

سنة الفجر



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری  
دانشکده مهندسی زراعی  
گروه مهندسی کشاورزی - آب  
پایان نامه دوره کارشناسی ارشد در رشته سازه‌های آبی

**موضوع:**

**مدیریت منابع آب با استفاده از مدل کامپیوتری WEAP  
(مطالعه موردی رودخانه تجن)**

**استاد راهنما:**

دکتر رامین فضل‌اولی

**استاد مشاور:**

دکتر علیرضا عمادی

**دانشجو:**

محدثه محمدیان کبریا

**بهمن 1391**

## چکیده

با توجه به کمبود شدید آب در جهان و افزایش روز افزون تقاضا، نقش مدیریت عرضه و تقاضای این ماده حیاتی بسیار با اهمیت می‌باشد. تداوم افزایش میزان تقاضا باعث افزایش شکاف میان عرضه و تقاضای آب در آینده خواهد شد. اصل اساسی در مدیریت منابع آب ارتباط متقابل انسان و طبیعت می‌باشد و با توجه به دخیل بودن متغیرهای زیاد مکانی و زمانی در این ارتباط، رسیدن به یک راه‌حل ثابت و پایدار در اکثر مواقع غیرممکن است. بنابراین لازم است در هر محل با توجه به شرایط خاص آن راه‌حل مناسبی انتخاب شود و این راه‌حل نیز به مرور زمان تصحیح و بهینه شود. یکی از مباحث مهم در مدیریت منابع آب اعمال روش مدیریت یکپارچه منابع آب می‌باشد. اجزای مدیریت یکپارچه آب شامل موارد زیر است: 1. کیفیت آب، 2. کمیت آب، 3. آب زیرزمینی و 4. آب سطحی. در این شیوه سیاست‌ها بر سه محور متمرکز است: 1. آب، 2. برنامه‌ریزی و 3. محیط. مدیریت تخصیص آب با استفاده از روش تحلیل سناریوها و برنامه‌ریزی تکاملی یکی از راه‌های مناسب برای بالابردن ظرفیت تامین و استفاده بهینه از آب موجود می‌باشد. به عبارت دیگر با اعمال مدیریت مناسب بر سدهای موجود و منابع آب زیرزمینی اتخاذ سیاست‌های بهینه بهره‌برداری از آن‌ها و همچنین پیش‌بینی مناسب از میزان تقاضا در آینده، می‌توان بدون اجرای طرح‌های جدید، ظرفیت منابع آب موجود را با هزینه مناسب افزایش داده و جلوی خسارت ناشی از تخصیص نامناسب آب را گرفت. در این تحقیق مدیریت منابع آب منطقه‌ای از شهرستان ساری که بین سد شهید رجایی این شهر و دریای مازندران واقع شده، مورد بررسی قرار گرفته است. در محدوده مورد نظر رودخانه تجن که از رودخانه‌های مهم حوضه آبریز دریای مازندران می‌باشد قرار دارد. در این تحقیق از مدل WEAP جهت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب استفاده شده است. برای انجام این تحقیق ابتدا اطلاعات لازم شامل منابع تامین آب و میزان تقاضا (شامل جمعیت و سرانه مصرف در بخش شرب، الگوی کشت، راندمان آبیاری و میزان مصرف آب برای هر محصول در بخش کشاورزی، مقدار آب مصرفی در بخش صنعت و نیاز زیست محیطی) از سازمان‌های مربوطه جمع‌آوری و مطابق با فرمت نرم‌افزار تهیه و وارد نرم‌افزار گردید. بعد از شبیه‌سازی منطقه در محیط شماتیک نرم‌افزار، سناریوهای مختلف جهت مدیریت مصرف در منطقه نوشته شد. در نهایت نتایج نشان داد که در بخش شرب با اجرای سناریوی تامین آب شرب شهر ساری از سد شهید رجایی مقدار کمیود آب در این بخش به‌طور کامل برطرف خواهد شد. همچنین در بخش کشاورزی با اجرای سناریو تغییر الگوی کشت همراه با افزایش راندمان آبیاری در سال‌های خشک، کمبود آب به کمترین میزان خود خواهد رسید.

