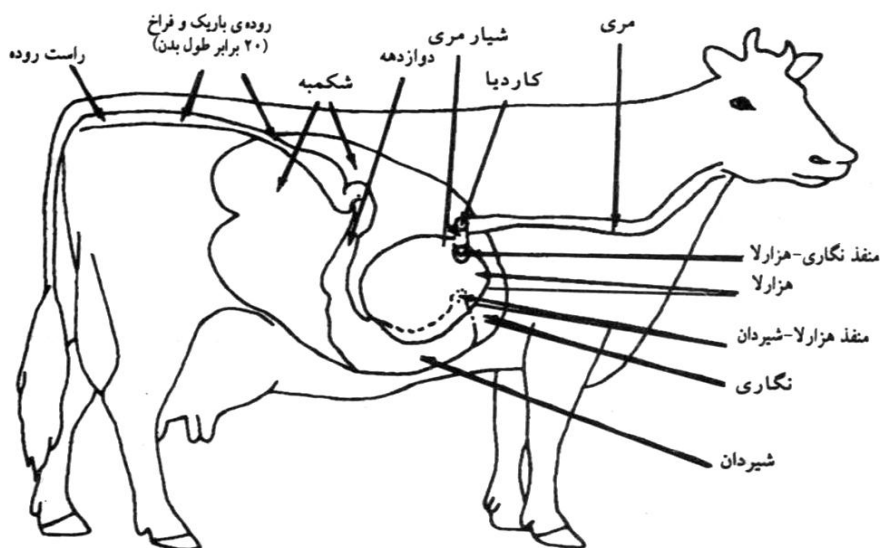
– غده‌های بزاقی اصلی عبارت‌اند از: بناگوشی، آرواره‌ای و زیرزبانی.

– غده‌های بزاقی غیراصلی و پراکنده عبارت‌اند از: لبی، بوکال، زبانی و کامی.

غده بناگوشی، زیرگوش و در لبه پسین آرواره پایینی قرار دارد. ترشحات آن بین دندان‌های گونه‌ای ۳ و ۴ بالایی ریخته می‌شود. غده آرواره‌ای، معمولاً زیر غده بناگوشی و در پشت آرواره پایین قرار دارد.

برخی غده‌های بزاقی (مثل غده بزاقی بناگوشی) که ترشحات آبکی دارند، غده‌های بزاقی سروزی گفته می‌شود و آن دسته از غده‌های بزاقی (مثل غده‌های بزاقی لب در گوسفند و بز و غده‌های بزاقی زبانی و بوکال در گاو) که ترشحات مخاطی

-
1. Rumen
 2. Reticulum
 3. Omasum
 4. Abomasum
 5. Small Intestine
 6. Duodenum
 7. Jejunum
 8. Ileum
 9. Large Intestine
 10. Cecum
 11. Colon
 12. Rectum
 13. Liver
 14. Pancreas



شکل ۱-۱. بخش های گوناگون دستگاه گوارش گاو (ضمیری، ۱۳۷۶)

دارند، غده های بزاقی مخاطی گفته می شود. همچنین، آن دسته از غده های بزاقی (مثل غده بزاق آرواره ای، زیر زبانی و بوکال در اسب و خوک)، که ترشحات آبکی و مخاطی را با هم دارند، غده های بزاقی مخلوط گفته می شود.

ترشحات بزاقی، جویدن و بلع لقمه را در تمامی گونه های جانوری، آسان می کنند. حجم ترشحات بزاقی در حیوانات مختلف متفاوت است، ولی در گیاه خواران، بیشتر از دیگر حیوانات (گوشت خواران و همه چیز خواران) است. یک ماده گاو روزانه، می تواند تا ۲۰۰-۱۰۰ لیتر بزاق ترشح کند و در گوسفند این مقدار می تواند به ۱۵-۱۰ لیتر برسد.

بزاق مایعی است بی رنگ و اندکی کدر که بیشتر از آب و ترکیبات الکترولیتی تشکیل شده است. بزاق غیر نشخوارکنندگان، زمانی که به میزان پایه ترشح شود، نسبت به مایع خون، هاپیوتونیک (دارای فشار اسمزی کمتر)، اما اسیدیته آن برابر است اما با افزایش سرعت ترشح در غیر نشخوارکنندگان، بزاق نسبت به پلاسما، ایزوتونیک (دارای فشار اسمزی برابر) می شود.

