



تکنولوژی شیر و فراورده‌ها (۱)

دکتر ادريس رحيمى كيا

دکتر راضيه پرتوى

«عضو هئيت علمى دانشگاه پیام نور»

«عضو هئيت علمى دانشگاه فناوری‌هاى نوين آمل»

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه ملی، که یک واجب دینی است.^۱

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 عرصه 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 شکرانه 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 سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه 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 مجموعه 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

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

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

دانشگاه پیام‌نور با گستره 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 وظیفه مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه 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

پیشگفتار..... یازده

مقدمه..... سیزده

فصل اول. تولید شیر..... ۱

هدف کلی..... ۱

هدف‌های یادگیری..... ۱

۱-۱ تعریف شیر..... ۱

۲-۱ تاریخچه صنعت شیر در ایران و جهان..... ۲

۳-۱ تولید و مصرف شیر و فراورده‌های آن در ایران و جهان..... ۳

۱-۳-۱ تولید شیر در جهان..... ۳

۲-۳-۱ تولید شیر در ایران..... ۴

۳-۳-۱ مصرف سرانه..... ۵

۴-۱ فیزیولوژی ترشح و تولید شیر..... ۷

۱-۴-۱ رشد و نمو پستان..... ۷

۲-۴-۱ کالبدشناسی پستان..... ۸

۳-۴-۱ ساختمان داخلی پستان..... ۹

۴-۴-۱ چرخه شیردهی - آبستنی..... ۱۲

۵-۴-۱ بیوسنتز شیر در پستان..... ۱۳

۱-۵-۴-۱ بیوسنتز پروتئین‌های شیر..... ۱۴

۲-۵-۴-۱ بیوسنتز چربی‌های شیر..... ۱۵

۳-۵-۴-۱ بیوسنتز قند شیر (لاکتوز)..... ۱۶

۴-۵-۴-۱ مواد معدنی شیر..... ۱۶

۱۷	۵-۴-۱ ویتامین‌های شیر
۱۸	۶-۴-۱ آب شیر
۱۸	۶-۴-۱ ترشح شیر
۱۹	۷-۴-۱ تنظیم ترشح شیر
۱۹	۸-۴-۱ فیزیولوژی خروج شیر از پستان
۲۰	۵-۱ عوامل مؤثر در کمیت و کیفیت شیر
۲۳	خلاصه فصل اول
۲۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۲۵	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۲۷	فصل دوم. خصوصیات شیر
۲۷	هدف کلی
۲۷	هدف‌های یادگیری
۲۸	۱-۲ شیمی شیر
۲۸	۱-۱-۲ چربی‌های شیر
۳۰	۱-۱-۲-۱ اندیس ید
۳۱	۲-۱-۲ پروتئین‌های شیر
۳۲	۱-۲-۱-۲ کازئین
۳۳	۲-۲-۱-۲ پروتئین‌های سرمی
۳۴	۳-۱-۲ قند شیر (لاکتوز)
۳۴	۴-۱-۲ ویتامین‌های شیر
۳۶	۵-۱-۲ مواد معدنی شیر
۳۷	۶-۱-۲ آنزیم‌های موجود در شیر
۴۲	۲-۲ خواص حسی - ظاهری (ارگانولپتیک) و فیزیکی شیر
۴۲	۱-۲-۲ رنگ شیر
۴۲	۲-۲-۲ طعم شیر
۴۳	۳-۲-۲ بوی شیر
۴۳	۴-۲-۲ وزن مخصوص
۴۳	۵-۲-۲ نقطه انجماد
۴۴	۶-۲-۲ میزان pH
۴۴	۳-۲ شیر انواع پستانداران
۴۵	۱-۳-۲ شیر گوسفند
۴۵	۲-۳-۲ شیر گاو میش
۴۵	۳-۳-۲ شیر شتر
۴۵	۴-۳-۲ شیر سایر پستانداران
۴۶	۵-۳-۲ شیر انسان

- ۴-۲ عوامل مؤثر بر ترکیب شیر گاو..... ۴۸
- ۲-۴-۱ عوامل غیر تغذیه‌ای..... ۴۸
- ۲-۴-۲ عوامل تغذیه‌ای..... ۴۹
- ۲-۵ تغییرات در ترکیب شیر..... ۵۱
- ۲-۵-۱ تغییرات ناشی از آب‌کافت چربی..... ۵۱
- ۲-۵-۲ تغییرات ناشی از اکسیژن (اکسایش)..... ۵۲
- ۲-۵-۳ تغییرات ناشی از حرارت سالم‌سازی..... ۵۲
- ۲-۵-۴ تغییرات ناشی از نور..... ۵۲
- ۲-۶ ارزش تغذیه‌ای شیر..... ۵۲
- ۲-۶-۱ ارزش غذایی چربی شیر..... ۵۳
- ۲-۶-۲ ارزش غذایی پروتئین‌های شیر..... ۵۳
- ۲-۶-۳ ارزش غذایی قند شیر (لاکتوز)..... ۵۴
- ۲-۶-۴ ارزش غذایی املاح معدنی شیر..... ۵۴
- ۲-۶-۵ ارزش غذایی ویتامین‌های شیر..... ۵۶
- ۲-۷ ارزش غذایی فراورده‌های لبنی..... ۵۷
- ۲-۷-۱ ارزش غذایی پنیر..... ۵۷
- ۲-۷-۲ ارزش غذایی ماست..... ۵۸
- ۲-۷-۳ ارزش غذایی خامه..... ۵۸
- ۲-۷-۴ ارزش غذایی کشک..... ۵۸
- ۲-۸ غنی‌سازی شیر..... ۵۹
- ۲-۹ میکروبیولوژی شیر و فراورده‌های آن..... ۶۰
- ۲-۹-۱ آلودگی شیر..... ۶۰
- ۲-۹-۱-۱ آلودگی در دامداری..... ۶۰
- ۲-۹-۱-۲ آلودگی در هنگام حمل‌ونقل و فراوری..... ۶۱
- ۲-۹-۲ تعداد باکتری‌های شیر..... ۶۱
- ۲-۹-۳ میکروبیولوژی شیر..... ۶۲
- ۲-۹-۴ مهم‌ترین باکتری‌های موجود در شیر..... ۶۲
- ۲-۹-۴-۱ باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک..... ۶۲
- ۲-۹-۴-۲ باکتری‌های کلیفرم..... ۶۴
- ۲-۹-۴-۳ باکتری‌های مولد اسید بوتیریک..... ۶۵
- ۲-۹-۴-۴ باکتری‌های مولد اسید پروپیونیک..... ۶۶
- ۲-۹-۴-۵ باکتری‌های مولد فساد و گندیدگی..... ۶۶
- ۲-۹-۵ قارچ‌های موجود در شیر..... ۶۹
- ۲-۹-۵-۱ مخمرها..... ۶۹
- ۲-۹-۵-۲ کپک‌ها..... ۶۹
- ۲-۹-۶ ورم پستان و میکروارگانیسم‌های مسبب آن در شیر خام..... ۷۰

