

نجوم و اخترفیزیک

جلد اول

تألیف: سعداللا نصیری قیداری



— سری کتابهای نجومی — ۱۶۲۰ —

سرشناسه	: نصیری قیداری، سعدالله، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: نجوم و اختر فیزیک / تالیف سعدالله نصیری قیداری.
مشخصات نشر	: تهران: انتشارات جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی نوین، -۱۳۹۸
مشخصات ظاهری	: ج. : مصور.
فروست	: سری کتابهای نجومی؛ ۱۶۲۰.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۳۸-۰۲-۶ : ۵۰۰۰۰۰ ریال
شابک دوره	: ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۳۸-۰۳-۳
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: واژه نامه. کتابنامه.
موضوع	: نجوم Astronomy
موضوع	: فیزیک نجومی Astrophysics
رده بندیکنگره	: QB۴۳/۲
رده بندی دیویی	: ۵۲۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۹۱۰۴۷۳



نویسنده
گیتاشناسی
GITASHENASI

طرح، تهیه، کارتوگرافی، رایانه‌ای و چاپ از:

انتشارات جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی

نمایندگان و فروشگاه مرکزی: تهران: میدان هفت پیر، خیابان کریمخان زند، شماره ۱۷
کد پستی: ۱۵۸۵۹۱۷۷۱۴ | تلفن: ۸۲-۸۸۱ | فاکس: ۸۸۴۱۲

مرکز بخش و فروش: تهران: خیابان انقلاب اسلامی، چهارراه ولیعصر، جنب پارک دانشجو،
خیابان رازی، خیابان استاد شهریار، شماره ۲۰، کد پستی: ۱۱۳۳۳۴۶۱۱
تلفن: ۹۳۳۵۰۹۳۴۶ و ۶۶۷۰۳۴۶۰ و ۶۶۷۱۳۴۰۳، فاکس: ۸۲-۶۶۷۰۵۰۷۰

● gitashenasi.com
● info@gitashenasi.com

f gitashenasi
i gitashenasi

● gitashenasi

* **نجوم و اختر فیزیک - جلد اول**

* **تألیف: سعدالله نصیری قیداری**

* **طرح روی جلد: سپهر بختیاری**

* **چاپ اول: پاییز ۱۳۹۸**

* **چاپ: هامون**

* **محرافی: هامون**

* **تیراژ: ۱۰۰۰۰ جلد**

* **قیمت: ۵۰۰۰۰ تومان**

© کلیه حقوق نشر برای انتشارات گیتاشناسی نوین محفوظ است.

هر گونه استفاده تکثیر، تقلید و اقتباس، اسکن و کپی برداری از این اثر، اعم از الکترونیکی و چاپ، چه بصورت کامل یا بخشی از آن، یا استفاده در نرم افزارها، بدون اجازه کتبی از انتشارات گیتاشناسی نوین ممنوع است و متخلفین به موجب قانون حمایت از مؤلفان تحت تعقیب قضایی قرار خواهند گرفت.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۳۸-۰۲-۶

