

# اصول تغذیه نشخوار کنندگان

تألیف:

دکتر تقی قورچی

استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مهدی سید محمد مهدی سیدالموسوی

دانشجوی دکتری، بدیه دام - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

بی‌گمان گسترش مرزهای دانش از رسالت‌های جامع دانشگاه است و نشر دستاوردهای ارزنده در پروراندن درخت تنومند دانش جایگاه ویژه‌ای دارد.

شورای انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بر این باور است که چاپ آثار استادان و پژوهشگران می‌تواند افزون برگسترش یافته‌های علوم، سری فرهنگی برای شکوفایی اندیشه و خودباوری فراهم کند.

امید است با چاپ این کتاب که یکصد و پنجاه و نهمین اثر این مجموعه است بتواند همگام با سایر مراکز علمی کشور گامی موثر در اعتلای علمی فرهیختگان ایران زمین بردارد.

|                     |                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : قورچی، تقی                                                                                            |
| عنوان و نام پدیدآور | : اصول تغذیه نشخوارکنندگان / تالیف تقی قورچی، محمد مهدی سیدالموسوی.                                     |
| مشخصات نشر          | : گلستان: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۹۷.                                               |
| مشخصات ظاهری        | : ۳۱۰ ص: مصور، جدول، نمودار.                                                                            |
| شابک                | : 978-600-97920-4-7                                                                                     |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیا                                                                                                   |
| یادداشت             | : ص. ع به انگلیسی: Taghi Ghoorchi, Seyed Mohammad Mahdi Seyed Almoosavi. Ruminant nutrition principles. |
| یادداشت             | : کتابنامه: ص. ۳۴۹-۳۷۰.                                                                                 |
| موضوع               | : نشخوارکنندگان -- تغذیه Ruminants -- Nutrition                                                         |
| موضوع               | : نشخوارکنندگان -- اندام‌های گوارش -- فیزیولوژی                                                         |
| موضوع               | : Ruminants -- Digestive organs -- Physiology                                                           |
| شناسه افزوده        | : سیدالموسوی، سید محمد مهدی، ۱۳۶۴ -                                                                     |
| شناسه افزوده        | : دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان                                                              |
| رده بندی کنگره      | : SF ۶۳۰.۵۲/۶ ۱۳۹۷                                                                                      |
| رده بندی دیویی      | : ۶۳۰.۵۲/۶                                                                                              |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۵۷                                                                                                    |

## دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نام کتاب: اصول تغذیه نشخوارکنندگان

تألیف: دکتر تقی قورچی - مهندس سید محمد مهدی سیدالموسوی

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چاپ و صحافی: مکی

نوبت چاپ: اول

مشخصات ظاهری: ۳۱۰ صفحه

تاریخ نشر: ۱۳۹۷

شمارگان: ۳۰۰ جلد

قیمت: ۴۳۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۷۹۲۰-۴-۷

امور توزیع و فروش: گرگان، میدان بسیج، پردیس جدید، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تلفن و نمابر: ۰۱۷-۳۲۴۳۷۶۱۳

کد پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹

## فهرست مطالب

|    |       |                                           |
|----|-------|-------------------------------------------|
| ۱  | ..... | ۱ فیزیولوژی هضم در نشخوار کنندگان         |
| ۱  | ..... | مقدمه                                     |
| ۲  | ..... | بخش های مختلف دستگاه گوارش نشخوار کنندگان |
| ۲  | ..... | نگاری                                     |
| ۳  | ..... | شکمبه                                     |
| ۳  | ..... | فیزیولوژی ریش معده نشخوار کنندگان         |
| ۵  | ..... | هزارلا                                    |
| ۶  | ..... | شیردان                                    |
| ۷  | ..... | ناودان مری                                |
| ۸  | ..... | حرکات شکمبه و نگارز                       |
| ۸  | ..... | انقباضات نوع اول                          |
| ۸  | ..... | انقباضات نوع دوم                          |
| ۹  | ..... | عمل نشخوار                                |
| ۹  | ..... | مکانیسم نشخوار                            |
| ۱۰ | ..... | اهمیت تغذیه ای نشخوار                     |
| ۱۱ | ..... | بزاق                                      |
| ۱۲ | ..... | نقش اصلی بزاق در نشخوار کنندگان           |
| ۱۲ | ..... | روده ها                                   |
| ۱۳ | ..... | روده باریک                                |
| ۱۴ | ..... | حرکات روده باریک                          |
| ۱۴ | ..... | آنزیم های روده باریک                      |
| ۱۵ | ..... | روده بزرگ                                 |
| ۱۵ | ..... | حرکات روده بزرگ                           |
| ۱۷ | ..... | اندام های ضمیمه دستگاه گوارش              |
| ۱۷ | ..... | پانکراس                                   |

