



ویراست هشتم

نجوم امروز

مبانی نجوم و
اجرام سامانه خورشیدی

www.ketab.ir

فرزان مومنی

عضو هیأت علمی دانشگاه خوارزمی

اریک چیسون
استیو مک میلان

سرشناسه	: چیسون، اریک، ۱۹۴۶ - م. Chaisson, Eric
عنوان و نام پدیدآورندگان	: نجوم امروز / نویسندگان اریک چیسون، استیو مک میلان؛ ترجمه فرزانه مومنی.
مشخصات نشر	: تهران: نص، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲ ج. مصور (رنگی)؛ ۲۹×۲۲ س.م.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۰-۳۵۰-۶
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Astronomy today, 8th ed., c2013.
موضوع	: نجوم -- کتاب های درسی
شناسه افزوده	: مک میلان، استیون، ۱۹۵۵ - م.
شناسه افزوده	: McMillan, S. (Stephen)
شناسه افزوده	: مومنی، فرزانه، ۱۳۴۵ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ ج ۲ QB۲۳۲
رده بندی دیویی	: ۵۲۰
شماره کتابشناسی منی	: ۱۱۵ ۰۹



موسسه علمی فرهنگی

نجوم امروز (جلد اول)

مؤلفین: اریک چیسون و استیو مک میلان

مترجم: دکتر فرزانه مومنی

چاپ اول: زمستان ۱۳۹۵

تیراژ: ۲۰۰۰ جلد

ناشر: «نص»

طراحی، آماده سازی، چاپ و صحافی: موسسه علمی فرهنگی «نص»

قیمت با DVD: ۴۵۰۰۰ تومان

دفتر انتشارات: تهران، میدان انقلاب، خیابان منیری جاوید، بن بست مبین، شماره ۶

تلفن: ۶۶۴۱۲۳۸۵ - ۶۶۴۶۵۶۷۴ - ۶۶۹۵۳۸۸۳

فروشگاه: ضلع جنوب شرقی میدان انقلاب، شماره ۱۵. تلفن: ۶۶۴۰۵۳۷۲

ISBN: 978-964-410-350-6

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۰-۳۵۰-۶

ایمیل: info@nasspub.com

www.nasspub.com

www.nass.ir

وبگاه:

فهرست خلاصه

جستار نخست | نجوم و جهان

۱۸-۱۶۳

۲۰-۵۱

۵۲-۷۹

۸۰-۱۰۱

۱۰۲-۱۲۳

۱۲۴-۱۶۳

- ۱ نگاشت آسمان: زیربنای نجوم
- ۲ انقلاب کپرنیک: تولد دانش مدرن
- ۳ تابش: دریافت اطلاعات از کیهان
- ۴ طیف سنجی: تاریک درونی اتم‌ها
- ۵ تلسکوپ: ابزار نجوم

جستار دوم | سامانه سیاره‌ای ما

۱۶۴-۴۴۹

۱۶۶-۱۹۸

۲۰۰-۲۲۹

۲۳۰-۲۶۱

۲۶۲-۲۸۳

۲۸۴-۳۱۳

۳۱۴-۳۴۳

۳۴۴-۳۷۵

۳۷۶-۳۹۷

۳۹۸-۴۲۹

۴۳۰-۴۴۹

- ۶ سامانه خورشیدی: سیاره‌شناسی هم‌نوعی و مدل‌های پیرایش
- ۷ زمین: خانه ما در فضا
- ۸ ماه و عطارد: اجرامی فرسوده و درهم‌کوفته
- ۹ زهره: سیاره خواهر زمین
- ۱۰ مریخ: بخت از دست رفته‌ی زیست؟
- ۱۱ مشتری: غول سامانه خورشیدی
- ۱۲ کیوان: حلقه‌های شگفت‌انگیز و قمرهای پر رمز و راز
- ۱۳ اورانوس و نپتون: دوردست‌ترین سیارات سامانه خورشیدی
- ۱۴ پساوارهای سامانه خورشیدی: اشاره‌ای به خاستگاه ما
- ۱۵ برون‌اختران: سامانه‌های سیاره‌ای ستارگان دیگر

فهرست مشروح

درباره پدید آوردندگان ۴

مقدمه مترجم ۱۱

پیشگفتار ۱۳



جستار نخست

نجوم و جهان

نگاشت آسمان

فصل ۱

زیربنای نجوم

- ۲-۲ جهان هندسی ۵۶
- مشاهده سیارات ۵۶
- یک مدل نظری ۵۸
- ارزیابی مدل زمین مرکزی ۵۸
- ۳-۲ مدل خورشیدمرکزی ۵۹
- اکتشاف ۱-۲: اصول انقلاب کپرنیکی ۶۰
- ۴-۲ تولد نجوم نوین ۶۱
- مشاهدات تاریخ ساز گالیله ۶۱
- چگونه دستگاه کپرنیکی چیرگی یافت؟ ۶۲
- ۵-۲ قوانین حرکت سیارات ۶۴
- داده های بغرنج براهه ۶۴
- قوانین ساده کپلر ۶۵
- بیان دقیقتر ۱-۲: برخی از ویژگی های مدار سیاره ها ۶۷
- ۶-۲ ابعاد سامانه خورشیدی ۶۸
- ۷-۲ قوانین نیوتن ۶۹
- قوانین حرکت ۶۹
- گرانش ۷۱
- ۸-۲ مکانیک نیوتنی ۷۲
- بیان دقیقتر ۱-۲: ماه در حال افتادن است! ۷۳
- حرکت سیارات ۷۱
- بازنگری در قوانین کپلر ۷۴
- بیان دقیقتر ۲-۳: تعیین جرم خورشید ۷۵
- فرار از میدان گرانش ۷۶
- چرخه پیشرفت دانش ۷۶
- مرور فصل ۷۷

تابش

فصل ۳

دریافت اطلاعات از کیهان

- ۱-۳ کسب اطلاعات از آسمان ۸۲
- نور و تابش ۸۲
- حرکت موجی ۸۲
- اجزاء نور مرئی ۸۴
- ۲-۳ امواج در چه چیزی منتشر می شوند؟ ۸۵
- اندرکنش میان ذرات باردار ۸۵
- امواج الکترومغناطیسی ۸۶

- ۱-۱ جایگاه ما در فضا ۲۲
- ۲-۱ نظریه دانشورانه و روش دانشورانه ۲۳
- ۳-۱ چشم انداز ظاهری آسمان ۲۶
- بیان دقیقتر ۱-۱: اندازه گیری زاویه ۲۹
- بیان دقیقتر ۲-۱: مختصات آسمانی ۳۰
- ۴-۱ حرکت مداری زمین ۳۱
- تغییرات روزانه ۳۱
- تغییرات فصلی ۳۱
- تغییرات تدریجی چرخش زمین ۳۴
- اعتدال ها

- ۵-۱ گاهشماری نجومی ۳۵
- ۶-۱ حرکت ماه ۳۷
- اهل ماه ۳۷
- خورشیدگرفتگی و ماه گرفتگی ۳۹
- فصول گرفت ۴۰
- ۷-۱ اندازه گیری دوری اجسام ۴۴
- مثلث سازی و اختلاف منظر ۴۴
- اندازه گیری شعاع زمین ۴۶
- بیان دقیقتر ۱-۳: هندسه و اندازه گیری فواصل ۴۷
- مرور فصل ۴۸

انقلاب کپرنیکی

فصل ۲

تولد دانش مدرن

۱-۲ نجوم باستان ۵۴

- ۲-۵ اندازه تلسکوپ‌ها ۱۳۱
- توان جمع‌آوری نور در تلسکوپ‌ها ۱۳۱
 - **اکتشاف ۱-۵:** تلسکوپ فضایی هابل ۱۳۲
 - توان جدایی ۱۳۵
 - ۳-۵ **تصویرها و آشکارسازها ۱۳۶**
 - تهیه تصویر ۱۳۶
 - **بیان دقیق‌تر ۱-۵:** پدیده پراش و توان جدایی تلسکوپ ۱۳۷
 - پردازش تصویر ۱۳۷
 - نماهای باز ۱۳۸
 - فوتومتری ۱۳۹
 - اسپکترومتری (طیف‌سنجی) ۱۳۹
 - ۴-۵ **نجوم جدایی بالا ۱۴۰**
 - اثر جو بر تار کردن تصاویر ۱۴۰
 - اپتیک کنشگر ۱۴۱
 - کنترل همدمان ۱۴۱
 - نجوم رادیویی ۱۴۳
 - رصدهای اولیه ۱۴۳
 - اصول تلسکوپ‌های رادیویی ۱۴۳
 - اهمیت نجوم رادیویی ۱۴۵
 - ۶-۵ **تداخل‌سنجی ۱۴۷**
 - تداخل‌سنج رادیویی ۱۴۷
 - تداخل‌سنجی در سایر طول‌موج‌ها ۱۴۸
 - ۷-۵ **نجوم فضا-پایگاه ۱۴۹**
 - نجوم فرورسرخ ۱۵۰
 - نجوم فرابنفش ۱۵۱
 - **اکتشاف ۲-۵:** آرایه‌آلما ۱۵۲
 - نجوم انرژی‌های بالا ۱۵۳
 - ۸-۵ **پوشش تمام-طیف ۱۵۷**
 - مرور فصل ۱۵۹