بزاق نشخوارکنندگان برخلاف بزاق غیر نشخوارکنندگان (چون دائمی تر ترشح می شود) نسبت به خون، ایزوتونیک و با اسیدیته برابر است. غلظت یون های سدیم و پتاسیم موجود در بزاق همیشه نسبتاً ثابت است، اما غلظت فسفات و بی کربنات، بسته

به میزان ترشح، تغییر می‌کند به‌طوری‌که در زمان خوراک خوردن و افزایش ترشح بزاق، ترکیبات بی‌کربنات بزاق افزایش می‌یابد و ترکیب فسفات بزاق، کم می‌شود.

به‌طور کاملاً برعکس، در حالت استراحت، ترکیب فسفات بزاق بیشتر بوده و ترکیب بی‌کربنات آن کم است. یکی از دلایل این قضیه احتمالاً به‌دلیل نیاز بودن حجم بی‌کربنات برای کنترل اسیدیته شکمبه هنگام خوراک خوردن دام است.

مقداری از پروتئین‌های بزاق به شکل آنزیم‌های آمیلازو لیپاز هستند. آمیلاز در بزاق برخی گونه‌ها (خوک، موش صحرائی و خرگوش) وجود دارد در حالی‌که در برخی دیگر (سگ، گربه، اسب، گاو، گوسفند، بز)، یا وجود ندارد و یا بسیار اندک است.

در بزاق نشخوارکنندگان جوان، به‌ویژه گوساله جوان، آنزیم لیپاز وجود دارد که تری‌گلیسیریدهای دارای اسیدهای چرب زنجیر کوتاه موجود در شیر (عمدتاً، اسید بوتیریک) را تجزیه می‌کند. لیپاز موجود در بزاق انسان، در معده هم فعالیت دارد و می‌تواند تا ۳۰ درصد تری‌گلیسیریدهای خوراک را تجزیه کند.

علاوه بر این آنزیم‌های موجود در بزاق نشخوارکنندگان، ترکیب اوره نیز وجود دارد که از طریق سیکل خون-بزاق-شکمبه، یکی از منابع مهم تأمین‌کننده نیتروژن مورد نیاز میکروب‌های شکمبه را فراهم می‌کند. برخی غده‌های بزاقی (مانند، بناگوشی)، دارای ترشحات پیوسته هستند اما دستگاه عصبی خودمختار نیز می‌تواند ترشح بزاق را کنترل کند به‌طوری‌که تحریکات پاراسمپاتیکی، می‌تواند سبب افزایش ترشح بزاق و افزایش ترکیبات پروتئینی موجود در بزاق شود در حالی‌که دستگاه عصبی سمپاتیک، سبب کاهش ترشح بزاق می‌شود.

وجود محرک‌های مکانیکی و شیمیایی در دهان، مری و معده می‌تواند ترشح بزاق را تحریک کنند به‌طوری‌که با قرار گرفتن خوراک در دهان، ترشح انعکاسی بزاق آغاز می‌شود. خوراک‌های خشک، سبب تحریک مقدار بیشتری بزاق می‌شود در حالی‌که مصرف خوراک‌های آب‌دار، سبب کاهش ترشح بزاق خواهد شد. علاوه بر تنظیمات مکانیکی، شیمیایی و عصبی در تنظیم ترشح بزاق، هورمون‌ها نیز می‌توانند در ترشح بزاق، اثرات تنظیم‌کنندگی داشته باشند به‌طوری‌که هورمون‌های سکرترین آلدسترون و ¹CCK-PZ سبب افزایش ترشح بزاق می‌شوند.

1. Cholecystokinin-Pancerazymine (CCK-PZ)

- **نقش بزاق در نشخوارکنندگان:** هنگامی که دام نشخوارکننده، مقادیر بالایی از مواد خشبی و علوفه‌ای خشک مصرف می‌کند، بزاق زیادی ترشح خواهد شد. اولین و ابتدایی‌ترین نقش بزاق، نرم کردن خوراک است تا سبب آسان بلع دادن خوراک از مری شود. اهمیت بزاق در سلامت دستگاه گوارش در نشخوارکنندگان بسیار بیشتر از غیرنشخوارکنندگان است به‌طوری‌که یکی از هدف‌های مهم وجود مقادیر بالای الیاف در جیره، تحریک عمل جویدن و تولید بزاق بالا است به‌طوری‌که هرگونه اختلال در تولید بزاق در نشخوارکنندگان، سبب آسیب وارد شدن به سلامت و عملکرد طبیعی شکمبه‌شده و نتیجه بعدی آن، کاهش چربی شیر و متعاقباً کاهش تولید شیر خواهد بود. نقش‌های مهم بزاق در نشخوارکنندگان عبارت‌است از:
 - از آن‌جا که یکی از منابع مهم تأمین‌کننده نیازهای نیتروژنی میکروب‌های شکمبه، اوره است، لذا اوره موجود در خون می‌تواند از طریق چرخه بزاقی-شکمبه‌ای-خونی، وارد بزاق‌شده و با وارد شدن به شکمبه، سبب کمک به رشد میکروب‌های شکمبه‌شده و سبب افزایش تولید پروتئین میکروبی خواهد شد.
 - میکروب‌های شکمبه برای رشد و تکثیر، علاوه بر نیازهای انرژی و نیتروژنی، به دسته‌ای دیگر از مواد مغذی از جمله مواد معدنی شامل گوگرد، فسفات و... نیاز مبرم دارند. بزاق با دارا بودن انواع یون‌های معدنی، این نیازها را برآورد ساخته و سبب بهینه‌سازی فرایندهای تخمیری میکروبی در شکمبه خواهد شد.
 - از آنجا که در طی عملکرد طبیعی میکروب‌ها و سایر ارگانیزم‌های موجود در محیط آبی شکمبه مقادیر بالایی از انواع اسیدهای آلی شامل اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک، اسید لاکتیک و... تولید می‌شود و تجمع این اسیدها در شکمبه، سبب کاهش اسیدیته محیط شکمبه‌شده و موجب آسیب به میکروب‌های هاضم سلولز و حساس به شرایط اسیدی می‌شود و از طرف دیگر می‌تواند آسیب جدی به بافت اپیتلیوم شکمبه وارد نماید. بنابراین نمک‌های بی‌کربنات و فسفات موجود در بزاق می‌تواند باعث نگهداری pH شکمبه در دامنه طبیعی ۶/۵ تا ۷/۵ شود و به‌این‌ترتیب محیط مناسب برای رشد فعالیت طبیعی میکروب‌های شکمبه فراهم‌شده و سلامت شکمبه حفظ خواهد شد.
 - پروتئین‌های موجود در بزاق ازجمله پروتئین میوسین، و پایین بودن کشش سطحی بزاق، سبب می‌شود بزاق خاصیت ضد کف داشته و از بروز نفخ جلوگیری نماید.

• **جویدن خوراک و عمل نشخوار در نشخوارکنندگان:** دام‌های نشخوارکننده، ابتدا خوراکی خود را به اندازه‌ای می‌جویند که پس از آمیخته‌شدن با بزاق، به لقمه‌ای قابل بلع تبدیل شود. دوباره جویدن لقمه، هنگام استراحت دام انجام می‌گیرد و در مقایسه با جویدن ابتدایی، کاملاً تفریحانه است. فرکانس حرکت آرواره‌ها به هنگام دوباره جویدن خوراک، برای خوراک‌های گوناگون متفاوت است و بین ۵۵ تا ۹۴ حرکت در دقیقه برآورد شده است. دوباره جویدن خوراک (نشخوار)، سبب شده خوراک به ذرات ریزتری تبدیل شده و در نتیجه، تخمیر باکتریایی و تأثیر آنزیم‌های گوارشی افزایش یابد.

عمل نشخوار، به گاو اجازه می‌دهد تا به سرعت چرا کرده و غذای کافی مصرف کند و پس از آن، به هنگام استراحت، غذا را به خوبی بجود. نشخوار در برگیرنده چهار مرحله است شامل:

- بازگشت خوراک به دهان،
- جویدن دوباره خوراک،
- آمیخته‌شدن دوباره با بزاق و
- بلع دوباره و وارد کردن لقمه خوراک به شکمبه.

پیش از بازگشت غذا به دهان، دیواره نگاری منقبض شده، عمل دم انجام گرفته و دهانه نای بسته می‌شود. با این عمل فشار منفی در قفسه سینه به وجود می‌آید که به مری منتقل می‌شود. از آنجا که فشار درون شکمبه به‌طور نسبی بیشتر از فشار درون مری است، مقدار از محتویات شکمبه، نگاری وارد مری شده و به دهان منتقل می‌شود.