شابک دوره: ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۳۸-۰۳-۳

فهرست مطالب

۸	پیشگفتار.....
	فصل اول: مقدمه
۱۳	۱-۱ تاریخچه علم نجوم.....
۱۳	۱-۱-۱ دوره‌ی زمین مرکزی.....
۱۵	۱-۱-۲ دوره‌ی کیهانی.....
۱۶	۱-۱-۳ دوره‌ی کیهانی.....
۱۶	۲-۱ پیمایش اجرام سما.....
	فصل دوم: منظومه‌ی شمسی
۲۰	۱-۲ مقدمه.....
۲۲	۲-۲ سیارات.....
۲۲	۱-۲-۲ شواهدی رصدی.....
۲۳	۲-۲-۲ چرا منظومه‌ی شمسی یک سیسما مقدس است؟.....
۲۴	۳-۲-۲ تعادل سیارات.....
۲۶	۴-۲-۲ حلقه‌ی سیارات.....
۲۷	۱-۴-۲-۲ نظریه‌ی روخه برای تشکیل حلقه‌ی سیارات.....
۲۹	۵-۲-۲ جو سیارات.....
۳۲	۶-۲-۲ دلیل وجود جو در سیارات.....
۳۴	۷-۲-۲ میدان مغناطیسی در سیارات.....
۳۵	۱-۷-۲-۲ مغناطوکره.....
۳۷	۳-۲ اقمار.....
۳۸	۴-۲ سیارک‌ها.....
۳۹	۵-۲ دنباله‌دارها.....
۴۰	۶-۲ شهاب‌واره‌ها، شهاب‌سنگ‌ها، شهاب‌ها.....
۴۰	۱-۶-۲ شهاب‌واره‌ها.....
۴۰	۲-۶-۲ شهاب‌سنگ‌ها.....
۴۱	۳-۶-۲ شهاب‌ها.....
۴۱	۷-۲ ماده‌ی میان سیاره‌ای.....
۴۲	۸-۲ خورشید.....

۴۶	۱-۸-۲ درخشندگی خورشید
۴۷	۲-۸-۲ محاسبه‌ی جرم خورشید
۴۷	۳-۸-۲ محاسبه‌ی دمای خورشید
۴۸	۴-۸-۲ خورشید در تعادل هیدرواستاتیک
۵۱	۵-۸-۲ محاسبه زمان رمبش آزاد خورشید
۵۲	۶-۸-۲ فرایند تشکیل خورشید
۵۴	۷-۸-۲ چرا خورشید در تعادل پایدار است؟
۵۵	۸-۸-۲ پارایی جرمی
۵۶	۹-۸-۲ چش شعشی
۵۸	۱۰-۸-۲ رابطه جرم-درخشندگی خورشید
۵۹	۱۱-۸-۲ منبع رخشانی خورشید
۶۱	۱۲-۸-۲ میدان مغناطیسی خورشید
۶۴	۱۳-۸-۲ منشاء پیدایش میدان مغناطیسی
۶۵	۱۴-۸-۲ پیدایش منظومه شمسی
۶۸	۱-۱۴-۸-۲ سن منظومه شمسی
۶۸	۲-۱۴-۸-۲ ناپایداری در سیال خورشیدی
۷۰	۱۵-۸-۲ نظریه سحابی و تشکیل منظومه شمسی

فصل سوم ستارگان

۷۴	۱-۳ مقدمه
۷۴	۲-۳ تعاریف
۷۴	۱-۲-۳ اختلاف منظر
۷۶	۲-۲-۳ قدر ستارگان
۷۷	۳-۲-۳ کدورت ماده میان ستاره‌ای
۷۹	۴-۲-۳ طیف ستارگان
۸۱	۵-۲-۳ شاخص رنگ
۸۳	۳-۳ تحول ستارگان
۸۴	۱-۳-۳ تعادل هیدرواستاتیک
۸۶	۲-۳-۳ رابطه جرم-درخشندگی
۸۷	۳-۳-۳ مدل ستارگان همولوگ
۸۸	۴-۳-۳ روش تیلور
۹۳	۵-۳-۳ مدل پلی تروپ برای ستارگان

۹۵	 ۳-۳-۱ شعاع ستاره
۹۶	 ۳-۳-۶ مدل کلتون
۹۸	 ۳-۳-۶ محاسبه کمیات فیزیکی ستاره
۱۰۱	 ۳-۳-۷ تولید انرژی در ستارگان
۱۰۷	 ۳-۳-۸ وضعیت فیزیکی ماده در ستارگان
۱۱۴	 ۳-۳-۹ معادله حالت یک سیستم کوانتومی
۱۲۱	 ۳-۳-۱۰ پایان عمر ستارگان
۱۲۴	 ۳-۳-۱۰-۱ ستاره نوترونی
۱۲۴	 ۳-۳-۱۰-۱ تب اخترها
۱۲۸	 ۳-۱-۳ چاله‌ی سیاه

