

## دیباچه

بدون عزمی جزم یا دست کم اندکی علاقه‌مندی، کسی را یارای دست و پنجه نرم کردن با دگرگونی‌های بی‌وقفه‌ی جو عرض‌های میانه نخواهد بود. ساکنین این بخش از سیاره که در آن، سامانه‌های جوی یکی از پی‌دیگری پدید می‌آیند و می‌روند برای مشاهده‌ی دگرگونی‌های جوی که گاه خیلی هم شدید است ناچار نیستند چندان شکیبایی به خرج دهند. آن دسته از طبیعی‌دان‌های علاقه‌مند به جو که غالباً علاقه‌ی آنها رنگ اشتیاق به خود گرفته بر این باورند که این دگرگونی‌ها را قوانین بنیادین فیزیک رهبری می‌کنند. همان قوانینی که صدها سال پیش نیوتن تدوین کرده است. قریب صد سال است که نحوه‌ی استفاده از این قوانین در تحلیل دینامیک شاره‌های جوی دقیقاً مشخص شده و شاخه‌ی جدیدی از فیزیک را پدید آورده است.

این کتاب درآمدی است بر تبیین ریاضی و فیزیکی دینامیک جو در عرض‌های میانه و برای دانشجویانی نوشته شده که از پیش‌زمینه‌ای قوی در فیزیک کلاسیک برخوردارند و با حسابان آشنایی عملی دارند.

اگر به کتاب‌های درسی متعارف نگاهی بیاندازیم خواهیم دید که نویسنده هرآنچه را می‌دانسته بدون توجه به این که آیا این مطالب با هدف‌های آموزشی کتاب ربط دارند یا نه پشت سر هم ردیف کرده است. من سال‌ها است که این درس را برای صدها دانشجو تدریس کرده‌ام و دو انگیزه مرا واداشت تا به تدوین این کتاب بپردازم. نخست آن که دانشجویانم

همواره از متون درسی موجود شکایت داشتند و می‌گفتند که در این کتاب‌ها مراحل ریاضی استخراج معادلات جوی به طور کامل بیان نشده و این کتاب‌ها بیش از آن‌که آموزنده باشند مایه‌ی سرخوردگی هستند. دانشجویان از این که مطالب را سر کلاس درس بسیار ساده می‌یافتند ولی همان شب آن‌ها را در کتاب‌خانه بسیار سخت و سردرگم کننده می‌دیدند دچار حیرت می‌شدند. دوم آن‌که در زمینه‌ی کاربرد اصول دینامیک در مسائل اصلی هواشناسی هم‌دید- دینامیک نوین کتابی مختصر و مقدماتی وجود نداشت؛ مسائلی همچون پیش‌یابی حرکات عمودی، جبهه و جبهه‌زایی و دینامیک چرخه‌ی حیات چرخنده‌ها هم از بینشگاه تاوایی بالقوه و هم از بینشگاه اُمگا.

در این کتاب کوشیده‌ام تا هر دو نقصه را رفع کنم. به همین سبب مقدمه‌ای بر دینامیک جو نگاشته و کاربردهای آن را در شناخت سامانه‌های جوی عرض‌های میانه بیان کرده‌ام. در این راه، هم به جزئیات ریاضی پرداخته‌ام و هم مفاهیم را عمیقاً بحث کرده‌ام. لحن این کتاب را به گونه‌ای برگزیده‌ام که خواننده حس کند کسی که عمیقاً به موضوع علاقمند است با او سخن می‌گوید. امیدوارم این لحن بتواند به دانشجویانی که اولین درس خود را در این زمینه می‌گذرانند کمک کند که این کتاب را راهنمایی صدیق بیابند. پنج فصل اول این کتاب برای دانشجویان دوره‌ی کارشناسی طراحی شده که نخستین درس خود را در زمینه‌ی دینامیک جو می‌گذرانند. در فصل اول به ابزارهای ریاضی مورد نیاز پرداخته‌ام و در فصل دوم نیروهای بنیادین و ظاهری حاکم بر زمین در حال چرخش بحث شده است. در فصل سوم قوانین بنیادین پایستگی جرم، تکانه و انرژی بیان شده و در طی همین بحث معادله‌ی پیوستگی، معادلات حرکت و معادله‌ی انرژی را مطرح ساخته‌ام. در فصل چهارم به یاری روش‌های مختلف تقریب، معادلات حرکت را ساده کرده‌ام و از این طریق ویژگی‌های اساسی جریان‌های جوی عرض‌های میانه را بیان کرده‌ام. در فصل پنجم رابطه‌ی میان گردش، تاوایی و واگرایی را گفته‌ام و دستگاه معادلات زمینگردوار را نیز معرفی کرده‌ام.