جستار دوم سامانه سیاره‌ای ما

سامانه خورشیدی

فصل ۶ سیاره‌شناسی همسنجشی و مدل‌های پی‌ریزش

- ۱-۶ **فهرستی از اجرام سامانه خورشیدی ۱۶۸**
- کشف سامانه سیاره‌ای خورشید ۱۶۸
 - سیاره‌شناسی همسنجشی ۱۶۹
 - ۲-۶ **تعیین ویژگی‌های سیارات ۱۷۰**
 - ۳-۶ **پیکر کلی سامانه خورشیدی ۱۷۱**
 - **بیان دقیق‌تر ۱-۶:** محاسبه ویژگی‌های سیارات ۱۷۲
 - ۴-۶ **سیارات خاکی و برجیسی ۱۷۳**
 - ویژگی‌های سیاره‌ای ۱۷۳
 - تفاوت‌های میان سیارات خاکی ۱۷۴
 - همسنجی سیارات خاکی و برجیسی ۱۷۴

- نظریه موجی تابش ۸۷
- ۳-۳ **طیف الکترومغناطیسی ۸۸**
- طیف تابش ۸۸
- کدریت جوی ۸۸
- **اکتشاف ۱-۳:** سرشت موجی تابش ۹۰
- ۴-۳ **تابش گرمایی ۹۱**
- طیف جسم سیاه ۹۱
- **بیان دقیق‌تر ۱-۳:** مقیاس دمای کلوین ۹۱
- قوانین تابش ۹۲
- کاربردهای نجومی ۹۳
- **بیان دقیق‌تر ۲-۳:** مطالبی بیشتر درباره قوانین تابش ۹۵
- ۵-۳ **اثر دوپلر ۹۶**
- **بیان دقیق‌تر ۳-۳:** اثر دوپلر و اندازه‌گیری سرعت ۹۸
- مرور فصل ۹۹

طیف‌سنجی

فصل ۴

کارکرد درونی اتم‌ها

- ۱-۴ **خطوط طیفی ۱۰۴**
- خطوط گسیل ۱۰۴
 - خطوط جذب ۱۰۶
 - قوانین کرشهف ۱۰۷
 - شناسایی نور ستارگان ۱۰۷
 - ۲-۴ **اتم‌ها و تابش ۱۰۸**
 - ساختار اتمی ۱۰۸
 - سرشت ذره‌ای تابش ۱۰۹
 - **بیان دقیق‌تر ۱-۴:** ترازهای انرژی در اتم هیدروژن ۱۱۰
 - **اکتشاف ۱-۴:** اثر فوتوالکتریک ۱۱۲
 - ۳-۴ **شکل‌گیری خطوط طیفی ۱۱۳**
 - طیف هیدروژن ۱۱۳
 - توضیحی بر قوانین کرشهف ۱۱۳
 - طیف‌های پیچیده‌تر ۱۱۵
 - ۴-۴ **مولکول‌ها ۱۱۶**
 - ۵-۴ **واکاوی خطوط طیفی ۱۱۷**
 - دماسنج اسپکتروسکوپیک ۱۱۷
 - اندازه‌گیری سرعت شعاعی ۱۱۸
 - پهن‌شدگی خطوط طیفی ۱۱۸
 - کسب اطلاعات از نور ستارگان ۱۲۰
 - مرور فصل ۱۲۱

تلسکوپ

فصل ۵

ابزار نجوم

- ۱-۵ **تلسکوپ‌های اپتیکی (مرئی) ۱۲۶**
- تلسکوپ‌های شکستی و بازتابی ۱۲۶
 - مقایسه تلسکوپ‌های شکستی و بازتابی ۱۲۷
 - انواع تلسکوپ‌های بازتابی ۱۲۹