|    |                                            |
|----|--------------------------------------------|
| ۱۸ | کبد                                        |
| ۱۸ | فعالیت کبد                                 |
| ۱۹ | برده صفق (پريتونوم)                        |
| ۲۰ | چکیده و نتیجه گیری                         |
| ۲۱ | ۲ میکروبیولوژی دستگاه گوارش نشخوار کنندگان |
| ۲۱ | مقدمه                                      |
| ۲۲ | تاریخچه مطالعه میکروبی شکمبه               |
| ۲۳ | اکوسیستم شکمبه                             |
| ۲۴ | گازها                                      |
| ۲۵ | تولیدات نهایی                              |
| ۲۶ | رطوبت و حرارت                              |
| ۲۶ | pH                                         |
| ۲۸ | ظرفیت بافری                                |
| ۳۰ | فشار اسمزی                                 |
| ۳۰ | پتانسیل اکسیداسیون و احیا                  |
| ۳۱ | مکان استقرار میکروب‌ها در شکمبه            |
| ۳۱ | ناحیه یک                                   |
| ۳۱ | منطقه دو                                   |
| ۳۲ | منطقه سه                                   |
| ۳۲ | منطقه چهار                                 |
| ۳۲ | باکتری‌ها                                  |
| ۳۵ | طبقه بندی باکتری‌های شکمبه                 |
| ۳۷ | باکتری‌های تجزیه کننده سلولز               |
| ۳۸ | باکتری‌های تجزیه کننده همیسلولز            |
| ۳۹ | باکتری‌های تجزیه کننده پکتین               |

|    |                                           |
|----|-------------------------------------------|
| ۴۰ | باکتری‌های تجزیه کننده نشاسته             |
| ۴۱ | باکتری‌های تجزیه کننده پروتئین            |
| ۴۲ | باکتری‌های تجزیه کننده متان               |
| ۴۲ | مکانیسم‌های اتصال به سلولز                |
| ۴۳ | حرکت باکتری به سمت سویسترا                |
| ۴۳ | اتصال اولیه به سطح سویسترا                |
| ۴۳ | اتصال اختصاصی به سویسترا                  |
| ۴۳ | رشد باکتری و اتصال یافته                  |
| ۴۴ | نحوه جذب مواد مغذی توسط باکتری‌ها         |
| ۴۵ | تک یاخته‌های (پروتروآ) شکمبه              |
| ۴۶ | استقرار پروتوزوآ در شکمبه                 |
| ۴۶ | نقش پروتوزوآی شکمبه                       |
| ۴۷ | انواع مختلف پروتوزوآ                      |
| ۴۷ | مژکداران                                  |
| ۴۷ | الیگوتريش‌ها                              |
| ۴۸ | هولوتريش‌ها                               |
| ۴۹ | جنس ایزوتريکا                             |
| ۴۹ | جنس داستريکا                              |
| ۴۹ | نقش تک یاخته‌ها در اکوسیستم شکمبه         |
| ۴۹ | تأثیر بر متابولیسم ازت در شکمبه           |
| ۵۰ | نقش تک یاخته‌ها در هضم ماده آلی           |
| ۵۰ | نقش تک یاخته‌ها در تجزیه مواد خوراکی      |
| ۵۰ | تجزیه نشاسته                              |
| ۵۱ | نقش تک یاخته‌ها در تجزیه سلولز و همیسلولز |
| ۵۱ | قارچ‌های بی هوازی شکمبه                   |
| ۵۲ | طبقه بندی قارچ‌های بی هوازی شکمبه         |

|    |                                                       |
|----|-------------------------------------------------------|
| ۵۳ | نقش قارچ‌های بی هوازی شکمبه در هضم دیواره سلولی گیاهی |
| ۵۳ | نقش قارچ‌ها در تجزیه سلولز                            |
| ۵۴ | نقش قارچ‌های شکمبه در تجزیه لیگنین                    |
| ۵۴ | چکیده و نتیجه گیری                                    |