۷۱	 میکروبیولوژی شیر پاستوریزه
۷۲	 ۸-۹-۲ میکروبیولوژی شیرهای استریلیزه UHT
۷۲	 ۹-۹-۲ میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای انسان در شیر خام
۷۳	 ۱۰-۹-۲ میکروبیولوژی کره
۷۵	 ۱۱-۹-۲ میکروبیولوژی پنیر
۷۷	 ۱۲-۹-۲ میکروبیولوژی شیر خشک
۷۸	 خلاصه فصل دوم
۷۹	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۸۰	 خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۸۱	 فصل سوم. فراوری شیر
۸۱	 هدف کلی
۸۱	 هدف‌های یادگیری
۸۲	 ۱-۳ جمع‌آوری و نگهداری شیر خام
۸۲	 ۱-۱-۳ ساختمان و تجهیزات شیردوشی
۸۲	 ۱-۱-۳-۱ سالن شیردوشی
۸۳	 ۱-۱-۳-۲ اتاق نگهداری شیر
۸۴	 ۱-۱-۳-۳ دستگاه‌های شیردوشی
۸۷	 ۱-۱-۳-۴ مخزن جمع‌آوری شیر
۸۷	 ۱-۳ فرایند شیردوشی
۸۸	 ۱-۲-۱-۳ وعده‌های شیردوشی
۹۰	 ۱-۳-۲ افراد شیردوش
۹۰	 ۱-۳-۲-۳ اقدامات پیش از شیردوشی
۹۰	 ۱-۳-۲-۴ اقدامات پس از شیردوشی
۹۱	 ۱-۳-۳ نگهداری شیر در دامداری
۹۲	 ۱-۳-۱-۳ سرد کردن شیر در دامداری
۹۲	 ۱-۳-۴ تحویل شیر به کارخانه
۹۳	 ۲-۳ فرایند صنعتی شیر
۹۳	 ۱-۲-۳ جداسازی مواد جامد خارجی از شیر
۹۴	 ۲-۳-۲ خامه‌گیری و استاندارد کردن چربی شیر
۹۵	 ۱-۲-۲-۳ ساختمان جداکننده
۹۶	 ۲-۲-۲-۳ استاندارد کردن چربی شیر
۹۷	 ۳-۲-۳ فیلتراسیون
۹۸	 ۱-۳-۲-۳ غشاهای مورد استفاده در فیلتراسیون
۹۸	 ۲-۳-۲-۳ اولترافیلتراسیون
۱۰۰	 ۴-۲-۳ عملیات حرارتی شیر