مرور فصل ۲۲۷

ماه و عطارد



اجسامی فرسوده و درهم کوفته

۱-۸ ویژگی‌های مداری ۲۳۲

• ماه ۲۳۲

• عطارد ۲۳۲

۲-۸ ویژگی‌های فیزیکی ۲۳۴

۳-۸ نمودهای سطحی ماه و عطارد ۲۳۵

• سطح ماه ۲۳۵

• سطح عطارد ۲۳۷

۴-۸ آهنگ چرخش ۲۳۷

• چرخش ماه ۲۳۷

• اندازه‌گیری آهنگ چرخش عطارد ۲۳۸

• توضیح چرخش عجیب عطارد ۲۳۹

• اکتشاف ۱-۸: کاوش در ماه ۲۴۰

• بیان دقیق‌تر ۱-۸: چرا جو زمین نمی‌گریزد؟ ۲۴۲

۵-۸ شکل‌گیری دهانه‌های ماه و ترکیب مادی سطح آن ۲۴۴

• برخورد شهابواره‌ها ۲۴۴

• تاریخچه دهانه‌های ماه ۲۴۵

• غبار ماه ۲۴۶

• وجود یخ در ماه ۲۴۷

• فعالیت‌های آتشفشانی در ماه ۲۴۹

• اکتشاف ۲-۸: سفر ارزان به ماه ۲۵۰

۶-۸ سطح عطارد ۲۵۱

۷-۸ ساختار درونی ماه و عطارد ۲۵۳

• ساختار درونی ماه ۲۵۳

• ساختار درونی عطارد ۲۵۴

۸-۸ ساختار درونی عطارد ۲۵۵

• نظریه‌های برخورد ۲۵۵

• نظریه برخورد ۲۵۵

۹-۸ تاریخچه دگرگونی ماه و عطارد ۲۵۶

• تاریخچه ماه ۲۵۶

• تاریخچه عطارد ۲۵۷

• مرور فصل ۲۵۸

زهرة



خواهر زمین

۱-۹ ویژگی‌های مداری ۲۶۴

۲-۹ ویژگی‌های فیزیکی ۲۶۵

• شعاع، جرم، و چگالی ۲۶۵

• آهنگ چرخش ۲۶۵

۳-۹ رصد زهره از راه دور ۲۶۶

• بیان دقیق‌تر ۱-۹: دوره تناوب هلالی یک سیاره ... ۲۶۷

۴-۹ سطح زهره ۲۶۹

• توپوگرافی بزرگ-مقیاس زهره ۲۶۹

۵-۶ ماده میان-سیاره‌ای ۱۷۵

۶-۶ رهکاو سامانه خورشیدی ۱۷۷

• رهکاو عطارد ۱۷۷

• رهکاو زهره ۱۷۷

• رهکاو مریخ ۱۷۹

• رهکاو سیارات برجیسی ۱۸۱

• اکتشاف ۱-۶: قلاب‌سنگ گرانشی ۱۸۲

۷-۶ سامانه خورشیدی چگونه شکل گرفت؟ ۱۸۳

• ویژگی‌های سامانه خورشیدی ۱۸۴

• بیان دقیق‌تر ۲-۶: تکانه زاویه‌ای ۱۸۵

• نظریه تراکم سحابی ۱۸۶

• نظریه چگالش ۱۸۷

• فروگسست مواد در سامانه خورشیدی ۱۹۰

۸-۶ سیاره‌های برجیسی و پیش‌آوارهای سیاره‌ای ۱۹۱

• تشکیل سیارات برجیسی ۱۹۱

• کوچ سیارات برجیسی ۱۹۱

• سیارک‌ها و دنباله‌دارها ۱۹۲

• مرور فصل ۱۹۵

زمین



خانه‌ی ما در فضا

۱-۷ ساختار کلی سیاره زمین ۲۰۲

۲-۷ جو زمین ۲۰۲

• ساختار جو ۲۰۲

• آزون جو ۲۰۴

• گرمایش زمین ۲۰۵

• بیان دقیق‌تر ۱-۷: چرا آسمان آبی است؟ ۲۰۶

• منشاء جو زمین ۲۰۷

۳-۷ درون زمین ۲۰۷

• امواج زلزله ۲۰۷

• اکتشاف ۱-۷: اثر گلخانه‌ای و گرمایش سراسری زمین ۲۰۸

• مدل‌سازی درون زمین ۲۰۹

• اکتشاف ۲-۷: هسته چرخان زمین ۲۱۱

• فروگسست مواد زمین ۲۱۱

۴-۷ کنش‌های سطح زمین ۲۱۳

• رانش قاره‌ها ۲۱۳

• آثار ناشی از رانش صفحه‌های زمین ۲۱۵

• بیان دقیق‌تر ۲-۷: دیرینه‌سنجی رادیواکتیو ۲۱۶

• چه عاملی صفحه‌های سطح زمین را می‌رانند؟ ۲۱۹

• پیشینه رانش قاره‌ها ۲۲۰

۵-۷ مگنتوسفر زمین ۲۲۱

۶-۷ کشند (جزر و مد) ۲۲۴

• تغییر شکل گرانشی ۲۲۴

• آهنگ رو به کاهش چرخش زمین ۲۲۵

■ اکتشاف ۱-۱۱: برخورد یک دنباله‌دار ۳۲۳

۳-۱۱ ساختار درونی مشتری ۳۲۶

● چشمه انرژی درون مشتری ۳۲۶

● ژرفای درون مشتری ۳۲۶

■ اکتشاف ۲-۱۱: برجیس تقریباً یک ستاره است! ۳۲۷

۴-۱۱ مگنتوسفر مشتری ۳۲۷

۵-۱۱ قمرهای مشتری ۳۲۹

● اقمار گالیله‌ای ۳۳۰

● آیو: فعال‌ترین قمر مشتری ۳۳۲

■ اکتشاف ۳-۱۱: قمرهای فراوان برجیس ۳۳۵

● اروپا: اقیانوسی پنهان به زیر یخ ۳۳۶

● گانیمید و کالیستو: برادرانی دوقلو ۳۳۷

۶-۱۱ حلقه برجیس ۳۳۹

مرور فصل ۳۴۰

کیوان

فصل ۱۲ حلقه‌های شکفت‌انگیز و قمرهای پر

رمز و راز

۱-۱۲ ویژگی‌های مداری و فیزیکی ۳۴۶

● ویژگی‌های کلی کیوان ۳۴۶

● آهنگ چرخش ۳۴۶

● حلقه‌های کیوان ۳۴۶

۲-۱۲ جو کیوان ۳۴۶

● ترکیب و رنگ آمیزی جو کیوان ۳۴۷

● شرایط جوی کیوان ۳۴۹

۳-۱۲ مگنتوسفر و توده درونی کیوان ۳۵۲

● گرما، درونی کیوان ۳۵۲

● مگنتوسفر کیوان ۳۵۲

۴-۱۲ حلقه‌های شکفت‌انگیز کیوان ۳۵۳

● حلقه‌های کیوان از منظر زمین ۳۵۳

● حلقه‌های کیوان چگونه می‌سازند؟ ۳۵۴

● کران زویش ۳۵۵

● جزئیات حلقه‌های کیوان ۳۵۵

● تشدیدهای مداری و قمرهای چوبان ۳۵۷

● خاستگاه حلقه‌های کیوان ۳۶۰

۵-۱۲ قمرهای کیوان ۳۶۰

● تیتان: قمری دارای جو ۳۶۱

■ اکتشاف ۱-۱۲: رقصی میان قمرهای کیوان ۳۶۳

● سطح تیتان و ساختار درونی آن ۳۶۴

● قمرهای متوسط کیوان ۳۶۶

● قمرهای کوچک کیوان ۳۷۰

مرور فصل ۳۷۲

اورانوس و نپتون

فصل ۱۳ دور دست‌ترین سیارات سامانه خورشیدی

۱-۱۳ کشف اورانوس و نپتون ۳۷۸

● کنش‌های آتشفشانی و تشکیل دهانه‌ها در زهره ۲۷۲

● داده‌های زهره‌نشین‌های شوروی ۲۷۵

۵-۹ جو زهره ۲۷۶

● ساختار جو زهره ۲۷۶

● ترکیب مادی جو زهره ۲۷۷

● اثر گلخانه‌ای در زهره ۲۷۸

● اثر گلخانه‌ای لگام‌گسیخته در زهره ۲۷۸

۶-۹ میدان مغناطیسی و ساختار درونی زهره ۲۸۰

مرور فصل ۲۸۱

مریخ

فصل ۱۰ بخت از دست رفته‌ی زیست؟

۱-۱۰ ویژگی‌های مداری ۲۸۶

۲-۱۰ ویژگی‌های فیزیکی ۲۸۷

۳-۱۰ رصد مریخ از راه دور ۲۸۸

۴-۱۰ سطح مریخ ۲۸۹

● توپوگرافی بزرگ-مقیاس مریخ ۲۸۹

● "گراند کانیون" مریخ ۲۹۲

● فعالیت‌های آتشفشانی در مریخ ۲۹۲

● دهانه‌های برخوردی ۲۹۳

۵-۱۰ آب در مریخ ۲۹۴

● شواهدی از جریان آب در گذشته‌ی مریخ ۲۹۴

● یخ پی‌نهفته در مریخ ۲۹۶

● وجود آب در گذشته نزدیک مریخ ۲۹۷

● کلاهک‌های قطبی مریخ ۲۹۸

● تغییر آب و هوای مریخ ۲۹۹

● چشم‌انداز مریخ از منظر خاک‌نشین‌ها ۳۰۰

■ اکتشاف ۱-۱۰: حیات در مریخ ۳۰۲

۶-۱۰ جو مریخ ۳۰۵

● ساختار جو و شرایط اقلیمی مریخ ۳۰۵

● روند فرگشت جو مریخ ۳۰۶

۷-۱۰ ساختار درونی مریخ ۳۰۸

۸-۱۰ قمرهای مریخ ۳۰۹

مرور فصل ۳۱۰

مشتری

فصل ۱۱ غول سامانه خورشیدی

۱-۱۱ ویژگی‌های مداری و فیزیکی ۳۱۶

● مشتری از منظر زمین ۳۱۶

● جرم و شعاع مشتری ۳۱۶

● آهنگ چرخش ۳۱۷

۲-۱۱ جو مشتری ۳۱۹

● ترکیب مادی جو مشتری ۳۱۹

● نوارهای جوی مشتری ۳۱۹

● ساختار جو مشتری و رنگ‌های آن ۳۲۱

● شرایط جوی مشتری ۳۲۲

- ۲-۱۵ قاعده‌مندی‌ها و بی‌قاعدگی‌های سامانه خورشیدی ۴۳۳
- ۳-۱۵ جستجوی سیاره‌های فراخورشیدی ۴۳۴
 - اندازه‌گیری سرعت شعاعی ۴۳۴
 - ترا-گذر سیاره‌ای ۴۳۵
- ۴-۱۵ ویژگی‌های برون‌اخترها ۴۳۷
 - آب‌زمین‌ها و برجیس‌های داغ ۴۳۷
 - ترکیب مادی سیاره‌ها ۴۳۹
 - اکتشاف ۱-۱۵: نزدیک‌ترین برون‌اختر ۴۴۰
 - آیا اینها برآستی سیاره هستند؟ ۴۴۱
- ۵-۱۵ آیا سامانه خورشیدی ما نابهنجار است؟ ۴۴۲
 - ویژگی‌های کلان سیاره‌ها ۴۴۲
 - برجیس‌های سرد و برجیس‌های داغ ۴۴۳
 - جستجوی اختراعی زمین‌گونه ۴۴۳
 - مرور فصل ۴۴۶

پیوست ۱: عددنویسی علمی ۴۵۰

پیوست ۲: دستگاه یکاها ۴۵۱

واژه‌نامه فارسی-انگلیسی ۴۵۲

واژه‌نامه انگلیسی-فارسی ۴۶۰

نمایه ۴۶۸

نقشه‌های آسمان ۴۷۶

- اورانوس ۳۷۸
- نپتون ۳۷۸
- ۲-۱۳ ویژگی‌های مداری و فیزیکی اورانوس و نپتون ۳۷۹
- ۳-۱۳ جو اورانوس و نپتون ۳۸۱
 - ترکیب مادی ۳۸۱
 - شرایط جوی ۳۸۲
- ۴-۱۳ مگتوسفر و ساختار درونی اورانوس و نپتون ۳۸۴
- ۵-۱۳ سامانه اقمار اورانوس و نپتون ۳۸۶
 - قمرهای اورانوس ۳۸۶
 - قمرهای نپتون ۳۸۸
- ۶-۱۳ حلقه‌های اورانوس و نپتون ۳۹۲
 - حلقه‌های اورانوس ۳۹۲
 - حلقه‌های نپتون ۳۹۴
 - مرور فصل ۳۹۵

پساوارهای سامانه خورشیدی

فصل ۱۴

اشاره‌ای به خستگاه ما

۱-۱۴ سیارک‌ها ۴۰۰

- ویژگی‌های مداری سیارک‌ها ۴۰۰
- ویژگی‌های فیزیکی سیارک‌ها ۴۰۱
- رصد سیارک‌ها از فضا ۴۰۱
- سیارک‌های زمین‌گذر ۴۰۳
- اکتشاف ۱-۱۴: چه عاملی موجب برچینش دایناسورها شد ۴۰۳
- پدیده تشدید در مدار سیارک‌ها ۴۰۶

۲-۱۴ دنباله‌دارها ۴۰۸

- سیما و ساختار دنباله‌دارها ۴۰۸
- ویژگی‌های فیزیکی دنباله‌دارها ۴۱۱
- مأموریت‌های فضایی به مقصد دنباله‌دارها ۴۱۳
- مدار دنباله‌دارها ۴۱۴

۳-۱۴ فراسوی نپتون ۴۱۵

- بختیاری در کشف پلوتو ۴۱۶
- ویژگی‌های مداری و فیزیکی پلوتو ۴۱۷
- ویژگی‌های اجسام فرا-نپتونی ۴۱۹
- پادشاه کمر بند کوپر ۴۲۰

۴-۱۴ شهابواره‌ها ۴۲۲

- بارش شهابی ۴۲۲
- سیارک‌های سرگردان ۴۲۴
- ویژگی‌های شهابواره‌ها ۴۲۵
- مرور فصل ۴۲۶

برون‌اختران

فصل ۱۵

سامانه‌های سیاره‌ای ستارگان دیگر

۱-۱۵ مدل‌سازی تشکیل سیارات ۴۳۲

مقدمه مترجم

آن روبرو هستیم. مترجم همانند دیگرانی پیش از این بهتر دید که «گردیدن» را برای «orbit» و «چرخیدن» را برای «rotate» به کار برد. ازینرو دیگر نیازی به ترکیباتی چون حرکت انتقالی (گردش) و حرکت وضعی (چرخش) نمی ماند. همچنین برای دو واژه «prograde» و «retrograde» اغلب به ترتیب از واژه های «مستقیم» و «رجعی» یا «رجوعی» استفاده می شود. این در حالی است که واژه «direct» نیز که در اصطلاح نجومی برابر «prograde» است نیز طبعاً «مستقیم» ترجمه می شود. مترجم در این مورد نیز شایسته تر دید که «prograde» و «retrograde» را به ترتیب «پیشرو» و «پسرو» ترجمه کند.