|    |                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------|
| ۵۷ | ۳ هضم و تخمیر غذا در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان             |
| ۵۷ | مقدمه                                                       |
| ۵۹ | طبقه بندی کربوهیدرات‌ها در مواد خوراکی نشخوارکنندگان        |
| ۶۰ | هضم و استفاده از کربوهیدرات‌ها توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه |
| ۶۰ | کربوهیدرات‌های غیر سیری                                     |
| ۶۰ | مونو-دی و اولیگوساکارید                                     |
| ۶۱ | مواد پکتیکی                                                 |
| ۶۱ | نشاسته                                                      |
| ۶۲ | کربوهیدرات‌های ساختمانی                                     |
| ۶۳ | سلولز                                                       |
| ۶۴ | همی سلولز                                                   |
| ۶۴ | لیگنین                                                      |
| ۶۵ | اثرات متقابل متابولیسم پروتئین و انرژی در شکمبه             |
| ۶۵ | فرضیه همزمانی                                               |
| ۶۶ | بازده تولید                                                 |
| ۶۶ | ترکیبات تشکیل دهنده محصولات دامی                            |
| ۶۷ | عوامل موثر بر جذب اسیدهای چرب فرار                          |
| ۶۷ | مدل جذب اسیدهای چرب فرار                                    |
| ۶۸ | پروتئین و ترکیبات نیتروژنی                                  |
| ۷۰ | چگونگی استفاده از ذرات پروتئین در داخل شکمبه                |
| ۷۱ | احتیاجات پروتئین در نشخوارکنندگان                           |

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| ۷۲  | نیاز به پروتئین خام                       |
| ۷۲  | نیاز به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه       |
| ۷۳  | نیازهای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه   |
| ۷۳  | منابع پروتئینی در گاوهای شیری             |
| ۷۴  | پروتئین قابل متابولیسم                    |
| ۷۶  | مدت زمان ماندگاری در شکمبه و سرعت خروج    |
| ۷۷  | پروتئین قابل تجزیه موثر در شکمبه (ERDP)   |
| ۷۷  | راندامان رش و تولید میکروبی در شکمبه      |
| ۷۸  | مدل کربوه رات و پروتئین خالص کورنل        |
| ۸۰  | مدل نورفور                                |
| ۸۴  | چربی ها                                   |
| ۸۵  | سرنوشت محصولات هضم                        |
| ۸۷  | ۴ متابولیسم مواد مغذی در نشه ها و اندامان |
| ۸۷  | مقدمه                                     |
| ۸۸  | هضم و جذب نشاسته پس از شکمبه              |
| ۸۹  | هضم و جذب نشاسته در روده کوچک             |
| ۹۰  | بهینه سازی مکان هضم در روده کوچک          |
| ۹۰  | متابولیسم اختصاصی گلوکز در نشخوار کنندگان |
| ۹۲  | تامین گلوکز در نشخوار کنندگان             |
| ۹۵  | اکسیداسیون کبدی اسیدهای چرب فرار          |
| ۹۶  | متابولیسم اسید استیک                      |
| ۹۸  | متابولیسم بوتیرات                         |
| ۹۹  | پروتئین ها                                |
| ۱۰۰ | اسیدهای آمینه                             |
| ۱۰۱ | اسیدهای آمینه استاندارد                   |

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۱۰۱ | متابولیسم اسیدهای آمینه                                             |
| ۱۰۱ | کاتابولیسم اسکلت کربنی اسیدهای آمینه                                |
| ۱۰۲ | مسیرهای تجزیه اسیدهای آمینه                                         |
| ۱۰۵ | ترانس آمیناسیون                                                     |
| ۱۰۶ | سمیت آمونیاک                                                        |
| ۱۰۷ | چرخه اوره                                                           |
| ۱۰۹ | لیپیدها                                                             |
| ۱۱۱ | تأثیر اسیدهای چرب غیراشباع بر متابولیسم چربی در نشخوارکنندگان       |
| ۱۱۲ | اسیدهای چرب خانواده امگا-۶                                          |
| ۱۲۱ | کاتابولیسم اسیدهای چرب                                              |
| ۱۲۲ | نسبت علوفه به کنسانتره -یره و خ و هیدروژنه شدن اسیدهای چرب در شکمبه |
| ۱۲۳ | بتا اکسیداسیون                                                      |
| ۱۲۶ | چکیده و نتیجه گیری                                                  |
| ۱۲۹ | اختلالات متابولیکی در نشخوارکنندگان                                 |
| ۱۲۹ | مقدمه                                                               |
| ۱۳۰ | اسیدوز                                                              |
| ۱۳۱ | اسیدوز حاد                                                          |
| ۱۳۳ | عوامل موثر در بروز اسیدوز                                           |
| ۱۳۶ | پیشگیری و درمان                                                     |
| ۱۳۸ | کتوز                                                                |
| ۱۴۶ | سندرم کبد چرب                                                       |
| ۱۵۲ | تب شیر                                                              |
| ۱۵۵ | جابه جایی شیردان                                                    |
| ۱۶۲ | لنگش                                                                |
| ۱۶۸ | مسمومیت نیتراتی                                                     |

