

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مقدمه‌ای بر بیوفیزیک محیطی

گیلون س. کمپل و جان ام. نورمن

ترجمه:

دکتر محمد موسوی بایگی

استاد دانشگاه فردوسی مشهد

مهندس فائزه نیک‌ذات

مهندس حوریه تشکری صباغ

Campbell, Gaylon S	کمپل، گیلون اس.	سرشناسه:
مقدمه‌ای بر بیوفیزیک محیطی/گیلون س. کمپل، جان ام. نورمن؛ ترجمه محمد موسوی بایگی، فائزه نیک‌ذات، حوریه تشکری صباغ؛ ویراستار علمی پرویز رضوانی‌مقدم؛ ویراستار ادبی هانیه اسدیپور فعال مشهد.	عنوان و نام پدیدآور:	
مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۱.	مشخصات نشر:	
۳۲۸ ص: مصور، جدول، نمودار.	مشخصات ظاهری:	
انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۸۱۰.	فروست:	
ISBN: 978-964-386-503-0	شابک:	
An introduction to environmental biophysics, 2nd ed., 1998.	وضعیت فهرست‌نویسی:	فیبا.
Biophysics	یادداشت:	عنوان اصلی:
Adaptation (Physiology)	یادداشت:	کتابنامه. نمایه.
Ecology	موضوع:	فیزیک زیستی
Norman, John M.	شناسه افزوده:	سازگاری (فیزیولوژی)
	شناسه افزوده:	بوم‌شناسی
	شناسه افزوده:	نورمن، جان ام.
	شناسه افزوده:	موسوی بایگی، محمد، ۱۳۳۹ - مترجم
	شناسه افزوده:	نیک‌ذات، فائزه، ۱۳۶۵ - مترجم
	شناسه افزوده:	تشکری صباغ، حوریه، ۱۳۷۴ - مترجم
	شناسه افزوده:	رضوانی مقدم، پرویز، ۱۳۳۹ - ویراستار
	شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات.
	رده‌بندی کنگره:	QH5۰۵
	رده‌بندی دیویی:	۵۷۴/۱۹۱
	شماره کتابشناسی ملی:	۸۷۴۷۳۴۲

مقدمه‌ای بر بیوفیزیک محیطی

پدیدآورندگان: گیلون س. کمپل و جان ام. نورمن
ترجمه: دکتر محمد موسوی بایگی؛ مهندس فائزه نیک‌ذات؛ مهندس حوریه تشکری صباغ
ویراستار علمی: دکتر پرویز رضوانی مقدم
ویراستار ادبی: هانیه اسدیپور فعال مشهد
مشخصات: وزیری، ۱۰۰ نسخه، چاپ اول، بهار ۱۴۰۱
چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
بها: ۱/۴۰۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



انتشارات
۸۱۰

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن بست
گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲
تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir

فهرست مطالب

پیشگفتار مترجم.....	۹
پیشگفتار چاپ دوم.....	۱۰
فصل ۱. کلیات.....	۱۳
۱-۱ خُرد محیط‌ها.....	۱۵
۲-۱ تبادل انرژی.....	۱۶
۳-۱ انتقال تکانه و جرم.....	۱۷
۴-۱ پایداری جرم و انرژی.....	۱۷
۵-۱ پیوستگی در زیست کره.....	۱۸
۶-۱ مدل‌ها، ناهمگنی و مقیاس.....	۱۹
۷-۱ کاربردها.....	۲۱
۸-۱ واحدها.....	۲۲
مسائل.....	۲۶
منابع.....	۲۶
فصل ۲. دما.....	۲۷
۱-۲ رفتار معمول دمای هوا و خاک.....	۲۷
۲-۲ تغییرات تصادفی دما.....	۳۰
۳-۲ مدل‌سازی تغییرات قائم دمای هوا.....	۳۲
۴-۲ مدل‌سازی تغییرات زمانی دمای هوا.....	۳۵
۵-۲ تغییرات دمای خاک با عمق و زمان.....	۳۶
۶-۲ دما و نمو زیستی.....	۳۸
۷-۲ زمان حرارتی.....	۴۱
۸-۲ محاسبهٔ زمان حرارتی با استفاده از داده‌های وضع هوا.....	۴۳
۹-۲ دماهای حدی و محاسبهٔ زمان حرارتی.....	۴۵
۱۰-۲ نرمال کردن زمان حرارتی.....	۴۵

۴۶.....۱۱-۲ زمان حرارتی در ارتباط با سایر متغیرهای محیطی.....