۱۰۰	انهدام میکروارگانیسم‌ها به وسیله حرارت.....۳-۲-۴-۱
۱۰۲	اصول اساسی حرارت‌دهی شیر.....۳-۲-۴-۲
۱۰۴	ترمیزاسیون.....۳-۲-۴-۳
۱۰۵	پاستوریزاسیون.....۳-۲-۴-۴
۱۱۰	۵-۲-۴-۵ فراوری کردن در دماهای خیلی بالا (UHT).....۳-۲-۴-۵
۱۱۴	۶-۲-۴-۶ غیرفعال کردن آنزیم‌های شیر در اثر حرارت.....۳-۲-۴-۶
۱۱۵	۷-۲-۴-۷ تأثیر حرارت بر نمک‌های موجود در شیر.....۳-۲-۴-۷
۱۱۶	۸-۲-۴-۸ حرارت و واکنش میلارد.....۳-۲-۴-۸
۱۱۷	۹-۲-۴-۹ اثر حرارت بر پروتئین‌های شیر.....۳-۲-۴-۹
۱۱۸	۱۰-۲-۴-۱۰ تغییرات طعم شیر در اثر حرارت.....۳-۲-۴-۱۰
۱۱۹	۱۱-۲-۴-۱۱ تغییرات رنگ شیر در اثر حرارت.....۳-۲-۴-۱۱
۱۲۰	۱۲-۲-۴-۱۲ اثر حرارت بر رویه بستن شیر.....۳-۲-۴-۱۲
۱۲۰	۱۳-۲-۴-۱۳ تغییرات ارزش تغذیه‌ای در اثر حرارت.....۳-۲-۴-۱۳
۱۲۱	۱۴-۲-۴-۱۴ تأثیر حرارت بر رشد باکتری‌ها در شیر.....۳-۲-۴-۱۴
۱۲۱	۵-۲-۳-۵ هموژنیزاسیون.....۳-۲-۳-۵
۱۲۳	۱-۵-۲-۳-۱ ساختمان و عمل هموژنیزاتور.....۳-۲-۳-۱
۱۲۴	خلاصه فصل سوم.....۳-۲-۳-۱
۱۲۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....۳-۲-۳-۱
۱۲۶	خودآزمایی تشریحی فصل سوم.....۳-۲-۳-۱
۱۲۷	فصل چهارم. اصول و روش‌های تمیز و ضدعفونی کردن دستگاه‌ها و تجهیزات شیر.....۳-۲-۳-۱
۱۲۷	هدف کلی.....۳-۲-۳-۱
۱۲۷	هدف‌های یادگیری.....۳-۲-۳-۱
۱۲۷	۱-۴-۱ کلیات.....۳-۲-۳-۱
۱۲۹	۲-۴-۱ سیستم شست‌وشوی درجا (CIP).....۳-۲-۳-۱
۱۳۰	۳-۴-۱ شست‌وشو یا تمیز کردن دستی.....۳-۲-۳-۱
۱۳۱	خلاصه فصل چهارم.....۳-۲-۳-۱
۱۳۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم.....۳-۲-۳-۱
۱۳۲	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم.....۳-۲-۳-۱
۱۳۳	پاسخنامه.....۳-۲-۳-۱
۱۳۵	منابع.....۳-۲-۳-۱

پیشگفتار

حمد و سپاس بی‌پایان خداوند تبارک و تعالی را است که به انسان علم آموخت و با انزال کتب آسمانی توسط پیامبران خود به‌خصوص قرآن کریم راه سعادت را برای بشر مکتوب فرمودند و توفیق تألیف این مجموعه را به مؤلفین عنایت نمودند. در این کتاب سعی شده تا در حد توان با بهره‌گیری از آخرین اطلاعات و منابع علمی موجود در زمینه میکروبیولوژی مواد غذایی، هرچه بیشتر به غنای محتوای آن افزوده و رضایت خاطر صاحبان علم و دانش، بیش از پیش فراهم آورد.

ضمن معرفی اصول و تعریف، جنبه‌های کاربردی نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. مطالب این درس با توجه به برنامه‌های مصوب وزارت علوم این درس برای دوره کارشناسی به‌گونه‌ای تنظیم شده که دارای پیوستگی مطالب، مثال‌های متنوع، سادگی بیان و توضیح کامل است. مطالعه تمام یا بخش‌های از این کتاب می‌تواند مورد استفاده دانشجویان و متخصصین رشته‌های صنایع غذایی، شیلات، بهداشت مواد غذایی، دامپزشکی، تغذیه و... قرار گیرد.

این کتاب یکی از محدود کتاب‌های تألیفی زبان فارسی است که دربرگیرنده میکروبیولوژی مواد غذایی است. با این امید که همکاران، اساتید، پژوهشگران و دانشجویان ارجمند با ارائه پیشنهادهای ارزنده در مورد مطالب این کتاب، مؤلفین را در راستای رفع کاستی‌ها و افزودن بر غنای علمی آن در چاپ‌های بعدی آن یاری کنند.

در پایان از همه عزیزانی که ما را یاری کردند، داوران محترم، ویراستاران محترم علمی و ادبی، جناب آقای مهندس علی رحیمی کیا، ریاست محترم و کارکنان دفتر تدوین و تولید منابع آموزشی دانشگاه پیام نور به ویژه از زحمات صادقانه و مجدانه سرکار خانم خدیجه علی نژاد تشکر و سپاس‌گزاری می‌کنیم.

مؤلفین

مقدمه

هدف از تدوین مطالب این کتاب، دستیابی به متنی خودآموز بوده است. کتاب را به چهار فصل تقسیم نمودیم، که فصل اول به بخش‌های تاریخچه صنعت شیر، تولید شیر، تعریف شیر، تاریخچه صنعت شیر در ایران و جهان، تولید و مصرف شیر و فراورده‌های آن در ایران و جهان، فیزیولوژی تولید و ترشح شیر و عوامل مؤثر بر کمیت و کیفیت شیر تدوین شده است. در پایان این فصل دانشجویان با وضعیت تولید و مصرف شیر در ایران و جهان آشنا می‌شوند.

فصل دوم کتاب شامل نه بخش، شیمی شیر، خواص حسی-ظاهری و فیزیکی شیر، شیر انواع پستانداران، عوامل مؤثر بر ترکیب شیر گاو، تغییرات در ترکیب شیر، ارزش تغذیه‌ای شیر، ارزش تغذیه‌ای فراورده‌های لبنی، غنی‌سازی شیر و میکروبیولوژی شیر و فراورده‌های آن تدوین شده است. در پایان این فصل دانشجویان با ترکیبات شیر و عوامل تغذیه‌ای و غیر تغذیه‌ای مؤثر بر آن‌ها آشنا می‌شوند.

فصل سوم دارای دو بخش اصلی جمع‌آوری و نگهداری شیر خام و نیز فرایند صنعتی شیر است. دانشجویان در انتهای این فصل با عمل شیردوشی و اقدامات قبل و پس از آن به‌خوبی آشنا می‌شوند.

