

دانش و مفاهیم پایه در فن آوری فضا

مؤلفان:

دکتر حسن سالاریه

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف

دکتر فرهاد خالوزاده

عضو هیات علمی دانشگاه امام حسین (ع)

مؤلفان
موانتورد
Publishing House AVIATOR

تابستان ۱۴۰۰

سرشناسه: سالاریه، حسن، ۱۳۵۹
 عنوان و نام پدیدآور: دانش و مفاهیم پایه در فن آوری فضا/ حسن سالاریه، فرهاد خالوزاده.
 مشخصات نشر: تهران: شرکت هوافضای برآ، انتشارات هوانورد، ۱۴۰۰.
 مشخصات ظاهری: ۶۱۰ ص.
 شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۵۹۰-۲۱-۰
 وضعیت فهرست نویسی: فیا
 موضوع: ماهواره ها Artificial satellites
 ماهواره ها -- مدارها Artificial satellites -- Orbits
 ایستگاه های فضایی Space stations
 صنایع هوافضا Aerospace industries
 فضاشناسی Space sciences
 شناسه افزوده: خالوزاده، فرهاد، ۱۳۴۰
 رده بندی کنگره: TLV۹۶
 رده بندی دیویی: ۶۲۹/۴۶
 شماره کتابشناسی ملی: ۸۴۹۲۳۸۹
 اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیا

انتشارات
هوانورد
 Publishing House **AVIATOR**

نام کتاب: دانش و مفاهیم پایه در فن آوری فضا
 مؤلفان: دکتر حسن سالاریه، دکتر فرهاد خالوزاده
 ناشر: هوانورد
 نوبت چاپ: اول
 سال چاپ: ۱۴۰۰
 شمارگان: ۵۰۰
 قیمت: ۱۲۵۰۰۰۰ ریال
 شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۵۹۰-۲۱-۰

◀ کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است. نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب
 و با اشاره به نام ناشر مجاز است.
 ▶ برای تهیه این کتاب می توانید به وبگاه **www.aeroshop.ir** مراجعه کنید
 یا با شماره تلفن ۷۷۸۵۰۲۵۹ - ۰۲۱ تماس حاصل فرمائید.

فهرست مطالب

فصل ۱: تاریخچه مکانیک مدارهای فضایی	۱۵
۱-۱- مقدمه	۱۶
۲-۱- در جستجوی مرکز عالم	۱۶
۳-۱- کشف قانون کیهانی	۲۰
۴-۱- قوانین حرکت سیاره‌ای کپلر	۲۳
۵-۱- تاریخچه ماهواره‌ها	۲۵
۶-۱- منابع	۳۹
فصل ۲: مکانیک وضعیت	۴۱
۱-۲- مقدمه	۴۲
۲-۲- سینماتیک و سینتیک ذره	۴۲
۱-۲-۲- سینماتیک ذره	۴۲
۲-۲-۲- سینتیک ذره	۴۵
۳-۲- سینماتیک و سینتیک جسم صلب	۴۸
۱-۳-۲- سینماتیک جسم صلب در صفحه	۴۸
۲-۳-۲- سینتیک جسم صلب در صفحه	۵۴
۳-۳-۲- سینماتیک جسم صلب در فضا	۵۷
۴-۳-۲- سینتیک جسم صلب در فضا	۶۳
۵-۳-۲- معادلات حرکت	۶۴
۴-۲- سینماتیک و سینتیک وضعیت ماهواره	۶۵
۱-۴-۲- وضعیت ماهواره	۶۵
۲-۴-۲- روش‌های توصیف وضعیت	۶۶
۳-۴-۲- سینماتیک و سینتیک وضعیت ماهواره	۷۶
۴-۴-۲- استخراج معادلات دینامیکی ماهواره به همراه بوم	۸۰
۵-۲- منابع	۸۳

۸۵	فصل ۳: مکانیک مداری
۸۶	۱-۳- مقدمه
۸۶	۲-۳- دینامیک حرکت دو جسم و قوانین کپلر
۸۶	۱-۲-۳- جرم کاهیده و دستگاه مرکز جرم
۹۰	۲-۲-۳- استخراج قانون اول کپلر
۹۴	۳-۲-۳- استخراج قانون دوم کپلر
۹۸	۴-۲-۳- استخراج قانون سوم کپلر
۹۹	۳-۳- مروری بر ساختار فضا
۱۰۲	۲-۳-۳- مقاطع مخروطی
۱۰۳	۳-۳-۳- پارامترهای مداری
۱۰۶	۴-۳-۳- انواع مدارها
۱۱۷	۵-۳-۳- رابطه سرعت مداری با ارتفاع
۱۱۸	۴-۳- معرفی دستگاه‌های مختصات توصیف حرکت ماهواره‌ها در فضا
۱۱۸	۱-۴-۳- خط اعتدال بهاری
۱۱۹	۲-۴-۳- دستگاه لخت در مرکز زمین
۱۲۰	۳-۴-۳- دستگاه در مرکز زمین و متصل به زمین
۱۲۰	۴-۴-۳- دستگاه مداری زمین مرکز
۱۲۱	۵-۴-۳- دستگاه مداری
۱۲۲	۶-۴-۳- دستگاه بدنه
۱۲۲	۷-۴-۳- دستگاه LLA
۱۲۲	۸-۴-۳- دستگاه افقی مماس بر سطح زمین
۱۲۳	۹-۴-۳- مرجع زمانی
۱۲۵	۱۰-۴-۳- تبدیل بین دستگاه‌های مختصات
۱۳۱	۵-۳- روش‌های تعیین موقعیت، دینامیک و مانور مداری
۱۳۱	۱-۵-۳- روش‌های تعیین موقعیت مداری
۱۴۲	۲-۵-۳- دینامیک مداری