موادی که نشخوار می‌شود، بیشتر از علوفه و آب تشکیل می‌شود و مقدار کنسانتره آن بسیار ناچیز و یا بدون کنسانتره است. مدت زمانی که یک دام صرف نشخوار می‌کند، بستگی به میزان الیاف جیره دارد، ولی به‌طور نمونه یک گاو شیری معمولاً در روز به‌طور میانگین، ۸ ساعت نشخوار می‌کند. هر چرخه نشخوار نزدیک به یک دقیقه زمان می‌برد، که بخش بیشتر آن صرف دوباره جویدن لقمه به میزان ۴۰-۵۰ بار در دقیقه می‌شود. به نظر می‌رسد عامل اصلی و اولیه تحریک آغاز نشخوار، تماس علوفه اندازه بلند با سطح نگاری و به خصوص در ناحیه اپیتلیوم بخش قدامی شکمبه است به‌طوری‌که جیره‌های فاقد مواد خشبی کافی و الیاف بسیار ریز قادر به تحریک عمل نشخوار نباشند.

۱-۱-۲ فیزیولوژی دستگاه گوارش نشخوارکنندگان

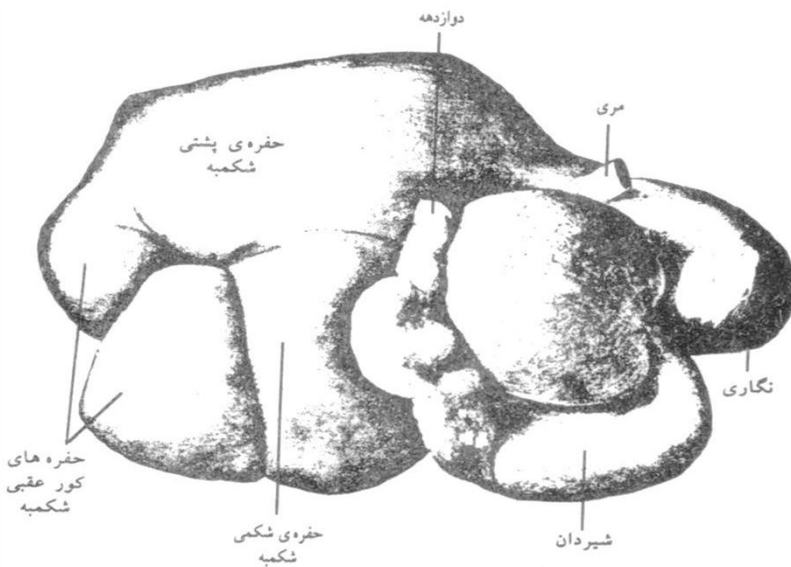
• **هضم میکروبی در نشخوارکنندگان و سایر علف‌خواران:** خوراک‌های نشخوارکنندگان شامل علوفه و مواد خشبی الیافی، عمدتاً از پلی‌ساکاریدهای با پیوند بتا، نظیر سلولز تشکیل می‌شوند که از آنزیم‌های دستگاه گوارش پستانداران قادر به تجزیه آن‌ها نیستند، بنابراین در نشخوارکنندگان یک سیستم گوارشی خاص شامل تخمیر میکروبی خوراک قبل از قرار گرفتن در معرض آنزیم‌های گوارشی میزبان تکامل یافته است. علف‌خواران غیراز نشخوارکنندگان، دارای سیستم‌های تطابق یافته‌ای از هضم میکروبی متفاوت با نشخوارکنندگان هستند به‌طوری‌که به جای تخمیر در شکمبه، تخمیر در روده کور انجام می‌شود.

• **فیزیولوژی هضم در نشخوارکنندگان:** معده نشخوارکنندگان به چهار بخش شامل؛ شکمبه، نگاری، هزارلا و شیردان تقسیم می‌شود (شکل ۱-۲).

- **شکمبه؛** اولین بخش از پیش‌معده در نشخوارکنندگان است که به‌وسیله پرده‌های ماهیچه‌ای عرضی به نام پیلار^۱، به یک ناحیه پشتی، یک ناحیه شکمی و دو ناحیه پسین تقسیم می‌شود. به کمک فعالیت دیواره ماهیچه‌ای شکمبه، محتویات آن با حرکات چرخشی، جابه‌جاشده و به خوبی آمیخته می‌شوند. پرزهای^۲ بسیاری، دیواره شکمبه را می‌پوشانند. این پرزها که طول آن‌ها نزدیک به یک سانتی‌متر است، سطح جذب دیواره شکمبه را افزایش داده و سبب گرم‌شدن مواد داخل شکمبه می‌شود. شکمبه، از دیافراگم تا ناحیه لگن ادامه دارد و سمت چپ حفره شکم را پر می‌کند. محتویات شکمبه به‌طور متوسط حاوی ۸۵۰-۹۳۰ گرم در کیلوگرم آب بوده، اما اغلب در دو فاز شامل یک فاز مایع واقع در پایین که ذرات ریزتر خوراک در آن معلق هستند و یک فاز خشک فوقانی از مواد جامد درشت وجود دارد.