فصل چهارم شامل اصول و روش‌های تمیز و ضدعفونی کردن دستگاه‌ها و تجهیزات شیر در دو بخش سیستم شست‌وشوی درجا (CIP) و شست‌وشو یا تمیز کردن دستی تدوین شده است. دانشجویان پس از مطالعه این فصل با مراحل مختلف تمیز و ضدعفونی کردن دستگاه‌ها و تجهیزات کارخانه‌های لبنی آشنا می‌شوند.

فصل اول

تولید شیر

هدف کلی

فصل تولید شیر در ۵ بخش تعریف شیر، تاریخچه صنعت شیر در ایران و جهان، تولید و مصرف شیر و فراورده‌های آن در ایران و جهان، فیزیولوژی تولید و ترشح شیر و عوامل مؤثر بر کمیت و کیفیت شیر تدوین شده است. در پایان این فصل فراگیران با وضعیت تولید و مصرف شیر انواع دام در ایران و جهان آشنا می‌شوند، می‌توانند شیردهی را توصیف کرده و چرخه شیردهی - آبستنی را توضیح دهند، مکانیسم‌های بیوسنتز ترکیبات شیر در پستان و مکانیسم‌های ترشح شیر از پستان را شرح دهند و عوامل مؤثر بر تولید شیر و تأثیر هر کدام را ذکر کنند.

هدف‌های یادگیری

دانشجو بعد از مطالعه این فصل می‌تواند به پرسش‌های زیر پاسخ دهد:

۱. تولید و مصرف شیر و فراورده‌های آن در ایران و جهان را توضیح دهد.
۲. ساختمان داخلی پستان و مراحل چرخه شیردهی - آبستنی را توضیح دهد.
۳. مهم‌ترین مواد معدنی و ویتامین‌های موجود در شیر را توضیح دهد.
۴. عوامل مؤثر بر کمیت و کیفیت شیر را توضیح دهد.

۱-۱ تعریف شیر

براساس تعریف فدراسیون بین‌المللی مواد لبنی و کدکس مواد غذایی، شیر مایعی است که از طریق دوشش غدد پستانی گاو سالم حداقل چهار روز پس از زایمان به‌دست

می‌آید، عاری از آغوز بوده و حاوی حداقل ۸ درصد ماده خشک بدون چربی و ۳ درصد چربی بوده و چیزی از آن گرفته و یا به آن افزوده نشده است. در این تعریف، ملاک شیر گاو است، زیرا گاو تولید بالائی دارد و صنعت مواد لبنی بر پایه آن استوار گردیده است. غیر از شیر گاو، از شیر گوسفند، بز، اسب، الاغ، شتر، گاو میش و گوزن شمالی (روسیه و سوئد) نیز استفاده می‌شود.

۲-۱ تاریخچه صنعت شیر در ایران و جهان

گوسفند و بز در بین سال‌های ۸۰۰۰ تا ۹۰۰۰ سال پیش از میلاد در خاورمیانه اهلی شدند. در حدود ۷۰۰۰ سال پیش از میلاد، احشام در نقاطی از آفریقا و ترکیه به صورت گله درآمدند.

شیر در دوران نوسنگی در انگلستان و ایرلند استفاده شده است.

کتیبه‌های موزاییکی مربوط به حداقل ۳۱۰۰ سال پیش از میلاد در زیرزمین یکی از قدیمی‌ترین ساختمان‌های منطقه رود فرات پیدا شده است که دوشیدن شیر گاو را از پشت و گذراندن شیر را از یک صافی به یک سطل نشان می‌دهد.

همچنین مردم هند از ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد گاو نگهداری می‌کرده‌اند. از کره نیز به عنوان غذا و به عنوان هدیه‌ای مقدس برای خدایان استفاده می‌شده و گاو در آن زمان از تقدس زیادی برخوردار بوده است.

مدارک به دست آمده در کشور مصر که تقریباً به ۳۰۰ سال پیش از میلاد

برمی‌گردد، نیز نشان می‌دهد که شیر، کره و پنیر به طور وسیعی استفاده می‌شده است.

مدارک به دست آمده از دو تمدن باستانی یونان و روم که به ترتیب مربوط به ۱۵۵۰ و ۷۵۰ سال پیش از میلاد بودند، نیز نشان می‌دهد که در هر دو منطقه، شیر و پنیر بخش مهمی از جیره غذایی انسان را تشکیل می‌داده است. در یونان باستان بیشتر از شیر بز و در روم، اغلب از شیر گوسفند استفاده می‌شده است. در هر دو کشور، کره جایگاه غذایی نداشته و به عنوان کرم و دارو استفاده می‌شده است؛ اما اروپایی‌ها کره را به طور محدود و تا قرن هشتم استفاده می‌کرده‌اند و از این زمان به بعد در نروژ به عنوان یک ماده غذایی مهم محسوب می‌شده است.

با صنعتی شدن جوامع و توسعه شهرنشینی، تولید شیر به صورت یک صنعت تجاری درآمد که در آن از نژادهای خاصی از گاو که برای تولید شیر پرورش داده شده بودند، استفاده می‌شد.