**واژه‌های کلیدی:** مدل WEAP، مدیریت منابع آب، میزان عرضه و تقاضای آب، سناریو مرجع

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
1	فصل اول: کلیات
1-1-1	1-1-1- مقدمه
2	2-1-2- تعریف مسئله، ضرورت و اهمیت پژوهش
2-1-2	1-2-1- وضعیت منابع آب در کره زمین
3	2-2-1- وضعیت منابع آب در مازندران
3-2-1	3-2-1- بحران‌ها و مسائل موجود پیرامون منابع آب
5	4-2-1- مدیریت منابع آب
7	1-4-2-1- مدیریت منابع آب در کشاورزی
8	2-4-2-1- مدیریت مصرف آب شرب
10	3-1- فرضیات پژوهش
11	4-1- اهداف پژوهش
12	فصل دوم: مروری بر منابع علمی
12-1-2	1-2-1- مقدمه
13	2-2- پژوهش‌های انجام شده در ارتباط با کاربرد نرم‌افزار WEAP در مدیریت منابع آب در سایر کشورها
14	3-2- پژوهش‌های انجام شده در ارتباط با کاربرد نرم‌افزار WEAP در مدیریت منابع آب در ایران
19	4-2- مدل‌های شبیه‌سازی
21	5-2- نرم‌افزارهای مدیریت یکپارچه منابع آب
21-1-5-2	1-5-2-1- انواع مدل‌های هیدرولوژیکی با کاربرد در مطالعات منابع آب
22	1-1-5-2- مدل RIBASIM
23	2-1-5-2- مدل MIKE BASIN
25	3-1-5-2- مدل WBalMO
26	4-1-5-2- مدل MODSIM
27	5-1-5-2- مدل VENSIM
28	6-1-5-2- مدل WEAP
29	فصل سوم: مواد و روش‌ها
29-1-3	1-3-1- مقدمه

- 29-2-3 معرفی منطقه پژوهش..... 29
- 29-1-2-3 موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی..... 29
- 30-1-1-2-3 موقعیت جغرافیایی حوضه مورد مطالعه..... 30
- 31-2-2-3 آب و هوای منطقه..... 31
- 32-3-2-3 رودخانه تجن..... 32
- 32-4-2-3 سد شهید رجایی..... 32
- 34-3-3 معرفی مدل WEAP..... 34
- 36-4-3 الگوریتم‌های محاسباتی WEAP..... 36
- 41-5-3 ساختار WEAP..... 41
- 41-1-5-3 شماتیک..... 41
- 41-2-5-3 داده‌ها..... 41
- 42-3-5-3 نتایج..... 42
- 43-4-5-3 خلاصه..... 43
- 44-5-5-3 یادداشت‌ها..... 44
- 45-6-3 ایجاد یک محدوده خالی..... 45
- 46-7-3 تنظیم پارامترهای عمومی..... 46
- 47-8-3 وارد کردن اجزا در شماتیک..... 47
- 47-1-8-3 وارد کردن اطلاعات منابع عرضه..... 47
- 47-1-1-8-3 وارد کردن اطلاعات رودخانه..... 47
- 50-2-1-8-3 وارد کردن اطلاعات آب زیرزمینی..... 50
- 52-3-1-8-3 وارد کردن اطلاعات آب‌بندان..... 52
- 54-4-1-8-3 وارد کردن اطلاعات سد شهید رجایی..... 54
- 55-2-8-3 وارد کردن اطلاعات سایت تقاضا..... 55
- 56-1-2-8-3 نیاز شرب..... 56
- 57-2-2-8-3 نیاز کشاورزی..... 57
- 57-3-2-8-3 نیاز صنعت..... 57
- 58-4-2-8-3 نیاز زیست محیطی..... 58
- 60-9-3 واسنجی مدل..... 60
- 61-10-3 سناریو نویسی..... 61

61.....	3-10-1-1- شناخت ساختار سناریوها در WEAP
62.....	3-10-2-2- تنظیم رشد جمعیت
62.....	3-10-2-1- روش رشد هندسی
63.....	3-10-3- سناریونویسی جهت مدیریت منطقه مورد مطالعه
65.....	فصل چهارم: نتایج و یافته‌ها
65.....	4-1-1- نتایج حاصل از دسته‌بندی سال آبی
66.....	4-2-2- نتایج حاصل از واسنجی
68.....	4-3-3- آب شرب روستایی
68.....	4-3-1- حجم آب مورد نیاز
70.....	4-3-2- آب مورد نیاز
72.....	4-3-3- آب شرب تحویل داده شده
74.....	4-3-4- تقاضای برآورده نشده
76.....	4-3-5- سناریو کاهش تلفات
78.....	4-4- آب شرب ساری
78.....	4-4-1- حجم آب مورد نیاز
79.....	4-4-2- آب مورد نیاز با در نظر گرفتن تلفات
79.....	4-4-3- آب شرب تحویل داده شده به شهر ساری
80.....	4-4-4- تقاضای برآورده نشده
81.....	4-4-5- سناریو کاهش تلفات
82.....	4-4-6- سناریو کاهش مصرف آب در ساری
83.....	4-4-7- سناریو تامین آب شرب ساری از سد شهید رجایی
85.....	4-5- ذخیره آب زیرزمینی
85.....	4-6- سایت کشاورزی
85.....	4-6-1- نیاز کشاورزی
86.....	4-6-2- نیاز برآورده نشده
87.....	4-6-3- قابلیت اطمینان
88.....	4-6-4- سناریو افزایش راندمان آبیاری
90.....	4-6-5- سناریو افزایش زمین‌های تحت کشت
91.....	4-6-6- سناریو تغییر الگوی کشت

94.....	فصل پنجم: بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها
94.....	1-5- مقدمه
95.....	2-5- بحث
96.....	3-5- نتیجه‌گیری
97.....	4-5- پیشنهادها
100.....	منابع و مآخذ
107.....	پیوست (الف)

