

# روش نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی سامانه های آبیاری تحت فشار

نشریه شماره ۳۳۴

وزارت جهاد کشاورزی  
معاونت برنامه ریزی  
موسسه پژوهش ها و برنامه ریزی اقتصاد کشاورزی

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

معاونت امور فنی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و  
کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir/>

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

# روش‌نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی - اجتماعی و زیست‌محیطی سامانه‌های آبیاری تحت فشار

نشریه شماره ۳۳۴

وزارت جهاد کشاورزی  
معاونت برنامه‌ریزی  
مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی

معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و  
کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

## فهرست برگه

مهندسين مشاور آساران

روش نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی سامانه‌های  
آبیاری تحت فشار / [ مهندسين مشاور آساران ]، تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور  
اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مذاک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۴.  
۹۸ ص: جدول. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش  
خطریذیری ناشی از زلزله: نشریه شماره ۳۳۴) انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛  
(۸۴۰۰/۱۲۱)

ISBN 964-425-700-6

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۱/۱۴۸/۱۱۹ مورخ ۱۳۸۴/۸/۲۴

تهیه شده برای: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطریذیری  
ناشی از زلزله؛ موسسه پژوهشهای برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی

۱- آبیاری - امکان‌سنجی. ۲- آبیاری بارانی-امکان‌سنجی. ۳- کشاورزی-تامین آب -  
امکان‌سنجی. ۴- آبیاری-تأثیر بر محیط زیست. الف. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور  
فنی، تدوین معیارها و کاهش خطریذیری ناشی از زلزله. ب. موسسه پژوهشهای برنامه‌ریزی و اقتصاد  
کشاورزی. ج. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. د. عنوان.  
ه. فروست.

۱۳۸۴ ش. ۳۳۴ / س ۲۴ / TA ۳۶۸

ISBN 964-425-700-6

شابک ۶-۷۰۰-۴۲۵-۹۶۴

روش نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی سامانه‌های

آبیاری تحت فشار

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک

علمی، موزه و انتشارات

چاپ اول، ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۲۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۴

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: چاپ اتحاد

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



بسمه تعالی

ریاست جمهوری  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور  
رئیس سازمان

شماره:	۱۰۱/۱۴۸۱۱۹
تاریخ:	۱۳۸۴/۸/۲۴

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران

موضوع:

روش‌نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی - اجتماعی و زیست‌محیطی سامانه‌های آبیاری تحت فشار

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) به پیوست نشریه شماره ۳۳۴ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «روش‌نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی - اجتماعی و زیست‌محیطی سامانه‌های آبیاری تحت فشار» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌گردد.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها و یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، ارسال دارند.

فرهاد رهبر

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان



## اصلاح مدارک فنی

### خواننده گرامی:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، *از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:*

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
  - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
  - ۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
  - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

**نشانی برای مکاتبه:** تهران، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir>

صندوق پستی ۴۵۴۸۱-۱۹۹۱۷



## بسمه تعالی

### پیشگفتار

توسعه کشاورزی که از ارکان توسعه ملی محسوب می‌گردد، مستلزم ترکیب بهینه عوامل و منابع تولید می‌باشد و تحصیل منابع کمیاب از قبیل آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک همچون ایران مستلزم سرمایه‌گذاری‌های فراوان است. بنابراین بهره‌برداری بهینه از منابع محدود آب، یکی از مهمترین سیاستهای توسعه کشاورزی تلقی می‌شود.

این امر طی برنامه‌های توسعه پیگیری شده و در برنامه پنجساله چهارم توسعه نیز به این موضوع توجه خاصی شده است تا از طرق مختلف بسترهای مناسب بهره‌برداری از منابع آب موجود فراهم گردد.

توسعه طرحهای نامین آب، اجرای پروژه‌های انتقال و همچنین توسعه سیستم‌های آبیاری نوین در داخل مزرعه از سیاستهای مورد نظر دولت در بهره‌برداری از منابع آب کشور به منظور توسعه سطح زیر کشت و افزایش راندمان آبیاری و تولیدات کشاورزی می‌باشد که مستلزم رعایت ضوابط و معیارهای فنی گسترده‌ای است تا امکان بازدهی سرمایه‌گذاری مناسب را فراهم نماید. اجرای پروژه‌های مطالعاتی مبتنی بر توجیه فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی از جمله نکات مورد تأکید قانون برنامه سوم توسعه در ماده ۶۱ و همچنین مورد تأکید در ماده ۳۲ و ۳۱ قانون برنامه پنجساله چهارم می‌باشد.

معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با توجه به مسئولیت قانونی خود بر اساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام فنی اجرایی طرحهای عمرانی کشور مصوب ۱۳۷۵ هیات محترم وزیران، تهیه ضوابط و معیارهای فنی مورد نیاز سامانه‌های آبیاری تحت فشار را در دستور کار خود قرار داد که در این راستا نشریات زیر منتشر گردیده است:

۱- ضوابط طراحی روشهای آبیاری تحت فشار

۲- مشخصات فنی عمومی روشهای آبیاری تحت فشار

۳- فهرست بهای پایه روشهای آبیاری تحت فشار

در اینجا لازم به ذکر است در مرحله پدیدآوری طرح، دو سطح توجیه فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی انجام می‌شود:

الف: توجیه طرح در قالب برنامه کلان برای لحاظ در برنامه‌های توسعه‌ای کشور که این مطالعات اکثراً با مقیاس‌های کوچک (۱:۲۵۰,۰۰۰) با فاصله خطوط تراز ۱۰۰ متر تا ۵۰,۰۰۰: ۱ با فاصله خطوط تراز ۲۰ متر و در سطح استان یا حوزه صورت می‌گیرد.

ب- توجیه فنی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی طرح در مرحله امکان‌سنجی اولیه و نهایی که مقیاس این مطالعات بزرگ (۱:۱۰۰۰) و یا کمتر) و در منطقه‌ای کوچکتر یا ویژگی‌های شناخته شده انجام می‌شود.

با توجه به نکات بالا، نشریه حاضر با عنوان روش‌نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی سامانه‌های آبیاری تحت فشار برای تکمیل مجموعه ضوابط مورد نیاز این فعالیت (در مرحله تهیه طرح) طبق نظام فنی اجرایی طرح‌های عمرانی تهیه گردیده است.



متن اصلی نشریه توسط "مهندسين مشاور آبساران" تهيه شده كه در كميته فني مورد بررسي و اصلاح نهايي قرار گرفته است.

در تهيه و تنظيم اين نشریه آقایان مهندس کاظمی ریاست محترم مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، سعیدنیا مدیر اجرایی طرح و عضو کمیته راهبردی، مهندس پالوج مدیر امور قراردادهای مؤسسه فوق و عضو کمیته راهبردی، مهندس احمد دهقان عضو کمیته فنی، خانم زهرا ماهوتی‌پور عضو کمیته راهبردی، مهندس علیرضا دولتشاهی معاون دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله و عضو کمیته راهبردی، مهندس خشایار اسفندیاری رئیس گروه آب، کشاورزی و محیط زیست دفتر امور فنی تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله و عضو کمیته راهبردی، مهندس امیر یوسف پور، کارشناس ناظر و همچنین آقایان مهندس مجتبی اکرم و مهندس سید طاهر اسماعیلی از مهندسين مشاور آبساران، همکاری صمیمانه داشته‌اند.

معاونت امور فنی از تمامی کسانی که در تهیه و انتشار این نشریه همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی به عمل می‌آورد و امید دارد که این روش‌نامه در دستیابی به اهداف برنامه‌های توسعه موثر واقع گردد.

در پایان از تمامی متخصصان و کارشناسان تقاضا دارد، با ابراز نظریات سازنده این معاونت را در تحقق اهداف خود یاری نمایند.

معاون امور فنی

پاییز ۱۳۸۴

ترکیب اعضاء کمیته فنی و راهبردی که در تهیه نشریه حاضر شرکت داشته اند به ترتیب حروف الفبایه شرح زیر می باشد:

عضو کمیته فنی و راهبردی	کارشناس مهندسی زراعت ،اصلاح نباتات	خشایار اسفندیاری
عضو کمیته فنی	کارشناس ارشد آبیاری	مجتبی اکرم
عضو کمیته راهبردی	کارشناس ارشد مهندسی کشاورزی - توسعه روستایی	مجتبی پالوج
عضو کمیته فنی و راهبردی	کارشناس مهندسی کشاورزی	علیرضا دولتشاهی
عضو کمیته فنی	کارشناس ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی	احمد دهقان
عضو کمیته راهبردی	کارشناس ارشد اقتصاد	اسماعیل سعیدنیا
عضو کمیته راهبردی	کارشناس ارشد اقتصاد	سید حسن کاظمی
عضو کمیته راهبردی	کارشناس مدیریت	زهرا ماهوتی پور
عضو کمیته فنی	کارشناس ارشد آبیاری	ابراهیم یوسف پور



نکات مهم در استفاده از این نشریه ..... الف

فصل اول - روش های مختلف آبیاری

۱-۱-۱	مقدمه	۱
۱-۲-۱	انواع سیستم های آبیاری بارانی	۱
۱-۲-۱-۱	سیستم های متحرک دوره ای	۱
۱-۲-۱-۲-۱	سیستم آبیاری بارانی متحرک دستی	۱
۱-۲-۱-۲-۱	سیستم آبیاری بارانی آبفشان غلطان	۲
۱-۲-۱-۲-۱	سیستم آبیاری بارانی تفنگی	۲
۱-۲-۲-۱	سیستم های آبیاری بارانی ثابت	۳
۱-۲-۲-۱-۱	بال های آبیاری قابل حمل	۳
۱-۲-۲-۱-۱	بال های آبیاری دائمی زیرزمینی	۳
۱-۲-۲-۱-۱	بال های آبیاری ثابت با آب پاش متحرک	۳
۱-۲-۳-۱	سایر سیستم های آبیاری ثابت	۴
۱-۲-۴-۱	سیستم های متحرک مداوم	۴
۱-۲-۴-۱-۱	سیستم آبفشان دوار	۴
۱-۲-۴-۱-۲	سیستم آبفشان قرقره ای	۵
۱-۲-۴-۱-۳	سیستم آبفشان خطی	۵
۱-۳-۱	آبیاری موضعی	۶
۱-۳-۱-۱	آبیاری قطره ای	۶
۱-۳-۱-۲	آبیاری زیرزمینی	۶
۱-۳-۱-۳	آبیاری حیابی	۶
۱-۳-۱-۴	آبیاری افشان	۷

فصل دوم - مطالعات پایه برای توجیه سامانه های آبیاری تحت فشار

۱-۲-۱	هواشناسی کشاورزی	۹
۱-۲-۱-۱	هدف	۹
۱-۲-۱-۱-۱	درجه حرارت	۹
۱-۲-۱-۱-۱-۱-۱	دمای حداقل، متوسط و حداکثر	۹
۱-۲-۱-۱-۱-۱-۲	تعداد روزهای یخبندان	۱۰
۱-۲-۱-۱-۱-۱-۲	درجه-روز	۱۰
۱-۲-۱-۱-۲	رطوبت نسبی	۱۱
۱-۲-۱-۱-۲	تبخیر	۱۱
۱-۲-۱-۱-۲	تشعشع	۱۱
۱-۲-۱-۱-۲	بارندگی	۱۲
۱-۲-۱-۱-۲	بارندگی ماهانه	۱۲
۱-۲-۱-۱-۲	باران موثر	۱۲
۱-۲-۱-۱-۲	شدت بارندگی	۱۳
۱-۲-۱-۱-۲	باد	۱۳
۱-۲-۱-۱-۲	تبخیر و تعرق	۱۵
۱-۲-۱-۱-۲	ضریب گیاهی	۱۶

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۶	۲-۲-۲-۲ هیدرولوژی
۱۶	۲-۲-۲-۱ هدف
۱۶	۲-۲-۲-۲ هیدرولوژی عمومی
۱۷	۲-۲-۲-۱-۱ تحلیل دبی رودخانه
۱۷	۲-۲-۲-۲-۲ پهنه بندی خطر سیل
۱۷	۲-۲-۳-۲ هیدرولوژی کشاورزی
۱۷	۲-۳-۲-۱ دبی رواناب
۱۷	۲-۳-۲-۲ حجم سیلاب
۱۸	۳-۲-۳ آب های زیرزمینی
۱۸	۴-۲ خاکشناسی و طبقه بندی اراضی
۱۸	۲-۴-۱-۱ مقدمه
۱۸	۲-۴-۲ هدف
۱۸	۳-۴-۲ طبقه بندی اراضی برای آبیاری
۱۹	۲-۳-۴-۱-۱ محدودیتهای ذاتی خاک
۱۹	۲-۳-۴-۲ محدودیت های شوری و سدیمی بودن خاکها
۱۹	۳-۳-۴-۲ محدودیت های توپوگرافی
۲۰	۴-۳-۴-۲ محدودیتهای زهکشی
۲۱	۵-۳-۴-۲ نفوذپذیری سطحی خاک ها
۲۲	۶-۳-۴-۲ عمق خاک
۲۲	۷-۳-۴-۲ بافت خاک سطحی
۲۳	۸-۳-۴-۲ سنگریزه و قلوه سنگ طبقه سطحی
۲۳	۹-۳-۴-۲ توپوگرافی
۲۳	۱-۹-۳-۴-۲ شیب اراضی
۲۴	۲-۹-۳-۴-۲ پستی و بلندی های موضعی
۲۵	۴-۴-۲ تناسب اراضی
۲۶	۵-۴-۲ نتیجه گیری
۲۶	۵-۲ وضع موجود کشاورزی
۲۶	۱-۵-۲ هدف
۲۶	۱-۱-۵-۲ آشنایی با پیشینه نظام کشاورزی و شیوه های عملیات زراعی
۲۷	۱-۱-۱-۵-۲ مصاحبه با کشاورزان
۲۷	۲-۱-۱-۵-۲ مصاحبه با مروجین کشاورزی
۲۷	۲-۱-۵-۲ تعیین کاربری اراضی
۲۷	۱-۲-۱-۵-۲ استفاده از تصاویر ماهواره ای
۲۷	۲-۲-۱-۵-۲ استفاده از عکسهای هوایی
۲۸	۳-۲-۱-۵-۲ استفاده از نقشه های کاداستر
۲۸	۴-۲-۱-۵-۲ برداشت زمینی
۲۸	۳-۱-۵-۲ تعیین وضعیت مالکیت اراضی
۲۸	۴-۱-۵-۲ تعیین وضعیت ابعاد و شکل اراضی
۲۹	۶-۲ وضع موجود آبیاری و زهکشی
۲۹	۱-۶-۲ هدف
۲۹	۱-۱-۶-۲ بررسی نظام حقاچه بری

۴۹	۲-۱-۶-۲- بررسی امکان تبدیل سامانه های آبیاری سطحی به تحت فشار
۴۰	۳-۱-۶-۲- راندمان آبیاری سطحی
۴۳	۷-۲- کیفیت آب آبیاری
۴۳	۱-۷-۲- مقدمه
۴۳	۲-۷-۲- کیفیت آب آبیاری برای آبیاری فطره ای
۴۶	۱-۲-۷-۲- جمع بندی خطرات گرفتگی فطره چکانها
۴۷	۳-۷-۲- کیفیت آب آبیاری برای آبیاری بارانی
۴۹	۸-۲- مطالعات زیست محیطی
۴۹	۱-۸-۲- مقدمه
۴۰	۲-۸-۲- اثرات زیست محیطی
۴۰	۲-۸-۲-۱- اثرات مهم
۴۰	۲-۸-۲-۲- اثرات مفید
۴۰	۲-۸-۲-۳- اثر کوتاه و بلند مدت
۴۰	۲-۸-۲-۴- اثرات مستقیم و غیر مستقیم
۴۱	۲-۸-۲-۵- اثرات برگشت پذیر و برگشت ناپذیر
۴۱	۲-۸-۲-۳- چگونگی اثرات پروژه های آبیاری تحت فشار بر محیط زیست
۴۱	۲-۸-۲-۱-۳- اثرات بر اقلیم و کیفیت هوا
۴۱	۲-۸-۲-۲-۳- اثر روی آب
۴۲	۲-۸-۲-۳-۱- عمق آب زیرزمینی
۴۲	۲-۸-۲-۳-۲- کیفیت آبهای زیرزمینی
۴۲	۲-۸-۲-۳-۳- اثر اجرای پروژه بر آبهای سطحی
۴۳	۲-۸-۲-۳-۳- اثر روی خاک
۴۳	۲-۸-۲-۳-۳-۱- ویژگیهای فیزیکی و فرسایش خاک
۴۳	۲-۸-۲-۳-۳-۲- شوری خاک
۴۳	۲-۸-۲-۳-۳-۳- سدیمی بودن خاک
۴۴	۲-۸-۲-۳-۳-۴- خصوصیات بیولوژیکی خاک
۴۴	۲-۸-۲-۳-۳-۵- حاصلخیزی خاک
۴۴	۲-۸-۲-۳-۳-۶- سیل
۴۵	۲-۸-۲-۳-۴- اثر بر روی گیاهان
۴۵	۲-۸-۲-۳-۵- اثر بر روی جانوران
۴۵	۲-۸-۲-۳-۶- اثرات اقتصادی- اجتماعی
۴۶	۲-۸-۲-۴- معیارهای اثر اعمال روش های آبیاری تحت فشار بر محیط زیست
۴۶	۲-۸-۲-۴-۱- میزان اثر
۴۷	۲-۸-۲-۴-۲- دامنه اثر
۴۷	۲-۸-۲-۴-۳- اهمیت اثر
۴۷	۲-۸-۲-۵- شاخص های اثرات
۴۷	۲-۸-۲-۶- پیش بینی تغییرات کیفی عوامل زیست محیطی
۴۸	۲-۸-۲-۷- نحوه تفسیر نتایج عوامل مختلف زیست محیطی
۵۱	۲-۹-۲- بررسی های اقتصادی و اجتماعی
۵۱	۲-۹-۲-۱- مقدمه
۵۱	۲-۹-۲-۲- بررسیهای منطقه ای

## فهرست مطالب

### صفحه

### عنوان

۵۳	..... ۱-۲-۹-۲- نظام اعتباری
۵۳	..... ۲-۲-۹-۲- نظام پشتیبانی
۵۳	..... ۱-۲-۲-۹-۲- کارخانه‌ها و کارگاه‌های سازنده
۵۴	..... ۲-۲-۲-۹-۲- نهادهای طراحی
۵۴	..... ۳-۲-۲-۹-۲- نهادهای پیمانکاری
۵۴	..... ۴-۲-۲-۹-۲- خدمات پس از فروش
۵۵	..... ۳-۹-۲- بررسی‌های خرد
۵۵	..... ۱-۳-۹-۲- مالکیت
۵۵	..... ۲-۳-۹-۲- پراکندگی قطعات اراضی و شکل زمین
۵۶	..... ۳-۳-۹-۲- نظام حقایق بری
۵۶	..... ۴-۳-۹-۲- مسائل ویژه

