

۱۳۹/۵۱۳

۹۶,۳,۱۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# فیزیولوژی شیردهی

www.ketab.ir

تألیف

دکتر آرمین توحیدی (استاد گروه علوم دامی دانشگاه تهران)

مهندس علیرضا ایوبی (دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشگاه تهران)



شماره مسلسل ۹۰۴۲

شماره انتشار ۳۸۱۲

### انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه  
عنوان و نام پدیدآور  
مشخصات نشر  
مشخصات ظاهری  
فروست  
شابک  
وضعیت فهرست‌نویسی  
موضوع  
موضوع  
موضوع  
موضوع  
شناسه افزوده  
شناسه افزوده  
رده‌بندی کنگره  
رده‌بندی دیویی  
شماره کتابشناسی ملی

توحیدی، آرمین  
: فیزیولوژی شیردهی/ تألیف آرمین توحیدی، علیرضا ایوبی.  
تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۵.  
۲۳۲ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار (بخشی رنگی).  
انتشارات دانشگاه تهران: شماره انتشار ۳۸۱۲.  
978-964-03-7014-8  
فیفا  
: شیردهی  
: غدد پستان-- فیزیولوژی  
: دام‌ها-- بهره‌وری  
: نشخوارکنندگان-- فیزیولوژی  
: ایوبی، علیرضا، ۱۳۶۲-  
: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات  
SF ۲۰۲/ت۹۹ ۱۳۹۶  
۳۰۱/۲۳۳  
۴۸۲۱۵۲

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و نشریه‌پردازان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، برنویسی در وبگاه‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و کلی حقوق برای ناشر محفوظ است.

ISBN-978-964-03-7014-8



9 789640 370148

عنوان: فیزیولوژی شیردهی  
تألیف: دکتر آرمین توحیدی - علیرضا ایوبی  
ویرایش ادبی: علیرضا استواری  
نوبت چاپ: اول  
تاریخ انتشار: ۱۳۹۶  
شمارگان: ۵۰۰ نسخه  
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران  
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

بها: ۱۵۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران  
پست الکترونیک: <http://press.ut.ac.ir> - تارنما: [press@ut.ac.ir](http://press.ut.ac.ir)  
پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

## فهرست مطالب

|         |                                                    |
|---------|----------------------------------------------------|
| ۱.....  | فصل اول.....                                       |
| ۱.....  | مقدمه.....                                         |
| ۱.....  | خاستگاه پستانداران.....                            |
| ۲.....  | مفاهیم مورد استفاده در دانش زیست‌شناسی شیردهی..... |
| ۵.....  | اهمیت شیر مادر برای نوزاد.....                     |
| ۵.....  | ارتباط بین شیردهی و تولید مثل.....                 |
| ۷.....  | چرخه‌های شیردهی.....                               |
| ۹.....  | فصل دوم.....                                       |
| ۹.....  | آناتومی مقایسه‌ای شیردهی.....                      |
| ۹.....  | شیردهی در پستانداران.....                          |
| ۹.....  | آناتومی مقایسه‌ای.....                             |
| ۱۰..... | دسته‌بندی پستانداران.....                          |
| ۱۰..... | پروتوتیریا (مونوترماها).....                       |
| ۱۰..... | کیسه‌داران (مارسوپالیا).....                       |
| ۱۴..... | یوتیریا (جفت‌داران).....                           |
| ۱۵..... | توصیف کلی غدد پستانی در برخی گونه‌های جفت‌دار..... |
| ۱۷..... | فصل سوم.....                                       |
| ۱۷..... | آناتومی غده پستان گاو.....                         |
| ۱۷..... | آناتومی خارجی.....                                 |
| ۱۷..... | پستانک‌ها.....                                     |
| ۱۹..... | گل فرستبرگ.....                                    |
| ۲۰..... | چین حلقوی.....                                     |
| ۲۰..... | مخزن پستانک.....                                   |
| ۲۱..... | سیستم نگهدارنده پستان.....                         |
| ۲۳..... | آناتومی داخلی.....                                 |
| ۲۳..... | مخزن پستان.....                                    |

|    |                         |
|----|-------------------------|
| ۲۴ | سازمان‌بندی بافت ترش‌حی |
| ۲۴ | سلول‌های ترش‌حی         |
| ۲۸ | آلوئول‌ها               |
| ۳۰ | لوئول‌ها                |
| ۳۰ | لوب‌ها                  |
| ۳۰ | سیستم مجاری پستان       |
| ۳۱ | سیستم رگی               |
| ۳۲ | سیستم سرخرگی            |
| ۳۴ | سیستم پیام‌رسانی        |
| ۳۵ | سیستم لفاووی            |
| ۳۶ | اعمال رگ‌های لفاووی     |
| ۳۸ | سیستم عصبی              |