## فهرست شکل‌ها

عنوان

شماره صفحه

- شکل 3-1- موقعیت حوضه مورد مطالعه ..... 31
- شکل 3-2- سد شهید رجایی ساری (سایت ویکی پدیا) ..... 33
- شکل 3-3- مراحل انجام کار در مدل WEAP ..... 36
- شکل 3-4- نمای شماتیک نرم افزار WEAP ..... 41
- شکل 3-5- نمای داده‌های نرم افزار WEAP ..... 42
- شکل 3-6- نمای نتایج نرم افزار WEAP ..... 43
- شکل 3-7- نمای خلاصه نرم افزار WEAP ..... 44
- شکل 3-8- نمای یادداشت نرم افزار WEAP ..... 45
- شکل 3-9- پنجره تنظیم گام‌های زمانی ..... 47
- شکل 3-10- وارد کردن اطلاعات رودخانه ..... 48
- شکل 3-11- وارد کردن اطلاعات آب زیرزمینی ..... 50
- شکل 3-12- نمایی از آب‌بندان (روستای گل نشین 1391) ..... 52
- شکل 3-13- پنجره ورود اطلاعات سد مخزنی ..... 54
- شکل 3-14- اتصال سایت‌های تقاضا به منابع تامین ..... 60
- شکل 3-15- وارد کردن اطلاعات ذخیره مخزن ..... 61
- شکل 4-1- نتایج حاصل از واسنجی ..... 67
- شکل 4-2- حجم آب مورد نیاز شرب سایت روستایی ..... 70
- شکل 4-3- تامین آب مورد نیاز سایت‌های روستایی (سناریو مرجع) ..... 72
- شکل 4-4- نیاز تامین نشده آب شرب سایت‌های روستایی در طول دوره شبیه‌سازی ..... 74
- شکل 4-5- آب تحویل داده شده در دو سناریو مرجع و کاهش تلفات ..... 76
- شکل 4-6- مقدار کمبود آب شرب در دو سناریو مرجع و کاهش تلفات ..... 77
- شکل 4-7- حجم آب مورد نیاز شرب ساری بدون در نظر گرفتن تلفات در سناریو مرجع ..... 78
- شکل 4-8- آب شرب تحویل داده شده به شهر ساری ..... 79
- شکل 4-9- کمبود آب ساری در سناریو مرجع ..... 80
- شکل 4-10- کمبود آب ساری در دو سناریو مرجع و کاهش تلفات ..... 81
- شکل 4-11- اثر استفاده از وسایل کاهنده مصرف آب بر روی میزان تقاضای آب در شهر ساری ..... 82
- شکل 4-12- مقایسه کمبود آب ساری در دو سناریو مرجع و تامین آب ساری از سد شهید رجایی ..... 83
- شکل 4-13- مقدار آب مورد نیاز سایت‌های کشاورزی بدون در نظر گرفتن تلفات در سناریو مرجع ..... 86
- شکل 4-14- نیاز برآورده نشده سایت کشاورزی ..... 87



- شکل 4-15- نیاز آبی در سایت کشاورزی در دو سناریو مرجع و آبیاری قطره ای ..... 88
- شکل 4-16- کمبود آب در سایت کشاورزی در دو سناریو مرجع و آبیاری قطره ای ..... 90
- شکل 4-17- کمبود آب در سایت کشاورزی در دو سناریو مرجع و تغییر الگوی کشت ..... 92

## فهرست جدول‌ها

عنوان

شماره صفحه

- جدول 3-1- مشخصات کلی سد شهید رجایی ..... 33
- جدول 3-2- دبی ماهانه رودخانه‌های موجود ..... 48
- جدول 3-3- دسته‌بندی سال آبی ..... 49
- جدول 3-4- برداشت از آب زیرزمینی در سایت‌های شرب ..... 51
- جدول 3-5- برداشت از آب زیرزمینی در سایت‌های کشاورزی ..... 51
- جدول 3-6- مشخصات آب‌بندان‌های موجود در منطقه مورد مطالعه ..... 53
- جدول 3-7- اطلاعات ورودی مربوط به مخزن شهید رجایی ساری در سال 83-84 ..... 55
- جدول 3-8- جمعیت منطقه مورد مطالعه در سال 1385 ..... 56
- جدول 3-9- الگوی کشت منطقه مورد مطالعه در سال 1383-1384 ..... 57
- جدول 3-10- نیاز زیست محیطی رودخانه تجن ..... 59
- جدول 3-11- آمار جمعیت ..... 63
- جدول 4-1- دسته‌بندی سال آبی ..... 66
- جدول 4-2- حجم آب شرب مورد نیاز سایت‌های روستایی ..... 69
- جدول 4-3- آب مورد نیاز هر روستا با در نظر گرفتن تلفات ..... 71
- جدول 4-4- آب شرب تحویل داده شده از سایت تامین (آب زیرزمینی) به سایت‌های روستایی ..... 73
- جدول 4-5- کمبود آب شرب سایت‌های روستایی ..... 75
- جدول 4-6- حجم آب تامین نشده در دو سناریو مرجع و کاهش تلفات ..... 77
- جدول 4-7- حجم آب شرب مورد نیاز ساری بدون تلفات ..... 78
- جدول 4-8- آب مورد نیاز ساری با در نظر گرفتن تلفات ..... 79
- جدول 4-9- آب شرب تحویل داده شده به ساری ..... 79
- جدول 4-10- کمبود آب شرب ساری ..... 80
- جدول 4-11- کمبود آب شرب ساری در دو سناریو مرجع و کاهش تلفات ..... 81
- جدول 4-12- کمبود آب شرب ساری در دو سناریو مرجع و کاهش مصرف آب ..... 82
- جدول 4-13- کمبود آب شرب ساری در دو سناریو مرجع و تامین آب ..... 83
- جدول 4-14- کمبود آب شرب ساری در سناریوهای مرجع، کاهش مصرف آب، کاهش تلفات و تامین آب از سد شهید رجایی ..... 84