برخی از واژگان علمی چنان کاربرد گسترده ای دارند که بی توجهی در برابریابی برای آنها کار را برای نسل ها دشوار ساخته است. برای نمونه امروزه برای برابریابی «redshift» و «blueshift» به ترتیب اصطلاحات ترکیبی «انتقال به سرخ» و «انتقال به آبی» به کار می رود. در نتیجه به ناچار واژه های ساده و رسایی چون «redshifted» را هم «انتقال یافته به سرخ» ترجمه می کنند. گذشته از سیمای نازیبا ی چنین برابریادهایی، واژه «انتقال» خود معانی متفاوت دیگری هم در متون فیزیکی ما دارد. مترجم، به پیروی از پیشنهاد زنده یاد دکتر محمود حسینی در کتاب وندها و گهواره های فارسی، «کییدن» را که در ادبیات کهن فارسی به معنی «از جای گشتن» بوده برابر «shift» اختیار کرده است. بدین ترتیب «redshift» را «سرخ گیش» و «redshifted» را «کبیده به سرخ» یا «سرخ کبیده» ترجمه کرده است. با این گزینش ها دستکم می توان مطالب علمی را راحت تر و روان تر بیان کرد.

نمونه هایی دیگر از این «آزه سازی ها و واژه گزینی ها عبارت اند از: «فروگست» برای «differentiation»، «پس-آوار» برای «debris»، «برگذر» برای «flyby»، «ره-کاویدن» برای «explosion»، و «پرسه گرد» برای «rover». منظور از «differentiation» در اخترشناسی فرو رفتن مواد چگال تر به ژرفای یک سیاره در روزگار گذاختگی آن و بدین سان گسته شدن مواد آن از یکدیگر است. ازینرو مترجم واژه ی موجود «فروگستن» به معنی جدا شدن از هم، را برای این معنی مناسب یافته است. واژه ی دیگری که در متن های نجومی فراوان یافت می شود «debris» است. این واژه در کلان به معنی ضایعات و مواد زائد است. به ویژه به آوار به جای مانده از زلزله، رانش زمین یا سیل و مشابه آن نیز «debris» گفته می شود. در اصطلاح نجومی این واژه به معنی آواری از مواد باقیمانده و معمولاً سرگردانی است که در پی انفجار یک ستاره یا مشابه آن و یا پس از شکل گیری اجسامی نجومی به جا می ماند. مترجم برای «debris» برابر «پس آوار» به شکل فشرده ی «پساوار» را پیشنهاد کرده است تا بدین ترتیب بر اینکه این مواد «پس» از یک واقعه یا در پی یک روند نجومی باقی مانده اند تاکید شود. در علوم فضایی منظور از «flyby» گذشتن یک فضاپیما از کنار (بر) یک سیاره یا جسم نجومی دیگر است، بی آنکه در مداری به دور آن قرار گیرد. نظر به تکرار فراوان این واژه بایسته بود که برای آن برابریاده ی شایسته گزیده شود. واژه ای که در اینجا پیشنهاد شده «برگذر» است که در ادب کهن فارسی به معنی پدیده

کتاب Astronomy Today، که به نجوم امروز ترجمه شده، به خوبی از عهده ی ارائه ی تصویری روشن از دانش نجوم تا به امروز برآمده است. نظر به حجم زیاد کتاب، مناسب تر دیده شد که ترجمه ی آن در دو جلد آماده شود. کتابی که در دست دارید ترجمه ی دو جلد نخست از چهار جلد این کتاب و در بر گیرنده ی مبانی نجوم و اجرام سماوی خورشیدی و همراه با شرح دل انگیز ماموریت های فضایی به مقصد آنها است. دو جلد آخر کتاب هم، که شامل مباحثی پیرامون ستارگان، کهکشان ها، و نیز کیهان شناسی است، در قالب جلد دوم این کتاب ارائه می شود.

هدف نویسندگان نجوم امروز بسی فراتر از تملک صرفی شاخه ای از دانش بوده است. پروفیسور اریک چیسون و پروفیسور استیون لاک، گذشته از منجمان و اخترفیزیکدانانی نام آور معلمان بزرگی نیز هستند و ازینرو کتاب حاضر سرشار از زیبایی ها و به حق بازتاباننده ی شکوه نجوم است. این کتاب به خوبی می تواند برای تدریس نجوم در رشته ی فیزیک به کار آید. با این همه برای علاقمندان به نجوم نیز، گذشته از میزان شناخت آنها از فیزیک دانشگاهی، مخاطب این کتاب هستند. مدرسان نجوم دانشگاهی به ویژه می توانند به نگاهی گذرا به پنج فصل نخست داشته باشند، ضمن آنکه بی گمان در این پنج فصل نیز و به ویژه در فصل پنجم که به اساس کار انواع گوناگون تلسکوپ ها می پردازد مطالب مهمی را خواهند یافت. ضمناً عکس ها و فیلم های نجومی آموزنده فراوانی در لوح فشرده همراه این کتاب گنجانده شده است.

در ترجمه ی این کتاب در موارد بسیاری ناچار به واژه گزینی و گاه واژه سازی بوده ایم. شاید گاهی بتوان به تسامح از واژگان موجود در زبان فارسی برای برابریابی سود جست، اما بدبختانه در موارد بسیاری چنین آسان انگاری هایی پیامدهای دراز مدت نامطلوب و حتی زیانبار داشته است؛ از این زاویه که گاه عدم دقت کافی به اهمیت توجه به ساختار زبان فارسی در واژه گزینی ها موجب شده تا برخی از بنیادی ترین مفاهیم دانش نوین به درستی درک نشده و یا به کلی نا آشنا باقی بمانند. از این میان می توان از گردیدن واژه «واقعیت» به عنوان معادلی برای «fact» در متن های علمی نام برد. در این ترجمه هر جا که خواسته ایم بر معنی دقیق این واژه تاکید کنیم به ناچار خود «فکت» را بکار برده ایم. چالش واژه گزینی و واژه سازی برای هر کس که با دانش نوین سر و کار داشته باشد امری آشناست. نکته ی چالش برانگیز این است که این واژه سازی باید بر چه اصولی استوار باشد. مترجم، به پیروی از گروهی از خبرگان این عرصه، بر این دیدگاه است که واژه سازی باید مقید به دو اصل غنی سازی کارواژه ها و بکارگیری وندهای زبان فارسی باشد. پایبندی به این دو اصل، و البته لحاظ خوش آوایی، خود به خود زبان ما را نیرومندتر می سازد. در ذیل به شرح برخی از واژه گزینی ها و واژه سازی ها در این کتاب که بر پایه ی این اصول صورت پذیرفته پرداخته می شود.

در این ترجمه در حد توان از برخی آشفتگی های موجود در زبان فارسی علمی دوری گزیده ایم. یکی از شاخص ترین نمونه ها در نجوم بلاتکلیفی برای معادل «orbit» (گردیدن به دور چیزی) و «rotate» (چرخیدن به دور خود) با