|    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| ۴۱ | فصل چهارم                           |
| ۴۱ | ترکیب شیر                           |
| ۴۱ | مرور کلی ترکیب شیر                  |
| ۴۱ | اجزای شیر                           |
| ۴۲ | پروتئین شیر                         |
| ۴۴ | چربی شیر                            |
| ۴۵ | کربوهیدرات                          |
| ۴۶ | مواد معدنی                          |
| ۴۶ | ویتامین‌ها                          |
| ۴۶ | آب                                  |
| ۴۷ | سایر اجزای شیر                      |
| ۴۷ | خواص فیزیکوشیمیایی                  |
| ۴۹ | برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی شیر گاو  |
| ۴۹ | اصول کلی مربوط به تولید و ترکیب شیر |
| ۵۰ | عوامل مؤثر بر اجزای تشکیل دهنده شیر |
| ۵۰ | گونه                                |

|    |                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------|
| ۵۱ | مرحله شیردهی                                              |
| ۵۱ | نژاد یا سویه                                              |
| ۵۳ | تغییر در ترکیب شیر در طی شیردوشی                          |
| ۵۳ | پسامد شیردهی                                              |
| ۵۵ | فصل پنجم                                                  |
| ۵۵ | خصوصیات بیوشیمیایی و زیست‌شناختی سایر اجزای زیست‌فعال شیر |
| ۵۵ | مقدمه                                                     |
| ۵۶ | تشکیل آغوز                                                |
| ۵۷ | مرور کلی سلامت ایمنی                                      |
| ۵۹ | ساختار و کنش پادتن                                        |
| ۶۱ | انتقال و گیرنده‌های انتقال دهنده                          |
| ۶۳ | تغذیه آغوز و مدیریت آن                                    |
| ۶۵ | پپتیدهای زیست‌فعال شیر، فاکتورهای رشد و هورمون‌ها در شیر  |
| ۶۶ | هورمون‌ها و فاکتورهای رشد موجود در شیر                    |
| ۷۰ | پپتیدهای زیست‌فعال                                        |
| ۷۷ | فصل ششم                                                   |
| ۷۷ | بیوسنتز شیر                                               |
| ۷۷ | مقدمه                                                     |
| ۷۸ | لاکتوز                                                    |
| ۷۸ | منابع گلوکز در نشخوارکنندگان                              |
| ۷۹ | سرنوشت گلوکز در غده پستان                                 |
| ۸۰ | ساخت لاکتوز                                               |
| ۸۲ | آلفا لاکتالبومین                                          |
| ۸۴ | عدم تحمل لاکتوز                                           |
| ۸۵ | پروتئین‌های شیر و ساخت آنها                               |
| ۸۷ | پروتئین‌های اصلی شیر                                      |
| ۸۷ | کازئین‌ها (CN)                                            |

|     |                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------|
| ۸۷  | پروتئین‌های اصلی آب پنیر.....                                   |
| ۸۸  | پروتئین‌های غیر اصلی آب پنیر.....                               |
| ۸۸  | سایر پروتئین‌های شیر.....                                       |
| ۸۸  | لاکتوفرین.....                                                  |
| ۸۹  | لاکتوپراکسیداز.....                                             |
| ۸۹  | لیزوزیم.....                                                    |
| ۹۰  | β۲ میکروگلوبولین (لاکتولین).....                                |
| ۹۰  | پروتئین شیر و کیفیت شیر.....                                    |
| ۹۰  | حساسیت نسبت به پروتئین‌های شیر.....                             |
| ۹۱  | متابولیسم اسیدهای آمینه در غدهٔ پستان.....                      |
| ۹۱  | جذب اسیدهای آمینه.....                                          |
| ۹۱  | متابولیسم داخل سلولی.....                                       |
| ۹۳  | تولید پروتئین‌های شیر.....                                      |
| ۹۴  | چربی شیر و ساخت آن.....                                         |
| ۹۵  | ترکیب چربی شیر.....                                             |
| ۹۵  | سایر پروتئین‌های شیر.....                                       |
| ۹۶  | منابع اسیدهای چرب شیر.....                                      |
| ۹۶  | لیپیدهای خون.....                                               |
| ۹۷  | ساخت اسیدهای چرب.....                                           |
| ۱۰۰ | تفاوت ساخت اسیدهای چرب در نشخوارکنندگان و غیرنشخوارکنندگان..... |
| ۱۰۰ | ساخت تری‌گلیسریدها.....                                         |
| ۱۰۰ | تشکیل ذرات لیپیدی.....                                          |
| ۱۰۱ | ترشح چربی شیر.....                                              |
| ۱۰۱ | املاح و آب شیر.....                                             |
| ۱۰۳ | مواد معدنی و ویتامین‌ها.....                                    |
| ۱۰۳ | مواد معدنی شیر.....                                             |
| ۱۰۴ | عناصر کمیاب شیر گاو.....                                        |
| ۱۰۴ | ویتامین‌های شیر.....                                            |
| ۱۰۵ | ویتامین A یا رتینول.....                                        |