اولین نژاد دام‌های شیری در ایران در زمان جنگ جهانی دوم در سال (۱۳۱۹ ه.ش) از فرانسه خریداری و تحویل مؤسسه حیدرآباد شد و حدود ۱۰ سال بعد برای احداث اولین دامداری‌های صنعتی تلاش‌هایی صورت گرفت. اولین کارگاه لبنیات‌سازی در سال ۱۳۳۶ با نام آستارا، در خیابان فردوسی تهران تأسیس شد که تولیدات آن شیرهای بطری با درب چوبی بود. در اواخر سال ۱۳۲۷ یا اوایل سال ۱۳۲۸ کارخانه نسبتاً مدرنی در جوادیه تهران احداث شد که در واقع نخستین مؤسسه‌ای بود که صنعت مدرن شیر را در ایران پایه‌گذاری کرد. این کارخانه که آلفا نامیده می‌شد کار خود را با دریافت روزانه ۵ تن شیر خام و تبدیل آن به انواع محصولات لبنی آغاز کرد. از جمله دیگر واحدهایی که بعداً اقدام به تهیه و توزیع شیر و ماست بسته‌بندی شده کردند، می‌توان میکی ماست و لارک را نام برد که هر یک به‌نوبه خود خدماتی را در عرضه فراورده‌های شیری بهداشتی انجام دادند. در سال ۱۳۳۳ طرح تأسیس کارخانه شیر پاستوریزه تهران با اقدامات وزارت بهداشتی سازمان برنامه و مؤسسه یونیسف (وابسته به سازمان ملل متحد) آماده شد.

۳-۱ تولید و مصرف شیر و فراورده‌های آن در ایران و جهان

۱-۳-۱ تولید شیر در جهان

براساس آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO) ۷۳۷ میلیون تن شیر خام در سال ۲۰۱۱ در دنیا تولید شده است. میزان کل تولیدات شیر در دنیا از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ به ترتیب ۷۸۹/۱، ۸۰۲/۸ و ۸۱۶ میلیون تن می‌باشد. گاو منبع تأمین بیش از ۸۳ درصد و گاویش حدود ۱۳ درصد از این تولید بوده است. حدود ۳/۶ درصد از کل تولید شیر جهان از گوسفند و بز تأمین می‌شود.

هند بزرگ‌ترین تولیدکننده شیر در جهان و بیشترین تولیدکننده شیر گاویش و بز در جهان است. ایالات متحده آمریکا بزرگ‌ترین تولیدکننده شیر گاو، چین بزرگ‌ترین تولیدکننده شیر گوسفند و سومالی بزرگ‌ترین تولیدکننده شیر شتر جهان هستند.

مراکز عمده تولید شیر گاویش کشورهای هند و پاکستان است. این دو کشور حدود ۹۲ درصد از شیر تولیدی گاویش را در اختیار دارند. هند با تولید حدود ۶۵ میلیون تن شیر گاویش، ۴۸ درصد سهم جهانی آن را دارد.

همچنین از کل شیر تولیدی بز در جهان حدود ۲۸ درصد متعلق به کشور هند است. این کشور ۹ درصد از شیر گاو جهان را نیز تولید می‌کند و مقام دوم در تولید شیر گاو را به خود اختصاص داده است.

اگرچه تولید شیر شتر کمتر از ۰/۳ درصد است، اما سومالی به تنهایی بیش از ۵۰ درصد تولید شیر شتر را در اختیار دارد. در تولید شیر گوسفند، چین بیش از ۱۵ درصد و ترکیه حدود ۹ درصد را در اختیار دارد.

در روسیه و سوئد از شیر گوزن شمالی نیز استفاده می‌شود. همچنین شیر اسب و الاغ در برخی نقاط دنیا، البته در مقدار بسیار ناچیز، استفاده می‌شود.

حدود ۷ درصد شیر تولیدی در دنیا به صورت فراورده‌های لبنی و عمدتاً به صورت شیر خشک و پنیر در بازارهای جهانی مبادله می‌شود. قیمت محصولات صادراتی کشورهای اقیانوسیه (استرالیا و نیوزیلند) به عنوان قیمت پایه جهانی محصولات لبنی نقش تعیین کننده در قیمت جهانی این نوع محصولات دارد.

بررسی‌ها نشان می‌دهند که در اکثر مناطق جهان از جمله چین و هند روند تقاضای شیر بیش از عرضه است و رشد تقاضا با افزایش جمعیت، بهبود استانداردهای زندگی، اصلاح رژیم غذایی و بازارهای نوظهور از عرضه پیشی گرفته است.

۱-۳-۲ تولید شیر در ایران

ایران با توجه به داشتن تنوع اقلیمی از قابلیت مناسبی برای پرورش دام و تولید انواع فراورده‌های دامی از جمله شیر برخوردار است. سهم ایران در تولید جهانی شیر گوسفند حدود ۵ درصد است.

کل تولیدات شیر در ایران در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به ترتیب ۷۸۰۰ و ۷۸۵۰ (هزار تن) است. مراکز عمده پرورش گاو بومی و تولید شیر عمدتاً در استان‌های شمالی و شمال غربی مانند مازندران، گیلان، آذربایجان غربی و شرقی متمرکز است. این استان‌ها به جهت برخورداری از مراتع مناسب مرکز پرورش این گونه دامی شده‌اند.

همچنین استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، خوزستان و گیلان مرکز تولید شیر گاو میش تلقی می‌شوند.

جدول ۱-۱. روند تولید شیر خام (هزار تن) برحسب نوع دام در ایران طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۱.