بایستیم می‌شود غرب. جالب آنکه واژه‌ی امروزین باختر (به معنای غرب) به جهت مرتبط با این حرکت پسرو سیارات اشاره دارد. در بخش سوم از بندهش فارسی و بخش دوم از بندهش هندی، با عنوان یکسان «درباره فراز آفریدن روشنان»، در همان بند نخست سخن از آفریدن دوگونه از ستارگان می‌رود: «ستارگان اختر» و «ستارگان نااختر». در آنجا روشن است که مراد از ستارگان اختر ستارگانی هستند مرتبط با سیارات، یعنی ستارگانی که در برج‌های دوازده‌گانه جای دارند و آمدوشد سیارات از لابلای آنها صورت می‌پذیرد. ستارگان نااختر هم باید ستارگان بیرون منطقه‌ی برج‌ها باشند. در بندهش‌ها گویی ستارگان در حقیقت همه در برابر سیارات آفریده و گمارده شده‌اند؛ چراکه، بنا به باوری اوستایی، گوهر سیارات را اهریمن آلوده و به جنبش واداشته است. در ادبیات کهن فارسی مریخ «اختر پنجم» و مشتری نیز «خواجده‌ی هفت اختر» خوانده شده است. خورشید را هم «خسرو چهارم» و البته «شاه اختران» می‌گفته‌اند. در ابیات بسیاری نیز اختر دقیقاً به معنی سیاره بکار رفته است. رودکی می‌سراید: اخترانند آسمانشان جایگاه هفت تابنده روان در دو و داه، که منظور از دو و داه (دو و ده) برج‌های دوازده‌گانه هستند؛ و عنصری می‌گوید: ملک جو اختر و گیتی سپهر در گیتی / همیشه باید گشتن چو بر سپهر اختر. فردوسی می‌گوید: زگردنده هفت اختر اندر سپهر / یکی را ندیدم بدو راه مهر. فروغی بسطامی می‌سراید: پیرو چشم خوشش گردش هفت اختر است / ساقی فرخنده پی تا به کشش ساغر است. این نکته را هم باید گفت که مفاهیم و اصطلاحاتی چون نیک‌اختر، بداختر، اخترینی، اخترشماری و جز آن در طالع‌بینی و نجوم قدیم نیز مطلقاً به موقعیت سیارات در آسمان در یک زمان خاص پیوند داشته‌اند و نه به مکان ستارگان که طبعاً ثابت هستند. همچنانکه فردوسی می‌سراید: بسلم اندرون جست اختر نشان / همه مشتری بود طالع کمان؛ و حافظ می‌سراید: ز اخترم نظری سعد در ره است / که دوش میان ماه و رخ یار من مقابله بود. و دیگر اینکه مشتری را «اختر سعد» و کیوان را «اختر نحس» می‌گفته‌اند؛ ضمن آنکه - تا جایی که نگارنده بررسی‌شده است - در ادبیات کهن فارسی چنین نسبت‌هایی هیچگاه به ستاره‌ای داده نشده است. این نمونه‌ها مشتری از خروار هستند و لذا این ایده که اختر همان تغییر یافته‌ی اباختر و به معنی سیاره است به نظر هیچ بیهوده نمی‌رسد. ضمن آنکه این تردید باسخی روشن به این پرسش معقول باشد که بالاخره پیشینیان ما به سیاره چه می‌گفته‌اند؟ البته این هم هست که «اختر» پیش از این برابر «آسترو» (astro) اختیار شده و واژه‌ی اخترفیزیک و نواختر و ابرنواختر و تپ‌اختر و جز آن دیگر اکنون کمابیش - با افتادن - اما گله آنکه «آسترو»ی لاتین هم‌ریشه‌ی همان «ستار» پهلوی و «ستاره»ی فارسی کنونی است و برابر نهادن «آسترو» با اختر، ضمن آنکه به گمان از نظر ریشه‌شناسی واثاق ندارد، شاید ضرورتی هم نداشته است. ازینرو از خوانندگان دست‌درکار نجوم و همکارانم خواهشمندم برابر نهادن اختر با سیاره از سوی اینجانب را، که تنها در موارد معدودی که گفته شد صورت پذیرفته، با سعه‌ی صدر بنگرند و بر حقیر چندان خرده نگیرند.

از ناشر ارجمند و فرهیخته جناب آقای مهندس زارع که زحمت چاپ این کتاب را به عهده داشته‌اند خالصانه سپاسگزارم. همچنین از کارکنان محترم انتشارات نص به خاطر زحمات بی‌دریغ‌شان، و نیز از جناب آقای شریانی، خانم زارعی و همکارانشان که عهده‌دار صفحه‌آرایی کتاب بودند و با شکییابی تمام تا آخرین دقایق پیرایش‌هایی را که بر متن لازم بود اعمال کردند، صمیمانه قدردانی می‌کنم. همچنین از دوست گرانقدرم جناب آقای دکتر احسان ملکیان به خاطر تشویق‌ها و راهنمایی‌های ارزشمندشان صمیمانه سپاسگزارم.

یا امر گذرا بکار می‌رفته است. این واژه از دو بخش «بر» و «گذر» ساخته شده است. بخش دوم این واژه روی گذر فضاپیما (fly) تاکید دارد، و بخش نخست بر by (از کنار یا بر) اشاره می‌کند. برابر گرفتن کاوش یا جستجو با «exploration» همیشه درست نیست مگر در مواردی که منظور از آن معنی فرعی این واژه باشد. عموماً ترکیب «سفر اکتشافی» برابر نهاد این واژه در معنی اصلی آن اختیار می‌شود که البته در معنی کاملاً درست است. از سویی واژه‌ی «rover» که دقیقاً به معنی «پرسه‌گرد» است، در نجوم بسته به اینکه سخن از ماه یا مریخ بوده باشد «ماه‌نورد» یا «مریخ‌نورد» ترجمه می‌شود که تا اینجا کار بسیار هم خوب است. اما دشواری هنگامی بروز می‌کند که «exploration» خود با واژه‌ی دیگری بخواد ترکیبی بسازد. مثلاً «Exploration Rover» را، که نام یک ماموریت فضایی مهم و مشهور است و به فراوانی در متن بکار می‌رود، باید «مریخ‌نورد سفر اکتشافی» ترجمه کنیم که ترجمه‌ی واژه به واژه اما نازیبا و حتی ناراست است، و یا به سادگی بگوییم «مریخ‌نورد کاوش» که دقیق نیست (کاویدن به معنی سفر اکتشافی کردن نیست). مترجم واژه‌ی «ره‌کاویدن» را به همین نیت معادل «explore» قرار داده است. اینک «Rover Exploration» سرشتوار به پرسه‌گرد ره‌کاوش، «space exploration» به «ره‌کاوی فضا» و «Mars Explorer» به «ره‌کاو مریخ» ترجمه خواهد شد. نمونه‌های دیگر واژه‌گزینی‌ها عبارتند از: «canion» برای «قنابر» برای «envelope» که هر دو از فرهنگ عمید اختیار شده‌اند. اولی به معنی کنده شدگی زمین به علت جریان آب و دومی به معنی آنچه هسته‌ی در بر می‌گیرد است، و بدین ترتیب به نظر نگارنده این دو واژه‌ی برابر فارسی می‌توانند برابری مناسب باشند.

در مواردی نیز به جای برخی اصطلاحات رایج‌تر، بره‌های ترجمه اغلب ناآشنا تر اما درست‌تر را به کار برده‌ایم. مثلاً به جای «منظومه شمسی» «سازت سامانه‌ی خورشیدی» را اختیار کرده‌ایم. این گزینش از آنرو بوده که خود «سامانه» رویه‌ای پذیرفته در زبان فارسی علمی را رعایت کرده و «system» را «سامانه» ترجمه کنیم. دقیقاً از همین رو همه جا «systematic» را «سامانمند» ترجمه کرده‌ایم. این رویه را - تا آنجایی که خوانندگان را خسته نکند - در به کارگیری واژه‌هایی فنی چون «دانش» (science)، «دانشور» (scientist)، و «دانشورانه» (scientific) به جای معادل‌های جاافتاده اما غیردقیقی چون علم، دانشمند، و علمی نیز رعایت کرده‌ایم.

سیارات را اکثراً با همان نام‌های آشنای آنها خوانده‌ایم. در موارد بسیاری نیز به جای مشتری معادل آن برجیس را به کار گرفته‌ایم و این به خاطر قابلیت است که واژه‌ی «برجیس» برای ساخت ترکیبی معادل «Jovian» دارد به گونه‌ای که برابر این واژه را توانسته‌ایم «برجیسی» اختیار کنیم، و برای «Jupiter-like» نیز «مشتری-گونه» را برابر نهاده‌ایم. این در حالی است که این هر دو واژه معمولاً «مشتری-گونه» ترجمه می‌شود، که درست نیست.

مترجم در بحث «exoplanets» در فصل ۱۵ گاه واژه‌ی «اختر» را به جای سیاره بکار گرفته است تا بتواند برای این ترکیب برابر نهادی درخور به ریخت «برون‌اختر» بسازد. امروزه اختر عموماً مترادف ستاره بکار می‌رود و برخی آنرا تغییر یافته‌ی ستاره می‌دانند. اما در دایره‌المعارف ایرانیکا آمده است که اختر در فارسی پهلوی واژه‌ای بر ساخته از «اپاختر» در پارسی میانه است که در ریشه به معنی «جسم پس رونده در آسمان» یا همان سیاره بوده است (که اشاره به حرکت پسروی سیارات دارد). به تعبیر ایرانیکا، اپاختر به معنی «پشت‌سر» نیز بوده است: که چون رو به آفتاب نیمروز بایستیم می‌شود شمال، و چون رو به طلوع خورشید

پیشگفتار

جدیدترین‌ها و بهترین‌ها را برگزیده‌ایم. نمایه‌ها یا طرح‌های مثالی نیز با دقت ترسیم شده‌اند تا روند یادگیری خواننده را قوت بخشند. این نمایه‌ها از نظر آموزشی کامل‌اند و در کنار هر یک از آنها بحثی پیرامون اهمیت واقعیت‌های علمی و ایده‌های مرتبط با آن طرح مثالی ارائه شده است.

پوشش طیفی کامل و نشان طیفی

منجمان برای گردآوری اطلاعاتی دربارهٔ کیهان از تمام گستره طیف الکترومغناطیسی سود می‌جویند. در جای جای این کتاب، در کنار عکس‌هایی در نور مرئی، گاه از عکس‌هایی در طول‌موج‌های رادیویی، فروسرخ، فرابنفش، پرتو X و پرتو گاما نیز به عنوان مکمل استفاده شده است. گاهی حتی برای متخصصان هم چندان آسان نیست که در یک نگاه تشخیص دهند که کدامیک از این عکس‌ها در نور مرئی گرفته شده و کدامیک تنها تصویری بدل-رنگ از عکسی در دیگر طول‌موج‌ها است. ازینرو در کنار هر عکس نشانه‌ای به شکل  قرار داده‌ایم که مشخص می‌کند عکس مورد نظر در چه طول‌موجی گرفته شده است. همچنین به این شیوه بر اینکه تابش آن جسم در طیف موج‌هایی مهم‌تر است پافشاری می‌شود.