|          |                                      |
|----------|--------------------------------------|
| ۱۰۵..... | ویتامین D                            |
| ۱۰۵..... | ویتامین E یا توکوفرول                |
| ۱۰۵..... | ویتامین B <sub>1</sub> (تیامین)      |
| ۱۰۶..... | ویتامین B <sub>2</sub> (ریبوفلاوین)  |
| ۱۰۶..... | ویتامین B <sub>6</sub> (پیریدوکسین)  |
| ۱۰۶..... | ویتامین B <sub>12</sub>              |
| ۱۰۶..... | ویتامین C                            |
| ۱۰۷..... | فصل هفتم                             |
| ۱۰۷..... | عوامل مؤثر بر تولید و ترکیب شیر      |
| ۱۰۷..... | مقدمه                                |
| ۱۰۷..... | عوامل ژنتیکی                         |
| ۱۰۸..... | سن و جنس گاو                         |
| ۱۰۹..... | فعالیت بدنی                          |
| ۱۰۹..... | محیط                                 |
| ۱۱۰..... | مرحله شیردهی                         |
| ۱۱۱..... | عملیات شیردوشی                       |
| ۱۱۲..... | چرخه فعلی و آبستنی                   |
| ۱۱۳..... | بیماری‌های متابولیکی مرتبط با شیردهی |
| ۱۱۵..... | تب شیر (فلج زایمان)                  |
| ۱۱۷..... | عوامل تغذیه‌ای                       |
| ۱۲۰..... | افزودنی‌های خوراکی                   |
| ۱۲۰..... | چربی‌ها                              |
| ۱۲۳..... | بافرها                               |
| ۱۲۳..... | ایزواسیدها                           |
| ۱۲۳..... | مواد معدنی                           |
| ۱۲۵..... | مکمل‌های ویتامینه                    |
| ۱۲۵..... | نیاسین                               |
| ۱۲۶..... | کولین                                |

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| ۱۲۷..... | فصل هشتم.....                                               |
| ۱۲۷..... | تکامل پستان.....                                            |
| ۱۲۷..... | مقدمه.....                                                  |
| ۱۲۸..... | تکامل پستان در دوره جنینی.....                              |
| ۱۳۰..... | تمایز جنسی.....                                             |
| ۱۳۱..... | تکامل اولیه پستانک.....                                     |
| ۱۳۱..... | جوانه ثانویه پستانک.....                                    |
| ۱۳۲..... | مجرایی شدن.....                                             |
| ۱۳۲..... | سایر جن های تکامل غده پستان در جنین.....                    |
| ۱۳۴..... | نقش هورمون های استروئیدی در تکامل پستان در مرحله جنینی..... |
| ۱۳۵..... | تکامل غده پستان در دوره پیش از بلوغ.....                    |
| ۱۳۶..... | اثر انرژی مصرفی بر تکامل پستان.....                         |
| ۱۳۷..... | اثر تزریق هورمون رشد بر تکامل پستان.....                    |
| ۱۳۷..... | تکامل غده پستان در دوره پس از بلوغ.....                     |
| ۱۴۰..... | نقش کنترل کننده عوامل رشد در تکامل پستان.....               |
| ۱۴۰..... | ارتباط عوامل رشد با تکامل پستان.....                        |
| ۱۴۳..... | تکامل در طی آبستنی.....                                     |
| ۱۴۳..... | استروژن و پروژسترون.....                                    |
| ۱۴۴..... | پرولاکتین و هورمون رشد.....                                 |
| ۱۴۴..... | لاکتوژن جفتی.....                                           |
| ۱۴۵..... | ریلاکسین.....                                               |
| ۱۴۶..... | انسولین.....                                                |
| ۱۴۶..... | هورمون های تیروئیدی.....                                    |
| ۱۴۶..... | تکامل در طی دوره شیردهی.....                                |
| ۱۴۹..... | فصل نهم.....                                                |
| ۱۴۹..... | شیرسازی.....                                                |
| ۱۴۹..... | مقدمه.....                                                  |
| ۱۴۹..... | مبانی کلی شیرسازی.....                                      |