۴۸.....مسائل.....

۴۹.....منابع.....

فصل ۳. بخار آب و سایر گازها.

۵۱.....

۵۲.....۱-۳ تعیین غلظت یک گاز.....

۵۴.....۲-۳ بخار آب؛ شرایط اشباع.....

۵۷.....۳-۳ شرایط اشباع جزئی.....

۶۲.....۴-۳ تغییرات زمانی و مکانی بخار آب جو.....

۶۴.....۵-۳ برآورد غلظت بخار در هوا.....

۶۵.....مسائل.....

۶۶.....منابع.....

فصل ۴. آب مایع در بدن موجودات زنده و محیط اطراف آن‌ها

۶۷.....

۶۷.....۱-۴ پتانسیل آب و محتوای آب.....

۷۳.....۲-۴ پتانسیل آب در موجودات زنده و محیط اطراف آن‌ها.....

۷۴.....۳-۴ رابطه آب در دو حالت مایع و گاز.....

۷۶.....مسائل.....

۷۷.....منابع.....

فصل ۵. باد

۷۹.....

۸۰.....۱-۵ مشخصات تلاطم جوی.....

۸۲.....۲-۵ باد به‌عنوان یک بردار.....

۸۳.....۳-۵ مدل‌سازی تغییرات سرعت باد.....

۸۵.....۴-۵ تعیین سطح جابه‌جایی صفر و طول زبری.....

۸۸.....۵-۵ باد درون کانوپی گیاه.....

۹۱.....مسائل.....

۹۲.....منابع.....

فصل ۶. انتقال گرما و جرم

۹۳.....

۹۴.....۱-۶ شارهای مولی.....

۹۵.....۲-۶ تجمع معادلات انتقال.....

۳-۶ مقاومت و هدایت.....	۹۶
۴-۶ مقاومت‌ها و رساناهای سری.....	۹۶
۶-۵ مقاومت‌های موازی.....	۹۸
۶-۶ محاسبه شارها.....	۹۸
مسائل.....	۱۰۲

فصل ۷. هدایت در انتقال گرما و جرم.....

۱-۷ هدایت در پخش مولکولی.....	۱۰۳
۲-۷ پخشیدگی مولکولی.....	۱۰۵
۳-۷ هدایت پخشی لایه خارجی بدن موجود زنده.....	۱۰۶
۴-۷ انتقال تلامپی.....	۱۱۰
۵-۷ موجگاه و شناوری.....	۱۱۳
۶-۷ هدایت لایه سطحی جو.....	۱۱۵
۷-۷ هدایت گرما و انتقال جرم در فرارفت واداشته لایه‌ای.....	۱۱۷
۸-۷ استوانه، کره و شکل حیوانات.....	۱۱۹
۹-۷ هدایت در فرارفت آزاد.....	۱۲۱
۱۰-۷ ترکیب فرارفت واداشته و آزاد.....	۱۲۳
۱۱-۷ نسبت هدایت‌ها.....	۱۲۳
۱۲-۷ تعیین شاخص بُعد یک جسم.....	۱۲۴
۱۳-۷ جریان آزاد تلامپ.....	۱۲۶
مسائل.....	۱۲۸
منابع.....	۱۲۸

فصل ۸. جریان گرما در خاک.....

۱-۸ جریان گرما و ذخیره آن در خاک.....	۱۳۱
۲-۸ خواص گرمایی خاک؛ ظرفیت گرمایی حجمی.....	۱۳۶
۳-۸ خواص گرمایی خاک؛ هدایت گرمایی.....	۱۳۷
۴-۸ پخشیدگی و پذیرش گرمایی خاک.....	۱۴۲
۵-۸ انتقال گرما از حیوانات به بستر آن‌ها.....	۱۴۴
مسائل.....	۱۴۷
منابع.....	۱۴۸