### فصل سوم - امکانات و محدودیت‌ها

۵۵	..... ۱-۱-۳- مقدمه
۵۵	..... ۱-۱-۱- امکانات و محدودیت‌های فنی
۵۵	..... ۱-۱-۱-۳- عوامل مربوط به گیاه
۵۵	..... ۱-۱-۱-۱- یک یا چند ساله بودن گیاه
۵۶	..... ۲-۱-۱-۱-۳- ارتفاع و تراکم گیاه
۵۶	..... ۳-۱-۱-۱-۳- کشت مخلوط چند گیاه
۵۷	..... ۴-۱-۱-۱-۳- عدم تناسب برخی از گیاهان
۵۷	..... ۵-۱-۱-۱-۳- تحمل دوره‌های بحرانی
۵۷	..... ۶-۱-۱-۱-۳- توسعه ریشه
۵۸	..... ۲-۱-۱-۳- عوامل مربوط به آب و هوا
۵۹	..... ۳-۱-۱-۳- محدودیت‌های خاک
۵۹	..... ۱-۳-۱-۱-۲- بافت خاک
۵۹	..... ۲-۳-۱-۱-۳- نفوذ پذیری
۶۰	..... ۳-۳-۱-۱-۳- ظرفیت نگهداری آب در خاک
۶۱	..... ۴-۳-۱-۱-۳- توپوگرافی
۶۱	..... ۴-۱-۱-۳- محدودیت‌های فیزیکی
۶۲	..... ۵-۱-۱-۳- محدودیت‌های منابع آب
۶۲	..... ۱-۵-۱-۱-۳- مقدار آب در دسترس
۶۲	..... ۲-۵-۱-۱-۳- روش‌های تحویل آب
۶۳	..... ۳-۵-۱-۱-۳- کیفیت آب
۶۶	..... ۴-۵-۱-۱-۳- اثر توأم محدودیت‌های کیفی آب
۶۷	..... ۶-۱-۱-۳- شکل و اندازه قطعات
۶۸	..... ۷-۱-۱-۳- محدودیت نیروی کار
۶۸	..... ۸-۱-۱-۳- اطمینان از کیفیت تجهیزات
۶۹	..... ۹-۱-۱-۳- محدودیت انرژی
۶۹	..... ۱۰-۱-۱-۳- محدودیت تجاری
۶۹	..... ۲-۱-۳- محدودیت‌های اجتماعی
۷۰	..... ۳-۱-۳- محدودیت‌های اقتصادی

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۷۰	..... ۱-۳-۱-۳- هزینه های سرمایه گذاری
۷۰	..... ۲-۳-۱-۳- استهلاک
۷۰	..... ۳-۳-۱-۳- انرژی
۷۱	..... ۴-۳-۱-۳- نیروی کار
۷۱	..... ۵-۳-۱-۳- تعمیرات و نگهداری
۷۱	..... ۶-۳-۱-۳- هزینه آب
۷۲	..... ۴-۱-۳- محدودیت های محیط زیست

### فصل چهارم - به گزینی سامانه آبیاری تحت فشار

۷۳	..... ۱-۴- مقدمه
۷۳	..... ۲-۴- روش انتخاب سامانه آبیاری تحت فشار
۷۳	..... ۱-۲-۴- شناسایی اهداف توسعه
۷۳	..... ۱-۱-۲-۴- هدفهای اقتصادی
۷۴	..... ۱-۱-۱-۲-۴- ملاحظات اجتماعی و زیست محیطی
۷۵	..... ۲-۲-۴- شرایط منطقه‌ای
۷۵	..... ۳-۲-۴- ملاحظات ساختاری و یا ملاحظات کلی
۷۶	..... ۴-۲-۴- قابلیت تقسیم یا قابلیت استفاده مشترک
۷۶	..... ۵-۲-۴- سطح تعمیرات مورد نیاز
۷۷	..... ۶-۲-۴- خطرات
۷۷	..... ۷-۲-۴- مدیریت، بهره برداری و نگهداری
۷۸	..... ۸-۲-۴- دوام تجهیزات
۷۸	..... ۹-۲-۴- ملاحظات فیزیکی
۷۸	..... ۱۰-۲-۴- ملاحظات اقتصادی
۸۰	..... ۳-۴- انتخاب اولیه گزینه های روش آبیاری
۸۰	..... ۴-۴- طراحی جزئیات و تجزیه و تحلیل اقتصادی
۸۰	..... ۱-۴-۴- هزینه های سالانه
۸۵	..... ۲-۴-۴- درآمدها
۸۵	..... ۳-۴-۴- انتخاب نهایی

۸۶ ..... منابع

۸۷ ..... پیوست: مثالی برای انتخاب سیستم آبیاری تحت فشار





## فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۴.....	جدول شماره ۱-۲- توصیف سرعت باد بر اساس متوسط سرعت .....
۱۵.....	جدول شماره ۲-۲- جهات هشتگانه باد .....
۲۱.....	جدول شماره ۳-۲- کلاس بندی اراضی برای آبیاری تحت فشار بر اساس نفوذپذیری سطحی خاکها .....
۲۲.....	جدول شماره ۴-۲- طبقه بندی برای روشهای آبیاری تحت فشار بر اساس عمق خاک .....
۲۲.....	جدول شماره ۵-۲- تعیین کلاس اراضی برای آبیاری تحت فشار بر اساس بافت سطحی خاک .....
۲۳.....	جدول شماره ۶-۲- کلاس اراضی برای آبیاری تحت فشار بر اساس مقدار سنگریزه در لایه سطحی خاک .....
۲۴.....	جدول شماره ۷-۲- کلاس بندی اراضی برای روشهای آبیاری تحت فشار بر اساس شیب عمومی و عرضی .....
۲۴.....	جدول شماره ۸-۲- کلاس بندی اراضی بر اساس پستی بلندی های کوچک برای آبیاری تحت فشار .....
۳۱.....	جدول شماره ۹-۲- بازدهی انتقال (Ec)، راندمان توزیع (Ed) و راندمان کاربرد (Ea) آب در روشهای مختلف آبیاری .....
۳۳.....	جدول شماره ۱۰-۲- عوامل مورد نیاز در بررسی کیفیت شیمیایی آب برای آبیاری قطره ای .....
۳۴.....	جدول شماره ۱۱-۲- تناسب آب آبیاری از نظر مواد معنق در روش قطره ای .....
۳۴.....	جدول شماره ۱۲-۲- تناسب آب آبیاری از نظر شوری در آبیاری قطره ای .....
۳۵.....	جدول شماره ۱۳-۲- حساسیت برخی از میوه ها به کلر (Bernstein, ۱۹۶۷) .....
۳۶.....	جدول شماره ۱۴-۲- مقاومت نسبی گیاهان به عنصر بر .....
۳۷.....	جدول شماره ۱۵-۲- معیارهای کیفی آب برای آبیاری قطره ای .....
۳۷.....	جدول شماره ۱۶-۲- طبقه بندی کیفی آب در آبیاری قطره ای .....
۳۸.....	جدول شماره ۱۷-۲- درجه محدودیت استفاده از آب آبیاری برای روش آبیاری بارانی .....
۳۸.....	جدول شماره ۱۸-۲- مقاومت نسبی گیاهان به مقادیر کلر و یا سدیم در روش آبیاری بارانی .....
۴۷.....	جدول شماره ۱۹-۲- شاخص های اثراتی که کمی نمودن آنها به راحتی امکان پذیر نیست .....
۴۹.....	جدول شماره ۲۰-۲- عوامل زیست محیطی و تغییرات بالقوه آنها در اثر اعمال آبیاری تحت فشار .....
۵۰.....	جدول شماره ۲۱-۲- امتیاز دهی اثر عوامل مختلف زیست محیطی ناشی از اجرای پروژه .....
۵۰.....	جدول شماره ۲۲-۲- جمع بندی نتایج بررسی اجرای آبیاری تحت فشار .....
۵۱.....	جدول شماره ۲۳-۲- درجه بندی اثرات عوامل زیست محیطی به تفکیک .....
۶۰.....	جدول شماره ۱-۳- حداکثر مقادیر پیشنهاد شده برای میزان پخش آب از آبیاش ها در انواع شیبها و خاکهای مختلف .....
۶۴.....	جدول شماره ۲-۳- راهنمای تفسیر ارقام کیفیت آب آبیاری (FAO - ۱۹۸۵) .....
۶۷.....	جدول شماره ۳-۳- طبقه بندی کیفی آب در آبیاری قطره ای .....
۷۹.....	جدول شماره ۱-۴- عوامل مهم انتخاب سیستم های آبیاری در کشورهای توسعه یافته .....
۸۱.....	جدول شماره ۲-۴- عوامل لازم برای انتخاب روش مناسب آبیاری با توجه به شرایط فیزیکی منطقه .....
۸۳.....	جدول شماره ۳-۴- عمر اقتصادی و هزینه های نگهداری اجزای مختلف سیستم های آبیاری .....
۸۴.....	جدول شماره ۴-۴- میانگین نیروی کارگری مورد نیاز برای سیستم آبیاری تحت فشار .....

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

شکل ۴-۱- پوشش منحنی B/C برای تحلیل طرح های توسعه ..... ۷۴

## نکات مهم در استفاده از این نشریه

در استفاده از این نشریه توجه به نکات زیر ضروری است:

۱- در چرخه تهیه و اجرای طرحهای عمرانی، تبعیت از نظام فنی و اجرائی مصوب هیئت وزیران الزامی است. در این نظام، مطالعه و اجرای طرح ها سه مرحله دارد:

- مطالعات تحقیقاتی و بنیادی که اساس و پایه استانداردها و معیارها، مطالعات مورد نیاز برای برنامه ریزی و شناخت منابع و نیازها است.
- تهیه طرح که مشتمل بر انجام مطالعات شناسایی و توجیه فنی و اقتصادی و طراحی اولیه است و در حقیقت تا پایان مطالعات مرحله اول را شامل می شود.
- اجرای طرح که مشتمل بر انجام طراحی تفصیلی و اجرائی عملیات ساخت و اجرا و کنترل و نظارت بر آن است.

جایگاه مندرجات "دستورالعمل مطالعات توجیه فنی، اقتصادی- اجتماعی و زیست محیطی سامانه های آبیاری تحت فشار" در بند ۲ یاد شده در بالاست. به عبارت دیگر تهیه اینگونه طرحها، دو مرحله دارد: در مرحله اول، مطالعات امکان سنجی توسعه آبیاری تحت فشار (امکان سنجی اولیه) در مقیاس استانی و با استفاده از نقشه های کوچک مقیاس (توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ با فاصله خطوط تراز ۱۰۰ متر تا ۵۰۰۰۰:۱ با فاصله خطوط تراز ۲۰ متر، خاکشناسی و کاربری اراضی ۱:۲۵۰۰۰۰) و مطالعات طرح های جامع صورت می گیرد. در مرحله دوم که در حقیقت دستورالعمل این نشریه مربوط به آن است، مطالعات در مقیاس بزرگتر و در منطقه ای کوچکتر با ویژگیهای شناخته شده تر انجام می گیرد و در حقیقت به مثابه مطالعات امکان سنجی نهایی است.

۲- رعایت مفاد ضوابط، روشها و دستور العمل های مطالعاتی و طراحی که از طرف سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور منتشر شده، ضروری است.

۳- کارفرما حسب مورد، نیازهای مشاور در زمینه های زیر را تامین خواهد کرد:

- مطالعات و آزمایشهای خاکشناسی
- مطالعات مربوط به تامین آب ( سطحی یا زیر زمینی)
- مطالعات زهکشی و اصلاح اراضی در صورت لزوم
- نقشه های توپوگرافی به مقیاس مناسب
- نقشه های کاداستر به مقیاس مناسب
- عکسهای هوایی

از آنجا که در این مرحله باید کارهای جنبی به حداقل ممکن کاهش یابد، مشاور باید در هر مورد گزارش توجیهی لازم را تهیه کند و به موقع به کارفرما تسلیم نماید. بدیهی است که کارفرما می تواند انجام برخی از موارد فوق را به مهندس مشاور یا سازمانهای ذیصلاح واگذار کند.

۴ - مطالعات توجیه فنی، اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی سامانه های آبیاری تحت فشار نیازمند داشتن اطلاع کامل از طرحهای جامع منطقه ای و طرحهای توسعه منابع آب در محدوده مطالعات است. چنانچه مطالعات توجیه پذیری و

طراحی آبیاری تحت فشار در قالب یک طرح وسیع تر آبیاری و زهکشی، انجام شود، اطلاع از آن و هماهنگ کردن سامانه تحت فشار با طرح آبیاری و زهکشی مربوط الزامی است.

نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور و جایگاه مطالعات مربوط به آبیاری تحت فشار در آن

مرحله	نظام کلی فنی و اجرایی طرح های عمرانی	نظام فنی و اجرایی طرح های آبیاری تحت فشار
۱	تهیه برنامه کلان	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تعیین روش و انجام تشریفات و ارجاع کار</li> <li>• آمایش سرزمین</li> <li>• مطالعات منطقه ای</li> <li>• مطالعات پایه</li> <li>• مطالعات تحقیقاتی</li> <li>• مطالعات بنیادی</li> <li>• مطالعات جامع بخشی</li> </ul>
۲	تهیه طرح (پیش سرمایه گذاری)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مطالعات شناسایی و توجیهی (امکان سنجی اولیه)</li> <li>• مطالعات و طراحی اولیه و توجیه طرح (امکان سنجی نهایی)</li> <li>• مطالعات مکان سنجی توسعه آبیاری تحت فشار (امکان سنجی اولیه)</li> <li>• مطالعات توجیه فنی، اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی سیستم های آبیاری تحت فشار (امکان سنجی نهایی)</li> </ul>
۳	اجرای طرح (سرمایه گذاری)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• طراحی تفصیلی و اجرایی</li> <li>• تهیه و ساخت و عملیات اجرایی و نصب آبیاری تحت فشار</li> <li>• آماده سازی و بهره برداری</li> <li>• پایان و تحویل طرح</li> </ul>

## فصل اول - روش‌های مختلف آبیاری بارانی

### ۱-۱- مقدمه

آبیاری بارانی عبارت از آبیاری از بالای زمین است به صورتی که آب تا حدودی شبیه باران ریزش می‌کند. پاشش آب به وسیله گذر آب تحت فشار از روزنه یا افشانک<sup>۱</sup> باریک صورت می‌گیرد. فشار معمولاً به وسیله تلمبه‌زنی بدست می‌آید، گرچه ممکن است به وسیله نیروی ثقل ( هنگامی که منبع آب در ارتفاع کافی نسبت به سطح زمین واقع باشد ) نیز حاصل گردد.

### ۱-۲- انواع سیستم‌های آبیاری بارانی

سیستم‌های آبیاری بارانی را می‌توان در دو گروه عمده سیستم‌های ساکن یا مستقر<sup>۲</sup> و سیستم متحرک مداوم<sup>۳</sup> طبقه بندی نمود (نشریه ۲۸۶، سازمان مدیریت و برنامه ریزی). سیستم‌های آبیاری ساکن یا مستقر خود نیز به سه دسته سیستم‌های متحرک دوره ای<sup>۴</sup>، سیستم‌های ثابت<sup>۵</sup> و سایر سیستم‌های ساکن طبقه بندی می‌شوند. با طراحی دقیق سیستم‌های ساکن و متحرک مداوم، آب می‌تواند به صورتی نسبتاً یکنواخت، با توجه به سرعت نفوذ آب در خاک، به زمین اعمال گردد، بطوریکه از ایجاد رواناب سطحی که منجر به خسارت به زمین و محصول می‌شود، جلوگیری نماید. سیستم‌های متحرک مداوم حتی می‌توانند یکنواختی بیشتری در پاشش آب داشته باشند. سرعت این سیستم‌ها را می‌توان به نحوی تنظیم نمود که میزان بارش باعث کاهش یا حذف رواناب سطحی گردد. در زیر، انواع متداول تر آبیاری بارانی به اختصار ذکر می‌شود. برای توضیحات بیشتر می‌توان به نشریه ۲۸۶ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور مراجعه کرد.

### ۱-۲-۱- سیستم‌های متحرک دوره ای

#### ۱-۲-۱-۱- سیستم آبیاری بارانی متحرک دستی<sup>۶</sup>

سیستم آبیاری بارانی متحرک دستی از خط لوله اصلی قابل انتقال و یا زیرزمینی تشکیل یافته که بر روی آن در فواصل مختلف، شیرهای خروجی برای اتصال بال آبیاری با جابجایی دستی وجود دارد. بال‌های آبیاری معمولاً از لوله آلومینیومی ساخته می‌شود. اتصالات آنها سریع است<sup>۷</sup>. چنانچه لوله اصلی زیرزمینی باشد و تغییر مکان ندهد، به آن سیستم نیمه متحرک نیز گفته می‌شود. در

<sup>۱</sup> - Nozzle

<sup>۲</sup> - Set System

<sup>۳</sup> - Continuous- Move System

<sup>۴</sup> - Periodic - Move System

<sup>۵</sup> - Fixed System

<sup>۶</sup> - Hand - Move System

<sup>۷</sup> - Quick Coupling

وسط یا انتهای آنها پایه‌های<sup>۱</sup> آب پاش قرار گرفته و در انتهای پایه‌ها، آب‌پاش‌ها<sup>۲</sup> نصب می‌گردند. این سیستم بین از سایر روشها مورد استفاده قرار می‌گیرد و تقریباً برای همه نوع محصول و در پستی و بلندی‌های گوناگون بکار برده شده است. روش جابجایی دستی اساس بوجود آمدن سایر سیستم‌های آبیاری بارانی بوده است. یکی از معایب این سیستم، احتیاج آن به کارگر زیاد است. عیب مهم دیگر آن، دشواری یا عدم امکان کاربرد آن برای گیاهان پایه بلند نظیر ذرت و آفتاب گردان است.

### ۱-۲-۱- سیستم آبیاری بارانی آبفشان غلتان<sup>۳</sup>

سیستم آبیاری بارانی آبفشان غلتان به سیستم متحرک دستی شباهت دارد. بال‌های آبیاری بدون استفاده از اتصال سریع به یکدیگر متصل گردیده و در محل اتصال به چرخ بزرگی تکیه دارند. بال آبیاری به عنوان محوری برای چرخ‌ها می‌باشد و با گردش آن، چرخ‌ها به حرکت در می‌آیند. تحرک این واحد به وسیله نیروی مکانیکی حاصل از یک موتور که در وسط خط نصب گردیده و یا نیروی خارجی وارد به یک یا دو انتهای خط تأمین می‌گردد.

این سیستم برای محصولات کوتاه قد مناسب است و بیش از همه، با مزارع مستطیل شکل با پستی و بلندی نسبتاً یکنواخت و بدون موانع طبیعی مطابقت دارد. قطر چرخ‌ها باید با در نظر گرفتن ارتفاع گیاه تعیین گردد. بال‌های آبیاری آبفشان غلتان به طول حداکثر ۵۰۰ متر برای استفاده در کشت‌های متراکم و زمین مسطح می‌توانند به کار گرفته شوند. برای اراضی با پستی و بلندی یا با شیب تند و همچنین برای کشت‌های ردیفی با جوی‌های عمیق (مثل سیب زمینی) بال آبیاری با طول کمتر (تا حدود ۴۰۰ متر) توصیه می‌گردند.

بال آبیاری بارانی باید حداقل دو بادگیر<sup>۴</sup> (برای دو طرف واحد تولید نیروی محرک) و یک قسمت لوله نرم و قابل انعطاف و یا لوله تلسکوپی به منظور اتصال به لوله اصلی داشته باشد. گاهی اوقات به جای استفاده از آب پاش، از افشانه‌هایی<sup>۵</sup> که به فاصله کم از یکدیگر بر روی یک پیکان قرار گرفته اند، استفاده می‌شود. ارتفاع این پاشنده‌ها می‌تواند با توجه به بلندی گیاه تغییر یابد و به این ترتیب موجب کاهش تلفات آب گردد. از مشکلات روش آبفشان غلتان می‌توان به ریزش آب از محل اتصالات، شکستگی قطعات بویژه در اراضی ناهموار و در مناطق بادخیز و گیرکردن چرخ‌ها در زمین‌های رسی چسبنده و سرقت لوله‌ها اشاره کرد.