فصل چهارم ستارگان دوتایی

۱۳۱	 ۴-۱ مقدمه
۱۳۱	 ۴-۲ انواع ستارگان دوتایی
۱۳۱	 ۴-۲-۱ دوتایی اخترسنجی
۱۳۲	 ۴-۲-۲ دوتایی اپتیکی یا بصری
۱۳۲	 ۴-۲-۳ دوتایی مرئی
۱۳۲	 ۴-۲-۴ دوتایی طیفی
۱۳۲	 ۴-۲-۵ دوتایی گرفتی یا کسوفی
۱۳۸	 ۴-۳ منشأ ستارگان دوتایی
۱۳۹	 ۴-۳-۱ دیسک برافزایشی
۱۴۱	 نمایه
۱۴۴	 واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۱۵۱	 واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۱۵۹	 منابع

به نام آنکه جان را فکرت آموخت چراغ دل به نور جان بر افروخت

پیشگفتار

از اواخر دهه ۱۳۶۰ که تدریس دروس تخصصی نجوم و اخترفیزیک را در مقطع کارشناسی ارشد در گروه فیزیک دانشگاه شیراز به عهده گرفتم همواره جای خالی یک کتاب درسی را که فاصله بین کتاب‌های "توصیفی" نجوم و اختر فیزیک مقدماتی مقطع کارشناسی و کتاب‌های "تخصصی" این رشته در مقاطع تحصیلات تکمیلی که معمولاً روی یک موضوع خاص متمرکز می‌شوند را پر کند، احساس می‌کردم. روی کلمه "توصیفی" را "تخصصی" تاکید می‌کنم. منظورم از کتاب‌های "توصیفی" اینست که در توضیح یک موضوع بیشتر کلی‌گویی شد و کمتر از قوانین فیزیک و روابط ریاضی برای درک و تعمیق مطلب استفاده گردد. یک مثال خوب در این مورد کتاب Exploration of the Universe، نوشته جرج ایل است که معمولاً برای درس نجوم و اختر فیزیک مقدماتی در مقطع کارشناسی به عنوان کتاب درسی و یا کتاب مرجع استفاده می‌شود. مطالب این کتاب و یا کتاب‌های نظیر آن از لحاظ "تنوع موضوعی" تا حدی برای آموختن مباحث گسترده و مورد بحث در نجوم و اخترفیزیک کفایت می‌کند ولی از قوانین موجود در شاخه‌های مختلف فیزیک مثل مکانیک کلاسیک، مکانیک نسبیتی، مکانیک کوانتومی، مکانیک آماری، مکانیک سیالات، ترمودینامیک، الکترومغناطیس، فیزیک هسته‌ای، فیزیک حالت جامد و غیره کمتر بهره می‌جوید. نگارنده طی بیش از ۳۰ سال معلمی در دانشگاه تجربه کرده‌ام هنگامی که طالب و موضوعات فیزیک صرفاً به صورت توصیفی به دانشجویان ارائه می‌شود، که شاید در مقطع کارشناسی به دلیل آشنا بودن دانشجویان با دروس پیش‌نیاز ناگزیر از آن هستیم، مطالب درسی عندالزوم جدی گرفته نشده و فهم کامل از موضوع حاصل نمی‌گردد. و اما منظورم از کتاب‌های "تخصصی" اینست که در آن‌ها صرفاً به یک موضوع پرداخته نشده و از تنوع موضوعات در آن‌ها خبری نیست. در این کتاب‌ها از قوانین، فرمول‌ها و ریاضیات به حد کافی استفاده می‌شود لکن از ابتدا تا پایان صرفاً بر یک مبحث از بین مباحث مختلف مثل منظومه شمسی، فیزیک خورشید، ستارگان و تحول آن‌ها، ستارگان دوتایی، کهکشان‌ها و کهکشان راه شیری، اخترنماها و کهکشان‌های فعال، نجوم در پرتوهای مختلف، پرتوهای کیهانی، کیهان‌شناسی و پیدایش عالم، حیات در خارج از زمین و غیره پرداخته می‌شود. بدیهی است اینگونه کتاب‌ها برای پرداختن به یک موضوع تخصصی مفید هستند. ولی به نظر نگارنده اشکال این گونه کتاب‌ها، وقتی که به عنوان کتاب درسی انتخاب می‌شوند، اینست که دانشجوی تحصیلات تکمیلی پس از فارغ‌التحصیلی که ادعای تخصص در رشته نجوم و اخترفیزیک را دارد، به دلیل این‌که در برنامه درسی این مقاطع فرصت گذراندن دو یا سه درس تخصصی را دارد، در واقع روی یک یا دو موضوع از مباحث زیر مجموعه رشته نجوم و اخترفیزیک تبحر لازم را پیدا می‌کند، لکن از مباحث دیگر که به برخی از آن‌ها اشاره شد اطلاعات سطحی دریافت می‌نماید.