- جدول 4-15- مقایسه ذخیره آب زیرزمینی در سناریو های مرجع، کاهش تلفات و کاهش مصرف آب ..... 85
- جدول 4-16- مقدار آب مورد نیاز سایت های کشاورزی ..... 86
- جدول 4-17- قابلیت اطمینان در سایت های کشاورزی ..... 88
- جدول 4-18- سطح زیرکشت مرکبات و سیاه ریشه و درصد آبیاری قطره ای در سال پایه در سایت تقاضا ..... 89
- جدول 4-19- میزان تقاضای آب مرکبات و سیاه ریشه ..... 89
- جدول 4-20- کمبود آب سایت های کشاورزی در دو سناریو مرجع و آبیاری قطره ای ..... 89
- جدول 4-21- میزان تقاضای آب با افزایش سطح زیرکشت ..... 91
- جدول 4-22- مقایسه کمبود آب کشاورزی در سه سناریو افزایش سطح زیر کشت، افزایش سطح زیرکشت همراه با آبیاری قطره ای و سناریو مرجع ..... 91
- جدول 4-23- میزان کمبود آب در دو سناریو مرجع و تغییر الگوی کشت در سال های خشک ..... 91
- جدول 4-24- میزان کمبود آب در دو سناریو مرجع و تغییر الگوی کشت همراه با افزایش راندمان آبیاری در سال های خشک ..... 92
- جدول 4-25- قابلیت اطمینان در سناریوهای مرجع، آبیاری قطره ای، تغییر الگوی کشت و تلفیق دو سناریو آبیاری قطره ای و تغییر الگوی کشت ..... 93

## فصل اول: کلیات

### 1-1- مقدمه

بیشتر جهان از آب پوشیده شده است. با این وجود بیشتر آن خارج از دسترس ما است زیرا شور و یا یخزده است. در حدود 0/007 درصد از کل آب‌های زمین یا کمتر از 1% آب‌های شیرین جهان، قابل استفاده و در دسترس بشر است. از نظر مقدار، بیشتر این آب شیرین، آلوده، غیربهداشتی و یا وابسته به بارندگی‌های دوره‌ای است. با این وجود اگر چرخش آب به خوبی انجام شود و اگر ما از این آب به طور عاقلانه استفاده کنیم، همین سهم کوچک از آب می‌تواند برای حیات انسان بر روی کره زمین کافی باشد. در این شکی نیست که منابع آب در حال کاهش و کمیاب شدن هستند، اما به نظر می‌رسد که مسئله واقعی، کوچک شدن تدریجی منابع آب نباشد بلکه مسئله اصلی‌تر ضایع کردن آب و مدیریت نادرست آن باشد. دیده‌بان جهانی آب<sup>1</sup> در گزارش خود می‌نویسد: "امروزه بحران آب وجود دارد اما این بحران به دلیل کمبود آب جهت رفع نیازهای ما نیست بلکه به

---

<sup>1</sup>World Water Vision

خاطر بحران مدیریت آب است. آنچنان که میلیون‌ها نفر از آب به درستی استفاده نمی‌کنند و در نتیجه بد عمل کردن ما، محیط زیست نیز بد شده است و دچار قهر طبیعت شده‌ایم (سایت دیده‌بان جهانی آب).