فصل ۹. جریان آب در خاک..... ۱۴۹

- ۱-۹ هدایت هیدرولیکی..... ۱۵۰
- ۲-۹ نفوذ آب به درون خاک..... ۱۵۰
- ۳-۹ توزیع مجدد آب در خاک..... ۱۵۴
- ۴-۹ تبخیر از سطح خاک..... ۱۵۶
- ۵-۹ تعرق و آب مصرفی گیاه..... ۱۶۰
- ۶-۹ موازنه آب..... ۱۶۵
- مسائل..... ۱۶۵
- منابع..... ۱۶۶

فصل ۱۰. مبانی تابش..... ۱۶۷

- ۱-۱۰ طیف الکترومغناطیس..... ۱۶۸
- ۲-۱۰ تابش جسم سیاه..... ۱۶۹
- ۳-۱۰ تعاریف..... ۱۷۰
- ۴-۱۰ قانون کسینوس لامبرت..... ۱۷۷
- ۵-۱۰ تضعیف تابش..... ۱۷۸
- ۶-۱۰ توزیع طیفی تابش جسم سیاه..... ۱۸۰
- ۷-۱۰ توزیع طیفی تابش گرمایی و خورشیدی..... ۱۸۱
- ۸-۱۰ گسیلندگی تابشی..... ۱۸۳
- مسائل..... ۱۸۶
- منابع..... ۱۸۷

فصل ۱۱. شارهای تابشی در محیط‌های طبیعی..... ۱۸۹

- ۱-۱۱ زاویه خورشیدی و طول روز..... ۱۹۰
- ۲-۱۱ تخمین تابیدگی طول‌موج کوتاه ناشی از تابش مستقیم و پخش شده..... ۱۹۵
- ۳-۱۱ تابش خورشیدی در زیر ابرها..... ۱۹۸
- ۴-۱۱ موازنه تابش..... ۲۰۰
- ۵-۱۱ ضرایب جذب تابش‌های حرارتی و خورشیدی..... ۲۰۱
- ۶-۱۱ ضرایب دید..... ۲۰۳
- مسائل..... ۲۰۹
- منابع..... ۲۰۹

۲۱۱.....	فصل ۱۲. حیوانات و محیط پیرامون آن‌ها
۲۱۱.....	۱-۱۲ مفهوم بودجه انرژی.....
۲۱۵.....	۲-۱۲ سوخت و ساز.....
۲۱۷.....	۳-۱۲ تبادل گرمای نهان.....
۲۲۱.....	۴-۱۲ هدایت گرما در پوشش سطحی و بافت بدن حیوان.....
۲۲۵.....	۵-۱۲ تحلیل کیفی واکنش گرمایی حیوان.....
۲۲۶.....	۶-۱۲ دمای مؤثر.....
۲۲۸.....	۷-۱۲ کاربردهای معادله بودجه انرژی.....
۲۳۰.....	۸-۱۲ حالت گذار.....
۲۳۱.....	۹-۱۲ پیچیدگی‌های انرژی در حیوانات.....
۲۳۲.....	۱۰-۱۲ حیوانات و آب.....
۲۳۵.....	مسائل.....
۲۳۵.....	منابع.....
۲۳۷.....	فصل ۱۳. انسان و محیط پیرامون آن
۲۳۷.....	۱-۱۳ سطح بدن، میزان سوخت و ساز و تبخیر.....
۲۴۰.....	۲-۱۳ بقا در محیط‌های سرد.....
۲۴۲.....	۳-۱۳ خنکای باد و دمای مؤثر استاندارد.....
۲۴۵.....	۴-۱۳ بقا در محیط‌های گرم.....
۲۴۸.....	۵-۱۳ دمای مؤثر مرطوب.....
۲۵۰.....	۶-۱۳ آسایش.....
۲۵۱.....	مسائل.....
۲۵۲.....	منابع.....
۲۵۳.....	فصل ۱۴. گیاهان و جوامع گیاهی
۲۵۴.....	۱-۱۴ دمای برگ.....
۲۶۰.....	۲-۱۴ دمای آیرودینامیکی کانوپی‌های گیاهی.....
۲۶۱.....	۳-۱۴ دمای رادیومتریک کانوپی‌های گیاهی.....
۲۶۳.....	۴-۱۴ تعرق و بودجه انرژی برگ.....
۲۶۵.....	۵-۱۴ تعرق کانوپی.....
۲۶۶.....	۶-۱۴ فتوسنتز.....
۲۶۷.....	۷-۱۴ مدل‌های ساده جذب.....