در اوایل دهه ۱۳۷۰، قبل از اینکه به دانشجویان گرایش نجوم و اخترفیزیک دانشگاه تحصیلات تکمیلی در علوم پایه زنجان (که در آن سال‌ها مرکز نامیده می‌شد) همین درس را ارائه دهم، در یک فرصت مطالعاتی تصمیم گرفتم درسنامه‌ای تهیه کنم که در آن به مباحث مختلف نجوم، نه به سبک توصیفی بلکه با کاربرد قوانین شاخه‌های مختلف فیزیک که در بالا به آن‌ها اشاره شد، بپردازم. برای این منظور مطالعه نسبتاً گسترده‌ای را درباره موضوعات متنوع نجوم و اخترفیزیک انجام دادم و از کتب مختلفی در این راستا بهره بردم. یکی از مراجعی که در تدوین شاکله و محتوای سراسر این درسنامه تأثیر نسبی بالایی داشت کتاب *The Physical Universe* نوشته فرانک ایچ. شو بود. همچنین در فصل مربوط به ستارگان، در کنار کتاب‌های دیگر، از مطالب ارزشمند کتاب *The Physics of Stars* استفاده کردم. این روند را در مورد فصول مختلف پی‌گفتم. از آن زمان این درسنامه را در دو نیمسال تحت عنوان اخترفیزیک پیشرفته ۱ و ۲ ارائه کرده‌ام و برای روز کردن آن در گذر زمان مطالبی را نیز بر آن افزوده‌ام. از اواسط دهه ۱۳۸۰ به‌طور مکرر از طرف همکاران گرامی در زه‌ای در این کلاس‌ها حضور داشتند و حالا خود به عضویت هیأت علمی دانشگاه‌های کشور در آمده بودند و چاپ این درسنامه پیشنهاد می‌شد. لکن نگراننده به دلیل مشغله‌های وقت‌گیر و سنگین اجرایی از سال ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۷ موفق به انجام این کار نشدم. پس از فراغت از سمت اجرایی و حضور تمام وقت در دانشکده سپهر بهشتی، ضمن تدریس مجدد درس نجوم و اخترفیزیک پیشرفته ۱ در نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۷-۹۸ در این دانشگاه، همزمان به تدوین و تنظیم این بخش از درسنامه مذکور پرداختم که نتیجه آن اثر حاضر به صورت چاپی، اولاً نجوم و اخترفیزیک محضر دانشجویان عزیز، همکاران گرامی و علاقه‌مندان تقدیم می‌گردد. انشاءالله به شرط حیات، بخش دوم این درسنامه را نیز ضمن تدریس درس نجوم و اخترفیزیک ۲ در نیمسال اول سال تحصیلی ۹۸-۹۹ تدوین و تنظیم خواهم کرد.