چهار فصل بعدی کتاب برای دانشجویانی طراحی شده که قبلاً درس هواشناسی همدید دینامیک را گذرانده‌اند و دروس آزمایشگاهی مربوطه را که لازمی چنین درسی است پشت سر گذاشته‌اند.

در فصل ششم به پیش‌یابی حرکات عمودی و در فصل هفتم به بررسی جبهه در مقیاس میانه و همدید پرداخته‌ام. جبهه از خصوصیات چرخندهای عرض میانه است. در این فصل رابطه‌ی جبهه‌زایی با گردش‌های عمودی گداری را بر پایه‌ی معادلات زمینگردوار و نیمه‌زمینگرد بررسی کرده‌ام. در فصل هشتم چرخه‌ی حیات چرخندهای عرض میانه را مطرح کرده‌ام. در واقع این فصل را می‌توان جمع‌بندی همه‌ی فصول قبلی دانست. سرانجام در فصل نهم در آمدی بر کاربرد روش‌های پیش‌یابی تاوایی بالقوه در بررسی چرخه‌ی حیات چرخندهای عرض میانه است. بسیاری از آنچه در این کتاب آورده‌ام دستاورد تدریس سه درس مختلف است که سال‌های متمادی در گروه علوم جوی و اقیانوسی دانشگاه ویسکونسین - مدیسون داشته‌ام. دانشجویان سال اول که پایه‌ی هواشناسی و دینامیک جو آنها ضعیف است با این کتاب مشکل پیدا خواهند کرد.

در سراسر این کتاب بر درک مفاهیم تأکید داشته‌ام و همواره این موضوعات را پیش از صورت‌بندی ریاضی آنها مطرح ساخته‌ام. من می‌دانم که دوستی با ریاضیات امری ضروری است اما اطمینان دارم که برای درک عمیق دینامیک عرض‌های میانه کفایت نمی‌کند. برای دستیابی به چنین درکی باید شناخت مفاهیم، شناخت فیزیکی پدیده‌ها و تبیین ریاضی در کنار هم قرار گیرند. در پایان همه‌ی فصول مسائل سخت و آسان در کنار همدیگر مطرح شده‌اند تا هم شناخت دانشجویان تقویت شود و هم توانایی آنها در حل مسأله. پاسخ برخی از پرسش‌ها نیز آمده است. در مجموعه‌ی جداگانه‌ای حل همه‌ی مسائل ارائه شده است که در اختیار ناشر است. در پایان هر فصل کتاب‌های مناسبی معرفی شده تا دانشجویان علاقه‌مند بتوانند به آنها مراجعه کنند. کتابنامه‌ای هم به پایان کتاب افزوده‌ام.

## سپاسگزاری

هرگاه در طی حیات خود اثری ثمربخش را به انجام می‌رسانیم به بزرگداشت و یادکرد کسانی برمی‌خیزیم که در پدید آوردن آن اثر یاریگری کرده‌اند. نگارش، تهیه اشکال، اصلاح و بازخوانی این کتاب وظیفه‌ی دشواری بود که به تنهایی و هرگاه فرصتی دست می‌داد طی دو سال ونیم به انجام رسانیدم. بدین سبب مسئولیت هرگونه خطایی که در متن راه یافته است را شخصاً به دوش می‌گیرم. اما واقعیت آن است که انجام چنین کاری بدون یاری مستقیم و غیرمستقیم افراد زیادی که همراهی‌ام کرده‌اند شدنی نبود.