سال	گاو	گاو میش	گوسفند	بز	جمع
۱۳۸۲	۵۸۴۲	۲۱۸	۲۸۹	۳۷۱	۶۷۲۰
۱۳۸۳	۶۲۹۵	۲۲۷	۲۸۸	۳۶۹	۷۱۷۹
۱۳۸۴	۶۸۴۰	۲۳۹	۲۹۰	۳۷۲	۷۷۴۱
۱۳۸۵	۷۳۹۷	۲۵۳	۲۹۰	۳۷۲	۸۳۱۲
۱۳۸۶	۶۳۰۵	۱۱۹	۲۷۷	۳۲۲	۷۰۲۳
۱۳۸۷	۶۵۰۳	۱۲۱	۲۶۷	۳۱۲	۷۲۰۳
۱۳۸۸	۶۷۴۲	۱۲۲	۲۶۴	۳۰۹	۷۴۳۷
۱۳۸۹	۶۹۹۷	۱۲۳	۲۵۹	۳۰۶	۷۶۸۵
۱۳۹۰	۷۲۶۸	۱۲۴	۲۵۶	۳۰۳	۷۹۵۱
۱۳۹۱	۵۸۴۲	۲۱۸	۲۸۹	۳۷۱	۶۷۲۰

محل استقرار گاو‌داری‌های صنعتی و نیمه‌صنعتی عمدتاً در حاشیه شهرهای بزرگ است، به همین جهت استان‌های تهران، اصفهان، خراسان رضوی، آذربایجان شرقی و قزوین جزء مراکز عمده تولید شیر گاو اصیل هستند. تولید شیر گوسفند و بز عمدتاً در مناطق عشایری و روستایی صورت می‌گیرد و استان‌های خراسان رضوی، فارس، آذربایجان شرقی و غربی، لرستان و کرمان به دلیل برخورداری از مراتع و جمعیت عشایری و روستایی مرکز تولید شیر دام سبک (گوسفند و بز) هستند.

۱-۳-۳ مصرف سرانه

مصرف سرانه شیر در کشورهای مختلف تابعی از میزان تولید و حجم تجارت (واردات و صادرات) است. کشورهای عمده مصرف‌کننده شیر و لبنیات معمولاً ظرفیت‌های بالای تولید آن را نیز دارند.

براساس استانداردهای موجود، پنیر و شیر خشک مصرفی توسط خانوارها به ترتیب با ضریب ۵ و ۱۰ تبدیل به شیر می‌شود. محاسبات انجام شده با شاخص فوق نشان می‌دهد که در بین کشورهای منتخب (جدول ۱-۲) استرالیا با مصرف سرانه ۲۱۴ کیلوگرم بیشترین مصرف را دارد.

آمریکا و اتحادیه اروپا با مصرف سرانه ۱۸۴ و ۱۷۶ کیلوگرم در رده‌های بعدی

قرار گرفته‌اند. فیلیپین و چین با مصرف سرانه ۱۲/۵ و ۱۳/۵ کیلوگرم کمترین مصرف سرانه شیر را دارا هستند.

جدول ۱-۲. مصرف سرانه شیر و لبنیات (کیلوگرم) در کشورهای منتخب جهان در سال ۲۰۱۲.

نام کشور	شیر	لبنیات		شیر خشک	
		کره	پنیر	بدون چربی	سایر
اوکراین	۱۱۸/۹۴	۲/۰۲	۲/۴۷	۰/۶۵	۰/۲۲
استرالیا	۱۰۸/۶۴	۳/۵۸	۱۱/۳۹	۳/۰۵	۱/۷۵
کانادا	۹۲/۲۹	۲/۷۷	۹/۲۳	۲/۲۲	-
آمریکا	۹۱/۱۰	۲/۵۱	۱۵/۲۲	۱/۶۵	۰/۰۸
روسیه	۷۷/۳۶	۲/۳۳	۵/۵۵	۱/۰۷	۰/۶۵
اتحادیه اروپا	۶۶/۸۶	۳/۹۶	۱۷/۶۱	۱/۵۷	۰/۵۴
نیوزیلند	۶۱/۶۵	۴/۷۱	۶/۷۲	۰/۶۷	-
برزیل	۵۹/۰۶	۰/۴۰	۳/۶۵	۰/۸۶	۲/۹۵
آرژانتین	۵۲/۴۶	۱/۰۵	۱۲/۴۳	۰/۵۱	۲/۲۱
هند	۴۱/۳۲	۳/۵۸	-	۰/۳۴	-
مکزیک	۳۵/۸۹	۱/۹۵	۳/۰۰	۲/۵۱	۱/۳۳
ژاپن	۳۱/۹۹	۰/۶۱	۲/۲۴	۱/۳۷	-
چین	۹/۷۶	-	-	۰/۱۶	۱/۱۲
فیلیپین	۰/۵۹	-	۰/۲۴	۰/۹۸	۰/۱۰

مصرف سرانه شیر در دنیا از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ به ترتیب در حدود ۱۰۸/۴، ۱۱۰/۶ و ۱۱۱/۳ کیلوگرم تخمین زده شده است. براساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) این رقم تا سال ۲۰۲۵ به میزان ۱۲/۵ درصد افزایش پیدا می‌کند. در ایران، مرکز آمار ایران جمعیت کشور را در سال ۱۳۹۰ بالغ بر ۷۵۱۵۰ هزار نفر اعلام نموده است که حدود ۷۱ درصد (۵۳۶۴۷ هزار نفر) در مناطق شهری زندگی می‌کنند. با توجه به مصرف سرانه لبنیات در سال ۱۳۹۰ و در صورت احتساب ضریب ۵ برای پنیر (ضریب تبدیل پنیر به شیر) مجموع مصرف سرانه شیر هر نفر در مناطق شهری برای سال ۱۳۹۰ بالغ بر ۱۰۶ کیلوگرم خواهد بود به عبارت دیگر کل شیر مصرفی در مناطق شهری در سال ۱۳۹۰ حدود ۵۷۰۲ هزار تن برآورد می‌شود.