### ۱-۲-۳- سیستم آبیاری بارانی تفنگی<sup>۶</sup>

آب‌پاش‌های تفنگی معمولاً دارای افشانکی به قطر ۱۶ میلیمتر یا بیشتر و لوله آب پاشی به طول ۳۰ سانتی متر یا بزرگتر می‌باشند. اغلب این آب‌پاش‌ها به وسیله یک اهرم خودکار به حرکت در می‌آیند و می‌توانند قسمتی از دایره (نه تمامی آن) را نیز خیس کنند. سیستم‌های آب پاش تفنگی برای آبیاری کمکی و مزارعی که شکل نامنظم داشته یا دارای موانع طبیعی هستند، بخوبی قابل انطباق است. آب‌پاش‌های این سیستم معمولاً دارای آبدهی بیش از ۶/۳ لیتر در ثانیه هستند و به صورت بال آبیاری مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، بلکه به تنهایی بکار می‌روند.

<sup>۱</sup> - Riser

<sup>۲</sup> - Sprinkler Head

<sup>۳</sup> - Wheel-Move System (Side Roll)

<sup>۴</sup> - Wide Barge

<sup>۵</sup> - Sprayer

<sup>۶</sup> - Gun System

این نوع آب‌پاش‌ها برای اغلب گیاهان قابل استفاده هستند ولی از آنجا که میزان بارندگی آنها نسبتاً زیاد و ذرات آنها درشت است، باعث فشردگی سطح خاک و بوجود آمدن رواناب سطحی می‌گردند. بنابراین بیشتر برای خاک‌های درشت بافت با قابلیت نفوذ زیاد و برای گیاهانی که مراحل نهایی رشد خود را طی می‌کنند و فقط به آبیاری تکمیلی احتیاج دارند، مناسب می‌باشند. یکنواختی پخش آب در این سیستم پایین است و اصولاً برای مناطقی که بادهای شدید دارند، توصیه نمی‌گردد. آب‌پاش‌های تفنگی معمولاً بر روی یک سه پایه (ارابه) سوار هستند و به کمک تراکتور و یا موتور جداگانه‌ای از محلی به محل دیگر انتقال داده می‌شوند. معمولاً تراکتور به وسیله کابلی به تریلر متصل می‌گردد تا مجبور به کار در زمین گلی نباشد.

### ۱-۲-۲- سیستم‌های آبیاری بارانی ثابت

در سیستم‌های آبیاری ثابت، تعداد بال‌های آبیاری و آب‌پاش‌ها به اندازه‌ای است که احتیاج به انتقال آنها از محلی به محلی دیگر نمی‌باشد. بنابراین برای آبیاری مرعه فقط لازم است شیرها باز و بسته شوند. اکثر سیستم‌های ثابت آب‌پاش‌های کوچکی دارند که به فاصله ۱۰ تا ۲۵ متر از یکدیگر واقع هستند، اما برخی سیستم‌ها نیز یافت می‌شوند که آب‌پاش‌های تفنگی را با فاصله ۳۰ تا ۵۰ متر از یکدیگر بکار می‌برند.

#### ۱-۲-۲-۱- بال‌های آبیاری قابل حمل<sup>۱</sup>

بال‌های آبیاری قابل حمل همانطور که از نام آن برمی‌آید، کاملاً ثابت نیست، بلکه نیمه متحرک است و آن را می‌توان برای گیاهان با ارزش بکار برد. در این روش، کل سیستم آبیاری، به جز لوله اصلی را با توجه به تناوب کشت و تغییر در برنامه آبیاری می‌توان از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر انتقال داد. از این سیستم می‌توان به منظور سبز کردن و جوانه زنی گیاهانی نظیر کاهو استفاده کرد. در این صورت می‌توان پس از جوانه زنی، روش آبیاری را به نشتی تغییر داد. انتقال بال‌های آبیاری به داخل مزارع یا به خارج از آن، نیاز به کارگر زیاد دارد.

#### ۱-۲-۲-۲- بال‌های آبیاری دائمی زیرزمینی<sup>۲</sup>

بال‌های آبیاری دائمی یا زیرزمینی در عمق ۴۵ تا ۵۰ سانتی متر سطح زمین قرار داده می‌شوند و فقط آب‌پاش و پایه آن در بالای سطح خاک واقع می‌گردد. بسیاری از این سیستم‌ها را می‌توان در باغات مرکبات، سیاه ریشه و مزارع دید.

#### ۱-۲-۲-۳- بال‌های آبیاری ثابت با آب‌پاش متحرک

در بال‌های آبیاری ثابت با آب‌پاش متحرک به طور معمول، بال‌های آبیاری در عمق حدود ۴۵ تا ۵۰ سانتی متری زمین قرار می‌گیرد و در فواصل معینی بر روی آن شیرهای خودکار نصب می‌شود. آب‌پاش بر روی پایه‌ای قرار گرفته و به مجرد اینکه به داخل شیر سریع فشرده شود، آب از آن خارج می‌گردد. در این روش، بطور معمول، یک یا دو آب‌پاش بر روی هر بال آبیاری به طور همزمان در حال کار هستند. این سیستم مدتی است که در کشور رایج شده است و گاهی به نام سیستم ثابت با رایزر متحرک نامیده می‌شود.

کلیه سیستم‌های آبیاری ثابت را می‌توان با بکارگیری شیرهایی که با هوا یا الکتريسته کنترل می‌شوند، به صورت خودکار مورد بهره برداری قرار داد. کنترل کننده‌های خودکار را می‌توان برای آبیاری، خنک کردن گیاه و کنترل یخبندان برنامه ریزی کرد و با وسائل اندازه‌گیری رطوبت خاک و یا دما آن را فعال نمود. شکی نیست که روش‌های ثابت معمولاً هزینه اولیه بالایی دارند.

<sup>۱</sup> - Portable Solid Set

<sup>۲</sup> - Permanent Buried Lateral



### ۱-۲-۳- سایر سیستم های آبیاری ثابت

به علت توجیهی که در سالهای اخیر به مسئله صرفه جویی در انرژی و هزینه آن مبذول گردیده، روش های لوله سوراخدار<sup>۱</sup>، شبکه شیلنگی<sup>۲</sup> و سیستم باغی<sup>۳</sup> بار دیگر ظهور کرده و مورد استفاده قرار گرفته است. این روشها با فشار خیلی کم ۰/۳۵ تا ۱/۷۵ اتمسفر کار می کنند. این فشار را غالباً می توان از فشار ثقلی ( یا فشاری که در اثر اختلاف ارتفاع بین منبع آب و منطقه زراعی ایجاد می شود ) بدست آورد. در این صورت، بدون نیاز به پمپ می توان این سیستم را مورد استفاده قرار داد. علاوه بر این، لولسه ارزان برای فشار کم ( نظیر لوله بتنی غیر مسلح و لوله پلاستیکی کم ضخامت و یا سیمان آزبستی ) را می توان برای توزیع آب به کاربرد. این سیستم ها چنانچه با تحرک دوره ای باشند، به کارگر زیاد احتیاج دارند.

### ۱-۲-۴- سیستم های متحرک مداوم

#### ۱-۲-۴-۱- سیستم آبفشان دوار<sup>۴</sup>

سیستم آبفشان دوار آب را از لوله جانبی در حال حرکت مداوم می باشد. بال آبیاری در یک انتها ثابت است و به دور آن گردش می نماید تا دایره ای بزرگ را آبیاری کند. نقطه ثابت بال آبیاری نقطه محوری نامیده می شود و در همین نقطه است که به منبع آب متصل می باشد. بال آبیاری در نقاط مختلف خود بر روی پایه ای A شکل استوار شده و در حدود ۳ متر از سطح زمین بالاتر قرار گرفته است. فاصله پایه ها از یکدیگر حدود ۳۰ تا ۸۰ متر می باشد. روی هر موتور، دستگاهی نصب شده که بال آبیاری را از نقطه محوری تا آخر در یک راستا نگه می دارد. آخرین واحد متحرک، سرعت چرخش بال آبیاری را کنترل می نماید.

بال آبیاری این سیستم با آبپاش هایی از نوع ضربه ای<sup>۵</sup>، چرخان<sup>۶</sup> یا افشان<sup>۷</sup> تجهیز گردیده است و آب را به طور یکنواخت بر روی مزرعه دایره شکل پخش می نماید. هر چه به طرف انتهای متحرک سیستم آبفشان دوار حرکت شود، مساحت آبیاری شده به وسیله هر آب پاش (در صورتی که فاصله آبپاش ها از یکدیگر ثابت باشد) افزایش می یابد. از این رو باید آبپاش ها طوری طراحی شده باشند که بتدریج آبدهی آنها افزایش یابد یا از فاصله آنها از یکدیگر کاسته گردد، یا ترکیب این دو عامل باعث شود که میزان بارندگی نسبتاً یکنواخت گردد. معمولاً سرعت کاربرد آب در نواحی نزدیک انتهای متحرک، حدود ۲۵ میلیمتر در ساعت است. این مقدار از قابلیت نفوذ اکثر خاکها بجز در چند دقیقه اول آبیاری تجاوز می نماید. برای به حداقل رساندن خطر جمع شدن یا حرکت آب در روی خاک و یا هر دو آنها، بال های آبیاری معمولاً بسته به خواص نفوذپذیری خاک، میزان آبدهی سیستم و حداکثر کمبود مجاز رطوبت در هر ۱۰ تا ۷۲ ساعت، یک بار به دور خود گردش می نمایند.

<sup>۱</sup> - Perforated Pipe

<sup>۲</sup> - Hose – Fed Sprinklers

<sup>۳</sup> - Orchard System

<sup>۴</sup> - Center Pivot

<sup>۵</sup> - Impact Sprinkler

<sup>۶</sup> - Spinner Sprinkler

<sup>۷</sup> - Spray Nozzle Sprinkler

سیستم های آبفشان دوار برای اکثر گیاهان زراعی مناسب هستند. مزارعی که با این روش آبیاری می شوند، باید دارای هیچ گونه مانعی بر روی زمین نظیر خطوط تلفن، پایه های انتقال برق، ساختمان و حتی درخت نباشند. این سیستم ها در خاکهایی با سرعت نفوذ زیاد و با شیب یکنواخت قابلیت انطباق بیشتری دارند. در خاکهای با سرعت نفوذ کم و توپوگرافی نامنظم، رواناب حاصل موجب بروز فرسایش و ایجاد نقاط خیس در مزرعه گردیده و حرکت یکنواخت دستگاه را در اطراف نقطه محوری با اشکال مواجه می نماید. برای استفاده از این سیستم ها در مزارع مربع شکل، باید وسائلی که بتواند گوشه های مربع را نیز آبیاری کند به دستگاه افزوده شده و یا از این اراضی به منظوره های دیگری استفاده گردد. استفاده از این سیستم آبیاری تا حدودی در ایران متداول است.

### ۱-۲-۴-۲- سیستم آبفشان قرقره ای<sup>۱</sup>

سیستم آبفشان قرقره ای عبارت است از یک آب پاش با آبدهی زیاد که به وسیله لوله ای قابل انعطاف تغذیه شده، بر روی یک شاسی با سه یا چهار چرخ مستقر گردیده در طول یک خط مستقیم حرکت نموده و به آبیاری می پردازد. معمول ترین نوع آب پاش قرقره ای دارای یک آب پاش بزرگ به ظرفیت حدود ۳۰ لیتر در ثانیه است که بر روی ارابه ای مستقر بوده و زمینی به پهنای بیش از ۱۳۰ متر را آبیاری می کند. وسیله نقلیه مذکور مجهز به بیستون آبی یا قرقره ای است که با کمک نیروی توربینی، کابل متصل به آب پاش را کشیده و به دور قرقره می پیچد و با این عمل آن را به حرکت در می آورد.

سیستم آب پاش قرقره ای نسبت به سایر سیستم های آبیاری بارانی به بیشترین فشار نیازمند است. علاوه بر فشاری معادل ۵/۵ تا ۷ اتمسفر که در سر افشانک مورد احتیاج است، افت بار در طول لوله نیز حدود ۱/۵ تا ۲ اتمسفر است که این مقدار نیز باید توسط پمپ تأمین گردد. با عنایت به این مطلب، مناسب ترین مورد استفاده سیستم آب فشان قرقره ای در آبیاری تکمیلی و به هنگامی است که نیاز آبی سالانه گیاه کم باشد. به طوریکه هزینه های بالای سوخت که ناشی از فشار زیاد است، کاهش داده شود. استفاده از این سیستم آبیاری در ایران، به ویژه به منظور آبیاری تکمیلی غلات، رایج است.

آبفشان قرقره ای برای همه گیاهان از جمله نباتات بلند قدی نظیر ذرت و نیشکر می تواند به کار رود. حتی از این سیستم در آبیاری باغات نیز استفاده شده است. بسیاری از مزایا و معایب این روش شبیه سیستم آب پاش تفنگی و پیکانی است. در هر حال به علت داشتن حرکت، یکنواختی پخش این سیستم بالاتر و سرعت کاربرد آب آن کمتر است. یکنواختی پخش در قسمت وسط مزرعه در حد قابل قبولی است، ولی معمولاً حدود ۳۰ تا ۶۰ متر حاشیه مزرعه و گوشه های زمین به خوبی آبیاری نمی گردند.

### ۱-۲-۴-۳- سیستم آبفشان خطی<sup>۲</sup>

سیستم آبفشان خطی ترکیبی از ساختمان و نوع هدایت سیستم آبفشان دوار با آب فشان غلتان است. برای کاربرد مناسب این سیستم، لازم است که مزارع به شکل مستطیل بوده و موانعی در آن وجود نداشته باشد. اندازه گیری های بعمل آمده نشان داده است که بیشترین ضریب یکواختی در هر آبیاری در شرایط وجود باد را می توان از این سیستم بدست آورد. سیستم هایی که آب را از نهرهای روباز پمپ می کنند، فقط می توانند در مزارع نسبتاً مسطح به کار گرفته شوند. حتی در مناطقی که سیستم به وسیله لوله ای نرم تغذیه می شود، به منظور هدایت بهتر سیستم، لازم است که توپوگرافی زمین نسبتاً یکنواخت باشد. یکی از معایب

<sup>۱</sup> - Traveling Gun

<sup>۲</sup> - Linear - Moving Lateral

عمده این روش نسبت به سیستم آفشان دوار این است که باید در این روش، پس از خاتمه آبیاری، دستگاه را به جای اول خود بازگرداند و در دو طرف منبع تغذیه کننده آب قرار داد. به هر حال، به علت همین اختلاف نوع حرکت است که سیستم آفشان خطی می‌تواند یک قطعه مستطیل شکل را به خوبی آبیاری کند در حالیکه سیستم آفشان دوار فقط قادر به آبیاری بخشی از آن به شکل دایره می‌باشد.

### ۱-۳- آبیاری موضعی<sup>۱</sup>

آبیاری موضعی استفاده آهسته و آرام آب به نقاطی در روی خاک و یا زیر آن است. ذرات آب معمولاً به صورت قطرات گسسته از یکدیگر یا به صورت قطرات پیوسته، جریان باریک آب و یا به صورت پاشش آب با آب‌پاش‌های کوچک از طریق وسیله ای که به آن بطور عموم گسیلنده<sup>۲</sup> گفته می‌شود، صورت می‌گیرد. آبیاری میکرو چهار سیستم مختلف دارد :

#### ۱-۳-۱- آبیاری قطره ای<sup>۳</sup>

کاربرد آرام آب به سطح خاک به صورت قطرات گسسته یا پیوسته و یا جریان باریک آب را از طریق سوراخ های ریز، آبیاری قطره ای گویند. در این روش، بده آب در گسیلنده‌های با فاصله زیاد معمولاً کمتر از ۱۲ لیتر در ساعت (۳/۳ سانتیمتر مکعب بر ثانیه) و در خروجی های با فاصله کم و یا لوله‌های متخلخل<sup>۴</sup> کمتر از ۱۲ لیتر در ساعت در هر متر طولی لوله می‌باشد.

#### ۱-۳-۲- آبیاری زیرزمینی<sup>۵</sup>

کاربرد آرام آب به زیر سطح خاک را آبیاری زیرزمینی گویند. عمل آبیاری به وسیله لوله‌های حامل خروجی هایی صورت می‌گیرد که بده آنها در حدود آبدهی قطره چکانهای آبیاری قطره ای است. لازم به یادآوری است که این روش آبیاری را نباید با روش دیگری از آبیاری زیرزمینی که در آن عمل آبیاری به وسیله کنترل نمودن افق سطح آب زیرزمینی صورت می‌گیرد، اشتباه کرد.

#### ۱-۳-۳- آبیاری حبابی<sup>۶</sup>

کاربرد آب در سطحی خاک به صورت فواره یا جریان کوچکی که همانند چتر پخش می‌شود را آبیاری حبابی گویند. خروج آب از مجرای انجام می‌گیرد که آبدهی آن از سیستم قطره ای یا سیستم زیرزمینی بیشتر بوده ولی معمولاً از حدود ۲۴۰ لیتر در ساعت (۶۵ سانتیمتر مکعب بر ثانیه) کمتر است. در این روش، معمولاً آبدهی خروجی ها بیش از سرعت نفوذ آب در خاک بوده و برای جلوگیری از ایجاد رواناب معمولاً بوجود آوردن تشتکی در پای آنها ضروری است.

<sup>۱</sup> - Localized Irrigation

<sup>۲</sup> - Emitter

<sup>۳</sup> - Drip Irrigation

<sup>۴</sup> - Porous Tubing

<sup>۵</sup> - Subsurface Irrigation

<sup>۶</sup> - Bubbler Irrigation

۱-۳-۴- آبیاری افشان<sup>۱</sup>

کاربرد آب به صورت ذراتی بسیار ریز به سطح خاک را آبیاری افشان گویند. در حالی که در سه روش قبلی انتقال آب به کمک خاک انجام می‌گیرد، در این روش هوا در پخش رطوبت نقش اساسی را به عهده دارد. آبدهی در این روش معمولاً کمتر از ۱۲۰ لیتر در ساعت (۳۳ سانتیمتر مکعب بر ثانیه) است.

---

<sup>۱</sup> - Spray Irrigation



## فصل دوم - مطالعات پایه برای توجیه سامانه‌های آبیاری تحت فشار

### ۱-۲- هواشناسی کشاورزی

#### ۱-۱-۲- هدف

هدف اصلی از مطالعه هواشناسی کشاورزی، تحلیل پارامترهای هواشناسی و کسب اطلاع در مورد وضعیت کلی اقلیم منطقه و اطمینان از تناسب آن با گیاهان ترکیب کشت است. پارامترهای هواشناسی مهم برای بررسی امکان سنجی و توجیه سیستم‌های آبیاری تحت فشار شامل دما، بارش، باد و سایر عواملی که برای محاسبه تبخیر - تعرق ضرورت دارد ( رطوبت نسبی، تبخیر، تشعشع و...) است.

بطور معمول در پروژه‌های آبیاری و زهکشی، برنامه ریزی آبیاری با احتمال ۷۵ یا ۸۰ درصد صورت می‌گیرد. از این رو در تحلیل‌های آماری که بر روی عناصر اقلیمی صورت می‌گیرد، در نظر گرفتن همین احتمال توصیه می‌گردد. در زیر به طور مختصر در مورد هر یک از این عناصر اقلیمی توضیح داده شده است:

#### ۱-۱-۱-۲- درجه حرارت

این عنصر اقلیمی نقش بسزایی در چرخه هیدرولوژیکی و بخصوص در فرآیند تبخیر و تعرق دارد. در عمل شاخص‌های درجه حرارت که در پروژه‌های آبیاری و زهکشی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به شرح زیرند:

- درجه حرارت حداقل مطلق ماهانه،
- میانگین درجه حرارت حداقل،
- درجه حرارت متوسط،
- میانگین درجه حرارت حداکثر،
- درجه حرارت حداکثر مطلق ماهانه،
- تعداد روزهای یخبندان،
- درجه - روز<sup>۱</sup>.