|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| ۱۵۰ | تغییرات سلولی همراه با شیرسازی   |
| ۱۵۲ | تغییرات هورمونی همراه با شیرسازی |
| ۱۵۳ | دخالت پروژسترون در شیرسازی       |
| ۱۵۳ | مجموعه هورمونی شیرساز            |
| ۱۵۳ | انسولین                          |
| ۱۵۴ | پرولاکتین                        |
| ۱۵۶ | گلوکوکورتیکوئیدها                |
| ۱۵۷ | هورمون رشد                       |
| ۱۵۷ | استروژن                          |
| ۱۵۷ | اثرات موضعی                      |
| ۱۵۸ | شبکه خارج سلولی                  |
| ۱۵۸ | تحریک هورمونی شیرداری            |

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| ۱۶۱ | فصل دهم                                   |
| ۱۶۱ | حفظ شیردهی یا گالاکتوپوئز                 |
| ۱۶۱ | مقدمه                                     |
| ۱۶۱ | نقش هورمون‌ها                             |
| ۱۶۱ | پرولاکتین                                 |
| ۱۶۳ | گیرنده‌های پرولاکتین در پستان             |
| ۱۶۴ | ارتباط بین تولید شیر و غلظت پرولاکتین خون |
| ۱۶۴ | هورمون رشد                                |
| ۱۶۵ | لاکتوژن جفتی                              |
| ۱۶۵ | کورتیکوئیدهای فوق کلیوی                   |
| ۱۶۶ | هورمون‌های تیروئیدی                       |
| ۱۶۷ | استروئیدهای تخمدان                        |
| ۱۶۷ | نقش تخلیه شیر                             |
| ۱۶۷ | تخلیه شیر                                 |
| ۱۶۸ | کنترل اتوکرینی شیردهی                     |
| ۱۶۹ | توازن بین کنترل عمومی و موضعی ترشح شیر    |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| نرخ ترشح شیر.....      | ۱۶۹ |
| شیر باقی مانده.....    | ۱۷۰ |
| فاصله های شیردوشی..... | ۱۷۰ |
| بسامد شیردوشی.....     | ۱۷۱ |

## فصل یازدهم..... ۱۷۵

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| انزال شیر.....                                          | ۱۷۵ |
| مقدمه.....                                              | ۱۷۵ |
| انزال شیر و کنترل آن.....                               | ۱۷۵ |
| انباشت شیر در غده.....                                  | ۱۷۵ |
| سلول های اپیتلیالی عضلانی.....                          | ۱۷۷ |
| سازگاری های ساختاری ششک با برای نگهداری و خروج شیر..... | ۱۷۸ |
| رفتار شیردهی مادر.....                                  | ۱۸۰ |
| اهمیت کاربردی انزال فعال شیر در گونه های مختلف.....     | ۱۸۱ |
| بازتاب عصبی انزال شیر.....                              | ۱۸۲ |
| جزء آوران عصبی.....                                     | ۱۸۲ |
| جزء وایران هورمونی.....                                 | ۱۸۲ |
| محل ساخت و ترشح اکسی توسین.....                         | ۱۸۳ |
| تحریک آزادسازی اکسی توسین.....                          | ۱۸۳ |
| نقش مکیدن پستان در تراوش شیر.....                       | ۱۸۳ |
| سایر محرک ها برای انزال شیر.....                        | ۱۸۴ |
| غلظت های اکسی توسین پلازما در طول شیردهی.....           | ۱۸۴ |
| عمل اکسی توسین بر سلول های اپیتلیالی عضلانی.....        | ۱۸۶ |
| مهاری انزال شیر.....                                    | ۱۸۷ |
| نقش سیستم عصبی خودکار و تنش ها در انزال شیر.....        | ۱۸۸ |

## فصل دوازدهم..... ۱۹۱

|                      |     |
|----------------------|-----|
| پسرفت غده پستان..... | ۱۹۱ |
| مقدمه.....           | ۱۹۱ |