جدول ۳-۱. روند مصرف سرانه محصولات لبنی خانوارهای شهری طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۱ در ایران (کیلوگرم).

شیر و فراورده‌های لبنی سال	انواع شیر	انواع ماست	انواع پنیر
۱۳۸۱	۵۱/۱	۲۸/۷	۵/۶
۱۳۸۲	۴۴/۵	۲۶/۸	۵/۵
۱۳۸۳	۳۸/۶	۲۳/۰	۶/۳
۱۳۸۴	۵۲/۸	۲۲/۵	۶/۱
۱۳۸۵	۵۳/۱	۲۱/۷	۶/۴
۱۳۸۶	۵۲/۲	۲۱/۸	۶/۶
۱۳۸۷	۵۵/۷	۱۹/۴	۶/۵
۱۳۸۸	۶۱/۷	۱۸/۱	۶/۴
۱۳۸۹	۶۳/۲	۱۷/۳	۶/۲
۱۳۹۰	۴۷/۰	۲۳/۸	۷/۱

۴-۱ فیزیولوژی ترشح و تولید شیر

۴-۱-۱ رشد و نمو پستان

پستان از تکامل و یا تغییر شکل غدد عرق حاصل شده است. در زمان تولد، یک پستان اولیه به همراه مجاری پستانی ابتدایی در هر دو جنس نر و ماده دیده می‌شود، اما هیچ‌گونه بافت ترشحی در پستان وجود ندارد. تکامل پستان از زمان تولد گوساله تا شروع نخستین دوره شیردهی را می‌توان به چهار دوره به شرح زیر تقسیم کرد:

۱. دوره اول ایزومتریک^۱: پس از تولد، در نوزاد ماده، مجاری پستانی به سرعت رشد می‌کنند و انشعابات بی‌شماری در آن، ایجاد می‌شود. در این هنگام، غدد پستانی و بافت پیوندی پستان هماهنگ با سایر قسمت‌های بدن دام رشد می‌کنند. همچنین مقداری بافت چربی در پستان جمع می‌شود.

۲. دوره اول آلومتریک^۲: در گوساله ماده، معمولاً رشد سلول‌های غدد پستانی در حدود سن ۳ تا ۹ ماهگی بر رشد قسمت‌های دیگر بدن فزونی می‌گیرد که نتیجه این رشد سریع، به صورت یک پستان برجسته در حیوان دیده می‌شود.

1. First Isometric Phase
2. First Allometric Phase

۳. دوره دوم ایزومتریک^۱: با بلوغ دام ماده، سلول‌های مختلف پستانی با سرعت بیشتری رشد می‌کنند. همچنین رشد این سلول‌ها با ترشحات خاصی در بافت پستان همراه است. در این زمان، هنوز آلوئل‌های تولید شیر تشکیل نشده‌اند.

۴. دوره دوم آلومتریک^۲: با آغاز دوران آبستنی، سلول‌های مولد شیر، ایجاد و به تدریج بر وزن و حجم پستان، افزوده می‌شود. به عنوان مثال در یک تلیسه (گاو ماده)، در ماه سوم آبستنی، مجاری پستانی تحت تأثیر هورمون‌های آبستنی به‌ویژه پروژسترون و پرولاکتین، رشد و نمو می‌کنند و از تجمع سلول‌های مولد شیر، خوشه‌های آلوئلی ایجاد می‌شوند. از این زمان به بعد، روزبه‌روز بر حجم و وزن پستان افزوده می‌شود و بافت ترشچی جای بافت چربی را می‌گیرد.

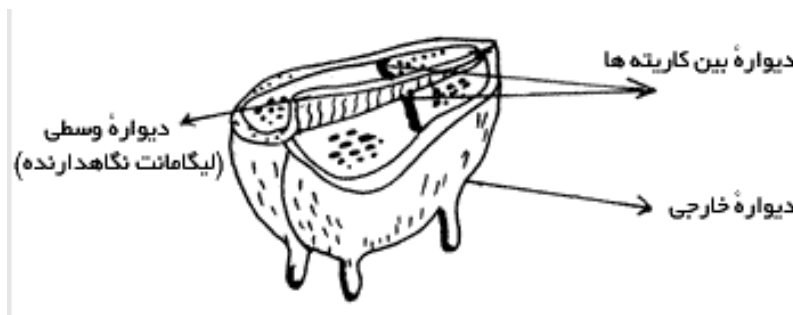
با پیشرفت آبستنی، پستان نیز بزرگ‌تر، نرم و پر خون می‌شود. در ماه آخر آبستنی، علاوه بر افزایش تعداد سلول‌های مولد شیر، فعالیت ترشچی آن‌ها نیز سرعت می‌گیرد و یک هفته مانده به زایمان، پستان‌ها آماده تولید شیر می‌شوند.

پس از زایمان با دوشش شیر و یا خوردن شیر توسط گوساله، تولید شیر به وسیله سلول‌های مولد آن تحریک می‌شود. مقدار شیر تولیدی در پستان، بستگی مستقیم به تعداد سلول‌های مولد شیر دارد.

۱-۴-۲ کالبدشناسی پستان

پستان دام، یک غده پوستی و مجموعه‌ای از چند واحد جداگانه به نام کارتیبه است. تعداد کارتیبه‌ها در دام‌های مختلف، متفاوت است. پستان در گاو، چهار کارتیبه و در گوسفند دو کارتیبه دارد. کارتیبه‌ها، مستقل از یکدیگر هستند و به وسیله دیواره‌هایی، از یکدیگر جدا می‌شوند. مجموعه کارتیبه‌ها در هر پستان به وسیله کیسه‌ای به نام پوست پستان احاطه می‌شوند (شکل ۱-۱).