ابتدا هریک از این شاخص‌ها به صورت مختصر تعریف شده و سپس نحوه تعیین آنها توضیح داده شده است. دمای حداقل مطلق و حداکثر مطلق، به طور معمول، تنها برای بیان تناسب گیاه با اقلیم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ۱-۱-۱-۱-۲- دمای حداقل، متوسط و حداکثر

این پارامترها برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل مورد نیازند. از آنجا که تبخیر و تعرق پتانسیل برای مرحله توجیه پذیری طرح معمولاً به صورت ماهانه برآورد می‌گردد، تعیین این شاخص‌ها نیز به صورت ماهانه انجام می‌گیرد. در مواردی

<sup>۱</sup> - Degree - Days

که مقدار آب در دسترس به ناگهان کاهش می‌یابد (مثل برخی از رودخانه‌ها که آب آنها در اواخر بهار به سرعت کم می‌شود)، برآورد نیاز آبی گیاهان در دوره‌های ده روزه بسیار مفید است.

درجه حرارت حداقل و حداکثر با استفاده از دماسنج حداقل و دماسنج حداکثر تعیین می‌گردند. برای سهولت در میانگین‌گیری، از میانگین حداکثر و حداقل روزانه به عنوان متوسط روزانه استفاده می‌شود. با میانگین‌گیری از مقادیر درجه حرارت حداقل روزانه یا درجه حرارت حداکثر روزانه در طی هر ماه، متوسط درجه حرارت حداقل ماهانه و یا حداکثر ماهانه بدست می‌آید. با تعیین مقادیر درجه حرارت حداقل و یا حداکثر روزانه در طی ماه، درجه حرارت حداقل و یا حداکثر مطلق برای ماه مورد نظر تعیین می‌گردد. با دانستن شاخص‌های دما برای هر ماه و در طی سالهای اندازه‌گیری شده، تحلیل‌های آماری مورد نیاز امکان‌پذیر است. در زمینه تحلیل‌های آماری نرم‌افزارهای زیادی وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به HYFA، SAS، SPSS و SMADA اشاره نمود. با استفاده از این نرم‌افزارها می‌توان مقادیر هر یک از پارامترها را با درصد احتمال وقوع معین (مثل ۷۵ یا ۸۰ درصد) برآورد کرد.

## ۲-۱-۱-۱-۱-۲- تعداد روزهای یخبندان

روز یخبندان به روزی اطلاق می‌گردد که حداقل درجه حرارت هوا به صفر و یا کمتر از آن تنزل نماید. زمان وقوع و تکرار یخبندان در طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی از اهمیت زیادی برخوردار است. گاهی نیز یکی از مزایای این سیستم، مبارزه با یخبندان است. با مشخص نمودن تعداد روز یخبندان برای ماه مورد نظر و در سالهای مختلف، می‌توان تعداد روزهای یخبندان را برای احتمالات وقوع مختلف محاسبه نمود.

## ۲-۱-۱-۱-۲-۳- درجه-روز

بسیاری از پدیده‌های طبیعی تابعی از مقدار انرژی دریافت شده از محیط در طول مدتی معین هستند. از جمله این پدیده‌ها می‌توان به دوره رشد و نمو گیاهان اشاره نمود که با پارامتری تحت عنوان درجه-روز مشخص می‌گردد. هر گیاهی از درجه حرارت معینی شروع به فعالیت می‌نماید که به آن درجه حرارت مبنا گفته می‌شود. به عنوان مثال درجه حرارت مبنا برای گیاهان گندم، جو، نخود سبز، ذرت و گوجه فرنگی به ترتیب معادل ۵، ۵، ۵، ۱۰ و ۶ درجه سانتیگراد است. بنابراین گیاه تنها در روزهایی از سال که دمای هوا از درجه حرارت مبنای آن بیشتر باشد، رشد و نمو می‌کند. از اینرو، هر گیاهی برای اینکه بتواند رشد مطلوبی داشته باشد، نیاز به تعداد مشخصی درجه-روز دارد. به عنوان نمونه تعداد درجه-روز برای گیاهان گندم، جو، نخود سبز، ذرت و گوجه فرنگی به ترتیب در حدود ۱۱۳۳، ۱۰۹۰، ۷۴۰، ۸۴۰ و ۲۲۶۰ تعیین شده است. درجه-روز با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌گردد:

$$\text{درجه حرارت مبنا - متوسط درجه حرارت روزانه} = \sum \text{درجه-روز} \quad (1-2)$$

با دانستن نوع گیاه و درجه-روز مورد نیاز برای گیاه خاص و همچنین دانستن زمان کاشت، تعداد روز مورد نیاز برای رشد و نمو مطلوب گیاه قابل تعیین است. به عبارت دیگر، از آنجائیکه زمان کاشت مشخص است، لذا با استفاده از درجه

حرارت متوسط روزانه و درجه حرارت مینا و محاسبه درجه - روز، مقدار تجمعی آن محاسبه می‌شود. هرگاه گیاه به تعداد درجه - روز مطلوب رسیده شود، زمان پایان دوره رشد تعیین می‌گردد. به منظور توجیه فنی طرح ضروری است اطمینان حاصل شود که گیاه مورد نظر به اندازه کافی انرژی گرمایی (درجه - روز) را در طول دوره رشد خود دریافت می‌کند.

#### ۲-۱-۱-۲- رطوبت نسبی

ظرفیت جو برای نگهداشت بخار آب به دمای هوا بستگی دارد. از نظر کشاورزی رطوبت هوا دارای حداقل دو اثر مفید برای رشد گیاهان می‌باشد: تاثیر رطوبت هوا بر پدیده فتوسنتز و استفاده مستقیم گیاه از رطوبت هوا. رطوبت نسبی نقش مهمی در تبخیر و تعرق گیاه دارد. در آبیاری بارانی، بالابودن رطوبت نسبی موجب کاهش تبخیر بارش می‌شود و کارایی آبیاری را افزایش می‌دهد.

معمولاً در ایستگاههای هواشناسی رطوبت هوا در دو نوبت در روز اندازه گرفته می‌شود که با میانگین گیری از ارقام فوق، رطوبت نسبی متوسط تعیین می‌گردد. با عنایت به مقادیر روزانه رطوبت نسبی در طول ماه، می‌توان مقادیر رطوبت نسبی متوسط و یا دامنه تغییرات آن را در طول ماه تعیین نمود. مقادیر متوسط بدست آمده برای سالهای مختلف، مبنای اساسی برای تعیین آن برای درصد احتمالات مختلف می‌باشد.

#### ۲-۱-۱-۳- تبخیر

تبخیر از سطح تشتک تبخیر در ایستگاه های هواشناسی یک بار در روز اندازه گرفته می‌شود. با محاسبه تجمعی تبخیر در طول ماه، مقدار تبخیر در ماه مشخص محاسبه می‌شود. با دانستن مقادیر ماهانه در سال های مختلف آماری، امکان برآورد تبخیر با احتمالات مختلف میسر می‌باشد.

در روش آبیاری بارانی، هرچه فشار آب بیشتر باشد، قطر قطرات آب ریزتر شده و در نتیجه سطح موثر تبخیر افزایش پیدا می‌کند. بالا رفتن تبخیر خود باعث افزایش رطوبت نسبی در آن خرد اقلیم (میکروکلیم) شده و در نتیجه سبب کاهش تبخیر می‌گردد. همین وضعیت با سرعت زیاد باد می‌تواند در جهت عکس عمل نموده و باعث افزایش تبخیر گردد. در هر حال، تبخیر زیاد یکی از عوامل مهم محدود کننده برای آبیاری بارانی به حساب می‌آید. ممکن است که در مناطق گرم و خشک که تبخیر زیاد است، شرایطی وجود داشته باشد که آبیاری بارانی به طول شب محدود شود.

#### ۲-۱-۱-۴- تشعشع

جریان تابش های مختلف از فضا به سوی زمین و یا از زمین به فضای خارج، مهمترین عنصر بیلان گرمای کل زمین و هر منطقه خاص از سطح زمین و جو آن را تشکیل می‌دهد. به دلیل اینکه تشعشع خالص در بسیاری از ایستگاه ها اندازه گرفته نمی‌شود، لذا از روابط بسط داده شده بین تشعشع فرازمینی و تشعشع خالص در محاسبات استفاده می‌گردد. ساعات آفتابی از دیگر متغیر های تشعشع است که در ایستگاههای هواشناسی تعیین می‌شود. از ساعات آفتابی در محاسبه تبخیر - تعرق پتانسیل استفاده می‌شود.



## ۲-۱-۱-۵- بارندگی

برای محاسبه نیاز آبی و مطالعات زهکشی سطحی در پروژه های آبیاری تحت فشار، نیاز به تعیین شاخص های بارندگی شامل "میانگین بارندگی ماهانه با دوره های برگشت مختلف"، "شدت بارندگی" و "بارندگی موثر" می باشد.

## ۲-۱-۱-۵-۱- بارندگی ماهانه

هدف اصلی از برآورد بارندگی ماهانه، دست یافتن به تخمینی از بارندگی موثر است. به منظور تعیین بارندگی ماهانه، مجموع بارش روزانه هر ماه از هر سال مشخص می گردد. سپس با استفاده از نرم افزارهای آماری، میزان بارندگی ماهانه با احتمالات مختلف بدست می آید.

## ۲-۱-۱-۵-۲- باران موثر

باران موثر، مقداری از بارندگی است که صرف تبخیر و تعرق می گردد. به عبارت دیگر، باران موثر آن قسمت از بارندگی است که عملاً به مصرف گیاه می رسد. عوامل متعددی در نسبت باران موثر به مقدار کل باران نقش دارند که از مهمترین آنها خصوصیات باران، خصوصیات خاک، نوع گیاه و عملیات مدیریتی است. معمولاً باران با توزیع یکنواخت و شدت کم، می تواند نقش بیشتری در رشد و نمو گیاهان داشته باشد. سبک بودن بافت خاک، عمیق بودن سطح سفره آب زیرزمینی، تراس بندی، شخم زدن خاک و استفاده از مالچ، سهم بارش موثر را افزایش می دهد. گیاهانی که نیاز به آب بیشتری دارند در مقایسه با گیاهان کم مصرف، زمینه موثر بودن یک واقعه بارندگی را بیشتر نمایان می سازند. برای برآورد بارندگی موثر، روش های مختلفی وجود دارد که روش سازمان حفاظت منابع طبیعی آمریکا<sup>۱</sup> نسبت به بقیه از کاربرد بیشتری برخوردار است. در این روش، بارندگی موثر ماهانه به صورت زیر تعیین می گردد:

$$P_{ef} = f(D) [1.25(P_t)^{0.814} - 2.93] \times 10^{(0.00095ET_c)} \quad (2-2)$$

که در آن:

$P_{ef}$  = بارندگی موثر ماهانه گیاه (میلیمتر)،

$P_t$  = مقدار کل بارندگی ماهانه (میلیمتر)،

$ET_c$  = تبخیر و تعرق ماهانه (میلیمتر).

ضریب  $f(d)$  با استفاده از رابطه زیر تعیین می گردد:

$$f(D) = 0.53 + 0.0116D - 8.94 \times 10^{-5}(D)^2 + 2.32 \times 10^{-7}(D)^3 \quad (3-2)$$

که در آن:

$D$  = عمق رطوبت تخلیه شده از خاک قبل از آبیاری (میلیمتر).

ذکر این نکته ضروری است که در معادله بالا، اگر  $D$  برای ۷۵ میلیمتر در نظر گرفته شود،  $f(D)$  برابر یک بدست می آید. عملاً  $D$  برابر میزان آبی است که در ناحیه ریشه ها ذخیره می گردد.

همین سازمان، روش دیگری را نیز به شرح زیر پیشنهاد کرده است:

$$P_{ef} = R_T (1.25 - 0.2 * R_T) \quad R_T < 25 \text{ mm} \quad (4-2)$$

$$P_{ef} = 1.25 + 0.1 * R_T \quad R_T > 25 \text{ mm} \quad (5-2)$$

که در آنها:

$$R_{ef} = \text{باران مؤثر سالانه (میلیمتر)}$$

$$R_T = \text{بارندگی سالانه (میلیمتر)}$$

علاوه بر این باران مؤثر ماهانه به صورت ضریب از بارندگی ماهانه نیز تعیین می گردد. مقدار این ضریب بستگی به تحریبات کارشناسی دارد:

$$P_{ef} = a * R_m \quad (6-2)$$

که در آن:

$$R_{ef} = \text{بارندگی مؤثر ماهانه (میلیمتر)}$$

$$R_m = \text{بارندگی ماهانه (میلیمتر)}$$

$$a = \text{درصدی از بارندگی ماهانه}$$

روش دیگری نیز به شرح زیر به وسیله سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) ارائه شده است. این روش براساس آنالیز دادهای زیادی در مناطق خشک و نیمه مرطوب تدوین شده است:

$$P_{ef} = 0.6 * R_T - 10 \quad R_T < 70 \text{ mm} \quad (7-2)$$

$$P_{ef} = 0.8 * R_T - 24 \quad R_T > 70 \text{ mm} \quad (8-2)$$

تمامی عناصر این روابط را می توان با نظر کارشناسی تغییر داد.

## ۲-۱-۱-۵-۳- شدت بارندگی

شدت بارندگی نقش بسیار مهمی در مقدار رواناب سطحی دارد. برای بارش هایی با مدت کمتر از دو ساعت که بطور معمول به آن رگبار گفته می شود، بهترین راه استفاده از منحنی های شدت - مدت - فراوانی است که برای کلیه ایستگاه های سینوپتیک هواشناسی محاسبه شده و در ایستگاه های مذکور برای دوره های برگشت مختلف وجود دارد. برای بارش های با مدت بیش از دو ساعت، به طور معمول از بارندگی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعته استفاده می شود.

## ۲-۱-۱-۶- باد

باد نقش بسیار مهمی در توجیه پذیری آبیاری بارانی دارد. به طریقی که در بادهای شدید، ممکن است که استفاده از این روش صحیح نباشد. از مشخصات مهم باد سرعت و جهت آن است. باد نیز مانند دیگر عناصر اقلیمی دارای تغییرات نسبتاً منظمی در طول شبانه روز است و اغلب سرعت باد شبانه از روزانه کمتر است. بنابراین، انجام آبیاری بارانی شبانه، به طور

معمول، یکنواختی پخش بهتری دارد. ارتفاع استاندارد برای اندازه گیری سرعت و جهت باد، ارتفاع ۲ متری از سطح زمین است، لیکن اگر سرعت باد در ارتفاع دیگری در ایستگاه‌ها اندازه گرفته شده باشد، می‌توان آن را از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$U_z = U_2 \left( \frac{z}{2} \right)^{0.145} \quad (9-2)$$

که در آن:

$Z$  = ارتفاع بادسنج از روی زمین (متر)،

$U_2$  = سرعت باد در ارتفاع ۲ متری،

$U_z$  = سرعت باد در ارتفاع  $Z$

سمت و جهت باد را نسبت به جهات جغرافیایی و به درجاتی از صفر تا ۳۶۰ درجه اندازه گیری می‌کنند. باد معمولاً سه نوبت در طول روز اندازه گرفته می‌شود. بر مبنای سرعت، بادهای را می‌توان بر اساس جدول ۱-۲ تقسیم بندی نمود. جهات هشت گانه باد نیز در جدول ۲-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲ - توصیف سرعت باد بر اساس متوسط سرعت

سرعت		نام توصیفی
گره	کیلومتر در ساعت	
کمتر از ۱	کمتر از ۱/۸۵	باد آرام
۱-۳/۹۹	۷/۴-۱/۸۵	نسیم ملایم
۴-۶/۹۹	۱۲/۹۵-۷/۴۱	باد ملایم
۷-۱۰/۹۹	۲۰/۳۵-۱۲/۹۵	باد آهسته
۱۱-۱۶/۹۹	۳۱/۵۰-۲۰/۳۵	باد متوسط
۱۷-۲۱/۹۹	۴۰/۷۵-۳۱/۵۰	باد تند
۲۲-۲۷	۵۰/۰۳-۴۰/۷۵	باد شدید
بیشتر از ۲۷	بیشتر از ۵۰/۰۳	تند باد (طوفان)

باد نقش به سزایی در توزیع یکنواختی آب در سطح مزرعه دارد. لذا سرعت های شدید باد می‌تواند عاملی محدود کننده برای انتخاب روش آبیاری بارانی و یا حداقل محدود نمودن ساعات کاری سیستم در زمان های خاصی در طول شبانه روز گردد. در شرایطی که باد خیلی آرام باشد، الگوی پاشش در اطراف هر آبپاش دایره ای است. با افزایش سرعت باد، الگوی دایره ای تبدیلی به الگوی بیضوی نامنظمی می‌گردد. معمولاً با کاهش فاصله بین آبپاش ها در جهت عمود بر باد، شکل فوق به شکل قابل قبولی تبدیل می‌شود. همچنین توصیه می‌شود در چنین شرایطی ارتفاع ریزرها نسبت به شرایط بدون باد کمتر گرفته شود. کم کردن زاویه پاشش آب پاش و آرایش مثلثی آبپاش‌ها نیز می‌تواند کارایی سیستم را بهبود بخشد.

جدول ۲-۲- جهات هشت گانه باد

زاویه	جهت
۲۲/۵-۳۳۷/۵	شمالی (N)
۶۷/۵-۲۲/۵	شمالی شرقی (NE)
۱۱۲/۵-۶۷/۵	شرقی (E)
۱۵۷/۵-۱۱۲/۵	جنوب شرقی (SE)
۲۰۲/۵-۱۵۷/۵	جنوبی (S)
۲۴۷/۵-۲۰۲/۵	جنوب غربی (SW)
۲۹۲/۵-۲۴۷/۵	غربی (W)
۳۳۷/۵-۲۹۲/۵	شمال غربی (NW)

### ۲-۱-۱-۷- تبخیر و تعرق

همانطور که گفته شد، یکی از اهداف عمده مطالعات هواشناسی کشاورزی، برآورد تبخیر و تعرق است. به منظور توجیه فنی طرح‌ها، توصیه می‌شود که تا حد امکان از سند ملی آب و کتاب "برآورد نیاز آبی گیاهان عمده زراعی و باغی" که توسط موسسه تحقیقات خاک و آب منتشر شده است، استفاده شود. در این صورت، نیازی به تحلیل و برآورد این پارامترها برای منطقه طرح وجود ندارد.

در صورتی که سند مزبور و یا نتایج سایر پژوهش‌های منطقه‌ای در دسترس نباشد، برآورد نیاز آبی گیاهان با استفاده از روش‌های معتبر ضروری است. برای برآورد نیاز آبی گیاهان، در مرحله توجیه طرح، داشتن میانگین ماهانه پارامترهای هواشناسی کفایت می‌کند. بطور معمول باید طول دوره آماری از ده سال کمتر نباشد.

روش‌های تجربی زیادی وجود دارد و تقسیم‌بندی‌های متفاوتی نیز مطرح شده است، اما تجربیات موجود و نتایج کارهای تحقیقاتی نشان می‌دهد که روش‌های ترکیبی نسبت به روش‌های دیگر از دقت بیشتری برخوردار هستند. بر اساس بررسی‌های فائو و نظر خواهی‌های بعمل آمده از خبرگان و صاحب‌نظران، معتبرترین روش برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل، روش پنمن مانتیس است<sup>۱</sup>.

از محدودیت این روش این است که به داده‌های زیادی نیاز دارد که در برخی از پروژه‌ها دستیابی به آنها مقدور نیست. در صورتی که داده‌های مورد نیاز این روش در دسترس نباشد، پیشنهاد می‌شود از یک روش کم‌توقع (نسبت به داده‌های هواشناسی) استفاده شود. سپس، نتایج روش یادشده و روش پنمن مانتیس در ایستگاه‌های مجاور مقایسه و رابطه همبستگی بین آنها جستجو شود. در صورت معنی دار بودن ضریب همبستگی، رابطه بدست آمده قابلیت تعمیم به ایستگاه مورد نظر را خواهد داشت. در این رابطه، ابتدا روش کم‌توقع در ایستگاه مورد نظر اجرا می‌شود و سپس با استفاده از رابطه بدست آمده، مقدار معادل روش پنمن مانتیس برای ایستگاه مورد نظر محاسبه می‌گردد.

