



# مدیریت منابع آب ایران

دکتر علی اصغر کدیور    دکتر سیدمهدی سلیمانی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

#### مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

## فهرست مطالب

| پیشگفتار                                                                  | یازده |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| فصل اول: کلیاتی پیرامون وضعیت ذخایر منابع آب و مسائل آن با تأکید بر ایران | ۱     |
| هدف کلی                                                                   | ۱     |
| هدف‌های یادگیری                                                           | ۱     |
| مقدمه                                                                     | ۲     |
| ۱-۱ شکل‌گیری آب و حجم ذخیره آن در جهان                                    | ۳     |
| ۲-۱ چرخه آب‌شناسی                                                         | ۵     |
| ۳-۱ جایگاه منابع آب ایران در جهان                                         | ۷     |
| ۴-۱ منابع آب سطحی                                                         | ۹     |
| ۵-۱ منابع آب تحت‌الارضی                                                   | ۱۱    |
| ۶-۱ مسائل منابع آب با تأکید بر ایران                                      | ۱۳    |
| ۱-۶-۱ کمی بارش                                                            | ۱۳    |
| ۲-۶-۱ شوری آب                                                             | ۱۴    |
| ۳-۶-۱ تبخیر                                                               | ۱۵    |
| ۴-۶-۱ آلودگی منابع آب                                                     | ۱۶    |
| ۵-۶-۱ افزایش مصرف آب                                                      | ۱۶    |
| ۶-۶-۱ شیوه‌های مصرف آب                                                    | ۱۷    |
| خلاصه فصل اول                                                             | ۱۷    |
| خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول                                            | ۱۸    |
| خودآزمایی تشریحی فصل اول                                                  | ۱۹    |
| فصل دوم: کنترل، جمع‌آوری و مصرف آب در ایران با تأکید بر بخش کشاورزی       | ۲۱    |
| هدف کلی                                                                   | ۲۱    |
| هدف‌های یادگیری                                                           | ۲۱    |

|    |                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۲۱ | مقدمه                                                                 |
| ۲۲ | ۱-۲ کنترل منابع آب سطحی                                               |
| ۲۶ | ۲-۲ وضعیت برداشت از منابع آب زیرزمینی                                 |
| ۳۰ | ۳-۲ کنترل و استفاده از منابع آب نامتعارف                              |
| ۳۳ | ۴-۲ سایر ظرفیت‌های آبی و چگونگی مصرف آن                               |
| ۳۳ | ۱-۴-۲ نمک‌زدایی از منابع آب شور                                       |
| ۳۵ | ۲-۴-۲ استفاده بیشتر از آب‌های مرزی و حوضه‌های مشترک با کشورهای همسایه |
| ۳۷ | ۳-۴-۲ افزایش ظرفیت آبی کشور از طریق فعال‌سازی دیپلماسی آب             |
| ۳۹ | خلاصه فصل دوم                                                         |
| ۴۰ | خودآزمایی چهار گزینه‌ای فصل دوم                                       |
| ۴۱ | سؤالات تشریحی فصل دوم                                                 |
| ۴۳ | <b>فصل سوم: آشنایی با مدیریت سنتی منابع آب در ایران</b>               |
| ۴۳ | هدف کلی                                                               |
| ۴۳ | هدف‌های یادگیری                                                       |
| ۴۳ | مقدمه                                                                 |
| ۴۴ | ۱-۳ مبانی مدیریت سنتی آب                                              |
| ۴۶ | ۲-۳ مدیریت سنتی منابع آب زیرزمینی                                     |
| ۵۱ | ۱-۲-۳ کم‌آبیاری                                                       |
| ۵۱ | ۲-۲-۳ استفاده از شخم عمیق                                             |
| ۵۱ | ۳-۲-۳ استفاده از آب‌بندها                                             |
| ۵۱ | ۴-۲-۳ آبیاری کوزه‌ای                                                  |
| ۵۲ | ۵-۲-۳ قنات جلوه‌گاه همیاری‌های مشارکتی در مدیریت منابع آب زیرزمینی    |
| ۵۹ | ۳-۳ مدیریت سنتی منابع آب سطحی                                         |
| ۶۴ | خلاصه فصل سوم                                                         |
| ۶۴ | خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم                                        |
| ۶۶ | خودآزمایی تشریحی فصل سوم                                              |
| ۶۷ | <b>فصل چهارم: آشنایی با حقوق و قوانین آب در ایران</b>                 |
| ۶۷ | هدف کلی                                                               |
| ۶۷ | هدف‌های یادگیری                                                       |
| ۶۷ | مقدمه                                                                 |
| ۶۸ | ۱-۴ جایگاه آب در شریعت و فقه اسلامی                                   |
| ۶۹ | ۲-۴ آب در قانون اساسی و سند چشم‌انداز                                 |
| ۷۰ | ۳-۴ قانون توزیع عادلانه آب                                            |
| ۷۳ | ۴-۴ آب در قوانین پنج ساله کشور                                        |
| ۷۳ | ۱-۴-۴ قانون پنج ساله اول                                              |