پستان توسط سیستم معلقه پستانی از سطح شکمی حیوان به صورت معلق نگاه داشته می‌شود. این بخش رباطی از دو لایه میانی و کناری تشکیل یافته است. لایه میانی، بافت الاستیکی دارد و در واقع پستان را به دو قسمت تقسیم کرده است و در سطح شکمی به بدن می‌رسد، اما لایه کناری از جنس بافت همبند سخت است. هرگونه



شکل ۱-۱. سیستم نگاهدارنده پستان

اختلال در ساختار این رباط به اختلال در جای طبیعی پستان می‌انجامد و می‌تواند درصد ابتلا عفونت‌های پستانی را افزایش دهد.

تقریباً تمام خونی که به بافت پستان می‌رسد، به وسیله یک جفت سرخرگ شرمگاهی تأمین می‌شود. خون سیاهرگی پستان نیز، به وسیله یک جفت سیاهرگ شرمگاهی از نقاط مختلف آن جمع‌آوری می‌شود.

همچنین رشته‌های حسی و حرکتی، از اعصاب سمپاتیک وارد پستان می‌شوند. تحریک این اعصاب از طریق دستگاه عصبی مرکزی، سبب حرکت شیر از آلول‌ها به طرف مجاری و سرانجام خروج شیر از پستان می‌شود.

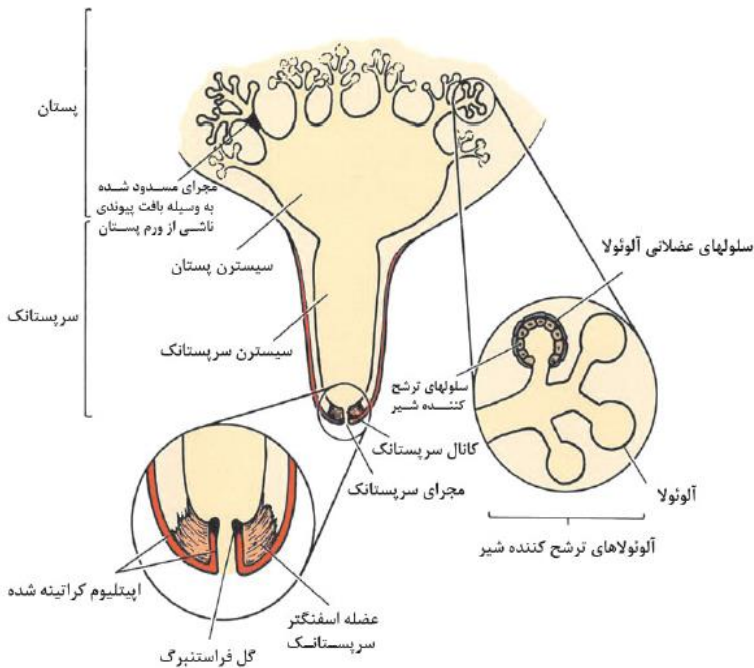
سر پستانک قسمتی است که از طریق آن شیر خارج می‌شود و در واقع بخشی است که پستان از طریق آن با محیط بیرون در ارتباط است. مهم‌ترین نقش سرپستانک، تحویل شیر به نوزاد دام است. اندازه سرپستانک از ۳ تا ۱۴ سانتی‌متر متفاوت است. طول سرپستانک از نخستین دوره شیردهی تا سومین دوره، افزایش می‌یابد و از آن به بعد ثابت می‌ماند. در حین شیر دوشی نیز طول سرپستانک ۳۰ تا ۴۰ درصد افزایش می‌یابد، اما از قطر آن، کاسته می‌شود. مجرای سر پستانک از بافت پوششی سنگفرشی مطابق شاخی نشده پوشیده شده است.

۱-۴-۳ ساختمان داخلی پستان

هر کارتیبه پستان از تعدادی غده تشکیل شده است که در نهایت به نوک پستان منتهی می‌شوند. هر غده از بافت ویژه‌ای تشکیل شده است که چند حبابچه یا آلول دارد. این حبابچه‌ها از داخل به وسیله یاخته‌های ۸ تا ۱۲ تایی ترشح‌کننده شیر، مفروش شده‌اند و

از خارج با مجاری باریکی ارتباط دارند که شیر را به طرف مجاری بزرگ‌تری به نام مجاری شیربر هدایت می‌کنند.

حبابچه‌ها و مجاری شیر بر را می‌توان به یک خوشه انگور تشبیه نمود. هر حبابچه از خارج به وسیله رشته‌های عضلانی احاطه شده است، که به شکل توری آن را در برمی‌گیرند و از آسیب رسیدن به بافت غده‌ای جلوگیری می‌کند. (شکل ۱-۲). همچنین هر حبابچه‌ی پستانی از یک شبکه ظریف مویرگ‌های خونی پوشیده شده است که مواد اولیه لازم را برای ترکیب شیر در دسترس یاخته‌های پستانی حبابچه قرار می‌دهند.



شکل ۱-۲. ساختمان داخلی پستان و سر پستانک

مجاری شیربر به مخزنی به گنجایش ۳۰۰ تا ۴۰۰ سانتی‌متر مکعب منتهی می‌شوند که در بالای مخزن نوک پستان واقع شده است و مخزن پستانی نامیده می‌شود. مخزن پستان به وسیله‌ی مخزن نوک پستان ادامه پیدا می‌کند. مخزن نوک پستان نیز