## 1-2-2- تعریف مسئله، ضرورت و اهمیت پژوهش

با توجه به کمبود شدید آب در جهان و افزایش روز افزون تقاضا، نقش مدیریت عرضه و تقاضای این ماده حیاتی بسیار با اهمیت می‌باشد. ایران جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان است که به دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های کشاورزی و صنعت پیوسته با افزایش تقاضای آب مواجه بوده است. تداوم افزایش میزان تقاضا باعث افزایش شکاف میان عرضه و تقاضای آب در آینده خواهد شد. اصل اساسی در مدیریت منابع آب ارتباط متقابل انسان و طبیعت می‌باشد و با توجه به دخیل بودن متغیرهای زیاد مکانی و زمانی در این ارتباط، رسیدن به یک راه‌حل ثابت و پایدار در اکثر مواقع غیرممکن است. بنابراین لازم است در هر محل با توجه به شرایط خاص آن راه حل مناسبی انتخاب شود و این راه‌حل نیز به مرور زمان تصحیح و بهینه شود. در مدیریت مناسب منابع آب لازم است تا در ابتدا درک درستی از رفتار طبیعی سیستم هیدرولوژی جهت مدیریت رویدادهای هیدرولوژیکی وجود داشته باشد (موتیاح و همکاران، 2002)

### 1-2-2-1- وضعیت منابع آب در کره زمین

97% منابع آب کره زمین را آب‌های شور اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند. از 3% باقیمانده، دو سوم آن به صورت توده‌های یخ در قطب‌ها و برف در مناطق کوهستانی انباشته شده است. با این حساب یک درصد آب‌های کره زمین را آب شیرین جاری تشکیل می‌دهد که 98% آن شامل آب‌های زیرزمینی می‌شود. اگر سرانه آب هر فرد بین 1000 تا 2000 مترمکعب باشد آن کشور تحت تنش آب است ولی سرانه از 500 مترمکعب در سال کمتر باشد کشور مذکور با کم‌آبی مواجه است. در حال حاضر منابع آب موجود می‌تواند سالانه 7000 مترمکعب برای هر فرد آب فراهم نماید. اگر چه آب کافی حداقل برای سه برابر جمعیت کره زمین موجود است ولی عدم تعادل بین توزیع جمعیت و بارندگی موجب کمبود آب در بعضی از مناطق شده است (بوور، 2000). (سایت ترویج کشاورزی).

### 1-2-2- وضعیت منابع آب در مازندران

میانگین بارندگی سالیانه در نوار ساحلی استان مازندران برابر با 977 میلی‌متر است. توزیع مکانی آن از غرب به شرق با کاهش همراه است در حالی که توزیع زمانی آن وضعیتی کمابیش منظم دارد (حداکثر بارندگی در پاییز و حداقل آن در بهار اتفاق می‌افتد). در استان مازندران 9 سد مخزنی و انحرافی وجود دارد که در حال حاضر در حال بهره برداری است. با این حال سد مخزنی بزرگ شهید رجایی (تجن) و سد البرز قسمت اعظم منابع آب استان را تامین می‌کنند. پتانسیل منابع آب سطحی استان از محل این سدها سالانه 225/5 میلیون متر مکعب در سال است.

در سطح استان تعداد 130665 حلقه چاه، 28 رشته قنات و 7394 چشمه وجود دارد که تخلیه کل سالانه از منابع آب زیرزمینی استان حدود 2213/67 میلیون متر مکعب در سال است. تخلیه کل از منابع آب-های زیرزمینی (چاه، چشمه و قنات) به مصارف مختلف کشاورزی، شرب و صنعت می‌رسد. مازاد آب چشمه‌ها قنات در طول سال بخصوص در فصل زمستان به رودخانه‌های سطحی وارد شده و به پایاب حوضه منقل می‌شود. در سطح آبخوان‌های استان، میانگین نوسانات سطح ایستابی سالانه کاهش 6 سانتیمتری دارد. بررسی تغییرات حجم مخزن سالانه آبخوان‌ها در استان نشان از کاهش 7/8 میلیون متر مکعب در سال دارد (اداره کل مطالعات و بررسی‌های اقتصادی بانک کشاورزی، 1388).

### 1-2-3- بحران‌ها و مسائل موجود پیرامون منابع آب

امروزه جهان برای تامین آب مورد نیاز با مسائل و مشکلات زیادی مواجه می‌باشد. محیط‌زیست و اکوسیستم‌های مبتنی بر منابع آب شیرین با وقوع خشکسالی‌های متعدد و برداشت بی‌رویه از ذخایر آبی با بحران‌ها و چالش‌های زیادی روبرو شده‌اند. عادل ردیف (1999) مسایل و مشکلات زیر را در سیستم‌های آبی ذکر می‌کند.

(1) توزیع نابرابر منابع آب

(2) رشد جمعیت

(3) تنش‌های آبی

(4) کمیابی وسیع منابع آب

(5) کنترل کیفیت آب

(6) سیل و خشکسالی

همچنین، ابوزید (1998) چالش‌های زیر را مورد بررسی قرار می‌دهد و معضلات جهان در زمینه تامین آب را به شرح زیر اعلام می‌نماید.