|     |                                                                           |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|
| ۷۴  | ۲-۴-۴ قانون برنامه دوم اجتماعی - اقتصادی                                  |
| ۷۵  | ۳-۴-۴ قانون برنامه سوم                                                    |
| ۷۸  | ۵-۴ قانون برنامه چهارم توسعه اجتماعی و اقتصادی                            |
| ۷۹  | ۶-۴ قانون برنامه پنجم توسعه اجتماعی و اقتصادی جمهوری اسلامی               |
| ۸۰  | خلاصه فصل چهارم                                                           |
| ۸۰  | خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم                                          |
| ۸۱  | خودآزمایی تشریحی فصل چهارم                                                |
| ۸۳  | <b>فصل پنجم: مدیریت و نهادهای رایج در حوزه منابع آب ایران</b>             |
| ۸۳  | هدف کلی                                                                   |
| ۸۳  | هدف‌های یادگیری                                                           |
| ۸۴  | مقدمه                                                                     |
| ۸۴  | ۱-۵ گذر از مدیریت سنتی منابع آب و چالش‌های آن در ایران                    |
| ۸۶  | ۲-۵ اصول حاکم بر مدیریت‌های نوین آب و آبیاری و مقایسه آن با مدیریت سنتی   |
| ۸۸  | ۳-۵ دیوان‌سالاری دولتی و موانع استفاده بهینه از منابع آب در ایران         |
| ۹۰  | ۴-۵ بازگشت به مدیریت مشارکتی (رویکردی جدید در عرصه مدیریت منابع آب ایران) |
| ۹۳  | ۵-۵ تعاونی‌های آب‌بران                                                    |
| ۹۸  | ۶-۵ انجمن صنفی آب‌بران                                                    |
| ۹۹  | ۷-۵ مدیریت به هم پیوسته منابع آب                                          |
| ۱۰۲ | ۱-۷-۵ مفهوم مدیریت به هم پیوسته منابع آب (IWRM)                           |
| ۱۰۳ | ۲-۷-۵ علل رویکرد به IWRM                                                  |
| ۱۰۵ | ۳-۷-۵ فواید IWRM                                                          |
| ۱۰۶ | ۴-۷-۵ مؤلفه‌های مهم در مدیریت به هم پیوسته منابع آب                       |
| ۱۰۷ | ۵-۷-۵ معیارهای اجرایی مدیریت به هم پیوسته آب                              |
| ۱۰۸ | ۶-۷-۵ چرخه مدیریت یکپارچه منابع آب                                        |
| ۱۱۲ | خلاصه فصل پنجم                                                            |
| ۱۱۲ | خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم                                           |
| ۱۱۳ | خودآزمایی تشریحی فصل پنجم                                                 |
| ۱۱۵ | <b>فصل ششم: مدیریت منابع آب و فاضلاب و حفاظت از محیط زیست</b>             |
| ۱۱۵ | هدف کلی                                                                   |
| ۱۱۵ | هدف‌های یادگیری                                                           |
| ۱۱۶ | مقدمه                                                                     |
| ۱۱۸ | ۱-۶ شناسایی منابع آلاینده                                                 |
| ۱۱۸ | ۱-۱-۶ آلاینده‌های با منبع نقطه‌ای (کانون متمرکز)                          |
| ۱۱۸ | ۲-۱-۶ آلاینده‌های با منبع غیرنقطه‌ای (کانون نامتمرکز)                     |
| ۱۱۸ | ۲-۶ آلودگی آب                                                             |

|     |                                                                |
|-----|----------------------------------------------------------------|
| ۱۲۰ | ۳-۶ طبقه‌بندی آلوده‌کننده‌های آب                               |
| ۱۲۷ | ۴-۶ عوامل آلودگی منابع آب                                      |
| ۱۲۸ | ۵-۶ مدیریت فاضلاب‌های شهری و صنعتی و آلودگی منابع آب           |
| ۱۲۸ | ۱-۵-۶ سیستم فاضلاب شهری                                        |
| ۱۲۹ | ۲-۵-۶ سیستم فاضلاب صنعتی                                       |
| ۱۳۱ | ۶-۶ مدیریت زباله‌های شهری و آلودگی منابع آب                    |
| ۱۳۲ | ۱-۶-۶ خطرات ناشی از دفع غیربهداشتی زباله                       |
| ۱۳۳ | ۲-۶-۶ آلودگی‌های منابع آب زیرزمینی                             |
| ۱۳۳ | ۳-۶-۶ اثر شیرابه بر کیفیت آب‌های زیرزمینی                      |
| ۱۳۵ | ۴-۶-۶ اثر گاز زباله‌ها بر کیفیت آب‌های زیرزمینی                |
| ۱۳۶ | ۷-۶ مدیریت زباله‌های صنعتی و آلودگی منابع آب                   |
| ۱۳۶ | ۱-۷-۶ زباله‌های صنعتی                                          |
| ۱۳۸ | ۲-۷-۶ راهکارهای جلوگیری از آلودگی ناشی از زباله‌های صنعتی      |
| ۱۳۹ | ۸-۶ مدیریت زهاب‌های کشاورزی و آلودگی منابع آب                  |
| ۱۳۹ | ۱-۸-۶ تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر کیفیت منابع آب               |
| ۱۴۲ | ۹-۶ سایر آلاینده‌های منابع آب                                  |
| ۱۴۴ | خلاصه فصل ششم                                                  |
| ۱۴۴ | خودآزمایی چهار گزینه‌ای فصل ششم                                |
| ۱۴۵ | سؤالات تشریحی فصل ششم                                          |
| ۱۴۷ | <b>فصل هفتم: استفاده بهینه از منابع آب و راندمان آبیاری</b>    |
| ۱۴۷ | هدف کلی                                                        |
| ۱۴۷ | هدف‌های یادگیری                                                |
| ۱۴۸ | مقدمه                                                          |
| ۱۴۹ | ۱-۷ وضعیت کشاورزی و آبیاری در جهان و ایران                     |
| ۱۴۹ | ۱-۱-۷ جهان                                                     |
| ۱۵۰ | ۲-۱-۷ ایران                                                    |
| ۱۵۲ | ۲-۷ آب کالای اقتصادی                                           |
| ۱۵۴ | ۳-۷ ارزش‌های فرهنگی آب در تمدن ایران                           |
| ۱۵۶ | ۴-۷ قیمت آب و راندمان آبیاری با تأکید در ایران                 |
| ۱۵۶ | ۱-۴-۷ راندمان آبیاری                                           |
| ۱۵۷ | ۲-۴-۷ قیمت‌گذاری آب آبیاری (مدیریت تقاضا)                      |
| ۱۵۹ | ۳-۴-۷ قیمت آب در ایران                                         |
| ۱۶۳ | ۵-۷ مدیریت مزرعه و استفاده بهینه از منابع آب با تأکید بر ایران |
| ۱۶۳ | ۱-۵-۷ اصلاح الگوی کشت                                          |
| ۱۶۴ | ۲-۵-۷ مدیریت خاک در مزرعه                                      |
| ۱۶۵ | ۳-۵-۷ کم‌آبیاری                                                |