اهداف آموزش

بررسی‌ها نشان می‌دهند که خوانندگان تازه‌کار اغلب در تشخیص اولویت موضوعات متن به دشواری می‌افتند. برای برطرف ساختن این مشکل در آغاز هر فصل شماری (نوعاً شش تا هفت) "هدف آموزشی" را به روشنی گنجانده‌ایم. این روال به خواننده کمک می‌کند تا مطالعه خود را ساختارمند کرده و چیرگی خود بر مفاهیم کلیدی را بیازماید. این اهداف در چکیده پایان فصل، زیر نام «مرور فصل»، شماره‌گذاری شده و در آنها به متن فصل ارجاع داده شده است. این شیوه به خواننده کمک خواهد کرد تا اولویت‌ها را آسان‌تر تشخیص دهد، ضمن آنکه او را در مرور مطالب نیز یاری خواهد داد. این هدف‌ها به گونه‌ای ملموس سازماندهی و بیان شده‌اند و همچنین معیاری در اختیار خواننده قرار می‌دهند تا روند پیشرفت خود را بسنجند.

عکس‌های ترکیبی

به ندرت امکان دارد که یک تصویر، چه یک عکس باشد و چه یک نمایه (طرح) یا نگاره (نقاشی)، به تنهایی بتواند تمام جنبه‌های موضوعی ویژه را در برداشته باشد. ازینرو به منظور انتقال بیشترین مقدار اطلاعات روشن و آشکار، هر جا که امکان داشته است از عکس‌های چند قسمتی بهره جستیم:

- تصاویر ناحیه مرئی گاه با تصاویری از همان شیء در طول‌موج‌های دیگر همراه است.

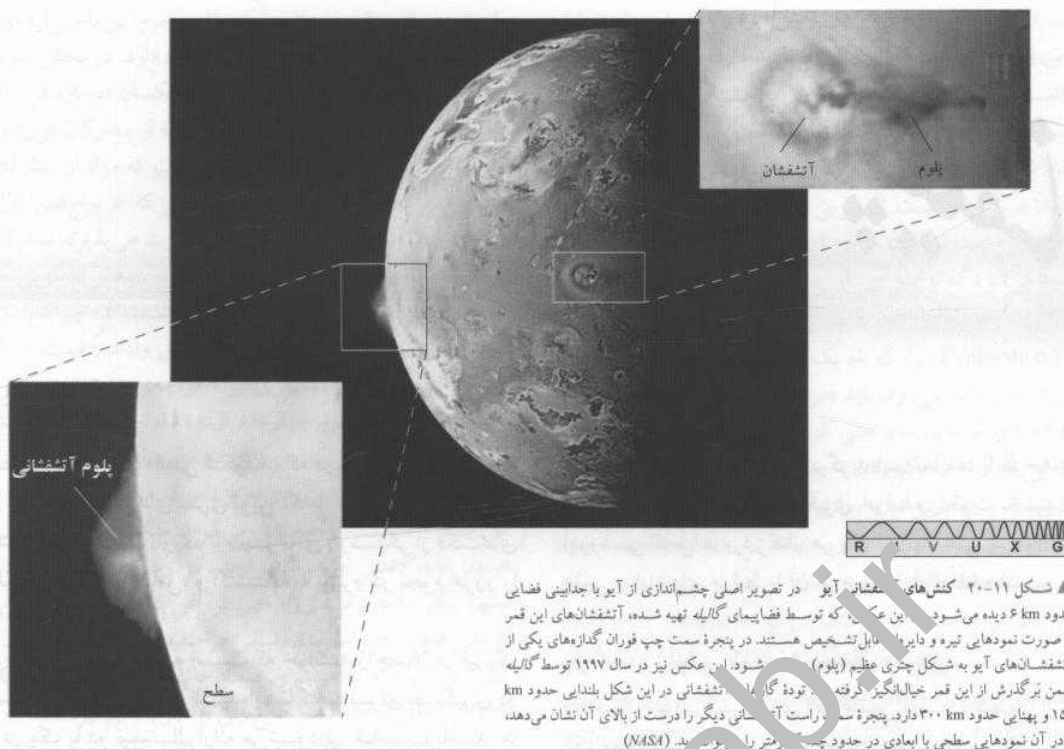
نجوم دانش بررسی کیهان است؛ دانشی شکوفنده که دریافت ما از جهان را به یاری فناوری‌های جدید و نگرش‌های نظری نوین تکامل می‌بخشد. خوشنودیم که نوشتن این کتاب مجالی فراهم آورده تا مجموعه‌ای روشن‌نگر از فکت‌های شناخته شده، ایده‌های در حال تکامل، کشفیات پیشرو در نجوم امروز را ارائه نماییم.

در کتاب نجوم امروز فرض شده است که خواننده احتمالاً در فیزیک و نجوم خبره نیست. افزون بر این کوشیده‌ایم تا کتاب برای بهره‌گیری در درس نجومی که در یک یا دو نیمسال ارائه می‌شود نیز مناسب باشد. ما در اینجا دیدگاهی فراگیر و عمدتاً توصیفی از نجوم پیشرفته‌ایم و از ورود به ریاضیات پیچیده خودداری کرده‌ایم. البته غیاب بعضی از ضمیمات پیچیده به هیچ وجه مانع بحث پیرامون مفاهیم مهم نشده است. تلاش ما بر آن بوده تا ذهن خوانندگان را به جهان شگفتی که پیرامون ماست هوشیار سازیم. ما کوشیده‌ایم تا نگارنده همان هیجانی باشیم که خود از نجوم تجربه می‌کنیم. دربارهٔ ویرایش‌های پیشین این کتاب تاکنون از سوی بسیاری از دانشجویان، استادان، و نیز خوانندگان دلبسته به نجوم بازخورد مفید و انتقادات سازنده‌ای دریافت کرده‌ایم. از همه آنها که با انتقادها و پیشنهادهایشان به ما کمک کرده‌اند تا اصول و نیز زیبایی‌های نجوم را بهتر به رشته تحریر درآوریم صمیمانه سپاسگزاریم. گوشه‌های ایشان الهام‌بخش بسیاری از ویرایش‌ها در این نوشته بوده است.

هدف ما، از همان نخستین ویرایش، نوشتن کتابی بود که علاوه بر ریزبینی به آسانی نیز خواندنی باشد. گاه نجوم از دید مردم فهرست بلندی از اصطلاحات و مطالب حفظی جلوه می‌کند. البته اصطلاحات و مفاهیم نجومی بسیاری در این کتاب معرفی شده‌اند، اما امیدواریم که خوانندگان چگونگی روند پیشرفت دانش، شیوه‌ی کار جهان، و پیوند میان پدیده‌های هستی را نیز بیاموزند و به یاد بسپارند. در این کتاب بر اینکه چگونه منجمان دانسته‌های خود را گرد می‌آورند توجه ویژه‌ای داشته‌ایم. همچنین بر آن دسته از مبانی دانش که زیرساخت فعالیت‌های منجمان و روند اکتشافات آنها را تشکیل می‌دهند پای فشرده‌ایم. نجوم به تندی در حال تکامل است. با این همه مطالب اکثر فصل‌ها در این ویرایش با بهره‌گیری از اطلاعات جدید به روز شده‌اند.

آموزش از طریق نمایه‌ها و نگاره‌ها

نمایه‌ها (تصاویر طراحی شده) و نگاره‌ها (تصاویر نقاشی شده)، چه در آموزش نجوم و چه در کسب مهارت در آن، نقش مهمی ایفا می‌کنند. در این کتاب بر طرح و نقاشی تصاویر تأکید زیادی شده است. سعی کرده‌ایم که در نقاشی‌های هنرمندانه‌ای که کتاب را آراسته‌اند زیبایی و باریک‌بینی علمی را با یکدیگر بیامیزیم. به این منظور از میان نگاره‌های کشیده شده از اجسام کیهانی



▲ شکل ۱۱-۴۰ کنش‌های آتشفشانی آریو در تصویر اصلی چشم‌اندازی از آریو یا جدایی‌ی فضایی حدود ۶ km دیده می‌شود. این عکس، که توسط فضاییمای گالیله تهیه شده، آتشفشان‌های این قمر به صورت نموده‌هایی تیره و دایره‌ای قابل تشخیص هستند. در پنجره سمت چپ فوران گدازه‌های یکی از آتشفشان‌های آریو به شکل چتری عظیم (پلوم) می‌شود. این عکس نیز در سال ۱۹۹۷ توسط گالیله ضمن برگزشتن از این قمر خیال‌انگیز گرفته شده. توده گدازه آتشفشانی در این شکل بلندایی حدود ۱۵۰ و پهنایی حدود ۳۰۰ km دارد. پنجره سمت راست آتشفشانی دیگر را درست از بالای آن نشان می‌دهد، و در آن نموده‌هایی سطحی یا ابعادی در حدود چند متر را می‌توان دید. (NASA)

بر پایه آنها بنا شده به خاطر آورده و اگر لازم باشد آنها را دوباره مرور کند. در ارجاع به (۳-۴) در آخر یک جمله به این اشاره دارد که مبنای مطلبی که عنوان شده پیش از این در بخش ۳ از فصل ۴ بیان شده است. بدین ترتیب این ارجاعات مفهومی آبی رنگ در واقع پل‌هایی کلیدی میان مفاهیم‌اند.