۱۸۶ ..... چکیده و نتیجه گیری

## ۱۸۹ ..... ۶ مصرف اختیاری خوراک

۱۸۹ ..... مقدمه

۱۹۰ ..... تعریف مصرف اختیاری خوراک

۱۹۱ ..... تنظیم فیزیکی مصرف خوراک

۱۹۳ ..... تنظیم متابولیکی مصرف خوراک

۱۹۶ ..... عوامل حیوانی موثر بر مصرف خوراک

۱۹۷ ..... تاثیر نوع خوراک مصرف اختیاری خوراک

۱۹۹ ..... گیرنده‌های رودهای بدی

۲۰۰ ..... جنبش شکمبه - نگاری

۲۰۱ ..... هزارلا

۲۰۱ ..... گیرنده‌های حرارتی

۲۰۱ ..... اسیدیت و ترکیبات نیتروژنی

۲۰۲ ..... اسمولالیتی

۲۰۳ ..... متابولیت‌ها و هورمون‌ها

۲۰۳ ..... لیپیدها

۲۰۴ ..... اسیدهای آمینه

۲۰۵ ..... هورمون‌های متابولیکی

۲۰۸ ..... چکیده و نتیجه گیری

## ۲۱۱ ..... ۷ بیوانرژتیک در تغذیه نشخوارکنندگان

۲۱۱ ..... مقدمه

۲۱۲ ..... انرژی آزاد

۲۱۳ ..... واکنش‌های جفت شده

۲۱۴ ..... ترکیبات حاوی فسفات پرانرژی

|     |       |                                               |
|-----|-------|-----------------------------------------------|
| ۲۱۴ | ..... | زنجیره انتقال الکترون یا زنجیره تنفسی         |
| ۲۱۵ | ..... | جایگاه زنجیره در میتوکندری                    |
| ۲۱۶ | ..... | منابع الکترون                                 |
| ۲۱۶ | ..... | تشکیلات زنجیره انتقال الکترون                 |
| ۲۱۸ | ..... | پتانسیل اکسیداسیون - احیاء                    |
| ۲۱۸ | ..... | فسفریلاسیون اکسیداتیو                         |
| ۲۱۹ | ..... | نظریه شیمی انرژی                              |
| ۲۱۹ | ..... | ساختمان ATP-synthesis                         |
| ۲۲۰ | ..... | سیستم‌های انتقال غشایی                        |
| ۲۲۰ | ..... | انتقال اکسی والان‌های احیاء کننده             |
| ۲۲۱ | ..... | برآورد انرژی مواد خوراکی                      |
| ۲۲۲ | ..... | انرژی قابل هضم خوراکی‌ها                      |
| ۲۲۲ | ..... | قابلیت متابولیسم خوراکی‌ها                    |
| ۲۲۳ | ..... | انرژی خالص                                    |
| ۲۲۴ | ..... | انرژی متابولیسمی قابل تخمیر                   |
| ۲۲۵ | ..... | انرژی قابل متابولیسم                          |
| ۲۲۵ | ..... | فراورده‌های حاصل از هضم انرژی                 |
| ۲۲۶ | ..... | مسیرهای اتلاف انرژی در نشخوارکنندگان          |
| ۲۲۶ | ..... | اتلاف انرژی از طریق تولید متان                |
| ۲۲۷ | ..... | تشکیل متان در نشخوارکنندگان                   |
| ۲۲۸ | ..... | استرانژی‌های کاهش تولید متان                  |
| ۲۲۸ | ..... | مواد خوراکی، مدیریت تغذیه و مواد مغذی         |
| ۲۲۹ | ..... | اتلاف حرارتی                                  |
| ۲۳۰ | ..... | تولید بیوشیمیایی حرارت                        |
| ۲۳۰ | ..... | تولید حرارت توسط حفظ شیب غلظتی یون در سلول‌ها |
| ۲۳۱ | ..... | پمپ‌های یونی وابسته به ATP                    |