## ۲-۱-۱-۱-۱- ضریب گیاهی

آنچه که از روابط تجربی برآورد تبخیر و تعرق بدست می آید، تبخیر و تعرق گیاه مرجع است. برای تعیین تبخیر و تعرق واقعی گیاه، ضروری است که از رابطه زیر استفاده گردد:

$$ET_{crop} = K_c \times ET_o \quad (۱۰-۲)$$

که در آن:

$ET_{crop}$  = تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر،

$ET_o$  = تبخیر و تعرق گیاه مرجع،

$K_c$  = ضریب گیاهی.

ضریب گیاهی به عواملی چون نوع گیاه، مرحله رشد و شرایط آب و هوایی بستگی دارد و در طول فصل رشد متغیر است. برای تعیین ضریب فوق اغلب از روش فائو ۲۴ یا فائو ۵۶ استفاده می گردد.

## ۲-۲- هیدرولوژی

### ۲-۲-۱- هدف

هدف اصلی از انجام مطالعات هیدرولوژی، دستیابی به اطمینان لازم برای تامین آب مناسب و کاهش خطرات ناشی از سیل است. این عوامل نقش تعیین کننده ای در توجیه فنی و اقتصادی طرح دارند. مطالعات هیدرولوژی به دو بخش هیدرولوژی عمومی و هیدرولوژی کشاورزی تقسیم می شود. در صورتی که بهره برداری از آب سطحی رودخانه مد نظر باشد و یا اینکه سیلاب رودخانه تاثیری بر سلامت طرح داشته باشد، انجام مطالعات هیدرولوژی رودخانه (هیدرولوژی عمومی) ضرورت می یابد. در صورتی که شبکه اصلی طرح قبلاً مورد مطالعه قرار گرفته و برای طراحی مقدماتی آن، مطالعه هیدرولوژی رودخانه انجام شده باشد و یا اینکه مزرعه دارای حقاچه مشخصی باشد و یا از آب زیرزمینی استفاده شود، انجام تمام و یا قسمتی از مطالعات هیدرولوژی عمومی ضرورت ندارد و توجیه فنی و مالی طرح بر اساس مطالعات انجام شده قبلی و یا تامین آب از منابع زیرزمینی انجام می شود.

### ۲-۲-۲- هیدرولوژی عمومی

هدف از انجام مطالعات هیدرولوژی عمومی، تعیین میزان آب قابل برداشت از رودخانه با احتمالات مختلف، برآورد و شناخت خطرات سیل و بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب است. در آبیاری قطره ای، میزان رسوب معلق و کیفیت شیمیایی آب اهمیت ویژه ای دارد. در آبیاری بارانی نیز خواص فیزیکی و برخی از خواص شیمیایی آب نظیر بی کربناتها، عامل تعیین کننده ای به حساب می آیند و به این سبب توجه به این عوامل در توجیه سامانه های آبیاری تحت فشار اهمیت ویژه ای می یابد.

### ۲-۲-۱- تحلیل دبی رودخانه

برای توجیه فنی طرح، دانستن دبی ماهانه رودخانه با احتمال ۸۰ درصد کافی است. در مناطقی که کاهش ناگهانی در آبدهی رودخانه رخ می دهد، لازم است دبی متوسط ده روزه با احتمالات مختلف مورد توجه قرار گیرد.

### ۲-۲-۲- پهنه بندی خطر سیل

چنانچه رودخانه از مجاورت اراضی طرح عبور کند، باید اطمینان حاصل کرد که سرریز آب از آن در مواقع بروز سیل، به اراضی آسیب نمی رساند. در بسیاری از موارد، با بازدید محلی می توان این موضوع را تشخیص داد، ولی در صورتی که این امر میسر نباشد، انجام محاسبات هیدرولیکی رودخانه ضرورت می یابد. این مطالعات، خارج از عرف متداول مطالعات توجیه پذیری طرح است. در هر حال، باید از عدم آسیب پذیری مزرعه در اثر وقوع سیل اطمینان حاصل شود.

### ۲-۲-۳- هیدرولوژی کشاورزی

در پروژه های آبیاری و زهکشی، معمولاً دو شاخص دبی و حجم رواناب با دوره برگشت های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. دبی رواناب در تعیین مشخصات هیدرولیکی زهکش های سطحی و سازه های هیدرولیکی کاربرد دارد، در حالیکه حجم رواناب در طراحی ایستگاه های پمپاژ مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین، اگر شبکه جمع آوری رواناب به گونه ای است که به صورت ثقلی تخلیه می گردد، نیازی به تعیین حجم رواناب نیست.

رواناب می تواند از مناطق مشرف به منطقه مورد نظر دریافت شود و یا رواناب ناشی از بارندگی و یا آبیاری در قطعه تحت آبیاری باشد. از آنجائیکه ظرفیت سامانه های آبیاری تحت فشار به نحوی طراحی می شود که در اثر آبیاری روانابی تولید نگردد، از این رو، در محلی که روش آبیاری تحت فشار اجرا می شود، فقط رواناب ناشی از بارندگی می تواند به وقوع بپیوندد. در صورتی که وضعیت اراضی مشرف به منطقه مورد مطالعه به گونه ای است که رواناب ناشی از آن، به منطقه مورد مطالعه هدایت می شود، برآورد رواناب در این نوع از اراضی نیز ضرورت پیدا می کند.

### ۲-۳-۱- دبی رواناب

برای برآورد دبی رواناب، روش های متعددی وجود دارد. در اراضی کشاورزی، استفاده از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا بیشتر متداول است. سیلاب طراحی با توجه به اهمیت پروژه، شرایط منطقه و نوع سازه زهکشی، تعیین می گردد. معمولاً زهکش های سطحی با دوره برگشت ۲ یا ۵ سال و سازه های زهکشی با توجه به اهمیت آنها با دوره برگشت های ۱۰، ۲۵ و یا ۵۰ سال طراحی می گردند.

### ۲-۳-۲- حجم سیلاب

محاسبه حجم سیلاب تنها در صورتی ضرورت می یابد که سیلاب نتواند به طور ثقلی تخلیه شود و استفاده از پمپاژ الزامی باشد. برآورد حجم سیلاب، امری تخصصی است و بحث در مورد آن از حوصله توجیه پذیری طرح خارج است.

## ۲-۳- آب های زیرزمینی

مطالعه آب های زیرزمینی تنها در صورتی انجام می شود که قرار باشد از ذخایر آبهای زیرزمینی در طرح استفاده شود. در غیر این صورت، اصولاً انجام این مطالعه ضرورت ندارد. انجام مطالعات آب های زیرزمینی از جمله خدمات کارفرمایی است و در صورتی که قبلاً چنین مطالعه ای انجام نشده باشد و یا پروانه بهره برداری برای چاه های موجود صادر نشده باشد، مطالعه آب های زیرزمینی انجام می گردد. در هر حال، توجیه طرح موکول به داشتن اطمینان از وجود آب با کیفیت مطلوب به میزان کافی است. بررسی پروانه بهره برداری از منابع آب های زیرزمینی در اکثر مواقع می تواند پاسخگوی نیاز توجیه فنی طرح باشد.

شرح خدمات مطالعات آب های زیرزمینی در نشریه های شماره ۲۱۲ و ۲۱۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ارائه شده است.

## ۲-۴ - خاکشناسی و طبقه بندی اراضی

### ۲-۴-۱ - مقدمه

انجام مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی اراضی از جمله خدمات کارفرمایی بشمار می رود. در صورتی که چنین مطالعه ای قبلاً انجام نشده باشد، روش کار بر اساس شرح خدمات مطالعه نیمه تفصیلی دقیق خاکشناسی تنظیم خواهد گردید. با توجه به این مطالعات، می توان تناسب اراضی را برای آبیاری تعیین نمود. طبقه بندی اراضی برای آبیاری، به موجب نشریه شماره ۲۰۵ موسسه تحقیقات خاک و آب برای آبیاری سطحی انجام می شود. بنابراین پیشنهاد می شود تا تدوین استاندارد طبقه بندی اراضی برای آبیاری بارانی و میکرو، طبقه بندی اراضی برای آبیاری تحت فشار براساس راهنمای زیر، انجام گیرد:

### ۲-۴-۲ - هدف

هدف از انجام مطالعات خاکشناسی، تعیین خصوصیات خاک ها در وضع موجود به منظور کشت و کار و همچنین اعلام پتانسیل آن ها در شرایط آبی پس از رفع و یا کاهش محدودیت ها می باشد. از جمله این محدودیت ها می توان به توپوگرافی، شیب، بافت خاک، عمق خاک، نفوذپذیری خاک سطحی و زیری، شوری و سدیمی بودن خاک ها و زهکشی اراضی اشاره نمود.

### ۲-۴-۳ - طبقه بندی اراضی برای آبیاری

با توجه به تجربیات موجود پیشنهاد می شود برای مطالعات توجیهی روش های آبیاری تحت فشار، مطالعات نیمه تفصیلی دقیق خاکشناسی انجام شود. در هر حال برای طراحی این روش ها، انجام مطالعات تفصیلی توصیه می شود. ضروری است قبل از هر مطالعه و یا عملیات اجرایی، پتانسیل اراضی برای روش های آبیاری تحت فشار تعیین گردد. در این رابطه، موسسه تحقیقات خاک و آب نشریه شماره ۲۰۵ را به منظور تعیین قابلیت اراضی برای روش های آبیاری سطحی تهیه نموده است. در نشریه فوق ۱۷ محدودیت برای طبقه بندی اراضی مورد استفاده قرار گرفته است. در مجموع می توان گفت که در فرمول

طبقه بندی اراضی برای آبیاری سطحی، چهار گروه منظور شده که بر اساس آنها کلاس اراضی در وضعیت موجود تعیین می‌گردد:

- محدودیت های ذاتی خاک،
- محدودیت های شوری و سدیمی بودن خاک،
- محدودیت های توپوگرافی و فرسایش،
- محدودیت های زهکشی.

#### ۲-۴-۳-۱- محدودیتهای ذاتی خاک

در رابطه با محدودیت های ذاتی خاک، موارد زیر در نظر گرفته می‌شود:

- بافت خاک سطحی<sup>۱</sup>،
- آبگذری لایه های زیرین<sup>۲</sup>،
- وجود سنگریزه و قلوه سنگ در لایه های زیرین و سطحی<sup>۳</sup>،
- عمق خاک<sup>۴</sup>،
- شدت نفوذ پذیری<sup>۵</sup>،
- نوع لایه محدود کننده<sup>۶</sup>.

#### ۲-۴-۳-۲- محدودیت های شوری و سدیمی بودن خاکها

در رابطه با محدودیت های شوری و سدیمی بودن خاک، دو شاخص زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- شوری خاک<sup>۷</sup>،
- سدیمی بودن خاک<sup>۸</sup>.

#### ۲-۴-۳-۳- محدودیت های توپوگرافی

برای محدودیت های توپوگرافی، عوامل زیر مطالعه می‌شود:

- شیب کلی<sup>۱</sup>،

<sup>۱</sup> - Surface Soil Texture

<sup>۲</sup> - Permeability of the Subsoil

<sup>۳</sup> - Stoniness in Subsoil and Topsoil

<sup>۴</sup> - Soil Depth

<sup>۵</sup> - Infiltration Rate

<sup>۶</sup> - Type of Limiting Layer

<sup>۷</sup> - Soil Salinity

<sup>۸</sup> - Soil Sodicity



- شیبه‌های عرضی<sup>۲</sup>،
- پستی و بلندیهای کوچک در سطح اراضی<sup>۳</sup>،
- فرسایش و ترسیب<sup>۴</sup>.

## ۲-۴-۳-۴- محدودیتهای زهکشی

برای محدودیت های زهکشی عوامل زیر در نظر گرفته می شوند:

- سطح آب زیرزمینی<sup>۵</sup>،
- علائم احیای خاک و نفوذپذیری لایه های زیرین<sup>۶</sup>،
- خطر آب ماندگی<sup>۷</sup>،
- خطر سیل گیری<sup>۸</sup>،
- اراضی منفرفه<sup>۹</sup>.

به نظر می رسد از میان محدودیت های فوق، نفوذپذیری سطحی، عمق خاک، بافت خاک، مشکلات ذاتی خاکها و توپوگرافی باید با رتبه بندی دیگری در روش های آبیاری تحت فشار مورد استفاده قرار گیرد. نقش عوامل دیگر در طبقه بندی اراضی برای آبیاری تحت فشار، همانند آبیاری سطحی است. در این بررسی، ابتدا کلاس های اراضی از نظر آبیاری سطحی توضیح داده شده و سپس پیشنهادهایی به منظور اصلاح کلاس های طبقه بندی اراضی برای آبیاری تحت فشار داده شده است.

کلاس های طبقه بندی اراضی از نظر آبیاری سطحی به شرح زیر می باشد:

- کلاس I: این اراضی بدون محدودیت و یا خطری برای آبیاری هستند،
- کلاس II: این اراضی دارای محدودیت و یا خطرات کمی برای آبیاری هستند،
- کلاس III: این اراضی دارای محدودیت و یا خطرات متوسط برای آبیاری هستند،
- کلاس IV: این اراضی دارای محدودیت و یا خطرات جدی برای آبیاری می باشند و تنها برای منظور های خاصی قابل استفاده هستند،
- کلاس V: این اراضی دارای محدودیت و یا خطرات جدی برای آبیاری می باشند و نیاز به مطالعه بیشتری دارند،

<sup>۱</sup> - Rating of Overall Slope

<sup>۲</sup> - Rating of Transversal Slopes

<sup>۳</sup> - Rating of Microrelief

<sup>۴</sup> - Erosion and Deposition

<sup>۵</sup> - Groundwater Table Depth

<sup>۶</sup> - Hydromorphy and Permeability of Deep Strata

<sup>۷</sup> - Ponding Hazard

<sup>۸</sup> - Flooding Hazard

<sup>۹</sup> - Miscellaneous Land

• کلاس VI: این اراضی دارای محدودیت و یا خطرات جدی برای آبیاری می باشند و در شرایط فعلی قابل اصلاح نیستند.

با عنایت به مطالب یاد شده، پیشنهاد می شود برای طبقه بندی اراضی در روشهای آبیاری تحت فشار از توصیه های زیر استفاده گردد. به عبارت دیگر در تعیین پتانسیل اراضی برای روش های آبیاری تحت فشار، با استفاده از نشریه ۲۰۵، توصیه های زیر مد نظر قرار گیرد. بدیهی است چنانچه در آینده، راهنما یا دستورالعمل جدیدی در مورد طبقه بندی اراضی برای آبیاری تحت فشار تدوین گردد، رعایت آن الزامی خواهد بود.

ذکر این نکته ضروری است که در طبقه بندی اراضی برای آبیاری تحت فشار، تقسیم بندی دیگری، به غیر از آنچه در آبیاری سطحی مطرح شده است، نیز می تواند وجود داشته باشد. در اینجا فقط تقسیم بندی های ذی ربط در نشریه ۲۰۵ مد نظر قرار گرفته است.

#### ۲-۴-۳-۵- نفوذپذیری سطحی خاک ها

نفوذپذیری حرکت آب از سطح زمین به داخل خاک است. نفوذپذیری نقش مهمی در طراحی سیستم های آبیاری دارد. نفوذپذیری خاک علیرغم اینکه عامل محدود کننده مهمی در روش آبیاری سطحی به حساب می آید، لیکن محدودیت آن در روش های آبیاری تحت فشار به مراتب کمتر است. معمولاً برای شدت نفوذپذیری کمتر از ۴ میلیمتر در ساعت، روش آبیاری بارانسی توصیه نمی شود. در خاک های شنی که دارای نفوذپذیری بالایی هستند، می توان با رعایت تمهیداتی، انواع مختلف روش های آبیاری بارانی را طراحی و اجرا نمود. شدت نفوذپذیری در انتخاب دبی قطره چکانها در روش آبیاری میکرو نقش مهمی را ایفا می کند. مقدار دبی قطره چکانها عامل تعیین کننده توسعه رطوبت در سطح خاک است. اگر مقدار دبی قطره چکان کمتر از نفوذپذیری خاک باشد، سطح رطوبتی خیس شده خاک در حد معقولی توسعه می یابد. در خاکهای سنگین که نفوذ پذیری آنها کم است، خطر ایجاد رواناب وجود دارد. از این رو باید در این خاکها از قطره چکانهای با دبی کم استفاده نمود.

برای تعیین کلاس اراضی در روش های آبیاری تحت فشار بر اساس نفوذپذیری سطحی، جدول ۲-۳ ارائه شده است. آبیاری میکرو در شدت های نفوذ پذیری کم با مشکلات جدی روبرو نمی شود، لیکن آبیاری بارانی برای شدت های کمتر از ۴ میلیمتر در ساعت، توصیه نمی گردد.

جدول ۲-۳- کلاس بندی اراضی برای آبیاری تحت فشار بر اساس نفوذ پذیری سطحی خاکها

کلاس اراضی برای آبیاری			نفوذ پذیری (سانتیمتر در ساعت)
توصیه برای آبیاری میکرو	توصیه برای آبیاری بارانی	آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	
III	VI	V	۰/۲ >
II/III	III-IV	IV	۰/۲-۰/۵
II	II	III	۰/۵-۱
I	I	II	۱-۲
I یا II	I	I	>۲

## ۲-۴-۳-۶- عمق خاک

منظور از عمق خاک، ضخامت از سطح زمین تا لایه محدود کننده است. در صورتی که عمق خاک محدودیتی را برای گیاهان ایجاد نکند، همه روش های آبیاری تحت فشار در خاک های با محدودیت عمق قابلیت کاربرد دارند. سیستم های آبیاری تحت فشار اعم از بارانی یا میکرو در خاکهای کم عمقی که اغلب قابل تسطیح نیستند، با مدیریت صحیح براحتی قابل استفاده می باشند. ذکر این نکته ضروری است که در شیب های زیادی که عمق خاک آن کم می باشد، امکان لغزش خاک در اثر اشباع شدن وجود دارد که باید به آن توجه شود. طبقه بندی اراضی بر اساس عمق خاک برای روشهای آبیاری تحت فشار در جدول ۲-۴ ارائه شده است.

جدول ۲-۴- طبقه بندی برای روش های آبیاری تحت فشار بر اساس عمق خاک

عمق خاک (سانتیمتر)										لایه محدود کننده
۱۰-۲۵		۲۵-۵۰		۵۰-۸۰		۸۰-۱۲۰		بیشتر از ۱۲۰		
پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو (نشریه ۲۰۵)	پیشنهادی آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو	پیشنهادی آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو	پیشنهادی آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو	پیشنهادی آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو	پیشنهادی آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	
III	IV	II	III	I	II	I	I	I	I	Z or P
III	IV	III	IV	II	III	I	II	I	I	L

Z- لایه محدود کننده شنی: لایه ای که زیر آن لایه های گراولی و یا شنی درشت وجود دارد که حداقل ضخامت آن ۳۰ سانتیمتر حداقل ۷۵ درصد حجمی لایه سنگ و گراول باشد.

P- لایه ای است که زیر آن لایه های شنی شامل لایه های مازنی آهکی و گچی هوازده، سلتستون و شیل مشاهده می شود.

L- لایه ای است که زیر آن سنگهای بدون هوازده، و یا لایه بتروکلیک و بتروجیبیک مشاهده می شود.

## ۲-۴-۳-۷- بافت خاک سطحی

اصولاً در روش های آبیاری تحت فشار بخصوص در روش قطره ای، بافت خاک کمتر می تواند محدودیت ایجاد نماید. بر این اساس جدول ۲-۵ به منظور تعیین کلاس اراضی برای آبیاری تحت فشار بر اساس بافت خاک ارائه شده است.