|     |                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------|
| ۱۶۵ | ۷-۶ مفهوم آب سبز و مدیریت آب در مراتع                      |
| ۱۶۶ | ۷-۶-۱ تعریف آب سبز                                         |
| ۱۶۹ | خلاصه فصل هفتم                                             |
| ۱۶۹ | خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم                            |
| ۱۷۰ | خودآزمایی تشریحی فصل هفتم                                  |
| ۱۷۱ | فصل هشتم: موانع استفاده بهینه از منابع آب و ارائه راهکارها |
| ۱۷۱ | هدف کلی                                                    |
| ۱۷۱ | هدف‌های یادگیری                                            |
| ۱۷۲ | مقدمه                                                      |
| ۱۷۳ | ۸-۱ موانع استفاده بهینه از منابع آب در ایران               |
| ۱۷۳ | ۸-۱-۱ موانع اقتصادی و مالی                                 |
| ۱۷۷ | ۸-۲ موانع برنامه‌ریزی                                      |
| ۱۸۰ | ۸-۳ موانع آموزشی                                           |
| ۱۸۳ | ۸-۴ موانع طبیعی                                            |
| ۱۸۴ | خلاصه فصل هشتم                                             |
| ۱۸۵ | خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم                            |
| ۱۸۶ | خودآزمایی تشریحی فصل هشتم                                  |
| ۱۸۷ | پاسخنامه                                                   |
| ۱۹۱ | منابع                                                      |



### پیشگفتار

به دلیل خشکی خاورمیانه کشورهای این محدوده با مشکل کمبود آب مواجه‌اند. سرزمین ایران، که بخشی از خاورمیانه را تشکیل می‌دهد، مثل سایر کشورهای این منطقه همواره با مشکل خشکی و کمبود آب مواجه بوده‌است. طبیعت خشک ایران باعث شده‌است مردم این سرزمین در طول تاریخ به سازه‌های اجتماعی و فنی پیرامون آب توجه ویژه داشته باشند و با تمهیدات لازم زمینه غلبه بر مشکلات را فراهم کنند. اما طی پنجاه سال اخیر با افزایش جمعیت و دولتی شدن بخش‌های عمده مدیریت منابع آب، مسائل زیادی برای ذخایر آب کشور پیش آمده‌است، به‌طوری که در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین مشکلاتی که جامعه ایران را تهدید می‌کند، مشکل آب است. در این شرایط براساس گزارش‌های رسمی سازمان‌های مسئول، پرت آب در بخش‌های مختلف کشور ما از متوسط جهانی بسیار بیشتر است. مشکل منابع آب در ایران در شرایطی به خطوط قرمز رسیده‌است که جامعه ایران در ابتدای مسیر توسعه قرار دارد و بخش عمده جمعیت کشور فاصله زیادی با یک زندگی عزتمندانه دارد.

این کتاب، که با همت دانشگاه پیام‌نور به‌عنوان منبع درسی دانشجویان کارشناسی رشته جغرافیا تهیه شده‌است، به مسائل اجتماعی و مدیریتی آب در کشور پرداخته است. علاوه بر آن سعی شده‌است ضمن طرح تجربه‌های موفق گذشتگان به حقوق و قوانین درباره آب نیز توجه شود. تلاش شده‌است از منابع علمی و تجربه‌های عملی که حاصل سال‌ها کار در حوزه اجتماعی و مدیریتی نویسندگان بوده‌است بهره گرفته شود

به گونه‌ای که دانشجویان محترم را با مشکلات اجتماعی و مدیریتی منابع آب به‌منظور استفاده عملی آشنا سازد.