بخشی از تجزیه خوراک در شکمبه به‌صورت فیزیکی و به کمک انقباضات منظم دیواره‌های شکمبه انجام می‌شود. بخشی دیگر از تجزیه خوراک به‌صورت میکروبی و به کمک جمعیت باکتریایی موجود در شکمبه انجام می‌شود.

شکمبه یک سیستم کشت مستمر برای باکتری‌ها، پرتوزاها و قارچ‌های بی‌هوازی ایجاد می‌کند. خوراک و آب وارد شکمبه می‌شوند و خوراک تا حدودی تخمیر شده و عمدتاً، اسیدهای چرب فرار، سلول‌های میکروبی (پروتئین میکروبی) و گازهای متان و دی‌اکسید کربن تولید می‌کند. گازها توسط آروغ زدن^۱، خارج شده و اسیدهای چرب فرار از طریق دیواره شکمبه جذب می‌شود. سلول‌های میکروبی هم همراه ترکیبات غذایی تجزیه نشده، به شیردان و بعداً به روده و کوچک انتقال یافته و در آنجا پس از هضم، به وسیله میزبان، جذب می‌شوند. در روده بزرگ، فاز ثانویه‌ای از هضم میکروبی وجود دارد. اسیدهای چرب فرار تولید شده در روده بزرگ جذب شده، اما سلول‌های میکروبی تولیدی در این محل، به همراه ترکیبات غذایی هضم نشده، از طریق مدفوع دفع می‌شوند.



شکل ۱-۲. بخش‌های مختلف معده نشخوارکنندگان (گاو) (ضمیری، ۱۳۷۶)

همانند سایر سیستم‌های کشت مستمر، شکمبه، نیازمند تعدادی از سازوکارهای تنظیم‌کننده است. اسیدهای آلی تولید شده در طی فرایند تخمیر بی‌هوازی کربوهیدرات‌ها، از لحاظ نظری قادر به کاهش pH مایع شکمبه تا حد ۳-۲/۵ می‌باشد، اما تحت شرایط طبیعی

و نرمال، pH مایع شکمبه در دامنه ۵/۵-۶/۵ حفظ می‌شود. فسفات و بی‌کربنات موجود در بزاق، به‌عنوان بافر عمل کرده و مانع از افت pH مایع شکمبه می‌شوند. از طرف دیگر، جذب سریع اسیدهای آلی از شکمبه، نیز مانع از pH مایع شکمبه می‌شود.

فشار اسمزی محتویات شکمبه در حد بسیار نزدیک با خون نگه داشته می‌شود که این امر سبب تبادل یون‌ها بین دو سیستم مذکور می‌شود. در شرایط بی‌هوایی شکمبه، یون‌های اکسیژن وارد شده همراه خوراک به شکمبه، سریعاً مورد استفاده قرار گرفته و حالت بی‌هوایی دوباره برقرار می‌شود و در غیاب اکسیژن، کربن، گیرنده نهایی یون‌های هیدروژن است که نتیجه آن، تولید گاز متان (CH_4) خواهد بود. در نهایت، ترکیبات هضم نشده خوراک، همراه با مواد مغذی محلول و باکتری‌ها به‌وسیله عبور ماده هضمی از منفذ شکمبه، نگاری، شکمبه را ترک می‌کنند.