۱-۱- مقدمه

علم مکانیک مدارهای فضایی، بخشی از دانش فضایی است که به بررسی حرکت اجرام سماوی اعم از طبیعی و مصنوعی تحت اثر مستقیم گرانش سایر همسایگان فضایی خود می‌پردازد. برای درک صحیح این علم باید به صدها سال قبل برگردیم، یعنی به زمانی که یافتن مدلی صحیح جهت پاسخگویی به چگونگی حرکت اجرام منظومه شمسی نسبت به هم بزرگترین هدف اندیشمندان آن روزگار بوده است. در این راه خواهیم آموخت که مباحثات فراوان بر سر یافتن مرکز عالم چگونه پای نوع بشر را به فضا باز کرد.

در پایان این فصل اطلاعات مربوط به اولین ماهواره‌هایی که تکنولوژی فضایی را ارتقا دادند شامل اولین ماهواره‌ی پرتاب‌شده در تاریخ ۴ اکتبر ۱۹۵۷ توسط اتحادیه جماهیر شوروی با نام Sputnik 1 تا ماهواره MERIDIAN 4 که در تاریخ ۴ می ۲۰۱۱ به فضا پرتاب شد، ارائه شده است.

۱-۲- در جستجوی مرکز عالم

قرن‌ها قبل از اینکه بشر حتی به فکر سفر به فضا بیفتد و یا آرزوی بودن در سرزمین دیگری غیر از زمین را در سر راه دهد، صحبت درباره مدارهای فضایی محدود به مدار سیارات و ستاره‌ها به دور زمین می‌شده است. در طول تمام آن سال‌ها مدل‌های مختلف و متنوعی از حرکت اجرام سماوی ارائه گردید. برخی از آنها چنان در عمق جان مردم خانه کرد که تا چند هزار سال حاکم مطلق آسمان بودند و برخی دیگر تنها توسط ارائه‌دهنده خود به رسمیت شناخته می‌شدند. در ودا، کتاب مقدس هندوها که مجموعه نوشته‌شده‌ای از تعلیم مکتب هندویی در روزگاران بسیار کهن است، بارها قید شده که زمین به دور خورشید می‌چرخد و خورشید مرکز عالم است. از گفته‌های حکیم بزرگ هندو، یاجنوالکیا که حدود قرن هشتم و نهم قبل از میلاد می‌زیسته است، کاملاً آشکار است که وی معتقد بوده زمین به شکل کره است و خورشید مرکز کره سماوی (جهان) است.

در ودا می‌توان نکات آموزنده‌ای از میزان دانش هندوان باستان نسبت به فضا به دست آورد. برای مثال در نوشته‌های یک برهمن هندو، فاصله زمین تا خورشید با دقت شگفت‌آوری اندازه گرفته شده است. ارسطو، فیلسوف شهیر یونانی در حدود ۳۵۰ قبل از میلاد مسیح، مدلی از جهان ارائه داد که برای حدود ۲۰۰۰ سال مبنای نگاه بیشتر جامعه علمی دنیا به محیط اطراف خود بود. ارسطو معتقد بود که خورشید، سیارات و تمامی ستاره‌ها در مداری کاملاً دایره شکل به دور زمین که در مدل او ثابت و فاقد حرکت فرض شده بود، می‌چرخند.

او در فصل ۱۳ از کتاب دوم مجموعه «در آسمانها» عقیده دانشمندان یونانی قبل از خود را درباره آسمان چنین بیان می‌کند: «آنگونه که می‌گویند در مرکز عالم آتشی بزرگ افروخته شده است و زمین یکی از

ستاره‌هاست که بر دور آتش می‌چرخد و به واسطه آن روز و شب پدید می‌آید.» ارسطو این نظریه را رد کرد و زمین را مرکز عالم فرض نمود (شکل ۱-۱).

در طی قرن‌ها، نفوذ عقیده ارسطویی در اذهان مردم به قدری قوی و استوار شده بود که کلیسای کاتولیک پس از رسیدن به قدرت این تئوری را به عنوان مبنای دیدگاه خود نسبت به جهان هستی پذیرفت و با قدرت و نفوذ معنوی خود جایگاه آن را محکم‌تر کرد. نتیجه مستقیم چنین اعمال نفوذی از سمت کلیسای کاتولیک این بود که گالیله هنگامی که پس از ۱۹۵۰ سال عقیده خود را که مخالف مدل ارسطویی بود، اعلام نمود، دستگیر و تهدید به اعدام شد.



شکل ۱-۱. مقایسه دو مدل زمین مرکزی و خورشید مرکزی

آریابهاتا ریاضیدان و منجم بزرگ هندی در اوایل قرن ششم میلادی در کتاب خود که آریابهاتیا نامیده می‌شود، به تبعیت از اسلاف هندی خود، مدل خورشید مرکزی را ارائه نمود و تأکید کرد که زمین علاوه بر چرخش به دور خورشید، به دور خود نیز می‌چرخد. همچنین طبق اسناد به دست آمده تا امروز، آریابهاتا اولین کسی است که به بازتاب نور خورشید از سطح ماه و سایر سیارات منظومه شمسی اشاره کرده و دلیل روشن بودن آنها را این موضوع اعلام نموده است. همچنین در کمال تعجب مشاهده می‌کنیم که وی اولین کسی بوده که به بیضی بودن مدار سیارات به دور خورشید اشاره می‌نماید (شکل ۱-۲).