با تمام کوششی که ظرف دو سال برای تدوین این اثر به‌کار گرفته شده‌است، قطعاً مطالب کتاب خالی از اشکال نیست و از جامعه علمی و فرهیختگان کشور انتظار می‌رود با راهنمایی‌های دلسوزانه خود بر غنای کتاب در آینده بیفزایند تا زمینه دسترسی دانشجویان محترم به منابع علمی کامل‌تر فراهم شود. در پایان لازم است از داوران محترم و مسئولان دانشگاه پیام‌نور به‌ویژه کارشناسان بخش تدوین، که با تلاش بی‌وقفه و همراهی گرم و صمیمانه خود گردآورندگان را در طول دو سال گذشته یاری رساندند، تشکر کنیم. از همه اساتید و مدیران محترم بخش آب که با راهنمایی‌های علمی خود در خلق این اثر مشاور امین ما بوده‌اند، بی‌نهایت قدردانی می‌کنیم و برای همه این عزیزان آرزوی سلامتی و موفقیت داریم.

دکتر علی اصغر کدیور

دکتر سیدمهدی سلیمانی

پاییز ۱۳۹۵

## فصل اول

### کلیاتی پیرامون وضعیت ذخایر منابع آب و مسائل آن با تأکید بر ایران

#### هدف کلی

دانشجویان در این فصل با چگونگی شکل‌گیری آب و حجم آن در کره زمین، چرخه آب‌شناسی، حجم و جایگاه منابع آب ایران در سطح کره زمین، تولید آب به تفکیک حوضه‌های آبریز، مصرف آب بخش‌های مختلف کشور و همچنین مشکلات منابع آب در ایران آشنا می‌شوند.

#### هدف‌های یادگیری

دانشجویان پس از مطالعه این فصل باید:

۱. با چگونگی شکل‌گیری آب و حجم ذخیره آن در جهان آشنا شوند.
۲. مفهوم چرخه آب‌شناسی را درک کنند.
۳. اطلاعات لازم را درخصوص منابع آب ایران به‌دست آورند.
۴. با وضعیت مصرف آب در بخش‌های مختلف آشنا شوند.
۵. از وضعیت منابع آب سطحی و زیرزمینی کشور آگاهی یابند.
۶. با مسائل و مشکلات منابع آب ایران آشنا شوند.

## مقدمه

آب، خاک و هوا عناصری هستند که حیات تمام موجودات زنده و تولید مواد غذایی وابسته به آنهاست. بحث پیرامون این عناصر حیاتی همواره وجود داشته و خواهد داشت. اما در این بین پیرامون آب مباحث گسترده‌تری قابل طرح است زیرا تقاضا برای مصرف آب به‌طور پیوسته در حال افزایش است و در مقابل منابع آب در دسترس و قابل استفاده نه تنها ثابت نیست، در حال کاهش است. مشکل کمبود آب اگرچه یک معضل جهانی است، ولی مناطق و نواحی خشک و نیمه‌خشک مثل سرزمین‌های خاورمیانه بیشتر با این مشکل مواجه هستند. از این‌رو در این مناطق از جمله ایران برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع موجود حائز اهمیت فراوان است. ایران سرزمینی خشک و کم‌آب است و فقط از یک سوم متوسط بارش جهان برخوردار است که توزیع مکانی و زمانی آن نیز بسیار نامتعادل است. در نتیجه یکی از تنگناهای اساسی توسعه در بیشتر مناطق و نواحی این سرزمین کمبود آب است. از این‌رو به‌کارگیری تمهیدات لازم به‌منظور استفاده بهینه از منابع موجود و همچنین بازتولید منابع غیرمتعارف اجتناب‌ناپذیر است. مشکل و تنگناهای ناشی از کمی بارش و منابع آب در سرزمین باستانی ایران قدمت چند هزار ساله دارد اما مردم این مرز و بوم در طول تاریخ به کمک نبوغ و دانش بومی با این مسئله مبارزه و شیوه‌های خارق‌العاده و کارسازی را برای استحصال و مدیریت منابع آب اعمال کرده‌اند. اکنون دانش بومی نیاکان ما برای مبارزه با کمبود آب تجربه مفیدی برای جامعه ما محسوب می‌شود که می‌تواند همراه با دستاوردهای دانش مدرن زمینه کاهش مشکلات ناشی از خشکی و کمبود آب را فراهم آورد. براساس مطالعات انجام‌شده در حال حاضر مانع تعادل بخشی بین منابع آب و میزان مصرف بیشتر مسائل اجتماعی و مدیریتی است که مانع از استفاده بهینه از منابع آب در دسترس هم شده است. به همین خاطر ما در این نوشتار در پی طرح مباحث فنی آب، که تخصص‌های دیگری را طلب می‌کند، نیستیم بلکه تلاش بر این است که با استفاده از تجربیات گذشته به‌ویژه نقش مردم در مدیریت منابع آب و همچنین استفاده از تجربیات سایر ملل در عصر مدرنیته، ضمن طرح مسائل اجتماعی - مدیریتی منابع آب، راهکارهایی به‌منظور کاهش مشکلات در بخش مدیریت منابع آب کشور مطرح شود.