عبارت‌های کلیدی

نجوم نیز همان‌طور که دیگر شاخه‌های معرفت بشر برای خود دارای ترم‌شناسی یا فرهنگ واژگانی است اصطلاحات نجومی مهم در نخستین بازی که در متن پدیدار می‌شوند ذخیره بسته شده‌اند تا بدین سان آن اصطلاح راحت‌تر در ذهن خواننده جای بگیرد. همین اصطلاحاتی، همراه با شماره صفحه، در چکیده پایانی همان فصل دوباره آورده شده‌اند.

کادرهای «وارسی مفاهیم» و «پیگیری روند دانش»

درون متن هر فصل چند پرسش با عنوان «وارسی مفاهیم» و نیز «پیگیری روند دانش» گنجانده شده است. خواننده برای پاسخ به پرسش‌های درون کادر «وارسی مفاهیم» باید بعضی موضوعاتی را که کمی پیشتر خوانده به یاد آورد. برای پاسخ به پرسش‌های درون کادر «پیگیری روند دانش» خواننده اغلب باید موضوع را در بافتاری وسیع‌تر در نظر بگیرد و نقش مطالب بیان شده را در روند پیشرفت دانش درک کند.

وارسی مفاهیم

«تابستان» و «زمستان»، به معنای نجومی آن، چه تعریفی دارند و چرا ما در این فصول صورت‌های فلکی متفاوتی را می‌بینیم؟

- گاه به منظور شرح و بیان بهتر یک عکس نجومی واقعی، در کنار یا بر روی آن، از خطوطی ترسیمی استفاده شده است تا خواننده آنچه را که عکس در پی آشکار ساختن آن است واقعاً «بیند».
- برای اینکه جزئیات یک تصویر در متنی بزرگتر درک شود، گاهی از چند تصویر تو در تو استفاده شده است. در چنین مواردی نخست تصاویر در زوایایی گسترده، و به تدریج در زوایایی بسته‌تر - و لذا با ریزنگری بیشتر - نشان داده شده‌اند.

ارجاع‌های مفهومی

در نجوم، همچون بسیاری از انتظام‌های علمی دیگر، تقریباً هر مبحثی بر شالوده‌ای از مباحث دیگر استوار است. به ویژه پیوند میان موضوعات نجوم و اصول فیزیک (که در نخستین فصل‌های کتاب بیان شده‌اند) بسیار حیاتی است. عملاً تمامی مطالب فصل‌های ۶ تا ۲۸ بر پایه مطالب پنج فصل اول استوار هستند. برای مثال وقتی خواننده در فصل ۲۵ با مبحث کِش به سرخ شدید (high red-shift) در طیف برخی اجسام نجومی روبرو می‌شود نه تنها باید آنچه را که در فصل ۲۴ درباره قانون هابل آموخته به خاطر آورد بلکه باید مطالب گوناگون دیگری را نیز در حافظه خود جستجو کند؛ از جمله قانون عکس مجذوری (فصل ۲)، طیف ستاره‌ای (فصل ۴)، و کِش دوپلری (فصل ۳). به همین سان، مباحث جرم ستارگان در سامانه‌های دوتایی (فصل ۱۷) و چرخش کهکشان‌ها (فصل ۲۳) بر مبنای قوانین کپلر و قوانین نیوتن (فصل ۲) استوار هستند. در کلان، موضوعات مربوط به اجسام نجومی جدید، و نیز مفاهیم نجومی نوین، اساساً با مقایسه با موضوعاتی که پیشتر در متن مطرح شده‌اند درک‌پذیر خواهند بود.

ارجاع‌های مفهومی، که به رنگ آبی هستند، با اشاره به بخش و فصلی که پیشتر مطالعه شده به خواننده کمک می‌کند تا اصولی را که موضوع مورد بحث

بیان دقیق‌تر ۱-۱

اندازه‌گیری زاویه

معمولاً اندازه و مقیاس اجسام با اندازه‌گیری طول‌ها و زاویه‌ها مشخص می‌شود. مفهوم اندازه‌گیری طول برای اکثر مردم امری بدیهی است، ولی اندازه‌گیری زوایا ممکن است که برای بعضی کمتر آشنا باشد. اما اگر چند مطلب ساده را در نظر داشته باشیم این مفهوم نیز عادی خواهد شد:

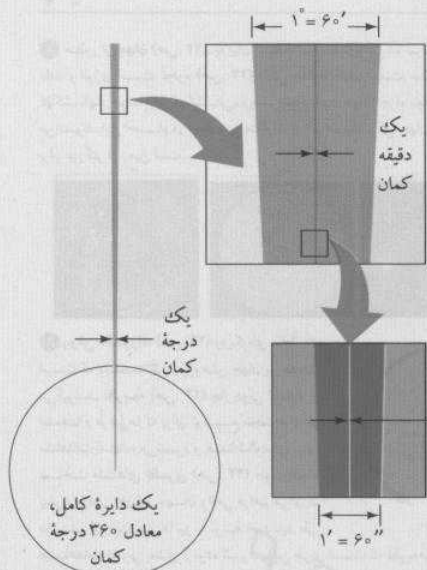
• یک دایره کامل 360° درجه (360°) است. لذا یک نیم‌دایره در آسمان که از بالای سر ما رد شده و از افق تا افق کشیده شده باشد 180° است.

• هر جزء یک درجه‌ای (1°) را می‌توان به کسرهایی از درجه، که آن را دقیقه کمان می‌خوانند، تقسیم کرد. هر درجه 60 دقیقه کمان است (که می‌نویسیم $60' = 1^\circ$). برای اینکه این یکای زاویه با یکای زمان اشتباه نشود از کلمه کمان استفاده می‌کنند. خورشید، و هم‌طور ماه، در آسمان زاویه‌ای معادل 30 دقیقه کمان (یا نیم درجه) دارند. اگر دست‌تان را در حالت کشیده نگه دارید و به انگشت کوچک خود نگاه کنید آن وقت آن را تحت زاویه‌ای به همین مقدار، یا کمی بیشتر، حدود $30'$ خواهید دید. به این ترتیب در این حالت انگشت شما پُرش به اندازه $30'$ را از کمانی 180° درجه‌ای که از افق تا افق کشیده می‌شود) می‌پوشاند.

• یک دقیقه کمان را می‌توان به 60 ثانیه کمان ($60''$) تقسیم کرد. به عبارت دیگر یک ثانیه کمان معادل $1/60^\circ$ درجه است و یک ثانیه کمان معادل $1/60 \times 1/60 = 1/3600^\circ$ از یک درجه. یک ثانیه کمان در واقع یکای بسیار کوچکی برای اندازه‌گیری زاویه محسوب می‌شود. بزرگی زاویه‌ای یک سکه کوچک از فاصله یک متری تقریباً یک ثانیه کمان دیده می‌شود.

شکلی که در اینجا می‌بینید تقسیم بی‌پایان زاویه را به یکاهای کوچکتر نشان می‌دهد.

یکاهایی که برای سنجش زوایا استفاده می‌کنیم ابتدا ممکن است گیج‌کننده باشند. دقیقه کمان و ثانیه کمان هیچ ارتباطی با اندازه یک زمان یا یکای درجه نیز در اینجا سر و کاری با اندازه‌گیری دما ندارد. درجه، دقیقه، ثانیه کمان برای اندازه‌گیری اندازه و موقعیت اجسام تعریف شده‌اند.



بزرگی زاویه‌ای یک جسم به بزرگی واقعی آن و نیز به فاصله آن از ما بستگی دارد. برای مثال، ماه در فاصله کنونی‌اش از زمین قطری زاویه‌ای معادل $55'$ یا $30'$ دارد. اگر ماه دو برابر دورتر باشد اگر چه اندازه واقعی آن تغییری نمی‌یابد اما بزرگی زاویه‌ای‌اش نصف و به مقدار $15'$ می‌رسد. بنابراین، بزرگی زاویه‌ای به خودی خود برای تعیین قطر واقعی یک جسم کافی نیست، بلکه فاصله تا جسم نیز باید معلوم باشد. در بیان دقیق‌تر $3-1$ با تفصیل بیشتری به این موضوع بازمی‌گردیم.

کادر «اکتشاف»

این کادرها دربردارنده انواع گسترده‌ای از موضوعات تکمیلی جالب هستند. این جلوه‌ها در کتاب، بینش خواننده را نسبت به اینکه دانش چگونه تکامل می‌یابد قدرت می‌بخشد و منظور ما را از پافشاری بر عبارت «روند دانش» روشن‌تر می‌سازد.

کادر «بیان دقیق‌تر»

موضوعاتی که در متن به طور کیفی بحث شده‌اند در کادرهایی با عنوان «بیان دقیق‌تر» در قالبی کمی و دقیق‌تر ارائه می‌شوند. جدا کردن این مطالب از روایت اصلی متن و قرار دادن آنها در کادرهایی جداگانه به مدرسان اجازه می‌دهد تا متناسب با سطح مخاطب خود از کتاب بهره بگیرند. به این ترتیب که این موضوعات را می‌توان چنان مباحثی تکمیلی در قالب متن اصلی درس گنجانید، و یا مطالعه آن را به دانشجویانی که این موضوعات را جالب می‌بینند واگذار کرد.