جدول ۲-۵- تعیین کلاس اراضی برای آبیاری تحت فشار بر اساس بافت سطحی خاک

حداکثر کلاس ممکن		بافت خاک
پیشنهادی آبیاری بارانی میکرو	پیشنهادی آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	
II	IV	Sand, Coarse sand
II	III	Fine sand, Loamy coarse sand
I	II	Loamy fine sand, Coarse sandy loam
I	I	Silt, Silt loam, Fine sandy loam, Loam
I	I	Sandy clay loam, Silty clay loam, Clay loam
II	II	Clay, Silty clay, Sandy clay

## ۲-۴-۳-۸- سنگریزه و قلوه سنگ طبقه سطحی

وجود سنگ و سنگریزه در لایه های خاک موجب می شود که از قدرت نگهداری آب در خاک کاسته شود. نتیجه این کار، کاهش فاصله بین دفعات آبیاری و در عین حال، کاهش عمق آبیاری در هر نوبت آبیاری است. در روش های آبیاری تحت فشار، بر اساس وضعیت سنگ و سنگریزه در ۲۰ سانتیمتر خاک سطحی، با استفاده از جدول ۲-۶ می توان حداکثر کلاس اراضی را تعیین نمود. واقعیت امر این است که در روش های آبیاری تحت فشار در خاک های با قدرت نگهداری آب پایین هم می توان به عملکرد معقولی دست یافت، مشروط بر اینکه فاصله بین دو آبیاری متوالی و متناسب با آن عمق آبیاری کاهش یابد.

جدول ۲-۶- کلاس اراضی برای آبیاری تحت فشار بر اساس مقدار سنگریزه در لایه سطحی خاک

Boulders		Stones		Coarse Gravels		Fine Gravels		درصد حجمی
پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو	آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو	آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو	آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	پیشنهادی آبیاری بارانی و میکرو	آبیاری سطحی (نشریه ۲۰۵)	
II	(b)-II <sup>-</sup>	-	-	-	-	-	-	>۳
III	b-III	I	(s)-II	I	(g)-II	I	(f)-I	۱۵-۳
IV	B-IV	II	s-III	II	g-III	I	f-II	۲۵-۱۵
IV	B-IV	III	S-IV	III	G-IV	II	F-III	۷۵-۳۵
IV	Z-IV	IV	Z-VI	IV	Z-VI	III	Z-IV	بیشتر از ۷۵

+ سنگهای ۲ تا ۵ سانتیمتر روی سطح زمین مشاهده می شود.

## ۲-۴-۳-۹- توپوگرافی

از شاخص های توپوگرافی که نقش مهمی در طراحی سیستم های آبیاری تحت فشار دارند، می توان به مقدار شیب، یکنواختی شیب و عوارض موجود در اراضی اشاره نمود. اصولاً با بکارگیری روش های آبیاری تحت فشار بر روی شیب های ملایم، می توان به یکنواختی پخش آب مناسبی دست یافت. لیکن در شیب های تند، با در نظر گرفتن تمهیدات خاص، می توان به یکنواختی قابل قبولی دست یافت که خود زمینه افزایش هزینه های طرح را فراهم می سازد.

## ۲-۴-۳-۹-۱- شیب اراضی

روش های آبیاری تحت فشار نسبت به روش های آبیاری سطحی، در دامنه وسیع تری از شیب قابل اجرا هستند. با توجه به این موضوع، تعیین کلاس اراضی برای آبیاری تحت فشار در جدول ۲-۷ ارائه شده است. برای برخی از محدوده های شیب دو کلاس پیش بینی شده است که بستگی به روش های مختلف آبیاری بارانی یا میکرو خواهد داشت.

۲-۴-۳-۹-۲- پستی و بلندی های موضعی

اصولاً در روش های آبیاری سطحی، تعیین کلاس اراضی بر اساس محدودیت پستی و بلندی در رابطه با تسطیح می باشد، در صورتی که روش های آبیاری تحت فشار می توانند بدون انجام عملیات تسطیح طراحی و اجرا گردند. با توجه به خصوصیات روش های آبیاری تحت فشار، جدول ۲-۸ برای این روش ها اصلاح شده است.

جدول ۲-۷- کلاس بندی اراضی برای روش های آبیاری تحت فشار بر اساس شیب عمومی و عرضی

شیب عمومی (%)		شیب عرضی (%)																											
		۰-۱				۱-۲				۲-۳				۳-۴				۴-۵											
۰-۱		۱-۲		۲-۳		۳-۴		۴-۵		۰-۱		۱-۲		۲-۳		۳-۴		۴-۵		۰-۱		۱-۲		۲-۳		۳-۴		۴-۵	
۱-۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۱-۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۲-۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۳-۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۴-۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۶-۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۸-۱۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۱۳-۱۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
۱۶-۲۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	

جدول ۲-۸ - کلاس بندی اراضی بر اساس پستی و بلندی های کوچک برای آبیاری تحت فشار

میانگین شدت پستی و بلندی های کوچک (cm)	میانگین عمق خاکبرداری یا خاکریزی (cm)	حجم عملیات خاکی (m <sup>3</sup> /ha)	بلندیهای پستی و طبقه های کوچک	توصیفی	حداکثر کلاس ممکن		
					پیشنهادی آبیاری میکرو	پیشنهادی آبیاری بارانی	آبیاری سطحی (نشریه ۳۰۵)
۰-۱۵	<۷/۵	<۳۷۵	۰	None or very slight	I	I	I
۱۵-۲۰	۷/۵-۱۵	۳۷۵-۷۵۰	۱	Slight	I	I	II
۲۰-۴۰	۱۵-۳۰	۷۵۰-۱۵۰۰	۲	Moderate	I	II	III
>۴۰	>۳۰	>۱۵۰۰	۳	Strong	II	III	IV

اگر شیب زمین یکنواخت و کمتر از ۵ در صد باشد، هر نوع آبیاری بارانی قابل استفاده است. در شیب های تند امکان استفاده از آبیاری های متحرک و بزرگ در امتداد یک خط، مشکل است. در شیب های بیشتر از ۱۵ درصد، فقط باید از سیستم های ثابت، نیمه ثابت و متحرک معمولی استفاده نمود. در صورتی که منطقه مورد نظر به صورت تپه ماهوری باشد، اجزای روش های آبیاری بارانی با محدودیت مواجه می باشد. زمین های نامنظم و ناهموار در بیشتر سیستم ها ایجاد اشکال می کند. در مجموع می توان گفت که روش آبیاری بارانی تا شیبهای ۱۵ درصد قابل توصیه می باشد. در عین حال، در موارد خاص و بسته به هدف، بعضی از روش های آبیاری بارانی در وسعت محدود می توانند در شیب های تند تر نیز استفاده شوند.

پستی و بلندی در یکنواختی توزیع آب و تغییرات فشار لوله های جانبی در روش آبیاری میکرو تاثیر دارد. اگر دبی خروجی ها زیاد باشد، امکان ایجاد رواناب روی سطح زمین مطرح می شود. روش آبیاری میکرو را می توان به نحوی طراحی نمود که در هر نوع توپوگرافی قابل استفاده باشد و مشکل عدم یکنواختی کمتر بروز نماید.

روش آبیاری میکرو حتی در شیب های تند، قابل اجرا و بهره برداری است، اما نکته مهم اقتصادی بودن آن است که توجیه آن را با محدودیت مواجه می سازد. به نظر می رسد در زمین های با شیب های تا ۲۰ درصد، اجرای روش آبیاری قطره ای مقرون به صرفه باشد، لیکن استفاده از این روش در شیب های بالاتر، بستگی به هدف و وسعت منطقه دارد. به هر حال در سطوح وسیع، در نظر گرفتن امکان عملیات مکانیزاسیون و هزینه های وابسته به آن از اهمیت زیادی برخوردار می باشد.

#### ۲-۴-۴- تناسبات اراضی

بنظر می رسد که شرایط بهینه هنگامی فراهم می آید که بین گیاه، خاک و آب تناسب لازم وجود داشته باشد. در عمل، مواردی دیده می شود که مثلاً به علت کیفیت نامناسب آب و یا روش آبیاری نامناسب، عملکرد گیاه کمتر از حد مورد نظر است و یا اینکه گیاهی که در خاک سبک بهتر می روید، در یک خاک سنگین که در کلاس I طبقه بندی شده نمی تواند عملکردی به اندازه هنگامی که در خاک کلاس II کشت می شد، داشته باشد. بنابراین، باید مجموعه عوامل خاک و آب و گیاه با یکدیگر تناسب داشته باشند. تناسب اراضی در دو رده<sup>۱</sup> کلی مناسب و غیر مناسب به شرح زیر تقسیم می شود:

- مناسب<sup>۲</sup> که با نماد S<sub>۱</sub> نشان داده شده و انتظار می رود که عملکرد محصول بیش از ۷۵ درصد عملکرد بالقوه گیاه باشد.
- نسبتاً مناسب<sup>۳</sup> که با نماد S<sub>۲</sub> نشان داده شده و انتظار می رود که عملکرد محصول بین ۵۰ تا ۷۵ درصد عملکرد بالقوه گیاه باشد.
- کم و بیش مناسب<sup>۱</sup> که با نماد S<sub>۳</sub> نشان داده شده و انتظار می رود که عملکرد محصول کمی کمتر از ۵۰ درصد عملکرد بالقوه گیاه باشد مشروط بر اینکه این عملکرد هنوز اقتصادی تلقی شود.

<sup>۱</sup> - Order

<sup>۲</sup> - Suitable

<sup>۳</sup> - Moderately Suitable

- در شرایط کنونی نامناسب و احتمالاً مناسب پس از اقدامات اصلاحی<sup>۲</sup> که با نماد N۱ نشان داده می‌شود.
- همواره نامناسب<sup>۳</sup> که با نماد N۲ نشان داده می‌شود و زمین‌هایی چون کوه‌های سنگی، باتلانی‌ها، اراضی بسیار شور و سدیمی با سطح آب زیرزمینی بالا را شامل می‌شود.

## ۲-۴-۵- نتیجه گیری

در حال حاضر قابلیت آبیاری اراضی بر اساس راهنمای شماره ۲۰۵ مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام می‌شود. در این نشریه به نوع گیاه توجه نشده و طبقه بندی اراضی با در نظر گرفتن روش آبیاری سطحی انجام شده است. شک نیست که برای توجیه فنی طرح‌های آبیاری تحت فشار باید به این موارد توجه کرد. تطابق و تناسب خاک با آبیاری بارانی و میکرو طبقه بندی جدیدی را می‌طلبد. آنچه که در این بخش گفته شد، می‌تواند تا تهیه استاندارد لازم به عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد. ذکر این نکته لازم است که طبقه بندی یاد شده را باید با احتیاط و انعطاف لازم مورد توجه قرارداد زیرا که روش‌های مختلف آبیاری بارانی یا میکرو تناسب یکسانی با عوامل مورد نظر ندارند. به عنوان مثال، توپوگرافی در روش‌های مختلف آبیاری بارانی اثر یکسانی ندارد و برخی از دستگاه‌ها نظیر آفشان دوار نمی‌توانند به همان خوبی کار کنند که روش جابجایی دستی توانایی آنرا دارد. در هر حال، توجیه فنی طرح‌ها باید با دقت ویژه‌ای بر مسائل خاک انجام گیرد.

## ۲-۵- وضع موجود کشاورزی

### ۲-۵-۱- هدف

هدف اصلی از بررسی وضع موجود کشاورزی، دستیابی به اطلاعات لازم برای توجیه فنی، اجتماعی، اقتصادی و حقوقی امکانپذیری اجرای آبیاری تحت فشار می‌باشد. در این راستا، اهداف زیر مورد نظر است:

- آشنایی با پیشینه نظام کشاورزی و شیوه‌های عملیات زراعی به منظور ارزیابی قابلیت تغییر و عملیات زراعی و روش‌های آبیاری،
- تعیین کاربری اراضی،
- تعیین وضعیت مالکیت اراضی،
- تعیین ابعاد و شکل قطعات زراعی.

### ۲-۵-۱-۱- آشنایی با پیشینه نظام کشاورزی و شیوه‌های عملیات زراعی

به منظور دستیابی به این موضوع، روش‌های زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

<sup>۱</sup> - Marginally Suitable

<sup>۲</sup> - Actually not Suitable, but Potentially Suitable

<sup>۳</sup> - Permanently not Suitable

### ۲-۵-۱-۱-۱- مصاحبه با کشاورزان

به منظور کسب اطلاعات لازم در مورد پیشینه نظام کشاورزی، بهتر است با کشاورزان با تجربه و سالمند مصاحبه شود، ولی در مورد شیوه های معمول عملیات زراعی، نظر کلیه کشاورزان می تواند اخذ گردد. به هر حال، بهتر است اطلاعات لازم از کشاورزان نسبتاً جوان و میان سال با سواد کسب شود. اغلب کشاورزان، در مقابل تغییر یک شیوه کاری معمول، مقاومت زیادی از خود نشان می دهند که این مقاومت در کشاورزان سالمند و بی سواد یا کم سواد، بیشتر است.

### ۲-۵-۱-۱-۲- مصاحبه با مروجین کشاورزی

مروجین کشاورزی و کارشناسان مراکز خدمات روستایی، می توانند منابع اطلاعاتی مناسبی در مورد شیوه های معمول عملیات زراعی و بویژه عملیات آبیاری باشند و ارزیابی بهتری از تمایل به تغییر ارائه دهند.

### ۲-۵-۱-۲- تعیین کاربری اراضی

هدف از تعیین کاربری اراضی، تعیین محدوده زمین های زیر کشت، آیش، بایر، برکه ها، آب بدان ها، بیشه زارها، مراتع، مستحذات صنعتی و کشاورزی و دامداری واقع در محدوده طرح است. برای تعیین کاربری اراضی می توان بسته به وسعت طرح و امکانات موجود راههای زیر را انتخاب کرد:

### ۲-۵-۱-۲-۱- استفاده از تصاویر ماهواره ای

در طرح های بزرگ، استفاده از داده های رقومی تصاویر ماهواره ای و به کمک سنجنش از دور<sup>۱</sup> و سیستم های اطلاعات جغرافیائی<sup>۲</sup>، آسان ترین و در اکثر موارد ارزاترین روش برای تشخیص کاربری اراضی است. برای این کار، باید تصاویر ماهواره ای جدید با قدرت تفکیک مکانی مناسب در دسترس باشد. پس از زمین مرجع کردن آنها و با استفاده از ترکیب مجازی باندهای مختلف رنگی، باید کنترل زمینی انجام شود. برای این کار، با استفاده از GPS دستی، مختصات نقاط نمونه برداری مشخص می شود و با یادداشت کردن کاربری اراضی آن نقاط و مقایسه آنها با نتایج تفسیر شده از تصاویر ماهواره ای، اطلاعات تصاویر تدقیق و واسنجی می شود و در نهایت نقشه کاربری اراضی تهیه می گردد. بدیهی است که استفاده از تصاویر ماهواره ای تنها برای طرح های بسیار بزرگ قابل توصیه است.

### ۲-۵-۱-۲-۲- استفاده از عکسهای هوائی

چنانچه به تازگی از محدوده طرح، عکسبرداری هوائی صورت گرفته باشد، می توان با استفاده از عکسهای هوائی نیز تا حدودی به تفکیک کاربری اراضی نقاط مختلف پرداخت و با برداشت زمینی نسبت به اصلاح و افزایش دقت آن اقدام کرد. این روش در طرح های متوسط و بزرگ می تواند به کاهش حجم عملیات منجر شود. ذکر این نکته ضروری است که عکس های هوایی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ قدیمی بوده که کاربرد آنها در این رابطه توصیه نمی گردد. لیکن در صورت وجود عکس های هوایی با

<sup>۱</sup> - Remote Sensing

<sup>۲</sup> - Geographic Information Systems



مقیاسی که براساس آنها اخیراً نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده است، می‌تواند منبع مناسبی برای تعیین کاربری اراضی باشد. استفاده از عکسهای هوایی می‌تواند برای طرح‌های متوسط تا بسیار بزرگ کاربرد داشته باشد.

#### ۲-۵-۱-۲- استفاده از نقشه های کاداستر

نقشه کاداستر، محدوده مالکیت اراضی را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر این نقشه نشان می‌دهد که قطعات به چه صورت آرایش شده و هر یک از واحدها متعلق به چه کسی است. از آنجا که در این نقشه، محدوده بسیاری از قطعات زراعی ترسیم و مشخص شده است، می‌توان با تغییرات و اصلاحات کمتری، نسبت به درج کاربری اراضی بر روی آن که با بازدید زمینی مشخص می‌شود، اقدام کرد. استفاده از GPS دستی در برخی موارد می‌تواند کمک موثری به تسریع کار بنماید. استفاده از نقشه‌های کاداستر در طرح‌های کوچک متعلق به یک شخص لزومی ندارد.

#### ۲-۵-۱-۴- برداشت زمینی

چنانچه انجام روش‌هایی که قبلاً به آنها اشاره شد، امکان نداشته و یا مقرون به صرفه نباشد، به ناچار باید از روش برداشت مستقیم زمینی استفاده کرد. استفاده از GPS دستی برای این کار توصیه می‌شود. در هر حال برای طرح‌های کوچک، این روش می‌تواند ساده‌ترین، سریع‌ترین و احتمالاً دقیق‌ترین شیوه کار به حساب آید.

#### ۲-۵-۱-۳- تعیین وضعیت مالکیت اراضی

هدف از بررسی وضعیت مالکیت، تعیین اندازه قطعات کشاورز و پراکندگی قطعات او می‌باشد. برای این منظور، تهیه نقشه کاداستر اراضی می‌تواند پاسخگوی نیاز باشد. برای تهیه این نقشه، مراجعه به معتمدین محلی و از جمله شورای روستا می‌تواند به عنوان کمکی موثر تلقی شود. همچنین استفاده از GPS دستی نیز برای این کار توصیه می‌گردد. در مواردی که برسر مالکیت اراضی، اختلافی وجود دارد، اخذ مضای مالکین زمین‌های مجاور، علاوه بر تایید شورای روستا می‌تواند به صحت کار بیفزاید. هر چه تعداد قطعات هر کشاورز در واحد سطح کمتر (قطعات بزرگتر) و پراکندگی قطعات او کمتر باشد، امکان یکپارچه سازی اراضی بیشتر می‌شود. به همان ترتیب، احتمال یک جا کشتی نیز افزایش می‌یابد.

#### ۲-۵-۱-۴- تعیین وضعیت ابعاد و شکل اراضی

برای تشخیص امکان پذیری برخی از روش‌های آبیاری تحت فشار، شکل اراضی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. برای مثال، روش آبیاری بارانی آبفشان غلطان<sup>۱</sup> یا آبفشان خطی<sup>۲</sup> تناسب بیشتری با اراضی مستطیل شکل دارند و یا استفاده از روش دوار مرکزی<sup>۳</sup> در زمین‌های مربع شکل، با تلفات زمین کمتری همراه است. معمولاً، در زمین‌های مستطیل شکل، هزینه اجرای طرح کمتر و بهره برداری آسان‌تر است. از این رو، بررسی وضعیت ابعاد و شکل اراضی اهمیت می‌یابد.

<sup>۱</sup> - Wheel Move

<sup>۲</sup> -Linear Move

<sup>۳</sup> -Center Pivot

## ۲-۶- وضع موجود آبیاری و زهکشی

### ۲-۶-۱- هدف

هدف اصلی از انجام مطالعات وضع موجود آبیاری، بررسی نظام حقابه بری، برآورد راندمان ها، شناخت وضعیت استفاده کشاورزان از روش های آبیاری تحت فشار و تمایل آنها به استفاده از این روش ها است.

### ۲-۶-۱-۱- بررسی نظام حقابه بری<sup>۱</sup>

نظام رایج حقابه بری در اکثر نقاط کشور به یکی از دو صورت نسبت ثابت آب به هنگام به طور دائمی و تحویل آب به هنگام در مدار آبیاری است. داشتن حقابه دائم موجب می شود که نیاز چندان به ذخیره سازی آب پیش نیاید، قطر لوله های اصلی تر کوچک شود و همواره بخش کوچکی از اراضی در حال آبیاری باشد و قطعاتی که به طور همزمان آبیاری می شوند، کوچکتر باشند. بنابراین، این روش حقابه بری تناسب بیشتری با روش های آبیاری تحت فشار و بویژه با آبیاری قطره ای دارد. روش تحویل آب به هنگام در مدار آبیاری چندان تناسبی با ویژگی های آبیاری تحت فشار ندارد. این عدم تناسب در آبیاری قطره ای بیشتر است زیرا که مزیت عمده آبیاری قطره ای این است که رطوبت خاک برای مدت طولانی از ظرفیت مزرعه<sup>۲</sup> کمتر نشود و از همین روست که به طور معمول فاصله آبیاری در روش یاد شده از یک تا دو روز تجاوز نمی کند. نظام یاد شده در آبیاری تحت فشار بویژه در آبیاری قطره ای نیازمند ذخیره سازی آب است که می تواند توجیه فنی و مالی طرح را تحت تأثیر قرار دهد.

### ۲-۶-۱-۲- بررسی امکان تبدیل سامانه های آبیاری سطحی به تحت فشار

همانطور که قبلاً گفته شد، تحویل کل جریان آب در مدتی معین در مدار آبیاری، تناسب چندان با روش های آبیاری تحت فشار و بویژه آبیاری قطره ای ندارد. بنابراین، نظام حقابه بری، یکی از معیارهای مهم امکان تبدیل سامانه های آبیاری سطحی به تحت فشار بشمار می رود. نفوذپذیری خاک یکی دیگر از معیارهای امکانپذیری تبدیل آبیاری سطحی به تحت فشار است. بطور کلی خاک هایی که سرعت نفوذ آنها از ۴ میلیمتر در ساعت کمتر است، برای آبیاری بارانی مناسب نیستند. خاکهای با سرعت نفوذ بسیار زیاد مشکلی را در آبیاری بارانی ایجاد نمی کنند، ولی در آبیاری قطره ای موجب می گردند که آب بدون پخشندگی کافی به طور قائم به اعماق برود. برای جبران این نقیصه، باید تعداد قطره چکان های بیشتری برای هر گیاه منظور گردد.

این امر توجیه پذیری مالی طرح را تحت تأثیر قرار می دهد. در گیاهان چند ساله، بویژه در درختانی که قبلاً با روش های سطحی آبیاری می شده اند، ریشه گیاه برای جذب آب گسترش قابل ملاحظه ای می یابد. تغییر روش آبیاری این گیاهان به آبیاری قطره ای موجب می شود که به سبب نرسیدن آب به ریشه های موئی که اغلب در انتهای ریشه های فرعی قرار دارند، تنش آبی به گیاه وارد شود. تجربه نشان داده است که این گیاهان بتدریج خود را با شرایط جدید وفق می دهند و پس از

<sup>۱</sup> - برای سطح کمتر از ۱۰ هکتار ضروری نیست

گذشت مدتی بر این مشکل چیره می شوند، بنابراین تبدیل آبیاری سطحی به آبیاری قطره ای باید تدریجی و با پایش وضعیت گیاه توأم باشد.

علاوه بر آنچه گفته شد، تغییر سامانه آبیاری از روش سطحی به تحت فشار نیازمند پذیرش کشاورزان است. به طور کلی مقاومت در مقابل تغییر در افراد سالمند بیش از جوانان و در کم سوادان بیش از تحصیلکرده ها می باشد. به عبارت دیگر، تغییر روش آبیاری تنها به مسائل فنی مربوط نیست، بلکه به مسائل اجتماعی و فرهنگی نیز ارتباط دارد.

#### ۲-۶-۱-۳- راندمان آبیاری سطحی

جدول ۲-۹ راندمان انتقال، توزیع و کاربرد آب آبیاری در روش های مختلف آبیاری را نشان می دهد. این جدول براساس نظر کمیسیون بین المللی آبیاری و زهکشی<sup>۱</sup>، موسسه بین المللی عمران اراضی<sup>۲</sup> و سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد<sup>۳</sup> تنظیم شده و در حالت کلی می تواند راهنمای خوبی برای برآورد راندمان روش های مختلف آبیاری باشد. بدیهی است که مفاد این جدول در هریک از مزارع به دقت صادق نیست و فقط جنبه راهنمای کلی دارد.

<sup>۱</sup>- ICID

<sup>۲</sup>- IRI

<sup>۳</sup>- FAO

جدول ۲-۹- بازدهی انتقال (E<sub>c</sub>)، راندمان توزیع (E<sub>d</sub>) و راندمان کاربرد (E<sub>a</sub>) آب در روشهای مختلف آبیاری

ICID/ILRI	بازدهی انتقال (E <sub>c</sub> )	
۰/۹۰	عرضه دائم آب بدون تغییرات اساسی در شدت جریان (بدهی)	
۰/۸۰	عرضه متناوب آب در طرح های با وسعت ۳۰۰۰ تا ۷۰۰۰ هکتار و گردش آب در واحدهای بین ۷۰ تا ۳۰۰ هکتار با مدیریت مناسب	
	عرضه متناوب آب در طرح های بزرگ (بیش از ۱۰۰۰ هکتار) و طرح های کوچک (کمتر از ۱۰۰۰ هکتار) با مشکلات ارتباطی و مدیریت ضعیف:	
۰/۷۰	مبتنی بر برنامه ریزی قبلی	
۰/۶۵	مبتنی بر تقاضای قبلی مصرف کننده	
بازدهی کانال مزرعه (E <sub>b</sub> )		
	بلوک های بزرگتر از ۲۰ هکتار:	
۰/۸۰	کانال های بدون پوشش	
۰/۹۰	کانال های پوشش شده یا لوله	
	بلوک های تا ۲۰ هکتار:	
۰/۷۰	کانال های بدون پوشش	
۰/۸۰	کانال های پوشش شده یا لوله	
بازدهی توزیع (E <sub>d</sub> = E <sub>c</sub> × E <sub>b</sub> )		
	میانگین بازدهی برای عرضه متناوب آب همراه با ارتباطات مناسب و مدیریت:	
۰/۶۵	مطلوب	
۰/۵۵	کافی	
۰/۴۰	ناکافی	
۰/۳۰	ضعف	
USDA	US (SCS)	بازدهی آبیاری مزرعه (E <sub>a</sub> ) روش های سطحی:
۰/۵۵		خاک سبک
۰/۷۰		خاک متوسط
۰/۶۰		خاک سنگین
۰/۵۳	۰/۶۰-۰/۷۵	نوار شیب دار
۰/۵۸	۰/۶۰-۰/۸۰	کرتی و نوار مسطح
	۰/۵۰-۰/۵۵	کرتیهای روی خط تراز
۰/۵۷	۰/۵۵-۰/۷۰	جوی و پشته (Furrow)
	۰/۵۰-۰/۷۰	جوی پشته کوچک (Corrugation)
	تا ۰/۸۰	زیرزمینی
		بارانی:
	۰/۶	آب و هوای خشک و گرم
۰/۶۷	۰/۷	آب و هوای معتدل
	۰/۸	آب و هوای مرطوب و خنک
۰/۳۲		برنج

از بررسی جدول ۲-۹ می‌توان به نکات مهم زیر پی برد:

#### - بازدهی انتقال:

- دائمی بودن جریان موجب افزایش بازدهی می‌شود.
- چنانچه توزیع آب بر اساس تقاضای مصرف کنندگان باشد، بازدهی انتقال کمتر از هنگامی است که آب بر اساس برنامه ریزی قبلی توزیع شود.

بر این اساس، چنانچه در روش های آبیاری تحت فشار، از لوله به عنوان مجرای اصلی انتقال استفاده شود، راندمان انتقال را می‌توان حدود ۹۸ تا ۱۰۰ درصد فرض کرد. چنانچه از کانال به عنوان مجرای اصلی استفاده شود، طرح‌هایی که در آن آب به صورت دائمی جریان داشته و تحویل آب بر اساس برنامه ریزی قبلی انجام شود، از توجیه مالی بیشتری برخوردارند.

#### - بازدهی کانال مزرعه:

- قطعات بزرگتر، بازدهی بیشتری دارند.
  - بازدهی در لوله‌ها و کانال‌های پوشش شده بیشتر است.
- بر این اساس، طرح‌های بزرگتر می‌توانند از توجیه بیشتری برخوردار باشند.

#### - بازدهی توزیع:

- در توزیع تناوبی آبی، مدیریت و ارتباطات از پایین دست به بالا و به عکس از اهمیت زیادی برخوردار است.
- بازدهی توزیع در مدیریت خوب حدود ۶۵ درصد و در مدیریت ضعیف حدود ۳۵ درصد است.

در ایران، مشاوران، به طور عموم، راندمان توزیع را بیش از حد برآورد می‌کنند. توجه به این مسئله و دقت در برآورد آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

#### - بازدهی کاربرد:

- بازدهی کاربرد آب در روش های آبیاری سطحی در خاک متوسط می‌تواند به حدود ۷۰ درصد برسد که با آبیاری بارانی در آب و هوای معتدل برابری می‌کند و از راندمان کاربرد آبیاری بارانی در آب و هوای خشک و گرم بیشتر است. بنابراین، تصور اینکه همواره آبیاری بارانی بهتر از آبیاری سطحی است، تصور درستی نیست. این موضوع نقش مهمی در توجیه یا عدم توجیه تغییر روشهای آبیاری سطحی به آبیاری بارانی دارد.
- در روش های آبیاری سطحی، بازدهی کاربرد آب در روش های کرتی و نواری کمی بیش از آبیاری جوی و پشته‌ای است.

## ۷-۲- کیفیت آب آبیاری

## ۷-۲-۱- مقدمه

کیفیت آب آبیاری در پروژ های آبیاری و زهکشی و بویژه در سامانه های آبیاری تحت فشار، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به طور معمول، کیفیت آب از دیدگاه های فیزیکی ( وجود مواد معلق و جامد در آب )، شیمیایی و بیولوژیکی مورد توجه قرار می گیرد. در برخی از رودخانه ها، نمونه های آب بطور ماهانه برداشت و به منظور تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال می گردد و نتایج آن در سالنامه های وزارت نیرو منتشر می شود. درچنین رودخانه هایی، نیازی به برداشت نمونه آب نبوده و تجزیه و تحلیل همین آمار کفایت می کند. با دانستن مقادیر ماهانه هریک از پارامترهای شیمیایی و با استفاده از نرم افزارهای آماری، پارامتر مشخص کیفیت آب برای دوره برگشت های مختلف قابل محاسبه می باشد. توصیه می شود چنانچه سابقه ای از کیفیت آب وجود نداشته باشد، نمونه آبی به حجم حدود یک لیتر در ماهی که دبی رودخانه حداقل برداشت است به منظور تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه فرستاده شود. آب های زیرزمینی و آب های جاری رودخانه ها، اغلب مشکل کیفیت بیولوژیکی ندارند، لیکن اگر منبع تامین آب، فاضلابهای شهری، روستایی و یا صنعتی باشد، بررسی این جنبه آب نیز ضرورت پیدا می کند. از آنجا که تناسب آب آبیاری برای روش های مختلف آبیاری تحت فشار متفاوت است، در زیر معیارهای مربوط به هر یک از روشها ارائه شده است:

## ۷-۲-۲- کیفیت آب آبیاری برای آبیاری قطره ای

برای بررسی تطابق کیفیت آب آبیاری برای روش آبیاری قطره ای، پارامترهای مورد نیاز در جدول ۲-۱۰ ارائه شده است.

جدول ۲-۱۰ - عوامل مورد نیاز در بررسی کیفیت شیمیایی آب برای آبیاری قطره ای

پارامتر اندازه گیری	علامت اختصاری
شوری	EC
اسیدیته	pH
کلسیم	Ca <sup>++</sup>
منیزیم	Mg <sup>++</sup>
سدیم	Na <sup>-</sup>
پتاسیم	K <sup>-</sup>
منگنز	Mn <sup>++</sup>
آهن	Fe <sup>++</sup>
بر	B <sup>-</sup>
سولفات	SO <sub>4</sub> <sup>++</sup>
بی کربنات	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
کربنات	CO <sub>3</sub> <sup>++</sup>
کلر	Cl <sup>-</sup>
سولفید	S <sup>-</sup>

در زیر به صورت مختصر، هر یک از پارامترهای مورد نیاز توضیح داده شده است:

### الف - مواد معلق

مواد معلق شامل ذرات رس، سیلت، شن، باکتریها، جلبک ها و سایر مواد معلق است. اگر مجموع مواد فوق به صورت میلی گرم در لیتر تعیین گردد، با استفاده از جدول ۲-۱۱ می توان نسبت به تناسب آب آبیاری برای روش آبیاری قطره ای اظهار نظر نمود.

جدول ۲-۱۱ - تناسب آب آبیاری از نظر مواد معلق در روش قطره ای

قابلیت کاربرد	میزان مواد معلق (میلی گرم در لیتر)
با محدودیت کم	کمتر از ۵۰
با محدودیت متوسط	۵۰-۱۰۰
مشکل زا	بیشتر از ۱۰۰

### ب - شوری

از آنجائی که هدایت الکتریکی (EC) نمادی از مجموع املاح محلول در داخل آب می باشد، پارامتر مناسبی در بررسی تناسب برای آبیاری قطره ای تلقی می گردد. برای بررسی تناسب آب آبیاری از نظر شوری در روش آبیاری قطره ای می توان از جدول ۲-۱۲ استفاده نمود. براین اساس، آب هایی که شوری آنها بیش از ۳/۸ دسی زیمنس بر متر (۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) است، در ردیف آب های بد قرار گرفته و در استفاده برای آبیاری قطره ای همواره مشکل ساز هستند.

جدول ۲-۱۲ - تناسب آب آبیاری از نظر شوری در آبیاری قطره ای

قابلیت کاربرد	مجموع املاح محول (میلی گرم در لیتر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
بدون مشکل	کمتر از ۵۰۰	کمتر از ۰/۸
متوسط	۵۰۰-۲۰۰۰	۰/۸-۳
مشکل زا	بیشتر از ۲۰۰۰	بیشتر از ۳

### پ - واکنش آب

واکنش آب (pH) راهنمای مناسبی در اظهار نظر برای پتانسیل رسوبگذاری در قطره چکان ها محسوب می گردد که با تعیین آن، می توان وضعیت رسوبگذاری املاحی از قبیل آهن و کربنات کلسیم در قطره چکان ها را پیش بینی نمود. در صورتی که واکنش آب آبیاری کمتر از ۷ باشد، در ردیف آب های خوب برای آبیاری قطره ای تلقی می گردد. اگر واکنش آب بین ۷ تا ۸ باشد، به عنوان آب متوسط و در صورتی که بیشتر از ۸ باشد، کاربرد آن برای آبیاری قطره ای در حد بد طبقه بندی می گردد.

## ت - کاتیون ها

کاتیون های مهم آب شامل آهن، منگنز، کلسیم، منیزیم و سدیم است. آهن از جمله عناصری است که زمینه گرفتگی قطره چکان ها را فراهم می سازد. آب هایی که غلظت آهن آنها کمتر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر باشد، جزء آب های خوب، برای مقادیر بین ۰/۱ تا ۱/۵ میلی گرم بر لیتر، جزء آب های متوسط و برای غلظت های بیشتر از ۱/۵ میلی گرم بر لیتر نامناسب بوده و برای استفاده در آبیاری قطره ای توصیه نمی گردد.

منگنز نیز از جمله کاتیون هایی است که زمینه گرفتگی قطره چکان ها را فراهم می سازد. آب هایی که دارای غلظت بین ۰/۱ تا ۱/۵ میلی گرم در لیتر منگنز هستند، جزء آب های متوسط تلقی می گردند. چنانچه غلظت این فلز بیش از ۱/۵ میلی گرم بر لیتر باشد، برای آبیاری قطره ای توصیه نمی گردند. مشکلات کاتیون های کلسیم، منیزیم و سدیم پس از وارد شدن به خاک نمایان می شود. در هر حال، بالا بودن غلظت این کاتیون ها در گرفتگی قطره چکان ها نقش دارد. برای تعیین پتانسیل ایجاد این رسوبات، از شاخص اشباع براساس روش ارائه شده در نشریه شماره ۲۹ آبیاری و زهکشی فائو استفاده می شود.

## ث - آنیون ها

آنیون های مهم آب شامل بی کربنات، کربنات، کلر، بر، سولفات و سولفید می باشد. اگر آبی حاوی بی کربنات و یا کربنات باشد، بسته به مقدار واکنش آب، امکان ترسیب کربنات کلسیم در قطره چکان ها و نهایتاً گرفتگی آنها وجود دارد. کلر نقش چندانی در گرفتگی قطره چکان ها نداشته بلکه مقدار بیش از حد مجاز آن منجر به مسمومیت گیاهان می گردد. جدول ۲-۱۳ حساسیت برخی از گیاهان را نسبت به مقدار کلر موجود در خاک نشان می دهد.

جدول ۲-۱۳ - حساسیت برخی از میوه ها به کلر (Bernstein, ۱۹۶۷)

نوع گیاه	حداکثر مقدار مجاز کلر در عصاره اشباع خاک (میلی اکی والان در لیتر)
نارنج، لیمو ترس	۱۵
پرتقال	۲۵
شلیل	۱۰
انگور بی دانه	۱۰
انگور سیاه	۲۵
توت فرنگی	۱۰

مقدار کم عنصر بُر برای رشد و نمو گیاهان ضروری است لیکن، اگر مقدار بُر از حد مجاز تجاوز نماید، باعث مسمومیت گیاه می گردد. مقاومت نسبی گیاهان به بُر در جدول ۲-۱۴ ارائه شده است. برای مقادیر بیشتر از حدود پیش بینی شده در جدول فوق، عملکرد گیاهان به شدت کاهش می یابد.

آب هایی که حاوی مقداری بیش از حد مجاز از آنیون سولفید باشد، زمینه رشد باکتری هایی را فراهم می سازد که باعث گرفتگی قطره چکان ها می گردد. مقادیر کمتر از ۰/۵ میلی گرم در لیتر سولفید، محدودیتی را از نظر گرفتگی فراهم نمی سازد. برای دامنه تغییرات بین ۰/۵ تا ۲ میلی گرم در لیتر، خطر گرفتگی، متوسط قلمداد شده و آبیاری قطره ای برای مقادیر بیش از ۲ میلی گرم در لیتر سولفید، توصیه نمی گردد.



جدول ۲-۱۴- مقاومت نسبی گیاهان به عنصر بر\*

گیاهان حساس (کمتر از ۱ پی پی ام)	گیاهان نیمه مقاوم (۱ پی پی ام)	گیاهان مقاوم (بیشتر از ۲ پی پی ام)
لیمو	فلفل دلمه ای	هویج
گریپ فروت	گوجه فرنگی	کاهو
آووکادو	کدو	کلم
پرتقال	ذرت	ترب و شلغم
زردآلو	زیتون	پیاز
هلو	نخود فرنگی	کلابیل
گیلاس	ترنج	جعندر عنوفه ای
انگور	پنبه	جعندر قند
سیب	سیب زمینی	نخل خرما
گلابی	-	-
آلو	-	-
بادام	-	-

\* گیاهان هر گروه برحسب درجه مقاومت از زیاد به کم مرتب شده است.