## ۱-۱ شکل‌گیری آب و حجم ذخیره آن در جهان

آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت فیزیکی یعنی جامد، مایع و بخار در طبیعت وجود دارد. شکل جامد آن به وسیله ساختمان بلوری و سخت مشخص می‌شود که در صفر درجه سانتی‌گراد و یا کمتر به وجود می‌آید و حجم معینی را اشغال می‌کند. شکل مایع آن نیز در حد حرارتی مشخصی وجود دارد. در این وضعیت آب نه سخت است و نه شکل خاصی دارد. در این حال آب ضمن اشغال حجم معینی می‌تواند در اثر اختلاف فشار به جریان بیفتد. فاز بخار نه حجم معینی را اشغال می‌کند و نه سخت است و برعکس دو فاز دیگر دقیقاً کل حجم و شکل ظرف خود را اختیار می‌کند. در حقیقت وجود هریک از سه حالت آب بستگی به دما دارد و واضح است که در فشار اتمسفر، در زیر صفر درجه آب به صورت جامد، بین صفر و ۱۰۰ به صورت مایع و بالاتر از ۱۰۰ درجه به صورت بخار وجود دارد.

آب از دیدگاه شیمیایی متشکل از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن است که با وجود ترکیب ساده شیمیایی اثر اکسایش قوی دارد (کمالی‌زاد، ۱۳۶۴: ۲۱-۲۲). در خصوص منشأ و پیدایش آب نظرات فراوانی مطرح است اما اغلب نظریه‌ها پیدایش آب را نتیجه فعالیت‌های ماگمایی و آتشفشانی، به‌ویژه در مراحل اولیه تشکیل زمین می‌دانند. بنابراین به نظر می‌رسد که در حین تشکیل سیاره زمین، در مقطعی از زمان شرایط برای ترکیب اکسیژن با هیدروژن و تشکیل آب فراهم شده و بخار آب فراوانی در اتمسفر اولیه زمین جمع شده است. این بخار آب به صورت باران بر زمین باریده و با سرد شدن زمین به تدریج گودی‌ها را پر کرده، بر سطح زمین جاری شده یا به زیر زمین فرو رفته است و به این ترتیب آب‌کره را به وجود آورده است. لازم به توضیح است به مجموعه آب‌های موجود در زمین که به صورت مایع، جامد یا بخار در سطح و نزدیک سطح زمین قرار گرفته‌اند اصطلاحاً «آب‌کره» (هیدروسفر) می‌گویند (صداقت، ۱۳۷۴: ۱). اگر از فضا، کره زمین را رصد کنیم آن را یک سیاره آبی رنگ و پر از آب می‌بینیم و به نظر می‌رسد آب در کره زمین ماده‌ای فراوان و نامحدود است که به آسانی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار دارد. اما بررسی‌های دقیق این فرض را تأیید نمی‌کند. زیرا اگرچه سه چهارم مساحت کره زمین پوشیده از آب است، اما حدود ۹۶/۵ درصد این آب در اقیانوس‌ها ذخیره شده است که به دلیل وجود املاح فراوان به‌ویژه نمک

به‌طور مستقیم برای شرب، کشاورزی و صنعت مناسب نیست. از مقدار آب باقی‌مانده هم حدود ۲ درصد به‌صورت جامد در یخچال‌ها ذخیره شده‌است. در نتیجه مقدار آبی که می‌تواند به‌طور مستقیم در چرخه مصرف قرار گیرد حدود یک درصد از کل حجم آب موجود در کره زمین است. بخش قابل توجهی از این یک درصد هم در مکان‌هایی از جمله اعماق زمین پنهان شده‌است که دسترسی به آن به‌سادگی امکان‌پذیر نیست. در یک جمع‌بندی می‌توان وضعیت منابع آب موجود در سطح کره زمین را به‌صورت جدول (۱-۱) ارائه نمود که محل تجمع آب و درصد هر منبع آبی در آن مشخص شده‌است.

جدول ۱-۱. مقادیر تخمینی آب موجود در جهان سال ۱۳۹۲

| ناحیه یا نوع ذخیره  | حجم به<br>کیلومتر مکعب | درصد نسبت به کل آب<br>موجود در جهان | درصد نسبت به<br>کل آب شیرین |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| اقیانوس‌ها          | ۱۳۳۸۰۰۰۰۰۰             | ۹۶/۵                                | -                           |
| آب‌های شور          | ۱۲۸۷۰۰۰۰               | ۰/۹۳                                | -                           |
| رطوبت خاک           | ۱۶۵۰۰                  | ۰/۰۰۱۲                              | ۰/۰۵                        |
| یخ‌های قطبی         | ۲۴۰۲۳۵۰۰               | ۱/۷۴                                | ۶۸/۷                        |
| دیگر مجموعه‌های یخی | ۳۴۰۶۰۰                 | ۰/۰۲۵                               | ۱                           |
| دریاچه‌های شیرین    | ۹۱۰۰۰                  | ۰/۰۰۶۶                              | ۰/۲۶                        |
| دریاچه‌های شور      | ۸۵۴۰۰                  | ۰/۰۰۶۲                              | -                           |
| مرداب و باتلاق      | ۱۱۴۷۰                  | ۰/۰۰۰۸                              | ۰/۰۳۳                       |
| رودخانه‌ها          | ۲۱۲۰                   | ۰/۰۰۰۱۵                             | ۰/۰۰۶۱                      |
| آب بیولوژیک         | ۱۱۲۰                   | ۰/۰۰۰۰۸۱                            | ۰/۰۰۳۲                      |
| آب اتمسفری          | ۱۲۹۰۰                  | ۰/۰۰۰۹۳                             | ۰/۰۳۷                       |
| جمع کل              | ۱۳۸۵۹۸۴۶۱۰             | ۱۰۰                                 | ۱۰۰                         |
| جمع آب شیرین        | ۳۵۰۲۹۲۱۰               | ۲/۵                                 | -                           |