اکتشاف ۱-۲

اصول انقلاب کپرنیکی

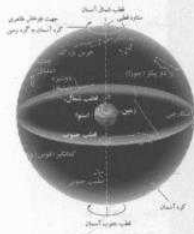
هفت نکته زیر بیان خود کپرنیک است. مطالبی که ابرانیک (مایل) نوشته شده‌اند توضیحات بیشتر هستند.

۱. افلاک آسمان مرکزیتی مشترکی ندارند. زمین مرکز همه چیز نیست.
۲. مرکز زمین مرکز جهان نیست، بلکه تنها مرکز گرایش و مرکز مدار ماه است.
۳. تمام کرات به دور خورشید می‌گردند. منظور کپرنیک از کرات، همان سیارات است.
۴. نسبت فاصله زمین تا خورشید به ارتفاع گنبد آسمان آنقدر از نسبت شعاع زمین به فاصله زمین تا خورشید کمتر است که فاصله تا خورشید در مقایسه با فاصله تا گنبد آسمان ناچیز به شمار می‌رود. منظور او این است که فاصله ستارگان از ما بسیار بیش از فاصله خورشید از ما است. منظور از گنبد آسمان هم ستارگان دور دست هستند.

۵. حرکت گنبد آسمان حرکت خود آن نیست، بلکه متعلق به زمین است. زمین به دور دو قطب ساکن‌اش چرخشی روزانه را انجام می‌دهد، در حالی که گنبد آسمان به عنوان بالاترین موجود سماوی بی‌حرکت است. از آنجا که ستارگان بسیار دور از ما واقع‌اند تمامی حرکات ظاهری آنها ناشی از چرخش زمین است.
۶. حرکت‌های خورشید از خود آن نیستند، بلکه حرکت زمین‌اند. به طور مشابه، حرکت‌های ظاهری روزانه و سالانه خورشید در واقع ناشی از حرکت‌های مختلف زمین هستند.
۷. حرکت پسر و سیارات متعلق به خود آنها نیست، بلکه از آن زمین است. در مدل خورشیدمرکزی حرکت پسر و سیارات به عنوان نتیجه‌ای از حرکت زمین توضیح داده می‌شود.

مرور فصل

چکیده



الگوهایی به نام صورت‌های فلکی (ص. ۲۶) گروه‌بندی کردند. تصور منجمان اولیه چنین بود که ستارگان به یک کره سماوی (ص. ۲۸) سترگ، که زمین نیز در مرکز آن واقع است، چسبیده‌اند. صورت‌های فلکی فاقد هر گونه اهمیت فیزیکی‌اند، اما برای منطقه‌بندی آسمان مفید واقع می‌شوند. محور زمین کره سماوی را در دو نقطه قطع می‌کند. این نقاط را قطب‌های شمال و جنوب آسمان (ص. ۲۸) می‌گویند.

سطح مقطع صفحه گذرنده از استوای زمین و کره آسمان را استوای آسمان (ص. ۲۸) می‌نامند. مختصات آسمانی (ص. ۳۰) روش بسیار دقیق‌تری برای تعیین مکان ستارگان بر کره آسمان محسوب می‌شود. حرکت شبانه ستارگان بر پهنه آسمان ناشی از چرخش زمین (ص. ۲۸) به دور محور خود است. روز خورشیدی یا شبانه‌روز (ص. ۳۱) فاصله زمانی میان دو ظهر پیاپی است. روز نجومی (ص. ۳۱) فاصله زمانی میان دو طلوع پیاپی هر یک از ستارگان است. به دلیل گردش (ص. ۱۳) زمین به دور خورشید، روز خورشیدی چند دقیقه از روز نجومی طولانی‌تر است. در نتیجه گردش زمین (به دور خورشید)، در زمان‌های مختلف سال صور فلکی متفاوتی را

منظور از جهان (ص. ۲۲)، به بیان ساده، تمامیت دربرگیرنده سرتاسر فضا، زمان، ماده، و انرژی است. نجوم (ص. ۲۲) دانش مطالعه جهان است. سیاره‌ها، ستارگان، کهکشانها، خوشه‌های کهکشانی، و سرنجام خود جهان اجزاء بنیادی کیهان شمرده می‌شوند. این اجسام در ابعاد بسی متفاوت از هم هستند. کل جهان میلیاردها میلیارد برابر بزرگتر از زمین است.



روش دانش‌ورانه (ص. ۲۲) رویکردی سامانمند است که دانشمندان در پژوهش جهان به خدمت می‌گیرند. نظریه (ص. ۲۴) چارچوبی است از ایده‌ها و فرض‌ها که برای توضیح مجموعه‌ای از مشاهدات استفاده می‌شود و ضمناً شالوده‌ای برای ساخت مدل‌های علمی (ص. ۲۴) جهت انجام پیش‌بینی‌های دربار جهان واقعی فراهم می‌آورد. درستی این پیش‌بینی‌ها نیز به نوبه خود باید طی مشاهدات تجربی سنجی آزموده شود. بدین طریق است که نظریه‌ها گسترش یافته و علم به پیش می‌رود. نخستین ناظران آسمان را انسان‌ها بودند. امروزه با چشم برهنه را در قالب



کادر «مرور فصل»

- هر فصل با پیشنهاد چند فعالیت فردی و گروهی خاتمه می‌یابد. در فعالیت فردی از خواننده خواسته می‌شود تا خود به مشاهده یا پژوهشی خاص بپردازد. در فعالیت گروهی کار مشاهده یا پژوهش سنگین‌تر بوده و انجام آن به همکاری گروهی نیازمند است. گاهی نیز موضوعی را مطرح کرده‌ایم تا گروه با یکدیگر در باره‌ی آن بحث و تبادل نظر کنند.

قدردانی

در این پریش کتاب به تحلیل‌های منتقدانه‌ی بسیاری از همکاران خود توجه کرده‌ایم. پیش از این آنها دامنه‌ی گسترده‌ای را در بر می‌گیرد؛ از سازمانده‌ی کلی کتاب که موضوع علم عامی است گرفته تا باریک‌نگری فنی جملات که امری موشکافانه است. از منتقدانی که خوانندگان هفت ویرایش نخست این کتاب نیز بسیار سود برده‌ایم، و همچنین از تمامی این خوانندگان صمیمانه قدردانی می‌کنیم؛ همچنین از ری ویرارد (از موسسه‌ی علمی تلسکوپ فضایی) به پاس همکاری در زمینه دنباله‌دارها، و از کارول آدکر (دانشگاه کارولینای شرقی)، دیوید زیگلر (کالج هانیبال لاگرانژ)، فیلیپ لانگیل (دانشگاه کالگری)، چانک نیدرمتز و استیو ملما (هر دو از کالج گوستاوویوس آدوفوس) برای تهیه و تجدید منابع رسانه‌ای تشکر می‌کنیم، و نیز از تیم اسلیتر (دانشگاه آریزونا) به خاطر شرکت در طراحی پرسش‌های چندگزینه‌ای آخر هر فصل سپاسگزاریم.

اریک چیسون
استیو مک‌میلان

پرسش‌ها و مسائل آخر هر فصل

- پایان هر فصل دارای ۲۰ پرسش است که به منظور مرور و بحث روی موضوعات فصل طراحی شده‌اند. از این پرسش‌ها می‌توان برای مرور مطلب در کلاس درس و یا تکلیف بهره جست. در کلان برای پاسخ به این پرسش‌های مروری باید به متن فصل بازگشت، اما گاهی هم باید به موضوع یاد شده توجهی ژرف‌تر کرد. پاسخ به این دسته از پرسش‌ها اغلب، افزون بر تکیه بر دانسته‌ها، به داوری فردی نیز وابسته و حتی نیازمند است. همچون تمام بحث‌ها، این پرسش‌ها نیز گاهی پاسخی «یکتا» ندارند.
- پایان هر فصل ۲۰ خودآزمایی هم دارد. ده خودآزمایی نخست گزاره‌هایی «چند گزینه‌ای» هستند که از میان گزینه‌ها تنها یکی درست است. ده تای دیگر تک-گزاره‌ای هستند و خواننده باید درست یا نادرست بودن هر یک را مشخص کند. این خودآزمایی‌ها خواننده را در ارزیابی درک خود از مطالب فصل یاری می‌کنند (پاسخ پرسش‌های «چند گزینه‌ای» در سی‌دی همراه کتاب گنجانده شده است - م).
- پایان هر فصل تعدادی مسئله دارد. این مسائل بر پایه متن فصل بوده و پاسخ به آنها نیزمند انجام محاسبه است. بسیاری اوقات این مسائل مستقیماً به برخی موضوعات کمی در متن درس مربوط هستند که در خود متن بر روی آنها به تفصیل کار نشده است. پاسخ این سئوالات کلمه به کلمه در متن درس یافت نمی‌شود، اما اطلاعات لازم برای حل آنها را می‌توان در متن پیدا کرد (پاسخ برخی از مسائل را می‌توانید در سی‌دی همراه کتاب بیابید - م).