|     |                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۳۱ | تولید حرارت از مسیرهای متابولیکی                                                           |
| ۲۳۲ | چکیده و نتیجه گیری                                                                         |
| ۲۳۳ | <b>۸. روش‌های آزمایشگاهی در تحقیقات تغذیه نشخوارکنندگان</b>                                |
| ۲۳۳ | روش‌های تعیین قابلیت هضم مواد مغذی جیره                                                    |
| ۲۳۴ | تعیین قابلیت هضم با استفاده از نشانگرها                                                    |
| ۲۳۵ | روش‌های آزمایشگاهی تعیین قابلیت هضم                                                        |
| ۲۴۰ | محاسبه میزان تجزیه پروتئین‌های خوراک در شکمبه                                              |
| ۲۴۰ | تعیین تجزیه پذیری به روش کیسه‌های نایلونی                                                  |
| ۲۴۴ | اندازه‌گیری گاز تولید شده در آزمایش                                                        |
| ۲۴۴ | همبستگی روش آزمایشگاهی ( <i>in vitro</i> ) تولید گاز و روش‌های درون تنی ( <i>in vivo</i> ) |
| ۲۴۶ | پارامترهای قابل اندازه‌گیری توسط روش تولید گاز                                             |
| ۲۴۷ | برآورد قابلیت هضم با استفاده از روش تولید گاز                                              |
| ۲۴۷ | اندازه‌گیری میزان گاز تولیدی                                                               |
| ۲۵۰ | برآورد انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی به روش آزمایشگاهی ( <i>ivOMD</i> )       |
| ۲۵۰ | تعیین نیمه عمر تولید گاز ( $t_{1/2}$ )                                                     |
| ۲۵۱ | تعیین تجزیه پذیری حقیقی ماده خشک ( <i>ivTDDM</i> )                                         |
|     | برآورد پارتیشننگ فاکتور (PF)، پروتئین میکروبی (MP) و ایدها، چرب کوتاه زنجیر                |
| ۲۵۱ | (SCFA)                                                                                     |
| ۲۵۲ | اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه                                               |
| ۲۵۳ | اندازه‌گیری گاز متان                                                                       |
| ۲۵۳ | آنزیم‌های میکروبی شکمبه                                                                    |
| ۲۵۶ | تأثیر نسبت‌های مختلف علوفه به کنسانتره بر میزان تولید آنزیم سلولاز در شکمبه                |
| ۲۶۱ | مراحل انجام آزمایش                                                                         |
| ۲۶۱ | برآورد محتوای پروتئینی                                                                     |
| ۲۶۲ | سنجش فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز (EC 3.2.1.1)                                                 |

|     |                                                                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۶۳ | ..... مراحل انجام آزمایش                                                                                |
| ۲۶۳ | ..... رسم منحنی استاندارد مالتوز                                                                        |
| ۲۶۶ | ..... سنجش فعالیت آنزیم آلفا- آمیلاز (EC 3.2.1.1)                                                       |
| ۳-۸ | ..... روش واکنش‌های زنجیره‌ای پلیمراز در زمان واقعی جهت برآورد تعداد باکتری‌ها و پروتوزوآی              |
| ۲۶۸ | ..... شکمه                                                                                              |
| ۲۶۹ | ..... مزایای استفاده از Real Time-PCR                                                                   |
| ۲۷۰ | ..... کاربردهای معمول Real Time-PCR                                                                     |
|     | ..... مشخصات دستگاه و مواد شیمیایی مورد نیاز شامل: پلیت یکبار مصرف، لوله آزمایش، شعله، ورتکس،           |
| ۲۷۰ | ..... هود لامینار، گرمخانه (انکوباتور)                                                                  |
| ۲۷۲ | ..... تعیین جمعیت باکتری‌ها و پروتوزوآها با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز در زمان واقعی       |
| ۲۷۲ | ..... نمونه‌گیری مایع شکمه                                                                              |
| ۲۷۵ | ..... تعیین کیفیت DNA                                                                                   |
| ۲۷۵ | ..... تعیین کمیت DNA                                                                                    |
| ۲۷۶ | ..... میکروآرگانیزم                                                                                     |
| ۲۷۶ | ..... پرایمر                                                                                            |
| ۲۷۶ | ..... توالی                                                                                             |
| ۲۷۶ | ..... فیروباکتر سوکسینوژن                                                                               |
| ۲۷۶ | ..... پرایمر پیشرو                                                                                      |
| ۲۷۶ | ..... واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) استاندارد جهت تأیید پرایمرها                                        |
|     | ..... تعیین کمیت نسبی برخی از باکتری‌ها و پروتوزوآها با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز در زمان |
| ۲۷۷ | ..... واقعی (Real-Time PCR)                                                                             |
| ۲۷۸ | ..... روش اندازه‌گیری                                                                                   |
| ۲۸۱ | ..... روش انجام آزمایشات میکروبیولوژی                                                                   |
| ۲۸۲ | ..... جدا کردن، کشت و نگهداری قارچ‌های بی‌هوازی شکمه                                                    |
| ۲۸۴ | ..... روش تهیه و انتقال محیط کشت به ظرف شیشه‌ای سرم                                                     |
| ۲۸۵ | ..... فهرست منابع                                                                                       |