منبع: National Geographic. Retrieved 14 November 2013

با توجه به آمار و ارقام موجود درخصوص وضعیت منابع آب موجود در کره زمین، که بخشی از آن در جدول (۱-۱) قابل مشاهده است، کمبود آب یک معضل جهانی است که در بعضی از نواحی و مناطق شدیدتر است. در حال حاضر معیاری که برای پربابی و کم‌آبی نواحی، مناطق و کشورها به کار برده می‌شود سرانه آب تجدیدپذیر است. اکنون با توجه به میزان جمعیت جهان، سرانه آب تجدیدپذیر دنیا حدود ۶۵۰۰ مترمکعب در سال برای هریک نفر است. تنگناهای ناشی از کمبود آب زمانی بیشتر احساس می‌شود که به وضعیت پراکندگی آن در سطح کره زمین نیز توجه شود. زیرا توزیع جغرافیایی آب قابل مصرف در سطح کره زمین بسیار نامتعادل است و کشورهای زیادی در معرض کمبود و تنش آبی قرار دارند. نامتعادل بودن توزیع منابع آب شیرین و تفاوت زیاد در میزان سرانه آب تجدیدپذیر در مناطق مختلف سطح کره زمین باعث شده است بعضی از مناطق جهان مثل کانادا و اروپا از منابع آب فراوان برخوردار و در مقابل بخش‌هایی از کره زمین منابع ناچیزی در اختیار داشته باشند. کشورهای خاورمیانه عموماً در قلمرو کشورهای کم‌آب قرار دارند؛ مثلاً، سرانه آب تجدیدپذیر برای کشور مصر ۳۰، قطر ۴۰، لیبی ۱۶۰، کویت ۱۰، نوار غزه ۵۲ و عربستان سعودی ۱۴۰ مترمکعب در سال است و این رقم برای ایران ۱۶۷۰ مترمکعب در سال است (www.aftab.ir).

کشورهایی که با کمبود و تنش آبی مواجه هستند، عموماً در قلمرو اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند. به‌طوری که این مناطق سهم اندکی از متوسط ریزش‌های جوی جهان که ۸۶۵ میلی‌متر در سال است، دریافت می‌کنند؛ مثلاً، کشور ایران که در قلمرو مناطق بسیار خشک جهان قرار ندارد، تنها از یک سوم متوسط بارش جهانی برخوردار است (علیزاده، ۱۳۸۸: ۲۴). این وضعیت برای بسیاری از کشورهای خاورمیانه وخیم‌تر است. به‌طوری که کشورهای عرب حوزه خلیج فارس شامل کویت، قطر، عربستان سعودی و امارات جزو ۹ کشوری هستند که کمترین منابع آب را در سطح جهان در اختیار دارند.

## ۱-۲ چرخه آب‌شناسی

آب در هر سه بخش اصلی کره زمین یعنی اتمسفر (هواسپهر)، لیتوسفر (سنگ‌سپهر) و هیدروسفر (آب‌سپهر) به‌طور مداوم در حال گردش است. دامنه حرکت آب در سه

بخش مزبور، به طور متوسط از عمق حدود ۱۰۰۰ متری سنگ کره تا ارتفاع ۵۰۰۰ متری هواکره صورت می گیرد. سیکل هیدرولوژی، که همان گردش آب در طبیعت است، یک چرخش ساده نیست بلکه مجموعه ای از حرکات و حلقه های مختلف است که در سه بخش کره زمین در حال انجام است. سیکل هیدرولوژی چرخه ای است بدون انتها بدین ترتیب که آب از سطح دریاها و خشکی ها تبخیر و وارد اتمسفر می شود و سپس دوباره بخار آب موجود در جو طی فرایندهای گوناگون به صورت نزولات جوی به سطح دریاها و خشکی ها فرو می ریزد. این نزولات جوی ممکن است با سه حالت روبرو شوند:

- قبل از رسیدن به سطح زمین توسط شاخ و برگ درختان گرفته و سپس مستقیم از همان جا تبخیر شوند و به هوا بازگردند؛

- در سطح زمین جاری و تشکیل رواناب ها را بدهند؛

- یا در خاک نفوذ کنند و سپس تبخیر شوند و به جو بازگردند و یا به آب های زیرزمینی ملحق شوند. در تمام این موارد آب با تبخیر و بازگشت مجدد به اتمسفر چرخه هیدرولوژی را تکمیل می کند (علیزاده، ۱۳۸۸: ۲۱).