1. کمبود آب: با توجه به روند کنترل میزان منابع آب پیش‌بینی می‌شود که دو سوم جمعیت جهان با کمبود آب در سال 2025 روبرو شوند.
2. عدم دسترسی به آب شرب تمیز و بهداشتی: علی‌رغم تلاش‌های بین‌المللی تخمین زده می‌شود 1 میلیارد نفر فاقد دسترسی به آب آشامیدنی سالم می‌باشند.
3. کنترل کیفیت آب: صنعتی شدن، شهرنشینی، رشد کلان شهرها و کشاورزی فشرده همگی باعث آلودگی آبراهه‌ها و آب‌های زیرزمینی شده‌اند و کاهش کیفیت آب را به همراه داشته است.
4. درهم گسیختگی شبکه مدیریت منابع آب: مدیریت ملی و بین‌المللی منابع آب در یک مسیر درهم گسیختگی حرکت می‌کند. در آن به جای توجه به محدودیت آب و ارتباط درونی اجزای چرخه آب در طبیعت، صرفاً به تامین نیازهای آنی توجه می‌شود.
5. کاهش در منابع مالی اختصاص داده شده: در حال حاضر سیستم‌های تامین آب، آبیاری، زهکشی، کنترل سیلاب، تصفیه و حفاظت آبخیزها به علت فقدان سرمایه‌گذاری با مشکلات مالی زیادی روبرو هستند.
6. فقدان آگاهی در تصمیم‌گیران و عموم: توهم فراوانی آب و کیفیت غیر قابل تغییر منابع آب باعث اغفال عمومی شده است. این توهم می‌تواند آنقدر ادامه یابد تا کمبود منابع آبی به یک واقعیت تبدیل شود و باعث تنزل کیفیت به سطح غیرقابل استفاده‌ای گردد.

7. در معرض خطر گذاشتن صلح و امنیت جوامع: آب یک عنصر اساسی در حیات و بنیان اقتصادی-اجتماعی جامعه و محیط اطرافش می‌باشد. کاهش دسترسی به آب به طور فزاینده‌ای صلح و امنیت را در بسیاری از نقاط کره زمین تهدید می‌کند. بسیاری از کشورهایی که با کمبود آب روبرو می‌شوند از ناآرامی‌های سیاسی، تنش‌های اجتماعی و ناراحتی عمومی رنج می‌برند.

#### 1-2-4- مدیریت منابع آب

با توجه به بحران‌ها و چالش‌های ذکر شده امروزه استفاده بهینه از منابع آب از برنامه‌های اصلی کشورها می‌باشد. برنامه‌ریزی برای حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی نیازمند به کارگیری ضوابط خاص خود می‌باشد. عادل ردیف (1999) رهیافت‌ها و خط‌مشی‌های مدیریت منابع آب را به صورت رهیافت‌های زیر ذکر می‌کند:

1. مدیریت مبتنی بر عرضه آب: با توجه به رشد جمعیت از دو به سه میلیارد نفر در طی سال‌های 1900 الی 1960 و فراوانی منابع آب، دولت‌ها تاکید بر برداشت از منابع آب جهت تامین نیازهای آبی می‌کردند. در واقع محور این روش عرضه منابع آب در پاسخ به تقاضای در حال رشد بود.
2. مدیریت یکپارچه منابع آب: در این روش ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیطی همگی در منابع آب در نظر گرفته می‌شوند. هدف این روش حفظ پایداری آب و اکوسیستم از طریق اعمال مدیریتی یکپارچه می‌باشد.
3. رهیافت راهبردی (استراتژیک): در این رهیافت سه هدف دنبال می‌گردد: 1- حفظ کارایی اکوسیستم‌های منابع آب شیرین 2- مدیریت مبتنی بر اکوسیستم 3- بررسی نحوه اختصاص آب در آینده .



یکی از مباحث مهم در مدیریت منابع آب اعمال روش مدیریت یکپارچه منابع آب می‌باشد. اجزای مدیریت یکپارچه آب شامل موارد زیر است:

1- کیفیت آب، 2- کمیت آب، 3- آب زیرزمینی و 4- آب سطحی.

2- در این شیوه سیاست‌ها بر سه محور متمرکز است: 1- آب، 2- برنامه‌ریزی و 3- محیط

امروزه یکی از مباحث مهم در امر مدیریت منابع آب، حفظ پایداری این منابع می‌باشد. سیستم‌های منابع آبی پایدار، برای دستیابی کامل به اهداف جامعه در حال و آینده طراحی و اداره می‌شوند. سیستم‌های منابع آبی پایدار به نحوی طراحی و اجرا می‌شوند که در مقابل تغییرات مختلف سازگار، قدرتمند و دارای توانایی واکنش باشند (لوکس و همکاران، 2000).