۲۷۱	۸-۱۴ مدل‌های بیوشیمیایی برای جذب
۲۷۴	۹-۱۴ کنترل هدایت روزنه‌ای
۲۷۶	۱۰-۱۴ شکل بهینه برگ
۲۷۸	مسائل
۲۷۹	منابع

۲۸۱	فصل ۱۵. محیط نوری کانوپی گیاهی
۲۸۲	۱-۱۵ شاخص سطح برگ و عبور نور از درون کانوپی
۲۸۴	۲-۱۵ مدل‌های تفصیلی گیرایی نور توسط کانوپی
۲۸۹	۳-۱۵ عبور تابش پخش شده
۲۹۰	۴-۱۵ پراکنش نور در کانوپی‌ها
۲۹۰	۵-۱۵ بازتابش نور توسط کانوپی‌های گیاهی
۲۹۳	۶-۱۵ عبور تابش از کانوپی‌های غیرمتراکم؛ اثر بازتابش خاک
۲۹۳	۷-۱۵ تجمیع روزانه
۲۹۴	۸-۱۵ محاسبه چگالی شار تابش فرودی روی برگ‌های یک کانوپی
۲۹۵	۹-۱۵ محاسبه جذب کانوپی با توجه به جذب برگ‌ها
۳۰۰	۱۰-۱۵ سنجش‌ازدور و بررسی پوشش کانوپی و IPAR
۳۰۹	۱۱-۱۵ سنجش‌ازدور و دمای کانوپی
۳۱۰	۱۲-۱۵ بازتابش (انتشار) کانوپی در مقابل بازتابش (انتشار) برگ
۳۱۱	۱۳-۱۵ کانوپی‌های ناهمگن
۳۱۳	۱۴-۱۵ سنجش غیرمستقیم معماری کانوپی
۳۱۴	مسائل
۳۱۵	منابع

۳۱۷	فهرست نمادها
۳۲۳	پیوست
۳۲۶	نمایه

پیشگفتار مترجم

بیوفیزیک محیطی از جمله دروسی است که به طور مشخص با همین نام در سرفصل بعضی از رشته‌های دانشگاهی گنجانده شده است. در این درس رابطه بین جرم و انرژی و تبادل آن‌ها بین محیط و موجودات زنده اعم از حیوانات و گیاهان بررسی می‌شود. این مفاهیم نقش مهمی در زندگی و بقای موجودات زنده ایفا می‌کنند. با وجود اهمیت این موضوع، متأسفانه منبع علمی مدوئی به زبان فارسی موجود نبود و آنچه در کلاس‌های مقاطع مختلف توسط استادان ارائه می‌شد، معمولاً مبتنی بر مطالعات شخصی استادان بوده و دانشجویان دانشگاه‌ها کتاب مشخصی را به عنوان منبع رسمی در اختیار نداشتند. از طرفی در منابع خارجی هم از تنوع منابع در این زمینه برخوردار نیستیم. در این میان کتاب *مقدمه‌ای بر بیوفیزیک محیطی* نوشته کمپل و نورمن که توسط انتشارات اسپرینگر چاپ شده است، نظر ما را به خود جلب کرد. این کتاب مشتمل بر پانزده فصل است و *خردمحیط* زندگی موجودات زنده را از منظرهای متفاوتی بررسی و تحلیل کرده است. خوشبختانه چینش فصل‌ها به گونه‌ای است که خواننده ابتدا با *خردمحیط* زندگی موجودات زنده آشنا می‌شود و سپس نقش گرما، فشار و باد را در این محیط‌ها درک و سرانجام برهم‌کنش بین هریک از این مفاهیم را با *خردمحیط* زندگی موجودات زنده بررسی می‌کند. در فصول انتهایی کتاب نیز با نقش سنجش‌ازدور در شناخت بهتر این مفاهیم آشنا می‌شویم. با توجه به این خصوصیات، بر آن شدیم تا نسبت به ترجمه این کتاب اقدام کنیم. در ترجمه کتاب سعی شده است که به طور کامل امانت‌داری رعایت شود. تنها در یک مورد هنگام ترجمه متوجه شدیم که نویسندگان کتاب دچار اشتباه شده‌اند که موضوع از طریق ارسال پیام برای دکتر نورمن توضیح داده شد و ایشان در کمال بزرگواری ضمن تشکر از مترجمان اشتباه رخ داده را پذیرفتند و اظهار کردند که در چاپ بعدی کتاب، این مورد را با ذکر نام مترجمان اصلاح خواهند کرد. با توجه به اینکه این درس یک موضوع بین‌رشته‌ای به حساب می‌آید و مفاهیم متفاوتی از علوم مختلف از جمله فیزیک، خاک‌شناسی، علوم زراعی، باغبانی، جانورشناسی و سنجش‌ازدور را شامل می‌شود و قطعاً مترجمان در همه این موضوعات تخصص کافی را ندارند، تمامی تلاش خود را به کار گرفته و از طریق مشورت با صاحب‌نظران و کارشناسان از نظریات ایشان بهره‌مند شدیم تا ترجمه کتاب تا حد امکان بدون نقص، تقدیم خوانندگان شود. باین حال، اعتراف می‌کنیم که این امر ممکن نیست و نکات ظریفی بوده که از چشم ما دور مانده است. بنابراین از همه استادان، دانشجویان و خوانندگان عزیز تقاضا داریم از سر مهربانی نقاط ضعف را بر ما بیخشایند و اجازه دهند تا از نظریات ارزشمندان بهره‌مند شویم. در پایان خدای بزرگ را سپاس می‌گوییم که به ما توفیق این خدمت مختصر را عنایت فرمود.

محمد موسوی بایگی

فائزه نیک‌ذات؛ حوریه تشکری صباغ

بهار ۱۴۰۰

پیشگفتار چاپ دوم

هدف ما در چاپ اول کتاب *مقدمه‌ای بر بیوفیزیک محیطی* این بود که خردمحیط فیزیکی زندگی موجود زنده را تبیین کنیم، مدل‌های ساده انتقال گرما و جرم را تعریف و آن‌ها را در فرایند تبادل گرما و جرم بین موجودات زنده و محیط پیرامونشان به کار بگیریم. این اهداف در چاپ جدید نیز مدنظر ما هستند. نسخه اولیه کتاب به‌عنوان یک منبع درسی در دانشگاه‌های واشنگتن و ویسکانسین تدریس شده است. در چاپ جدید سعی شده است نکات علمی جدید و تجربیات حاصل از تدریس این مباحث طی بیست سال گذشته به‌شکل مناسبی گنجانده شود. در این راستا پیشنهادهای همکاران و دانشجویان گردآوری و تمامی مطالب بازبینی شده است تا منعکس‌کننده تغییرات و گرایشات در این دانش باشد.

افرادی که با چاپ اول کتاب آشنایی دارند، متوجه خواهند شد که ترتیب بیان مطالب تاحدودی تغییر کرده است. در چاپ جدید با توصیف فیزیکی محیط موجودات زنده (دما، رطوبت، باد) شروع می‌کنیم و سپس فیزیک انتقال جرم و گرما بین موجود زنده و محیط پیرامونش را در نظر می‌گیریم. در ادامه، انتقال تابشی که برخلاف چاپ اول تنها در یک فصل مورد بحث قرار گرفت، در قالب دو فصل بحث و بررسی می‌شود. از آنجاکه با گذشت زمان سطح از دور نقش بسیار مهمی در بیوفیزیک محیطی پیدا کرده ما نیز در این چاپ در باب این موضوع، مطالبی را گردآوری کرده‌ایم. مانند چاپ اول، فصل پایانی کاربردهایی از اصول توصیف شده در سیستم‌های حیوانی و گیاهی است.

تعداد بسیار زیادی از دانشجویانی که این واحد درسی را می‌گذرانند، در رشته زیست‌شناسی تحصیل می‌کنند و بنابراین نسبت به دانشجویان فیزیک و مهندسی مهارت‌های ریاضی کمتری دارند. به این منظور در هر فصل ابتدا مبحث مورد نظر را به صورت توصیفی تشریح و در ادامه مباحث محاسباتی را مطرح می‌کنیم تا نیاز این دسته از دانشجویان برطرف شود. از آنجاکه انتظار داریم دانشجویان برای حل مسائل تبادل جرم و انرژی مهارت‌های محاسباتی خود را تقویت کنند، تعداد زیادی مسئله نمونه به هر فصل اضافه شده و همچنین برای افزایش مهارت بیشتر دانشجویان، در انتهای هر فصل تمرین‌های اضافی گنجانده شده است.

بر خلاف چاپ اول، در چاپ جدید به صورت قراردادی از واحدهای مولی برای غلظت جرمی، هدایت و شارش استفاده شده است. برای استفاده از این واحدها چند دلیل داریم: از آنجاکه واحدهای مولی بنیادی هستند، معادلات با استفاده از این واحدها ضرایب کمتری دارند و ساده‌تر می‌شوند. همچنین پذیرش روزافزون واحدهای مولی در رشته‌های علوم زیستی به دلایل علمی قوی افزایش یافته است (به‌عنوان مثال، واکنش‌های نوری فتوسنتزی به وضوح توسط فوتون‌های نور هدایت می‌شوند و برای توصیف این فرایند واحدهای مولار لازم است). با استفاده

از دستگاه یکسان واحدها، دیدگاه منطقی پیوستگی موجودات زنده و محیط پیرامونشان به سادگی قابل دستیابی است. سومین دلیل استفاده از واحدهای مولی ناشی از این واقعیت است که وقتی هدایت‌های پخشی در واحدهای مولی بیان می‌شوند، مقادیر عددی عملاً از دما و فشار مستقل هستند. در دستگاه واحد قدیمی، اثر مقادیر دما و فشار به اندازه‌ای بزرگ است که نیاز به تغییر و اصلاح مقادیر آن‌ها وجود دارد. این اثرات دما و فشار به منظور ساده‌سازی در چاپ اول کتاب در نظر گرفته نشده است، ولی دانشجویان کنجکاوی که عمق مسئله را بررسی می‌کنند، درمی‌یابند که برای حل کامل و صحیح مسئله کارهای بسیار بیشتری باید انجام شود. چهارمین دلیل این است که استفاده از واحدهای مولی بلافاصله این سؤال را در ذهن ایجاد می‌کند که «مول چه چیزی؟» وابستگی مقادیر عددی هدایت بر روی مقداری که پخش می‌شود، نسبت به زمانی که واحد $m.s^{-1}$ استفاده می‌شود، بسیار واضح‌تر است. این امر به دانشجویان کمک می‌کند زمانی که شارش دی‌اکسیدکربن را تخمین می‌زنند، از هدایت پخشی بخار آب که ممکن است باعث خطای ۶۰ درصدی در محاسبات شود، پرهیز کنند. ما دریافته‌ایم که دانشجویان به دلیل ساده‌تر بودن معادلات و وابستگی مشخص به عوامل محیطی، به راحتی به استفاده مداوم از واحدهای مولی عادت می‌کنند. تنها عیب استفاده از واحدهای مولی این است که مدتی طول می‌کشد تا افرادی که با واحدهای دیگر آشنا هستند، با مقادیر معمول در واحدهای مولی مأنوس شوند.

دومین نکته در این کتاب، برخلاف چاپ اول، استفاده غالب از هدایت به جای مقاومت است. اینکه فرد از هدایت یا مقاومت استفاده کند اختیاری است، اما استفاده غالب از یک نوع واحد در این کتاب به دلیل جلوگیری از سردرگمی برتری دارد. انتخاب هدایت در این کتاب به این دلیل است که با شارش متناسب است و بنابراین به توسعه درک شهودی از فرایندهای انتقال در سیستم‌های پیچیده‌ای نظیر کانوپی‌های گیاهی کمک می‌کند. این امر از برخی سردرگمی‌ها مثل اشتباه رایج میانگین‌گیری از مقاومت برگ‌ها به منظور به دست آوردن مقاومت کانوپی جلوگیری می‌کند. در مورد مقاومت هم سخن می‌گوییم، اما برای پرهیز از پیچیده شدن معادلات، در موارد خاص از آن استفاده می‌کنیم.