به طور کلی از مجموع ۸۶۵ میلی متر بارندگی که به طور متوسط در هر سال روی خشکی های کره زمین ریزش می کند ۵۵۸ میلی متر آن (۶۵ درصد) به صورت تبخیر و تعرق مجدداً به اتمسفر بر می گردد. ۱۹۵ میلی متر (۲۲ درصد بارندگی) به صورت رواناب مستقیم وارد رودخانه ها می گردد و ۱۱۲ میلی متر (۱۳ درصد بارندگی ها) در خاک نفوذ می کند و آب های زیرزمینی را تشکیل می دهد. آب های زیرزمینی نیز سرانجام از طریق چشمه و جریان های زیرسطحی وارد رودخانه ها می شوند. بنابراین جریان رودخانه ها در کره زمین جمعاً معادل ۳۰۷ میلی متر است ( $112 + 195 = 307$ ). جریان های رودخانه ای سرانجام وارد دریاها، دریاچه ها و یا کویرها می گردند که با تبخیر و وارد شدن به اتمسفر سیکل هیدرولوژی تکمیل می گردد. مشاهده می شود جمع رواناب رودخانه ای (۳۰۷ میلی متر) و تبخیر و تعرق (۵۵۸ میلی متر) معادل مقدار بارندگی است (۸۶۵) که هر سال روی سطح زمین ریزش می کند (همان: ۲۴).

### ۱-۳ جایگاه منابع آب ایران در جهان

کره زمین دارای مواهب زیادی است که این مواهب به طور یکسان توزیع نشده است و هر منطقه جغرافیایی دارای ظرفیت‌ها و محدودیت‌های خاص می‌باشد. آب، که عنصری حیاتی محسوب می‌شود، در سطح کره خاکی به اشکال مختلف به فراوانی پراکنده شده است اما توزیع منابع آب قابل مصرف در بخش شرب، صنعت و کشاورزی به طور کاملاً نامتعادل توزیع شده است. در این بین بعضی نواحی و مناطق کره زمین از آب فراوان و برخی مناطق دیگر به شدت از این حیث در تنگنا قرار دارند. این موضوع باعث شده است آب به طور ویژه در کانون توجه مجامع جهانی و ملی قرار گیرد. در این باره مؤسسه بین‌المللی مدیریت منابع آب، کشورهایی که در سال ۲۰۲۵ با کمبود آب مواجه خواهند شد را به سه گروه به شرح زیر تقسیم نموده است:

- گروه اول شامل کشورهایی است که در سال ۲۰۲۵ با کمبود فیزیکی آب مواجه خواهند بود. این بدان معناست که حتی با بهترین راندمان بهره‌وری ممکن در مصرف آب، این گروه از کشورها برای تأمین نیازهایشان آب کافی در اختیار نخواهند داشت. حدود ۲۵ درصد از کشورهای جهان از جمله ایران در این گروه قرار خواهند گرفت؛
- گروه دوم کشورهایی که در سال ۲۰۲۵ با کمبود اقتصادی آب روبرو خواهند شد. این دسته کشورها در سال ۲۰۲۵ از آب کافی برخوردار خواهند بود اما ناگزیرند با صرف هزینه‌های زیاد و به کمک سازه‌های مهندسی، تأمین آب خود را نسبت به سال ۲۰۰۰ میلادی حداقل ۲۵ درصد افزایش دهند که این امکان برای بسیاری از کشورهای این گروه به دلیل تنگناهای مالی وجود نخواهد داشت؛
- گروه سوم کشورهایی هستند که در حال حاضر با مشکل کمبود آب مواجه نیستند اما برای تأمین نیازهای آبی سال ۲۰۲۵ به ۲۵ درصد آب بیشتر نیاز دارند (احسانی و خالدي، ۱۳۸۸: ۶).

مطالعه دیگری که به همت کارشناسان جوان کمیته ملی آبیاری و زهکشی و با استفاده از اسناد معتبر بین‌المللی بر روی ۱۱۲ کشور جهان صورت گرفته این واقعیت را نشان می‌دهد که تنها ۲۵ درصد از این کشورها در آینده با مشکل کمبود منابع آب مواجه نخواهند شد. براساس این گزارش ایران در گروه یک، که با کمبود آب و افزایش جمعیت

مواجهه است، قرار دارد و فقط ۱۳ کشور از میان ۱۱۲ کشور مورد مطالعه وضعیت بدتری از ایران دارند. لازم به توضیح است که بیشتر کشورهایی که وضعیت نامناسب‌تری از ایران دارند، عمدتاً کشورهای عربی حوضه خلیج فارس هستند که نسبت به ایران از جمعیت کمتر و درآمد سرانه بالاتری برخوردار هستند (خالدی و آلیاسین، ۱۳۷۹: ۲۵).