– **نگاری**؛ این بخش از پیش معده، به‌وسیله دیواره‌ای کوتاه، ولی ناقص، از شکمبه جدا شده‌است در نتیجه باعث می‌شود که محتویات شکمبه و نگاری به راحتی با هم آمیخته شوند و به همین دلیل است که در بسیاری از منابع، بخش شکمبه و نگاری را با هم ذکر می‌کنند. شکمبه و نگاری در گاو بالغ، روی هم ۱۲۵ تا ۲۰۰ لیتر گنجایش دارند. دیواره ضخیم نگاری، همانند شانه زنبور عسل بوده و به شکل سلول‌های حلقه ۶ضلعی، نمایان هستند. در سمت راست نگاری، روزنه‌ای وجود دارد که سبب اتصال نگاری به هزارلا می‌شود. شیری در درون نگاری وجود دارد که بین مری و هزارلا قرار گرفته است که به آن ناودان (شیار) مری^۱، گفته می‌شود. این شیار به هنگام شیرخوردن نشخوارکنندگان نابالغ، در اثر مکش ایجاد شده در دهان حیوان، بالا آمده و به‌صورت لوله‌ای در می‌آید و سبب می‌شود که شیر خورده‌شده بدون اینکه در شکمبه و نگاری وارد شود، به هزارلا و شیردان وارد شود و از تخمیر میکروبی محفوظ بماند، اما در حالتی که دام نابالغ، در داخل سطل شیر بخورد (بدون استفاده از پستان مادر یا پستانک)، این شیار به خوبی بالا نیامده و بخشی از شیر خورده‌شده به شکمبه شده و کارایی هضم و جذب آن کاهش یابد. تغذیه گاوهای کوچک‌تر از ۲ سال با نمک‌های سدیم موجب بسته‌شدن شیار مری می‌شود. شیار مری در گوسفند بالغ بعد از خوردن محلول سولفات مس، بسته‌شده و برای مدت ۸ تا ۱۱ ثانیه بسته باقی می‌ماند. شکمبه و

نگاری نشخوارکنندگان بالغ، دارای انقباض‌های پیچیده‌ای هستند. هایپرگلیسمی (افزایش غلظت گلوکز خون) سبب کاهش و هایپوگلیسمی (کاهش غلظت گلوکز خون)، سبب افزایش فعالیت شکمبه می‌شوند.

- **هزارلا؛** مواد خوراکی، پس از شکمبه و نگاری، وارد هزارلا می‌شوند که از لایه‌های ماهیچه‌ای برگ مانند بسیاری تشکیل شده و گنجایش آن در گاو بالغ، نزدیک به ۲۰ لیتر است. هزارلا، از گذاشتن ذرات درشت از منفذ نگاری-هزارلا جلوگیری می‌کند و موجب کوچک‌تر شدن ذرات خوراک نیز می‌شود. انقباض‌های هزارلا، موجب فشرده‌شدن، آسیاشدن و واردشدن غذا به شیردان می‌شود.

- **شیردان؛** تنها بخش از معده نشخوارکنندگان است که می‌تواند شیره معده تولید کند. از این رو، به این بخش، معده اصلی می‌گویند. شیردان از لایه‌ها و چین‌خوردگی‌های زیادی که سطح داخلی شیردان را تشکیل می‌دهد، تشکیل شده‌است که به این ترتیب سبب افزایش ترشحات معده می‌شود. شیردان، در گوساله نوزاد، نزدیک به ۸۰ درصد و یا بیشتر از حجم معده را تشکیل می‌دهد، اما هنگامی که استفاده از مواد خشک توسط دام، آغاز می‌شود، سرعت رشد بخش‌های دیگر معده، بسیار بیشتر از رشد شیردان خواهد بود به گونه‌ای که شیردان در گاو بالغ، کمتر از ۱۰ درصد از حجم کل معده را در بر می‌گیرد.

۱-۳ میکروارگانیسم‌های شکمبه

• **باکتری‌ها:** در هر میلی‌لیتر از محتویات شکمبه تعداد 10^{11} - 10^9 باکتری وجود دارد. بیش از ۶۰ گونه باکتری در شکمبه تشخیص داده شده‌است. بیشتر این باکتری‌ها بی‌هوازی بوده و فاقد توانایی تشکیل اسپور هستند. نزدیک به ۸۰ درصد متابولیسم شکمبه مربوط به جمعیت باکتریایی شکمبه می‌باشد. جدول ۱-۱، تعدادی از گونه‌های مهم را فهرست نموده و ماده اولیه مورد استفاده و محصولات تخمیر آن‌ها را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که این اطلاعات براساس مطالعه گونه‌های جداشده از بررسی‌های آزمایشگاهی بوده و قابل تعمیم کامل به هر حیوانی نمی‌باشد. تعداد کل باکتری‌ها و جمعیت نسبی هر گونه، براساس جیره حیوان تغییر می‌کند. برای مثال جیره‌های غنی از خوراک‌های کنسانتره‌ای، محرک افزایش تعداد کل باکتری‌ها بوده و تکثیر لاکتوباسیلوس‌ها را بهبود می‌بخشد در حالی که سبب کاهش رشد باکتری‌های سلولولیتیک (فیروباکتر و رومینوکوکوس) خواهد شد.