سومین تفاوتی که کتاب حاضر با چاپ اول کتاب دارد، استفاده از مساحت سطح به جای سطح پیش‌بینی شده است. این نکته ابتدا در بحث بودجه انرژی برگ و استفاده از «عامل دید» مطرح می‌شود. به این دلیل که تعداد زیادی از بیوفیزیک‌دانان تنها با برگ‌های تخت کار می‌کنند، معادلات تبادل انرژی برای برگ‌ها معمولاً برحسب مساحت یک طرف برگ بیان می‌شود؛ این یک روش معمول برای مشخص کردن مساحت سطوح تخت است. اگر معادله موازنه انرژی برای سطوحی که تخت نیستند، نظیر بدن یا اندام حیوانات، تنه یا شاخه درختان و یا سوزنی‌برگان به کار رود، استفاده از سطح یک‌طرفه باعث تفسیرهای مختلفی می‌شود و سردرگمی ایجاد می‌کند. در این شرایط، متناوباً خطاهای ضریب دو رخ می‌دهند و باتجربه‌ترین بیوفیزیک‌دانان هم گاهی اوقات با این مشکل روبه‌رو می‌شوند. ما بر این باوریم که استفاده از مساحت جزئی سطح و ضرایب دید تابش، بهترین راه حل این مشکل است و بنابراین از بسیاری از کج‌فهمی‌ها جلوگیری می‌شود. برای آن دسته از افرادی که تنها به تبادل در برگ‌های تخت علاقه‌مند هستند، روند این کتاب ممکن است تاحدودی پیچیده به نظر برسد. اگرچه معادلات برگ تخت کتاب ساده‌تر هستند و زمانی که بخواهیم معادلات سطوح غیرمسطح را نیز بررسی کنیم مطلوبیت این نوع تحلیل بهتر درک می‌شود. زمانی که بودجه انرژی را به کانوپی‌های گیاهی تعمیم می‌دهیم، سطح یک‌طرفه را

مطرح می‌کنیم که نیمی از مساحت سطح است. در کانوپی‌های با برگ‌های تخت، شاخص سطح یک‌طرفه شبیه شاخص معمول سطح برگ است، اما برای کانوپی‌هایی با برگ‌های غیرتخت مثل سوزنی‌برگان، شاخص سطح یک‌طرفه مبهم است، درحالی‌که شاخص سطح پیش‌بینی‌شده برگ به عوامل زیادی بستگی دارد که معمولاً به‌اندازه کافی تعریف نمی‌شوند.

مانند چاپ اول کتاب از (Kg^{-1}) برای پتانسیل آب استفاده کردیم. اگرچه واحدهای فشار (MPa یا KPa) در علوم گیاهی بیشتر استفاده می‌شوند، اما از آنجاکه پتانسیل انرژی بر واحد جرم است، واحد J.Kg^{-1} بنیادی‌تر بوده و مطلوب‌تر است.

در این چاپ هم مانند چاپ اول کتاب، افراد بسیاری به ما کمک‌های قابل توجهی کرده‌اند. از جمله همکاران و همچنین دانشجویانی که برای ارائه بهتر مطالب به ما راهکارهایی را ارائه دادند. ناشرانی که به ما اجازه دادند از مطالب منتشرشده در چاپ قبل استفاده کنیم. مارچلو دوناتلی^۱ که نسخه خطی کتاب را عیب‌یابی کرده و نسخه خطی و ارقام را برای ارسال به ناشر آماده کرد و کارکنان انتشارات اسپرینگر ورلاگ که با صبوری در تأخیرهای اجتناب‌ناپذیر آماده کردن کتاب از ما پشتیبانی کردند و همچنین از همسران و همه اعضای خانواده‌هایمان برای کمک و تشویق‌هایشان سپاسگزاری می‌کنیم. سرانجام از چمپ بی^۲. تانر فقید یاد می‌کنیم که کمک‌های زیادی در چاپ این کتاب کرده و بسیاری از مطالب این کتاب تحت تأثیر تجربه سال‌ها تدریس و تحقیقات دانشگاهی او بوده است و ما این اثر را به او تقدیم می‌کنیم.

جی. اس. کمپل
ج. ام. نورمن
پولمن و مادیسون
۱۹۹۷

1. Marcello Donatelli
2. Champ B