پدر و مادرم لئو و جوئیس مارتین که در تمام طول حیاتم از محبت و حمایت آنها برخوردار بوده‌ام و فرصت‌های بی‌شماری در اختیارم گذاشته‌اند که عمیقاً از ایشان سپاسگزارم. کنجکاوی و خلاقیت پایان‌ناپذیر پدرم همواره و از همان اوان کودکی‌ام لذت آموختن و دریافتن را به من چشاند بویژه در گردش‌های روزانه‌ام با او زیر باران‌های پاییزی ناهانت بیج و پیاده‌روی‌های شبانه در درخت‌زارهای برف‌گرفته‌ی شمال ماساچوست. این گردش‌ها بذریعۀ علاقه‌ی جاودانه به جو و هواهای لطیفی که به ما ارزانی می‌دارد را در من پدید آورد.

من بسیار خوش اقبال بوده‌ام که در طی تحصیلاتم بهترین معلمین را داشته‌ام. بیان شیوا و قدرت ایشان در تفهیم مطالب مرا به در پیش گرفتن زندگی دانشگاهی علاقمند ساخت. از دکتر روبرت جی سولیوان *CFX* سپاسگزارم که در آموزش روشی جامع‌الاطراف داشت و همه‌ی کسانی که با وی سروکاری پیدا کرده‌اند او را اسوه‌ی فضیلت یافته‌اند. دکتر جیمز تی مور که در آغاز آشنایی‌ام با هواشناسی دینامیکی، عبارات پیچیده‌ی ریاضی را چنان ساده و عالی تشریح می‌کرد که اثری ماندگار بر من گذاشت و همکار وی دکتر آلبرت پالمن با آن اشتیاق سیری‌ناپذیری که به پژوهش داشت همان‌گونه بود. استاد راهنمای رساله‌ام دکتر پتر وی هوسیسی که درست در هنگامه‌ای که دستنویس این کتاب به پایان رسید چشم از جهان فرو بست اثری عمیق بر رشد علمی من داشت. تأکید همیشگی او بر حفظ کیفیت علمی و رعایت دقت در مقام گفتار و نوشتار مرا تربیت کرد. از همه‌ی دیگر معلمین، همکاران و همه‌ی دانشجویانی که در طی سال‌های گذشته داشته‌ام سپاسگزاری می‌کنم.

تبدیل یک دست‌نوشته‌ی مصور به یک کتاب، کار چندان کوچکی نیست و نیازمند تلاش و مهارت است. از خانم لین روبرتز، کیلی لارکینز، دکتر اندرو اسلید، خانم جولی وارد، لیزی کینگستون و آقای جون پیکوک که زحمت چاپ کتاب را کشیده‌اند و دست مرا در نحوه‌ی نگارش و تصویرگری آن بازگذاشته‌اند سپاسگزارم. از آقای نویل هانکینز که تجربه و اطلاعات خود را در ویرایش متن چاپی کتاب به کار گرفته‌اند سپاسگزارم. از خانم جین فیلیپس که همکاری ارزشمندی در تدوین نمایه‌ی کتاب داشته‌اند سپاسگزارم.

بویژه باید از خانواده‌ام یاد کنم که هم در به انجام رساندن این اثر و هم در لحظات التهابات روحی‌ام خالصانه حمایت کرده‌اند. دخترم شارلوت و پسرم نیال درست در لحظاتی که نیازمند محبت‌شان بوده‌ام لطف خود را نثارم ساخته‌اند و یاری‌ام بخشیده‌اند تا به راهم ادامه دهم. بیش از هر پدری در جهان به آنها افتخار می‌کنم. سرانجام باید از همسر عزیزم مین که حمایت‌ها و تشویق‌های استوار او از نخستین روزی که پای به زندگی‌ام گذاشت روشنی بخش حیاتم بوده است قدردانی کنم. گرمای جاودانه و جادویی عشق او را سپاس می‌گذارم و هرگاه به عمق سپاسی که از ایشان در دلم حس می‌کنم می‌اندیشم، درمی‌یابم که کلمات حتی از بیان ذره‌ای از آن نیز عاجز است.