- ۱۹۱..... ادامه عملکرد پستان
- ۱۹۲..... دوره کاهش شیردهی
- ۱۹۲..... پسرفت غده پستان در گاو
- ۱۹۴..... آپوپتوز و پسرفت غده پستان
- ۱۹۵..... دوره خشکی و شیردهی آتی
- ۱۹۷..... دوره خشکی و ورم پستان
- ۱۹۷..... فیزیولوژی پستان در طی دوره خشکی
- ۱۹۷..... پسرفت فعال
- ۱۹۹..... سلول‌های موجود در ترشحات پستان در طی پسرفت
- ۲۰۰..... پسرفت یکنواخت (در اواسط دوره خشکی)
- ۲۰۱..... تکامل دوباره و مغز مازی
- ۲۰۱..... دوره پیش از زایش: آنزیم‌سازی و شیرسازی
- ۲۰۳..... منابع
- ۲۰۹..... واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

## پیش‌گفتار

شیر، محصول اصلی صنعت گاو شیری است، در نتیجه درآمد عمده صاحبان مزارع گاو شیری از فروش شیر به دست می‌آید. بنابراین، بهبود بازده تولید شیر نقش اساسی در بهره‌وری گله‌های شیری دارد. از سویی، شیر تنها یک ماده غذایی ساده نیست، بلکه یک غذای فراسودمند حاوی ده‌ها بلکه صدها ماده زیست فعال شناخته شده یا ناشناخته است که بر رشد، سلامت و ایمنی مصرف‌کننده اثر دارد. از این رو، نه تنها کمیت تولید شیر، بلکه کیفیت آن نیز حائز اهمیت است. دانش فیزیولوژی شیردهی و شناخت سازوکارهای ساخت و تراوش شیر، و چگونگی ایجاد تغییرات هدفمند در آن، کلید موفقیت در تولید بهینه شیر با کیفیت است.

اینجانب با یک دهه تجربه تدریس و پژوهش در زمینه فیزیولوژی شیردهی و نیز شناخت مشکلات صنعت در این حوزه، بر آن شدم تا با مرور منابع مهم و استفاده از یافته‌های تحقیقاتی شخصی، کتاب حاضر را به رشته تحریر درآورم تا پاسخ‌گوی نیاز علاقه‌مندان باشد. در این کتاب تلاش شده است تا مطالب مربوطه به زبانی ساده و روان و البته مطابق با سرفصل درس فیزیولوژی شیردهی دوره کارشناسی ارشد علوم دامی تنظیم و ارائه شود.

در کتاب حاضر پس از فصل مقدمه در فصل‌های دوم و سوم به مرور آناتومی و بافت‌شناسی غده پستان و در فصل‌های چهارم و پنجم، به ترکیبات متداول شیر و اجزاء زیست فعال آن پرداخته شده است. در فصل ششم، بیوسنتز شیر و در فصل هفتم، عوامل مؤثر بر تولید و ترکیب شیر به ویژه با بهره‌گیری از نتایج مطالعات انجام شده شخصی، مرور شده است. در بخش‌های بعدی کتاب به مباحث تخصصی‌تر فیزیولوژی شیردهی پرداخته شده است. به‌طوری که در فصل هشتم، نهم و دهم، مباحثی ماموزن، لاکتوزن و گالاکتوبونن به ترتیب با نگاه به منابع روز دنیا به بحث و بررسی گذاشته شده است. در فصل یازدهم و دوازدهم نیز به مباحث انزال شیر و پسرقت گنده پستان پرداخته شده است. کتاب حاضر افزون بر یک منبع درسی برای دانشجویان رشته‌های مرتبط، هم‌تراز با اطلاعات مفید و به‌روزی را به ویژه برای افزایش تولید و تغییر ترکیبات شیر که یکی از اهداف مدارس‌های صنعتی است، در اختیار مدیران و مشاوران مزارع و متخصصین رشته‌های علوم دامی و دامپزشکی قرار دهد.

در پایان، یکتای بی‌همتا را خاضعانه حمد و مدح می‌گویم که توفیق انجام خدمتی دیگر را به جامعه فرهیخته دانشگاهی عنایت فرمود. از همکار عزیز جناب آقای مهندس علیرضا ایوبی که در تدوین بخش‌های مختلف کتاب، کمک شایانی به اینجانب کردند، تشکر می‌نمایم. از همسر مهربان و فرزندان دلبندم که با شکیبایی و بذل محبت خود زمینه تألیف این کتاب را فراهم ساختند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم. از خوانندگان محترم کتاب تقاضا دارد، در صورت تمایل اینجانب را از پیشنهادهای اصلاحی و نظرات ارزنده خویش بهره‌مند سازند.

آرمین توحیدی

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران