

محاسبه و ارزیابی ردپای آب

ترجمه

دکتر علی سلاجقه

استاد دانشگاه تهران

دکتر کاوه مدنی لاریجانی



شماره مسلسل ۹۶۵۷

شماره انتشار ۳۹۷۹

انتشارات دانشگاه تهران

عنوان و نام پدیدآور	: محاسبه و ارزیابی ردپای آب / آراین وای هوکسترا... [اودیگران]؛ ترجمه علی سلاجقه، کاوه مدنی لاریجانی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۳۷۴ص: مصور، جدول.
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۹۷۹.
شابک	: 978-964-03-7231-9
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Water Footprint Manual: State Of The Art 2009
یادداشت	: [آ نویسندگان] آراین وای هوکسترا، اشوک، کی. چاپاگین، میت. ام. ال‌دایا، مسفین. ام. مکونن.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: آب -- مصرف -- اندازه‌گیری
موضوع	: آب -- مصرف -- جنبه‌های زیست محیطی
شناسه افزوده	: هوکسترا، آراین وای، ۱۹۶۷- م.
شناسه افزوده	: Hoekstra, Arjen Y.
شناسه افزوده	: سلاجقه، علی، ۱۳۴۶- مترجم
شناسه افزوده	: مدنی لاریجانی، کاوه، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره	: TD ۴۹۹/م۳ ۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی	: ۳۳۳/۹۱۱۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۳۰۵۴۴۸

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.



عنوان: محاسبه و ارزیابی ردپای آب
ترجمه: دکتر علی سلاجقه - دکتر کاوه مدنی لاریجانی
نوبت چاپ: اول
تاریخ انتشار: ۱۳۹۷
شمارگان: ۲۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجمان است»

بها: ۴۰۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>
پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

تقدیم به

او که می آید "گل نرگس"

و

آنان که رفتند خبری باز آزند "شهیدان کراتقدر"

و

ارواح قدسیدر و مادر کراتقدرم

علی سلا حقه

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

فهرست مطالب

علائم اختصاری	ش
سخن نخست	ض
بخش الف: محاسبه و ارزیابی	
فصل اول: مقدمه	
۱-۱ سابقه	۱
۲-۱ مفهوم ردپای آب	۳
۳-۱ ارزیابی ردپای آب	۶
۴-۱ راهنمایی برای خواننده	۸
فصل دوم: اهداف و چشم‌انداز ارزیابی ردپای آب	
۱-۲ اهداف ارزیابی ردپای آب	۹
۲-۲ چشم‌انداز محاسبه ردپای آب	۱۱
۱-۲-۲ ردپای آب آبی، سبز و خاکستری چه هستند؟	۱۲
۲-۲-۲ در کجای طول زنجیره عرضه، تحلیل برش (میان بر) می‌خورد؟	۱۲
۳-۲-۲ تفسیر زمانی - مکانی در چه سطحی انجام شود؟	۱۴
۴-۲-۲ چه دوره زمانی از داده‌ها مناسب است؟	۱۵
۵-۲-۲ ردپای آب مستقیم و غیرمستقیم چیست؟	۱۵
۶-۲-۲ ردپای آب درون یک کشور یا ردپای آب مصرف ملی	۱۶
۳-۲ چشم‌انداز ارزیابی پایداری ردپای آب	۱۷
۴-۲ چشم‌انداز تدوین واکنش ردپای آب	۱۸
فصل سوم: محاسبه ردپای آب	
۱-۳ تخصیص انسانی آب شیرین: ما چه چیزی را اندازه‌گیری می‌کنیم و چرا؟	۲۱
۲-۳ ارتباط میان محاسبات انواع مختلف ردپاهای آب	۲۳
۳-۳ ردپای آب یک مرحله فرایند	۲۶

۲۶	۱-۳-۳ ردپای آب آبی
۳۰	۱-۱-۳-۳ بازچرخانی و استفاده مجدد آب:
۳۱	۲-۱-۳-۳ انتقال آب بین حوضه‌ای
۳۲	۲-۳-۳ ردپای آب سبز
۳۳	۳-۳-۳ ردپای آب خاکستری
۳۶	۱-۳-۳-۳ منابع نقطه‌ای آلودگی آب
۳۹	۱-۱-۳-۳-۳ بازچرخانی و استفاده مجدد از آب
۳۹	۱-۱-۱-۳-۳-۳ تصفیه فاضلاب
۳۹	۲-۳-۳-۳ منابع انتشاری (غیرنقطه‌ای) آلودگی
۴۱	۳-۳-۳-۳ تأثیر تخییر روی کیفیت آب
۴۲	۴-۳-۳-۳ اختلاط در طول زمان و آلاینده‌های مختلف
۴۳	۴-۳-۳ محاسبه ردپای آب سبز، آبی و خاکستری رشد یک محصول یا درخت
۴۸	۱-۴-۳-۳ محاسبه تخییر و تعرق آب سبز و آبی با استفاده از مدل CROPWAT
۴۸	۱-۱-۴-۳-۳ گزینه CWR در مدل CROPWAT
۵۰	۲-۱-۴-۳-۳ گزینه برنامه آبیاری در مدل CROPWAT
۵۲	۲-۴-۳-۳ محاسبه ردپای آب فرایند رشد یک محصول (برای مثال چغندر قند در بالادولید اسپانیا)
۵۲	۱-۲-۴-۳-۳ مؤلفه‌های ردپای آب آبی و سبز فرایند
۵۳	۱-۱-۲-۴-۳-۳ گزینه نیاز آبی محصول
۵۴	۲-۱-۲-۴-۳-۳ گزینه برنامه آبیاری
۵۹	۲-۲-۴-۳-۳ مؤلفه ردپای آب خاکستری فرایند
۵۹	۴-۳ ردپای آب یک تولید
۵۹	۱-۴-۳ تعریف
۶۰	۲-۴-۳ برنامه‌ریزی سیستم تولید در مراحل فرایند
۶۱	۳-۴-۳ محاسبه ردپای آب تولید
۶۱	۱-۳-۴-۳ روش تجمیع (کل) زنجیره
۶۲	۲-۳-۴-۳ روش جمع گام‌به‌گام
۶۵	۱-۲-۳-۴-۳ محاسبه ردپای آب یک تولید (برای مثال تصفیه شکر در بالادولید اسپانیا)
۶۸	۵-۳ ردپای آب یک مصرف‌کننده یا گروه مصرف‌کنندگان
۶۸	۱-۵-۳ تعریف
۶۹	۲-۵-۳ محاسبه
۷۰	۶-۳ ردپای آب در یک محدوده جغرافیایی مشخص
۷۰	۱-۶-۳ تعریف

فهرست □ خ

۷۰	..... محاسبه ۲-۶-۳
۷۱	..... محاسبهٔ ردپای آب ملی ۷-۳
۷۱	..... برنامهٔ محاسبهٔ ردپای آب ملی ۱-۷-۳
۷۲	..... محاسبهٔ ردپای آب داخل یک کشور ۲-۷-۳
۷۳	..... محاسبهٔ ردپای آب مصرف ملی ۳-۷-۳
۷۳	..... روش بالا به پایین ۱-۳-۷-۳
۷۴	..... روش پایین به بالا ۲-۳-۷-۳
۷۴	..... روش پایین - بالا در مقابل روش بالا - پایین ۳-۳-۷-۳
۷۵	..... ردپای آب مصرف ملی خارجی ۴-۳-۷-۳
۷۶	..... صرفه‌جویی آب در تجارت ۴-۷-۳
۷۷	..... وابستگی به آب ملی در مقابل خودکفایی آب ۵-۷-۳
۷۷	..... محاسبهٔ ردپای آب برای حوزه‌های آبخیز ۸-۳
۷۹	..... محاسبهٔ ردپای آب برای شهر، استان یا واحدهای اجرایی دیگر ۹-۳
۷۹	..... ردپای آب یک تجارت ۱۰-۳
۷۹	..... تعریف ۱-۱۰-۳
۸۳	..... مثال‌هایی از محاسبهٔ ردپای آب خاکستری ۱-۱-۱۰-۳
۸۳	..... مثال ۱: ردپای آب خاکستری منبع آلودگی نقطه‌ای ۱-۱-۱-۱۰-۳
۸۴	..... مثال ۲: محاسبهٔ سطح آلودگی آب در مقیاس‌های مختلف ۲-۱-۱-۱۰-۳
۸۶	..... انتخاب مرزهای سازمانی تجارت ۲-۱۰-۳
۸۸	..... محاسبهٔ ردپای آب تجارت ۳-۱۰-۳

فصل چهارم: ارزیابی پایداری ردپای آب..... ۹۱

۹۱	..... مقدمه ۱-۴
۹۴	..... پایداری جغرافیایی: پایداری ردپای آب داخل یک حوزهٔ آبخیز ۲-۴
۹۴	..... مقدمه ۱-۲-۴
۹۶	..... شاخص پایداری زیست‌محیطی برای شناسایی کانون‌های محیط‌زیستی ۲-۲-۴
۹۷	..... پایداری زیست‌محیطی ردپای آب سبز ۱-۲-۲-۴
۱۰۰	..... پایداری زیست‌محیطی ردپای آب آبی ۲-۲-۲-۴
۱۰۴	..... نیاز آبی محیط‌زیست (حقاب) ۱-۲-۲-۲-۴
۱۰۷	..... پایداری زیست‌محیطی ردپای آب خاکستری ۳-۲-۲-۴
۱۰۸	..... شاخص پایداری اجتماعی برای شناسایی کانون‌های اجتماعی ۳-۲-۴
۱۰۹	..... شاخص پایداری اقتصادی برای شناسایی کانون‌های اقتصادی ۴-۲-۴

- ۵-۲-۴ ارزیابی اثرات اولیه و ثانویه بر کانون‌های شناسایی شده ۱۰۹
- ۳-۴ پایداری ردپای آب یک فرایند ۱۱۰
- ۴-۴ پایداری ردپای آب یک تولید ۱۱۲
- ۱-۴-۴ شناسایی مؤلفه‌های ناپایداری در ردپای آب یک تولید ۱۱۲
- ۲-۴-۴ شاخص‌های اثر ردپای آب انعکاس‌دهنده تأثیرات زیست‌محیطی محلی ۱۱۴
- ۵-۴ پایداری ردپای آب یک تجارت ۱۱۸
- ۶-۴ پایداری ردپای آب یک مصرف‌کننده ۱۱۸

فصل پنجم: کتابخانه ردپای آب؛ گزینه‌های پاسخ (واکنش) ۱۲۱

- ۱-۵ مسئولیت مشترک ۱۲۱
- ۲-۵ کاهش دادن ردپای آب انسان: آیا امکان‌پذیر است؟ ۱۲۱
- ۳-۵ مصرف‌کنندگان ۱۲۷
- ۴-۵ شرکت‌ها ۱۲۸
- ۵-۵ کشاورزان ۱۲۹
- ۶-۵ سرمایه‌گذاران ۱۳۱
- ۷-۵ دولت‌ها ۱۳۲

فصل ششم: محدودیت‌ها ۱۳۵

فصل هفتم: چالش‌های آینده ۱۳۹

- ۱-۷ روش و داده‌های ارزیابی ردپای آب ۱۳۹
- ۲-۷ کاربرد ردپای آب در زمینه‌های مختلف ۱۴۱
- ۳-۷ تعبیه (جانمایی) ردپای آب در گزارش‌ها و محاسبات زیست‌محیطی ۱۴۲
- ۴-۷ پیوند روش‌های اکولوژی، انرژی و ردپای کربن ۱۴۳
- ۵-۷ پیوند تحلیل جریان مواد، مدل‌سازی ورودی - خروجی و ارزیابی چرخه حیات ۱۴۴

فصل هشتم: پرسش‌ها و پاسخ‌ها ۱۴۹

- ۱-۸ پرسش‌هایی که غالباً مطرح می‌شود. ۱۴۹
- ۱-۱-۸ پرسش‌های عملی ۱۴۹
- ۲-۱-۸ پرسش‌های فنی ۱۵۵
- ۲-۸ آیا یک شخص می‌تواند ردپای آب خود را محاسبه کند؟ ۱۶۰

منابع بخش الف ۱۶۵

بخش ب: مثال‌هایی از مطالعات موردی ردپای آب در جهان ۱۷۷

فصل نهم: محاسبات ردپای آب ملی؛ ردپای آب سبز، آبی و خاکستری تولید و مصرف ۱۷۹

۱-۹ خلاصه ۱۷۹

۲-۹ مقدمه ۱۸۰

۳-۹ داده‌ها و روش ۱۸۳

۱-۳-۹ چارچوب محاسبه ۱۸۳

۲-۳-۹ ردپاهای آب تولید ملی ۱۸۵

۱-۲-۳-۹ جریان‌های آب مجازی بین‌المللی ۱۸۵

۲-۲-۳-۹ صرفه‌جویی‌های ملی و جهانی آب مربوط به بازرگانی بین‌المللی ۱۸۶

۳-۳-۹ ردپاهای آب مصرف ملی ۱۸۶

۴-۹ نتایج ۱۸۸

۱-۴-۹ ردپای آب تولید ملی ۱۸۸

۲-۴-۹ جریان‌های آب مجازی بین‌المللی مربوط به بازرگانی محصولات صنعتی و کشاورزی ۱۹۲

۳-۴-۹ صرفه‌جویی ملی آب کشور ناشی از بازرگانی ۱۹۵

۴-۴-۹ صرفه‌جویی جهانی آب مربوط به بازرگانی تولیدات صنعتی و کشاورزی ۱۹۵

۵-۴-۹ ردپای آب مصرف ملی ۱۹۹

۶-۴-۹ وابستگی آب خارجی کشورها ۲۰۷

۷-۴-۹ نقشه‌سازی ردپای آب جهانی، مثالی از آمریکا ۲۰۸

۵-۹ بحث ۲۱۱

۶-۹ نتیجه ۲۱۴

فصل دهم: ردپای آب سبز، آبی و خاکستری؛ محصولات کشاورزی و فراورده‌های آنها ۲۱۵

۱-۱۰ خلاصه ۲۱۵

۲-۱۰ مقدمه ۲۱۶

۳-۱۰ روش و داده‌ها ۲۱۸

۱-۳-۱۰ روش ۲۱۸

۲-۳-۱۰ داده‌ها ۲۲۱

۴-۱۰ نتایج ۲۲۳

۱-۴-۱۰ چشم‌انداز جهانی ۲۲۳

۲۲۶.....	۲-۴-۱۰ ردپای آب محصولات عمده و فراورده‌های جانبی در هر تن
۲۳۴.....	۳-۴-۱۰ ردپای آب سوخت‌های زیستی بر حسب GJ بر لیتر
۲۳۵.....	۴-۴-۱۰ مجموع ردپای آب تولید محصول در سطح ملی و زیر ملی (استانی یا ایالتی)
۲۳۶.....	۵-۴-۱۰ مجموع ردپای آب تولید محصول در سطح حوزه آبخیز
۲۳۷.....	۶-۴-۱۰ ردپای آب کشاورزی آبی در مقابل دیم
۲۳۸.....	۵-۱۰ بحث
۲۴۳.....	۶-۱۰ نتیجه‌گیری

۲۴۷..... فصل یازدهم: آب مورد نیاز چای نوشیدنی در هلند

۲۴۷.....	۱-۱۱ خلاصه
۲۴۸.....	۲-۱۱ مقدمه
۲۴۹.....	۳-۱۱ اهداف مطالعه
۲۵۰.....	۴-۱۱ روش
۲۵۰.....	۱-۴-۱۱ مراحل تولید چای
۲۵۳.....	۲-۴-۱۱ محاسبه آب لازم در مراحل مختلف تولید چای
۲۵۵.....	۳-۴-۱۱ محاسبه صادرات و واردات آب مجازی از هلند و به هلند در اثر تجارت چای
۲۵۵.....	۴-۴-۱۱ منبع داده‌ها
۲۵۵.....	۱-۴-۴-۱۱ داده‌های آب‌وهوایی و متغیرهای محصول
۲۵۵.....	۲-۴-۴-۱۱ عملکردهای چای
۲۵۵.....	۳-۴-۴-۱۱ تجارت چای
۲۵۶.....	۵-۴-۱۱ ویژگی‌های تولید
۲۵۷.....	۶-۴-۱۱ مقدار آب مجازی چای هر کشور تولیدکننده
۲۵۸.....	۵-۱۱ مجموع حجم آب لازم برای چای آشامیدنی هلندی
۲۵۸.....	۱-۵-۱۱ مقدار آب مجازی مربوط به واردات چای
۲۵۸.....	۲-۵-۱۱ آب مجازی صادراتی مربوط به چای صادراتی
۲۵۸.....	۳-۵-۱۱ آب خالص مجازی وارداتی ناشی از تجارت چای
۲۵۹.....	۴-۵-۱۱ آب لازم برای نوشیدن یک فنجان چای
۲۶۰.....	۵-۱۱ بحث

۲۶۱..... فصل دوازدهم: سناریوهای سوخت زیستی در چشم‌انداز آب

۲۶۱.....	ردپای آب‌های آبی و سبز حمل‌ونقل جاده‌ای در سال ۲۰۳۰
۲۶۱.....	۱-۱۲ خلاصه

فهرست □ ز

۲۶۲	مقدمه	۲-۱۲
۲۶۸	سناریوهای آینده	۱-۲-۱۲
۲۶۹	پیوند با آب	۲-۲-۱۲
۲۷۳	روش	۳-۱۲
۲۷۴	سناریوی سوخت زیستی	۲-۳-۱۲
۲۷۵	محاسبه ردپای آب سوخت زیستی	۳-۳-۱۲
۲۷۶	گام اول: تعیین تقاضای سوخت زیستی	۱-۳-۳-۱۲
۲۷۶	گام دوم: تعیین نوع ماده اولیه بیوماس	۲-۳-۳-۱۲
۲۷۷	گام سوم: تعیین نیاز آب سبز و آبی محصول	۳-۳-۳-۱۲
۲۷۸	گام چهارم: محاسبه ردپای آبی و سبز سوخت سبز	۴-۳-۳-۱۲
۲۸۰	گام پنجم: تعیین موجودی آب آبی و کاربردهای دیگر	۵-۳-۳-۱۲
۲۸۱	گام ششم: تعیین کمبود آب آبی	۶-۳-۳-۱۲
۲۸۱	نتایج	۴-۱۲
۲۸۱	تغییرات در مصرف سوخت زیستی	۱-۴-۱۲
۲۸۵	افزایش ردپای آب ناشی از سوخت زیستی	۲-۴-۱۲
۲۸۸	تأثیر سوخت‌های زیستی در کمبود آب آبی	۳-۴-۱۲
۲۹۱	آمریکای شمالی	۱-۳-۴-۱۲
۲۹۲	اروپا	۲-۳-۴-۱۲
۲۹۲	اقیانوس آرام	۳-۳-۴-۱۲
۲۹۳	شوروی سابق و حوضه بالکان	۴-۳-۴-۱۲
۲۹۴	آسیای در حال توسعه	۵-۳-۴-۱۲
۲۹۶	خاورمیانه	۶-۳-۴-۱۲
۲۹۶	آفریقا	۷-۳-۴-۱۲
۲۹۹	آمریکای لاتین	۸-۳-۴-۱۲
۳۰۱	بحث	۵-۱۲
۳۰۵	نتیجه‌گیری	۶-۱۲

فصل سیزدهم: آب‌سوزی ۳۰۷

۳۰۷	ردپای آب حمل‌ونقل ناشی از سوخت‌های زیستی	
۳۰۷	خلاصه	۱-۱۳
۳۰۸	مقدمه	۲-۱۳
۳۱۰	روش	۳-۱۳

۳۱۰.....	انرژی لازم برای انواع مختلف حمل و نقل	۱-۳-۱۳
۳۱۳.....	ردپای آب حمل و نقل با سوخت زیستی (به لیتر بر کیلومتر)	۲-۳-۱۳
۳۱۴.....	ردپای آب حمل و نقل در اتحادیه اروپا	۳-۳-۱۳
۳۱۴.....	ردپای آب حمل و نقل برای مناطق اصلی جهان	۴-۳-۱۳
۳۱۴.....	مقایسه: ردپای آب غذا و کتان	۵-۳-۱۳
۳۱۵.....	نتایج	۴-۱۳
۳۱۵.....	ردپای آب انواع مختلف حمل و نقل با استفاده از سوخت‌های زیستی	۱-۴-۱۳
۳۱۷.....	ردپای آب بخش حمل و نقل اروپا وقتی که ۱۰ درصد سوخت‌ها بیواتانول باشد	۲-۴-۱۳
۳۱۸.....	مقایسه ردپای آب حمل و نقل اروپا با ردپای آب مصرف غذا و کتان در اروپا	۳-۴-۱۳
۳۱۹.....	مقایسه ردپای اروپا با مناطق دیگر	۴-۴-۱۳
۳۲۱.....	بحث	۵-۱۳
۳۲۱.....	فرضیات	۱-۵-۱۳
۳۲۳.....	مقایسه با مطالعات دیگر	۲-۵-۱۳
۳۲۵.....	نتیجه‌گیری	۶-۱۳
۳۲۷.....	منابع بخش ب	

علائم اختصاری

کنوانسیون تنوع زیستی	.....	CBD
نیاز آبی محصول	.....	CWR
آژانس حفاظت از محیط‌زیست	.....	EPA
سازمان خواروبار و کشاورزی	.....	FAO (UN)
گاز گلخانه‌ای	.....	GHG
اطلاعات عمومی و سیستم هشدار سریع	.....	GIEWS
سیستم اطلاعات جغرافیایی	.....	GIS
نقشه عمومی از سطوح آبیاری	.....	GMIA
هیأت (پانل) بین‌الدول تغییر اقلیم	.....	IPCC
مدیریت یکپارچه حوزه آبخیز رودخانه	.....	IRBM
مدیریت یکپارچه منابع آب	.....	IWRM
ارزیابی چرخه حیات	.....	LCA
تحلیل جریان مواد	.....	MFA
مازاد بر حداکثر مجاز	.....	MPA
حداکثر غلظت مجاز	.....	MPC
مجموع حداکثر بار روزانه	.....	TMDL
کنفرانس سازمان ملل متحد درباره تجارت و توسعه	.....	UNCTAD
برنامه توسعه سازمان ملل متحد	.....	UNDP
برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد	.....	UNEP
کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه	.....	WCED
شبکه ردپای آب	.....	WFN

سخن نخست

آیا تاکنون به این فکر کرده‌ایم که منابع آب به‌غیر از اشکالی از قبیل رودخانه، چاه، چشمه، قنات، آب زیرزمینی، برف، یخ، بخار آب که به چشم ظاهر دیده می‌شود، صورت‌های دیگر نیز دارند؟ یعنی براساس این قاعده فراگیر که آب به همه‌چیز جان می‌دهد، آیا در ایجاد غیرجانداران نیز مؤثر است؟ یعنی آیا غیر از مصرف مستقیم آب به‌وسیله جانداران می‌توان روح حیات‌بخش آب را در غیرجانداران از قبیل ماشین، هواپیما، پوشاک، گندم، جو، اسباب‌بازی کودکان، آجر، آهن‌آلات، اغذیه خوراکی و هر آنچه تاکنون به‌نظر اثری از آب در آن وجود نداشت (استفاده غیرمستقیم آب)، در قالب یک جریان آب ردیابی کرد؟ اگر جواب مثبت باشد، آیا می‌توان این جریان را آشکار و محاسبه کرد؟ اگر بتوانیم آن را محاسبه کنیم، یا به‌عبارت دیگر میزان آب مصرف‌شده هر آنچه را که در عالم خلقت به‌کار رفته است بدانیم، آیا بر زندگی ما تأثیر خواهد گذاشت؟

به‌نظر می‌رسد بر این اساس وقتی که اعتقاد به حضور آب در همه اجزای مصرفی زندگی را بپذیریم، قانون‌گذاران، سیاستمداران و دولت مردان کشورهای کم‌آب نیز می‌توانند مناسبات درونی و بیرونی خود را به‌نحوی طراحی و برنامه‌ریزی کنند که ضمن استفاده از تمام مواهب الهی، فکر کم‌آبی (که امروز تمامی ارکان حیات خود را تحت‌تأثیر قرار داده است) توسعه اقتصادی - اجتماعی آنها را تحت‌تأثیر قرار ندهد. توجه نکردن به این واقعیت مهم و تنها تکیه بر منابع آب شیرین محدود و در دسترس، موجب شده همه برنامه‌ریزان و طراحان، به‌ویژه در کشورهای کم‌آب، غفلت کنند و فقط ندای بی‌آبی را در هر محفل و مجلس سر دهند؛ ولی به داشته‌های خود و به جریان نامرئی آبی که با دبی‌های سرسام‌آور در هر لحظه از کشور خود خارج و به آن وارد می‌شود یا حتی در درون کشور، خانه‌ها و کوی و برزن ساری و جاری است، هیچ وقوفی ندارند.

با این وصف چنانچه به حضور آب در همه اجزای مصرفی باور داشته باشیم، می‌توان با گذراندن قوانین درخور در مجلس شورای اسلامی و عملی کردن آنها در قالب راهبردهای کلان از قبیل مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز و پیوند عملی عوامل طبیعی، اقتصادی و اجتماعی نسبت به مکان‌یابی مناسب کلیه پروژه‌های صنعتی، عمرانی و کشاورزی یا زیرساخت‌های ترابری براساس آب‌بری اقدام، و شریان حیاتی آب را علاوه بر آبراهه‌ها و رودهای جاری در حوزه‌های آبخیز، در مویرگ‌ها و سلول‌های مواد دست‌ساز بشر نیز ردیابی و مدیریت کرد. به‌عبارت دیگر، ردیابی آب را در تمامی ارکان اعم از مواد خام، تولیدات، فرایند تجارت، مصرف‌کننده، بازیافت و بازچرخانی تعقیب و با احترام به طبیعت و رعایت تمام معیارهای مصرف آب، به این مایه حیات با دیده احترام نگریست و ضمن مصرف صحیح و توسعه رفاه

آبخیزنشینان که تمامی اقشار جامعه را دربرمی‌گیرد، فشار به طبیعت و حوزه‌های آبخیز یا همان ظرف اکوسیستم‌های طبیعی را به حداقل برسانیم.

و در آخر کلام چنانچه بدانیم برای تولید:

یک فنجان استاندارد چای (۲۵۰ میلی‌لیتر حجم) = ۳۴ لیتر آب شیرین

یک فنجان استاندارد قهوه (۲۵۰ میلی‌لیتر حجم) = ۱۴۰ لیتر آب شیرین (حدود ۸ برابر یک فنجان چای از نظر حجمی)

یک لیتر شیر = ۱۰۰۰ لیتر آب شیرین (یک متر مکعب آب)

یک کیلو گوشت قرمز = ۱۵۰۰۰ لیتر آب شیرین

یک بلوز یا پیراهن = ۲۵۰۰ لیتر آب شیرین

یک شلوار جین = ۱۰۰۰۰ لیتر آب شیرین

مصرف می‌شود به اهمیت مصارف غیر مستقیم آب پی خواهیم برد.

این کتاب استانداردهای عمومی را برای ارزیابی ردپای آب که به وسیله «شبکه ردپای آب» توسعه داده شده و مجموعه‌ای از مفاهیم، تعاریف و روش‌ها را برای محاسبه ردپای آب ارائه می‌دهد. این کتاب آموزش می‌دهد که چگونه ردپای آب برای تولیدات و فرایندهای فردی، مصرف‌کننده‌ها، ملیت‌ها و تجار محاسبه می‌شود. همچنین، روش‌هایی را برای ارزیابی پایداری ردپای آب و گزینه‌هایی را برای پاسخ ردپای آب دربرمی‌گیرد.

از آنجایی که تا چند سال قبل واژه «آب مجازی» برای مصرف غیرمستقیم آب استفاده می‌شد، در بخش‌هایی از کتاب، به‌ویژه در بخش مطالعات، به‌صورت موردی از این واژه استفاده شده است؛ زیرا این مطالعات به قبل از واژه جدید «ردپای آب» مربوط می‌شود و در این بخش‌ها خواهید دید که این دو واژه تفاوت‌هایی دارند. شاید بتوان گفت که آب مجازی بخشی از ردپای آب است و ردپای آب، علاوه بر کمیت‌ها، مکان و زمان استفاده را نیز در نظر می‌گیرد.

تفاوت اصلی این کتاب با متون علمی دیگر این است که مطالب در دو بخش اصلی و مشتمل بر ۱۵ فصل ارائه شده؛ به‌نحوی که بخش اول معرفی انواع ردپای آب، روش‌های محاسبه و ارزیابی پایداری ردپای آب را ارائه می‌دهد و بخش دوم مطالعات موردی شاخص را دربرمی‌گیرد. بیشتر این موارد، مطالعات متخصصان و دانشمندان ردپای آب در بخش‌های مختلف صنعت، کشاورزی و خدمات در نقاط مختلف جهان است که ضمن بررسی وضعیت فعلی، سناریوهای مختلف آتی را نیز بررسی و پیشگویی می‌کند. از آنجایی که بیشترین حجم آب شیرین را بخش کشاورزی مصرف یا آلوده می‌کند، غالب مطالعات موردی به این بخش اختصاص یافته است. این کتاب علاوه بر منبع معتبر علمی برای مراکز دانشگاهی، دست‌ورعملی مناسب نیز برای راهبران، قانون‌گذاران و مهندسان در عمل است.

سخن نخست □ ظ

مطالعه این کتاب را به کلیه دانشجویان مهندسی، علوم، تجارت و مدیریت در کلیه گرایش‌ها به‌ویژه مهندسی آبخیز، آب، منابع طبیعی، عمران و محیط‌زیست در سطوح ارشد و دکتری، و همچنین برای کلیه قانون‌گذاران، سیاستمداران، و مجریان بخش‌های صنعتی، کشاورزی و خدمات کشور توصیه می‌کنیم.

لازم است ذکر شود که این کتاب بخشی از نتیجه دوره تحقیقی فوق دکتری (پست دکتری) این جانب در مدت زمان فرصت مطالعاتی در گروه تحقیقاتی آنالیز سیستمی آب، محیط‌زیست و انرژی در بخش مهندسی عمران، ساخت و محیط‌زیست دانشگاه فلوریدای مرکزی آمریکا^۱ است. با توجه به استفاده از منابع متعدد در ترجمه و همچنین بررسی این موارد در قالب فصول مجزا در کشور عزیزمان، صورت اصلی تدوین کتاب تألیفی بود؛ اما براساس نظرات مسئولان محترم انتشارات دانشگاه تهران و تأکید بر اینکه برای چنین مواردی (که حتی در ترجمه کتاب نیز از چندین منبع مختلف استفاده شده است که شامل کتاب‌ها، گزارش‌ها و مقالات متفاوت است)، قانونی مشخص وجود ندارد و شورای سیاست‌گذاری انتشارات دانشگاه نام خاصی را بر نحوه تدوین کتاب نمی‌تواند بگذارد، و با توجه به طولانی شدن فرایند رفت‌وبرگشت کتاب به مرکز انتشارات دانشگاه (از سال ۱۳۹۲)، توصیه مسئولان محترم موردتکمیل قرار گرفت و با حذف برخی فصول، به‌ویژه فصولی که به کشور عزیزمان ایران مربوط بود، کتاب به صورت «ترجمه» در چرخه انتشار قرار گرفت. نگارنده از تمامی استادان و کارمندان، به‌ویژه همکاران محترم انتشارات دانشگاه تهران و جناب دکتر کاوه مدنی لاریجانی که شرایط را برای ترجمه و تدوین این اثر فراهم کردند، نهایت سپاس و قدردانی را تقدیم می‌کند. همچنین از جناب آقای مهندس مجید کاظم‌زاده دانشجوی دوره دکتری اینجانب که دو بار این متن را مطالعه کردند، سپاسگزارم.

علی سلاجقه

استاد دانشگاه تهران