مدیریت منابع آب با نگرشی سیستمی و جامع، بهره‌برداری و تخصیص کمی آب از مخازن، همچنین اولویت‌بندی طرح‌های توسعه امروزه بسیار مورد توجه محققین، صاحب‌نظران و سیاست‌گذاران بخش آب است. برنامه‌ریزی منابع آب با نگرشی سیستمی و طرح‌های جامع آب مخصوصاً در شرایط واقعی به طور جدی از سال 1980 میلادی به بعد در دنیا مورد توجه قرار گرفت. مدیریت تخصیص آب با استفاده از روش تحلیل سناریوها و برنامه‌ریزی تکاملی یکی از راه‌های مناسب برای بالا بردن ظرفیت تامین آب و استفاده بهینه از آب موجود می‌باشد به عبارت دیگر با اعمال مدیریت مناسب بر سدهای موجود و مخازن زیرزمینی اتخاذ سیاست‌های بهینه بهره‌برداری از آن‌ها و همچنین پیش بینی مناسب از میزان تقاضا در آینده، می‌توان بدون اجرای طرح‌های جدید ظرفیت منابع آب موجود را با هزینه مناسب افزایش داده و جلوی خسارت ناشی از تخصیص نامناسب آب را گرفت (جهانی، 1379).

برنامه‌ریزی منابع آب و مدیریت تقاضا دارای پارامترهای پیچیده‌ای می‌باشد. در این راستا تحلیل‌گران و برنامه‌ریزان روش‌های گوناگونی را جهت برنامه‌ریزی و مدیریت آب ارائه نموده‌اند.

مکانیزم‌های مختلفی که جهت تخصیص منابع آب وجود دارند به شرح زیر می‌باشند:

الف) مکانیزم تخصیص بر مبنای قیمت‌گذاری هزینه نهایی:

مکانیزم قیمت‌گذاری هزینه نهایی اصولاً قیمتی را برای نهاده آب در نظر می‌گیرند که برابر با هزینه تهیه و تامین آخرین واحد آب عرضه شده می‌باشد. مکانیزم تخصیصی که در آن ارزش نهایی آب عرضه شده به منطقه مورد نظر، با هزینه نهایی تامین آن برابر باشد، از لحاظ اقتصادی کارا و از نظر اجتماعی بهینه می‌باشد.

(ب) مکانیزم تخصیص دولتی آب

در این مکانیزم تخصیص، مقادیر تخصیص آب تحت شرایط سیاسی و فیزیکی می‌باشد. دلایلی که دخالت دولت را در توسعه و تخصیص منابع آب ضروری می‌داند به شرح زیر می‌باشد:

(1) به علت بالا بودن حجم سرمایه‌گذاری جهت تامین و توسعه منابع آب

(2) به علت ذاتی نهاده آب که رفتار با آن مانند سایر کالاهای بازار مشکل است.

(ج) مکانیزم تخصیص برمبنای بازارهای آب

در این تخصیص، منابع آبی از مصارف با ارزش آب پایین به سمت مصارف با ارزش آب بالا انتقال می‌یابند. بنابراین تخصیص مبتنی بر بازار، کارایی اقتصادی را هم از نظر اجتماعی در نظر می‌گیرد و عرضه آب را برای مصارفی که ارزش اقتصادی آب در آن بالاست، بدون نیاز به توسعه منابع دید، تامین و تضمین می‌نماید.

(د) مکانیزم تخصیص مبتنی بر مصرف‌کننده

سیستم‌های آبیاری با مدیریت کشاورزان، یکی از واضح‌ترین مثال‌هایی است که در مورد تخصیص مبتنی بر مصرف‌کننده به کار می‌رود (بریم نژاد و همکاران، 1383).

#### 1-4-2-1- مدیریت منابع آب در کشاورزی

کشاورزی به علت ماهیت بیولوژیکی آن و وابستگی شدید آن به طبیعت بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آبی بیشتر کشورها می‌باشد. در کشور ما 93/5 درصد منابع آبی در کشاورزی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (سایت ترویج کشاورزی).

در کشورهای خشک و کم آب حفظ پایداری سیستم‌های آبی نیازمند به کارگیری اصول و برنامه‌ریزی دقیق‌تری می‌باشد. خشکی و کم آبی بر روی کشاورزی مناطق خشک تأثیر قابل توجهی دارند. امروزه مدیریت

منابع آب کشاورزی در دو بخش اعمال می‌گردد. بخش اول شامل مدیریت عرضه آب و بخش دوم شامل مدیریت تقاضای آب می‌باشد. محدودیت منابع آب و فشار زیاد بر ذخایر آبی موجب شده است تا توجه زیادی به مدیریت کارآمد و بهینه منابع آبی در بخش تقاضا گردد. مدیریت عرضه شامل عملیاتی همچون انتقال آب از طریق کانال، استفاده از آب زیرزمینی در آبیاری، استفاده تلفیقی از آب کانال‌ها و زیرزمینی می‌شود. مدیریت تقاضا شامل مواردی همچون کاهش مقدار آب مصرفی در آبیاری، تغییرات نهادی و اصلاحات سازمانی و مشارکت کشاورزان در امر مدیریت منابع آب می‌گردد (کیجی، 2001).