موقعیت جغرافیایی ایران و قرارگیری روی کمربند خشک نیم‌کره شمالی این سرزمین را در قلمرو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان قرار داده و میزان ریزش‌های دریافتی آن از متوسط جهانی بسیار کمتر است، به‌طوری که مساحت خشکی‌های ایران ۱/۱ درصد خشکی‌های کره زمین را تشکیل می‌دهد ولی سهم منابع آب آن از ذخیره جهانی فقط ۳۴ صدم درصد می‌باشد. به نقل از بزی و همکاران، آمار بانک جهانی نیز حاکی از بحران شدید آب در ایران است. طبق این آمار، ایران در بین ۱۸۰ کشور دنیا از لحاظ برخورداری از منابع آب در رتبه ۵۰ قرار گرفته است. با توجه به این گزارش منابع کنونی آب ایران حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب معادل ۰/۴ میانگین جهانی است. از نظر سرانه آب تجدیدپذیر سالانه نیز ایران با حدود ۱۷۰۰ مترمکعب، رتبه ۱۱۲ جهان را دارد که در مقایسه با میانگین جهانی و کشورهایی با درآمد سرانه بالا به‌ترتیب ۳/۶ و ۶/۶۵ برابر سرانه کمتری دارد (بزی و همکاران، ۲۰۱۰). در همین راستا باید یادآور شد که براساس آمار دراز مدت متوسط ریزش‌های جوی کشور حدود ۲۶۰ میلی‌متر در سال می‌باشد که از نظر توزیع مکانی و زمانی بسیار ناهمگن است، به‌طوری که فقط یک درصد از مساحت ایران بارشی بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر در سال دارد، درحالی که ۲۸ درصد از سطح کشور، سالیانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر بارش دارد. این حجم بارش باعث تشکیل ۴۱۵ میلیارد متر مکعب آب در سال می‌شود که حدود ۷۰ درصد آن تبخیر می‌شود و ۳۰ درصد باقی‌مانده همراه با ورود سالیانه دوازده میلیارد مترمکعب آب از مرزها به داخل کشور، کل منابع آبی تجدیدپذیر را تشکیل می‌دهد. از این حجم آب، معادل ۱۳۵ میلیارد مترمکعب، ۹۵ میلیارد مترمکعب استحصال می‌شود که ۹۳ درصد آن در بخش کشاورزی، ۵ درصد در مصارف شرب و بهداشت و ۲ درصد در بخش صنعت مصرف می‌شود (خالدی و آلیاسین، ۱۳۷۹: ۳۱). مشکل کمبود آب در ایران قدمت دیرینه دارد و ایرانیان از گذشته‌های خیلی دور به اشکال مختلف با این مشکل مبارزه کرده‌اند. اکنون با توجه به پیش‌بینی مؤسسه مدیریت بین‌المللی منابع آب و سایر

گزارشات بین‌المللی و همچنین مطالعات متعدد محققان و نهادهای داخلی، مشکل کمبود منابع آب در ایران در حال رسیدن به مرز بحران و نابسامانی جدی است و در مقایسه با بسیاری از کشورهای جهان شرایط نگران‌کننده و ناپایدارتری دارد که در آینده باعث مشکلات فراوانی از جمله کوچ اجباری جمعیت، نابرابری‌های منطقه‌ای و حتی افزایش درگیری‌ها و نزاع‌ها خواهد شد. لذا شرایط حاکم بر بخش منابع آب کشور ایجاب می‌کند که با عزم ملی و با سازوکارهای پایدار به اصلاحات ساختاری به‌ویژه در حوزه مدیریت منابع آب پرداخته و راهکارهای مناسب و اندیشمندانه برای کاهش مشکلات و جلوگیری از فاجعه پیش‌رو اتخاذ شود.

#### ۱-۴ منابع آب سطحی

کلیه آب‌های شیرینی که در رودخانه‌ها و مسیل‌ها به‌صورت دائمی و فصلی جاری هستند یا در دریاچه‌های آب شیرین ذخیره شده‌اند، منابع آب سطحی را تشکیل می‌دهند. طبیعی است که به‌دلیل وضعیت بارش در کشور وضعیت منابع آب سطحی صرف نظر از محدوده‌های بسیار کوچک، در قسمت اعظم ایران چندان مطلوب نیست؛ مثلاً طولانی‌ترین و پر آب‌ترین رودخانه ایران یعنی کارون تنها دو هزارم آمازون دبی سالانه دارد (صداقت، ۱۳۷۴: ۲۴).

آمار حاصل از میزان بارش در حوضه‌های آبریز کشور نشان می‌دهد بیشترین جریان‌های سطحی و روان‌آب‌ها در حوضه خلیج فارس و دریای عمان جاری است. این حوضه آبریز با مساحت ۴۳۸ هزار کیلومتر مربع بعد از حوضه آبریز مرکزی، بزرگ‌ترین حوضه آبریز کشور را تشکیل می‌دهد و حجم روان آب‌های جاری در آن سالیانه حدود ۶۳ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. در مقابل حوضه آبریز سرخس با ۴۴/۵ هزار کیلومتر مربع و ۱/۴۸ میلیارد مکعب رواناب در سال، کوچک‌ترین حوضه آبی کشور را تشکیل می‌دهد (رهنمایی، ۱۳۷۰: ۱۶۵). جدول (۱-۲) مشخصات حوضه‌های آبریز کشور را نشان می‌دهد.