فصول مختلف جلد اول به صورت زیر تنظیم شده است:

فصل اول یک مقدمه اجمالی از تاریخ تحول ادوار علم نجوم را شامل می‌شود و در نهایت پیمایش اجرام سماوی با معرفی برخی دستگاه‌های مختصات سماوی توضیح داده می‌شود. فصل دوم به منظومه شمسی می‌پردازد. در این فصل فیزیک خورشید، سیارات، اقمار، سیارک‌ها، دنباله‌دارها، شهاب‌ها، ماده میان‌سیاره‌ای و غیره مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از ذکر شواهد رصدی در مورد اجزای تشکیل‌دهنده منظومه شمسی و توجیه نظری آن‌ها بر پایه‌ی قوانین شناخته شده فیزیک، منشاء پیدایش این منظومه بررسی می‌گردد. فصل سوم به فیزیک ستارگان، تولد، تحول و پایان عمر این اجرام اختصاص یافته است. استفاده از قوانین فیزیک که روی زمین به آن‌ها دست یافته‌ایم برای توجیه شواهد رصدی مربوط به مراحل مختلف تحول، به ویژه وضعیت ماده در فازهای پایانی عمر ستارگان، این فصل را از جذابیت خاصی برخوردار کرده است. فصل چهارم به ستارگان دوتایی و انواع مختلف آن‌ها اختصاص یافته است. ستارگانی که رصد آن‌ها در طول دهه‌های گذشته اطلاعات ذی‌قیمتی را در مورد کمیت‌های فیزیکی ستارگان نصیب منجمین و کیهان‌شناسان برای آرایه و تأیید تجربی نظریات و مدل‌های مربوطه کرده است.

در آخر هر فصل تعدادی تمرین که با مطالب آن فصل مرتبط است و تعمق روی آن‌ها به فهم بیشتر مطالب آن فصل کمک می‌کند آورده شده است.

در پایان بر خود فرض می‌دانم از همه دانشجویان عزیز که موجد اصلی انگیزه نگارنده بوده‌اند و در لحظات خاطره‌انگیز کلاس درس، در طول سالیان گذشته و در جریان پرسش و پاسخ، باعث غنای مطالب درسی شده‌اند تشکر و قدردانی کنم. از استاد گرانمایه و ارجمندم جناب آقای دکتر یوسف ثبوتی که با صرف حدود ۶ دهه از عمر شریف خود از طلایه‌داران و معماران اصلی بنای جامعه امروز علم فیزیک کشور هستند و متواضعانه قبول زحمت فرموده مقدمه‌ای بر این کتاب نوشتند، صمیمانه سپاس‌گذاری می‌کنم.

لطفات و حسن فضای علمی و کار پژوهشی در نقدپذیری و استقبال از تذکر صاحب‌نظران گرانقدر در جهت تکمیل و رفع اشکالات و نواقص آن است. از این رو از اساتید محترم و دانشجویان عزیز خواهشمندم اشکالات و نقایصی را که در حین مطالعه به آن برخورد می‌کنند سخاوتمندانه به اینجانب اعلام فرمایند.

در نهایت از دوستان ارجمند و فرهیخته‌ام، جناب آقای سعید بختیاری مدیر عامل فرهنگ دوست انتشارات جغرافیایی و کاربوگرافی گشت‌شناسی نوین که سال‌هایتمادی با ذوق و اشتیاقی کم‌نظیر در عرصه‌ی انتشارات کشور قدم‌های مؤثری برداشته‌اند، قدردانی می‌کنم. همچنین از فرزند دلبندم مهندس علی نصیری قیداری که در رسم شکل‌ها و تنظیم مباحث و تدوین متن یاریم دادند تشکر می‌کنم.

سعداله نصیری قیداری

دانشکده فیزیک، دانشگاه شهید بهشتی

تهران - تابستان ۱۳۹۸