#### 1-2-4-2-مدیریت مصرف آب شرب

اگرچه آب آشامیدنی، سهم کمتری از مصارف عمده آب را داراست، اما شکی نیست که اولین و مهم‌ترین بخش در تامین آب است، زیرا که کیفیت و آسیب‌پذیری منابع از نقطه نظر آلودگی، حائز اهمیت زیادی است. رشد جمعیت، توسعه صنعتی و اجتماعی و تغییرات آب و هوایی هر یک از سویی، منابع محدود آب سالم را تحت فشار قرار داده‌اند. اگر چه آب سالم در طول تاریخ بشر هرگز کالای کم ارزشی نبوده، اما تصور خطرناک فراوان انگاری آب، موجب گردیده است که بسیاری از مردم جهان بر اثر مدیریت غیرصحیح در تولید و مصرف به مرزهای تنش آب برسند. به ویژه در منطقه خشک خاورمیانه؛ رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی و کاهش شدید سرانه منابع آب در دسترس می‌تواند در صورت عدم مدیریت صحیح، زمینه‌ساز چالش‌های بین‌المللی جدی گردیده و صلح، ثبات و توسعه پایدار منطقه را با آسیب‌های جدی مواجه سازد. کشور ما به دلیل دارابودن اقلیمی نیمه بیابانی در وضعیت خشک به سر می‌برد و پراکندگی و نوسان قابل ملاحظه بارش در کشور مزید بر علت شده تا اغلب اوقات با کمبود آب در کشور مواجه باشیم. میانگین بارش جهانی 800 میلی‌متر بارندگی در سال است. اما کشور ما تنها 252/2 میلی‌متر میانگین سالانه بارندگی دارد و این رقم کمتر از یک سوم بارش‌های جهانی است (مهندسين مشاور سما، 1388).

مقدار بارش سالانه در ایران با ناهماهنگی مکانی فراوانی همراه است به طوری که فقط 1% از مساحت ایران بارشی بیش از 1000 میلی‌متر را داراست و این در حالی است که 28% از سطح کشور، بارش سالیانه کمتر از 100 میلی‌متر دارد. از 415 میلیارد متر مکعب بارش سالیانه در ایران، حدود 70% آن تبخیر می‌شود. با ورود

سالانه دوازده میلیارد متر مکعب آب ورودی از مرزها به داخل کشور، کل منابع آبی تجدید پذیر ایران به 135 میلیارد متر مکعب می‌رسد. علاوه بر محدودیت مقدار منابع آب، هزینه‌های تولید آب و محدودیت‌های ملی و اعتباری نیز توسعه بیشتر منابع آب را با مشکل و محدودیت مواجه کرده است (مهندسين مشاور سما، 1388).

در حال حاضر سرانه آب در دسترس هر فرد ایرانی حدود 1670 متر مکعب در سال است و ایران در مرز تنش آبی واقع شده است (علیزاده، 1390).

گرچه نقش کلیدی در فرآیند توسعه در مقوله آب در کشور بر کسی پوشیده نیست، ولی عمده اقدامات صورت گرفته در جهت پاسخگویی به نیازهای آبی ایران از طریق مدیریت تولید و تامین آب بوده و کمتر به طرف دیگر این برابری که همانا مدیریت مصرف صحیح آب است، توجه می‌شود. این در حالی است که در برنامه‌های مدیریت جامع آب، مدیریت مصرف نقش اساسی خود را به عنوان یک راه حل موازی و گاه جایگزین برای پاسخگویی به نیازهای آبی نشان داده‌اند.

به منظور مقابله با چالش‌های ناشی از محدودیت منابع آب در مسیر توسعه اقتصادی و اجتماعی، مدیریت استراتژیک مصرف آب راه حلی جهت جلوگیری از به بن‌بست رسیدن این توسعه، در افق بلند مدت خواهد بود.

مدیریت استراتژیک مصرف یعنی ایجاد توازن بین ذخایر موجود و توان تولید آینده آب با میزان نیاز مقادیر مصرف در زمان حال و آینده و با ویژگی‌های بلند مدت، شرایط محدود و داشتن نقشی حیاتی. این ایجاد توازن با مقابله همیشگی بین تولید و مصرف رصد خواهد شد. و به کمک رویکردهای اصلاحی مصرف و ابزارهای لازم جهت ارتقای سطح مصرف به الگوی مصرف امکان پذیر می‌باشد.

مدیریت استراتژیک مصرف آب، مستلزم تخصیص منابع و صرف وقت زیاد است و اثرات عمده‌ای بر پیشرفت منطقه در بلندمدت خواهد داشت. این راهبردها، آینده‌نگر و در تقابل با تغییرات محیط اتخاذ می‌گردد. برنامه‌های مدیریت مصرف می‌تواند به عنوان یک تکنولوژی تکمیلی یا جانشین در جهت پاسخگویی به نیازهای آبی، قابل بررسی باشد. این برنامه باید به عنوان بخشی از یک استراتژی بلندمدت برای تدارک آب شرب سالم و پایدار اجرا گردد.

اهداف استراتژیک در مدیریت مصرف آب از جنبه‌های گوناگونی قابل بحث و گفتگوست. هدف استراتژیک، هدف بلند مدت (10 تا 20 ساله) و بلندپروازانه‌ای است که بر شالوده منابع اصلی (منابع آبی و سرمایه‌ایکنونی)