جاناناتان ای مارتین

مدیسون، ویسکونسین

سه شنبه دهم ژانویه دوهزار و شش میلادی

### پیشگفتار مترجم

آیا امروزه کسی یافت می‌شود که ادعا کند من اقلیم‌شناس هستم اما آمار نمی‌دانم، دینامیک نمی‌دانم، با نرم‌افزارهای رایانه‌ای بیگانه‌ام و باز کسی ادعای او را جدی بگیرد؟ آیا امروزه بدون بهره‌گیری از تحلیل‌های چندمتغیره (تحلیل مؤلفه‌ی اصلی، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل ممیز، تحلیل همبستگی و ...) می‌توان پژوهشی اقلیمی را به انجام رساند و نام آن را تحلیل همدید گذاشت؟ آیا می‌توان کسی را یافت که حسابان نداند اما خود را کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی و یا بدتر از آن دکتری اقلیم‌شناسی و مصیبت‌بارتر از آن، مدرس اقلیم‌شناسی بنامد؟ آیا اساساً بدون دانستن هواشناسی می‌توان اقلیم‌شناس بود؟ آیا در این کشور که امروزه در گوشه و کنارش دوایر صدور دانشنامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری اقلیم‌شناسی دایرند یک مجله‌ی تخصصی اقلیم‌شناسی وجود دارد؟ اگر پاسخ همه یا بخشی از این پرسش‌ها آری باشد آنگاه ما باید احیای دانش اقلیم‌شناسی در ایران را جدی بگیریم.

همان گونه که با کوشش‌های پیگیر جامعه‌ی مهندسی دست کم در مقام قوانین و آیین نامه‌ها سازندگان ملزم به رعایت اصول مهندسی ساخت و ساز هستند جامعه‌ی اقلیم‌شناسان و هواشناسان ایران نیز می‌توانند با همکاری یکدیگر و با فراهم آوردن زمینه‌های علمی و پدیدآوردن ساختارهای لازم، شرایطی را فراهم آورند که در این کشور همه‌ی فعالیت‌های عمرانی متأثر از اقلیم و شرایط جوی با نظارت هواشناسان و اقلیم‌شناسان و با رعایت اصول این دو علم به پیش روند.

اگر کتاب بارزش و شیرین جانانان مارتین را به فارسی برگردانده‌ام یکی برای این است تا شما را نیز در لذتی که از مطالعه‌ی اصل آن برده‌ام شریک سازم و دیگر برای این است تا اقلیم‌شناسان ایرانی را به لزوم آموزش دینامیک جو در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری اقلیم‌شناسی تشویق کنم.

سید ابوالفضل مسعودیان

پنجشنبه نوزدهم اردیبهشت یکهزار و سیصد و هشتاد و هفت خورشیدی

دوم جمادی الاول یکهزار و چهارصد و بیست و نه قمری

هشتم می دوهزار و هشت میلادی

پنجاه و چهار هزار و پانصد و نود و چهارمین روز ژولینی

اصفهان، ایران

## قدردانی

از آقای بختیار محمدی دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان که کمک‌های ارزشمند ایشان در پیراستگی این نوشتار نقش مهمی داشته است سپاسگزاری می‌کنم. برای ایشان و همه‌ی گردان مهربان که برآستی نماد نجابت نژاد ایرانی هستند آرزوی پیروزی دارم.

از آقای شبیر برزنجبه دانشجوی دکتری فیزیک دانشگاه اصفهان که در ویرایش اغلاط ریاضی متن اصلی یاریگری کرده‌اند سپاسگزارم.