### ۲-۷-۱- جمع بندی خطرات گرفتگی قطره چکانها

با توجه به موارد مطرح شده، گرفتگی قطره چکان ها در آبیاری قطره ای به عنوان یک معضل مهم تلقی می شود که جمع بندی نتایج آن در جدول ۲-۱۵ ارائه شده است. جدول فوق به صورت مجرد و برای تک تک عوامل، راهنمای مناسبی در رابطه با تناسب آب آبیاری برای روش آبیاری قطره ای می باشد، لیکن در آن اثر ترکیبی هر یک از عوامل و همچنین اثرات ترکیبی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی دیده نشده است. برای حل این موضوع جدول ۲-۱۶ ارائه شده است. جدول ۲-۱۶ راهنمای خوبی برای تصمیم گیری در رابطه با تناسب آب آبیاری برای آبیاری قطره ای است. در این جدول، هر یک از عوامل یاد شده به ۱۰ گروه تقسیم شده و به هر یک از عوامل از ۰ تا ۱۰ امتیاز داده شده است. آبی که ترکیب گروهی آن ۰-۰-۰ باشد، عالی و آبی که در گروه ۱۰-۱۰-۱۰ قرار می گیرد، بسیار بد طبقه بندی می گردد. از طرفی چنانچه جمع این سه عامل کمتر از ۱۰ باشد، خطر جدی برای گرفتگی قطره چکان ها تلقی نمی گردد. اگر مجموع این سه عامل بین ۱۰ تا ۲۰ باشد، خطر گرفتگی متوسط و چنانچه بین ۲۰ تا ۳۰ باشد، خطر گرفتگی قطره چکان ها جدی است. بنابراین، در حالت کلی می توان چنین گفت که طرح هایی که مجموع امتیاز آنها بیش از ۲۰ باشد، دارای توجیه فنی نیستند. اگر مجموع این عوامل بین ۱۰ و ۲۰ باشد، مطالعات عمیق تری لازم است تا اجرای طرح را از نظر فنی توجیه کند. لازم به یادآوری است که برخی از این عوامل را می توان اصلاح کرد. به عنوان مثال مواد معلق را می توان با استفاده از صافی ها از جریان آب حذف کرد و یا باکتری ها را با استفاده از کلر از بین برد. بنابراین می توان طرح هایی که نمره کیفیت آنها بالا بوده (کیفیت نامناسب) را به طرح های با توجیه فنی کافی تبدیل کرد.

جدول ۲-۱۵- معیار های کیفی آب برای آبیاری قطره ای

معیار	واحد	درجه کیفیت آب	
		خوب	متوسط
مواد معلق	میلی گرم در لیتر	کمتر از ۵۰	۵۰-۱۰۰
واکنش آب	-	کمتر از ۷	۷-۸
نمک های محلول	میلی گرم در لیتر	کمتر از ۵۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰
منگنر	میلی گرم در لیتر	کمتر از ۰/۱	۰/۱-۱/۵
آهن	میلی گرم در لیتر	کمتر از ۰/۲	۰/۲-۱/۵
سولفید هیدروژن	میلی گرم در لیتر	کمتر از ۰/۲	۰/۲-۲/۰
جمعیت باکتری ها	تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر	کمتر از ۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰

جدول ۲-۱۶- طبقه بندی کیفی آب در آبیاری قطره ای

نمره کیفیت	مواد معلق	نمکهای محلول	آهن یا منگنز	جمعیت باکتری
	(max. mg/l)			(max. no./ml)
۰	۱۰	۱۰۰	۰/۱	۱۰۰
۱	۲۰	۲۰۰	۰/۲	۱۰۰۰
۲	۳۰	۳۰۰	۰/۳	۲۰۰۰
۳	۴۰	۴۰۰	۰/۴	۳۰۰۰
۴	۵۰	۵۰۰	۰/۵	۴۰۰۰
۵	۶۰	۶۰۰	۰/۶	۵۰۰۰
۶	۸۰	۸۰۰	۰/۷	۱۰۰۰۰
۷	۱۰۰	۱۰۰۰	۰/۸	۲۰۰۰۰
۸	۱۲۰	۱۲۰۰	۰/۹	۳۰۰۰۰
۹	۱۴۰	۱۴۰۰	۱/۰	۴۰۰۰۰
۱۰	۱۶۰	۱۶۰۰	۱/۱	۵۰۰۰۰

### ۲-۷-۳- کیفیت آب آبیاری برای آبیاری بارانی

در رابطه با بررسی کیفیت آب آبیاری برای روش آبیاری بارانی، غلظت مواد معلق از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا که باعث گرفتگی نازل ها و سایش قطعات داخلی آب پاش ها و در نتیجه فرسایش سریع آنها می گردد و نشستن گل و لای روی میوه و سبزی موجب کاهش کیفیت آن می شود. از آنجائیکه در این روش آبیاری، آب روی سطح برگ ها پاشیده می شود، مقدار شوری، بی کربنات، سدیم و کلر آب آبیاری از اهمیت زیادی برخوردار است. بسیاری از گیاهان از قبیل انگور و لیمو ترش حتی به غلظت های کم سدیم و کلر حساس هستند. بسیاری از گیاهان حساسیت زیادی به تغییرات این یون ها از خود نشان نمی دهند.

یون های سدیم و کلر از طریق برگ ها جذب شده و در نتیجه مقدار زیاد آن در آب، زمینه مسمومیت گیاه را فراهم می سازد که یا باعث ریزش برگ ها شده و یا اینکه موجبات سوختگی آنها را فراهم می سازد. معمولاً جذب این عناصر و مسمومیت هنگامی رخ می دهد که رطوبت هوا کمتر از ۳۰ درصد و درجه حرارت بالا باشد. ترسیب نمک ها روی سطح برگ بخصوص وقتی که درجه حرارت بالا باشد، به صورت عدسی عمل نموده و سوختگی برگ ها را موجب می شود. جدول ۲-۲

۱۷ طبقه بندی آب آبیاری را برای روش آبیاری بارانی نشان می دهد. ذکر این نکته ضروری است که ارقام جدول ۱۷-۲ فقط به عنوان راهنما بوده و در شرایط محلی نیاز به بررسی بیشتری دارد.

جدول ۱۷-۲ - درجه محدودیت استفاده از آب آبیاری برای روش آبیاری بارانی

درجه محدودیت استفاده			واحد	یون
جدی	کم تا متوسط	هیچ		
	بیشتر از ۳	کمتر از ۳	میلی اکی والان در لیتر	سدیم
	بیشتر از ۳	کمتر از ۳		کلر
بیشتر از ۸/۵	۱/۵-۸/۵	کمتر از ۱/۵		بی کربنات

در جدول ۱۸-۲، حدود آستانه مقادیر سدیم و کلر برای برخی از محصولات داده شده است. مقادیر جدول (۱۸-۲) باید به عنوان تخمین قلمداد شود و استفاده از آن برای منطقه خاص نیاز به بررسیهای بیشتری دارد.

جدول ۱۸-۲ - مقاومت نسبی گیاهان به مقادیر کلر و یا سدیم در روش آبیاری بارانی

(میلی اکی والان در لیتر)

بیشتر از ۲۰	۱۰-۲۰	۵-۱۰	کمتر از ۵
گل کلم	یونجه	انگور	بادام
کنار	جو	لفل	هلو
چغندر قند	ذرت	سیب زمینی	لیمو ترش
آفتابگردان	خیار سبز	گوجه فرنگی	آلو
	گلرنگ		
	کنجد		
	سورگوم		

برای به حداقل رساندن اثرات شوری، کلر، سدیم و بی کربنات رعایت توصیه های زیر می تواند مفید باشد. بنابراین باید توجه کرد که توجیه پذیری طرح تنها با توجه به مفاد جدول ۱۷-۲ و ۱۸-۲ انجام نمی گیرد، بلکه اقداماتی که می تواند خطرات را کاهش دهد نیز باید مورد توجه قرار گیرد:

- آبیاری شبانه برای حذف و یا کاهش اثرات جذب یون های کلر و سدیم مفید است. معمولاً در شب رطوبت نسبی بیشتر شده و سرعت باد نیز کاهش پیدا می کند، در نتیجه از شدت تبخیر کاسته شده و مقدار نمک ترسیب یافته روی سطح برگها کاهش پیدا می کند.
- گرما و باد خشک دو عامل مهم در افزایش ترسیب نمک روی سطح برگ ها و مقدار یون جذب شده می باشند. با اجتناب از آبیاری در چنین شرایطی، خطر مسمومیت و سوختگی برگ ها کاهش می یابد.
- با افزایش سرعت چرخش آب پاشها، احتمال خشک شدگی برگ ها کاهش یافته و در نتیجه مسمومیت یونی و یا سوختگی برگ ها کم می گردد.

- در صورتی که قدرت نگهداری و نفوذ پذیری خاک امکان استفاده از دبی های پاشش بالا را فراهم می سازد، بجاست که برای اجرای آن در مزرعه برنامه ریزی شود زیرا در چنین شرایطی، تعداد دفعات خشک و تر شدن برگها کاهش پیدا می کند.
- پیشنهاد می شود آبیاری انتخاب شود که قطرات درشت تری را تولید می کند. بدیهی است که باید بررسی های لازم صورت گیرد تا قطرات درشت آب به خاک صدمه ای وارد نکند.

## ۲-۸ - مطالعات زیست محیطی<sup>۱</sup>

### ۲-۸-۱ - مقدمه

محیط زیست مجموعه عوامل فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی است که از سوئی بر افراد جامعه تاثیر می گذارد و از سوی دیگر از آنها متاثر می گردد. عوامل یاد شده فوق را می توان در سه دسته زیر تقسیم بندی کرد:

- زمین، آب و هوا،
- مواد آلی، غیر آلی و موجودات زنده،
- کنش و واکنش های میان سیستم های طبیعی .

برای اینکه همواره محیط زیست پایداری به عنوان بستر زیست موجودات زنده وجود داشته باشد، ضروری است هر پروژه به نحوی طراحی، اجرا و نگهداری گردد که کمترین اثرات منفی و بیشترین اثرات مثبت را داشته باشد. از این رو، مشخص نمودن تاثیر پروژه هایی نظیر آبیاری تحت فشار بر عوامل مختلف زیست محیطی از اهمیت زیادی برخوردار است. برای بررسی اثرات پروژه های آبیاری تحت فشار، باید محیط زیست محل انجام پروژه مورد شناخت و بررسی قرار گیرد. اثرات زیست محیطی یک پروژه آبیاری تحت فشار عبارت از تغییرات مختلفی است که در اثر اجرای آن بر محیط های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی پدید می آید. بدون شک اثرات زیست محیطی هر پروژه از نظر زمانی و مکانی متفاوت است.

اثرات مختلفی که در ابعاد زمانی پدید می آید، بسته به این است که پروژه در مرحله احداث باشد، یا اینکه بلافاصله مرحله پس از احداث و تکمیل قرارداد اشته باشد و یا اینکه چند سال از شروع بهره برداری آن گذشته باشد. در مرحله احداث، محیط زیست توسط وسایل متحرک سنگین و سبک، کمپ های کار موقت و جاده های دسترسی، دچار اختلالاتی می گردد که گاهی اثرات منفی آن قابل توجه و در برخی موارد ناچیز می باشد. پس از تکمیل پروژه، گیاهان زراعی و درختان کاشته شده و جاده های احداث شده، تاثیراتی را بر زندگی جوامع انسانی و جانوری بوجود می آورد. پس از گذشت چند سال از شروع بهره برداری، صنایع جنبی بوجود آمده که ممکن است سبب آلودگی محیط زیست گردد.

<sup>۱</sup> - مطالعات زیست محیطی برای پروژه های کمتر از ۵۰۰ هکتار ضروری نیست ولی برای طرحهای بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ هکتار نیز توصیه می شود.

## ۲-۸-۲- اثرات زیست محیطی

اثرات ناشی از اجرای یک پروژه آبیاری تحت فشار بسته به اینکه در مرحله راه اندازی و یا بهره برداری باشد، متفاوت است. این اثرات می‌تواند مفید یا مضر، کوتاه مدت یا بلند مدت، مستقیم یا غیر مستقیم، برگشت پذیر یا غیر برگشت پذیر، قابل جبران و یا غیر قابل جبران باشند. بنابراین، اثرات زیست محیطی می‌تواند یک یا دو حالت از حالات فوق و یا حتی کلیه آنها را در بر داشته باشد.

### ۲-۸-۲-۱- اثرات مهم

اثراتی که کاهش ظرفیت محیط زیست و به زیر آستانه بردن آن را به همراه داشته باشد، به عنوان آثار مهم شناخته می‌شود. اصولاً مهم بودن یک اثر بستگی به نوع پروژه دارد. به طور کلی، برای مشخص نمودن اهمیت یک اثر، سه معیار زیر در نظر گرفته می‌شود:

- آیا پروژه در مکان حساسی اجرا می‌گردد؟
- آیا ابعاد فیزیکی پروژه در مقایسه با ابعاد پروژه های محلی بزرگتر است؟
- آیا پروژه سبب افزایش پیچیدگی یا اثرات سوء تجمعی آنها (به عنوان نمونه تخلیه آبهای زیر زمینی) می‌شود؟

### ۲-۸-۲-۲- اثرات مفید

معمولاً بسیاری از پروژه ها در صورتی که تمهیدات لازم در آنها مراعات گردد، خسارات قابل توجهی به محیط زیست وارد نمی‌کنند و اثرات مفید آنها به مراتب بیشتر از اثرات مضر آنها است. اصولاً در اثر اجرای یک پروژه آبیاری تحت فشار، ایجاد اشتغال، بالا رفتن درآمد و پیدا شدن فرصت‌های شغلی برای برخی از افراد جامعه نظیر فارغ التحصیلان دبیرستان های کشاورزی و یا کارگران عادی از جمله اثرات مفید آن تلقی می‌گردد.

### ۲-۸-۲-۳- اثر کوتاه و بلند مدت

اثرات کوتاه مدت به آن دسته از اثرات یک پروژه اطلاق می‌شود که فوراً و در کوتاه مدت رخ می‌دهند. این اثرات اکثراً در طی مرحله احداث پروژه پدید می‌آیند، در حالیکه اثرات بلند مدت پس از دوره احداث پروژه حادث می‌شوند. با کنگ زنی پروژه آبیاری تحت فشار، قیمت اراضی شروع به افزایش نموده و به عنوان اثرات کوتاه مدت تلقی شده لیکن افزایش در آمد کشاورزان در اثر اجرای پروژه همراه با مدیریت صحیح به عنوان اثرات بلند مدت تلقی می‌گردد.

### ۲-۸-۲-۴- اثرات مستقیم و غیر مستقیم

اثرات غیر مستقیم، اثراتی منتج از اثرات مستقیم هستند. تشخیص و ارزیابی اثرات غیرمستقیم بسیار مشکل‌تر از اثرات مستقیم است و شاخص های معینی برای تعیین آنها وجود ندارد. به عنوان نمونه، در اثر احداث یک شبکه آبیاری قطره ای برای درختانی که عمر چند ساله دارند، درآمد دامداران خوش نشینی که در روش آبیاری سنتی، از علف های هرز کنار درختان استفاده می‌کرده اند، کاهش یافته و به عنوان اثرات غیر مستقیم احداث آبیاری قطره ای تلقی می‌گردد.

### ۲-۸-۲-۵- اثرات برگشت پذیر و برگشت ناپذیر

اثرات برگشت پذیر، اثراتی هستند که می‌توان آنها را به کمک عملیات مهندسی و با انجام کارهای مدیریتی، برگشت داد. به عنوان نمونه، با احداث سیستم آبیاری تحت فشار می‌توان برخی از اثرات مشهودی که در نتیجه تخریب جنگل مشاهده می‌شده را به حالت اولیه خود برگرداند. اثرات برگشت ناپذیر اصولاً با تمهیدات متداول مهندسی قابل جبران نیستند. به عنوان نمونه می‌توان به تغییر در تعادل آب شور و شیرین در اثر برداشت آب اضافی از سفره آب زیرزمینی اشاره نمود. در بسیاری از مناطق، اثر این کار برگشت ناپذیر است.

### ۲-۸-۳- چگونگی اثرات پروژه های آبیاری تحت فشار بر محیط زیست

اصولاً اثرات یک پروژه آبیاری تحت فشار باید بر روی اقلیم و کیفیت هوا، آب، خاک، جانوران و گیاهان مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. در ضمن اثرات اقتصادی و اجتماعی پروژه نیز باید همواره مد نظر باشد. در زیر به صورت مختصر هر یک از این اثرات توضیح داده شده است:

#### ۲-۸-۳-۱- اثرات بر اقلیم و کیفیت هوا

شناسایی و پیش بینی اثرات یک پروژه بر اقلیم و تغییرات آب و هوا، براحتی امکان پذیر نیست. اجرای پروژه های آبیاری تحت فشار، بخصوص در شرایطی که زمین اختصاص یافته، قبلاً عاری از کشت و کار باشد، اثرات ملموسی دارد. وجود گیاهان زراعی و باغی، ضمن اینکه هوا را تلطیف می نماید، خرد اقلیم (میکرو کليمای) مناسبی را بوجود می آورد که قابل مقایسه با مناطق همجواری که عاری از گیاه است، نمی باشد. بنابراین می توان گفت که با اجرای یک پروژه آبیاری تحت فشار، اثرات مفیدی بر اقلیم منطقه عارض می گردد. در هنگام آبیاری، اقلیم محیط کوچک گیاه به دلیل افزایش رطوبت هوا تعدیل می شود. این عمل در پاره ای موارد منافع زیادی در بر دارد تا حدی که مثلاً در انگور کاری، برای بالا بردن کیفیت میوه اقدام به آبیاری و افزایش رطوبت در مزرعه می شود.

با توجه به تجارب موجود، به نظر می رسد در شرایط معمول، پروژه های آبیاری تحت فشار اثرات مضر بر آب و هوا نداشته باشند. در عین حال، چنانچه برای احداث پروژه آبیاری تحت فشار باید درختان تنومند چندین ساله قطع شود، کاهش تولید اکسیژن در شرایط اجرای طرح وجود دارد.

#### ۲-۸-۳-۲- اثر روی آب

در سالهای اخیر مشخص شده است که بر اثر فعالیت های کشاورزی، شور شدن منابع آب پدیده اصلی و گسترده ای است که به خودی خود برای آبیاری پایدار، بیش از شوری خاک حائز اهمیت می باشد. از این رو، روشهای آبیاری از جمله عواملی بشمار می روند که از اهمیت زیادی برخوردارند. از جمله اثرات منفی یک پروژه آبیاری تحت فشار بر روی آب، می توان به برداشت بیش از حد از آب زیرزمینی اشاره کرد که باعث بهم خوردن تعادل آب شور و شیرین می شود و مشکلات عدیده ای را پدید می آورد. کاهش مقدار آب در یک منطقه می تواند مسایل جدی را از جنبه های سکونت، تجاری و حیات وحش ایجاد نماید. بررسی بررسی اثرات پروژه بر منابع آب، توجه به موارد زیر ضروری می باشد:

- عمق سطح آب زیرزمینی در شرایط فعلی و برآورد آن در شرایط اجرای طرح،
- کیفیت آب زیرزمینی در شرایط فعلی و برآورد وضعیت آن در شرایط طرح،
- اثر اجرای طرح بر کیفیت آبهای سطحی.

نباید فراموش کرد که مصرف کمتر آب در روش های آبیاری تحت فشار (نسبت به آبیاری سطحی) می تواند اثرات زیانبار روش های دیگر آبیاری را کاهش دهد. در عوض، در بسیاری از مناطق، آبیاری تحت فشار در زمین هایی به اجرا در می آید که قبلاً به صورت نکاشت و یا دیم بوده است. فشرده شدن کشت موجب افزایش مصرف کود و سم می شود که به نوبه خود اثر مخربی بر محیط زیست آبی دارد.

## ۲-۸-۳-۲-۱- عمق آب زیرزمینی

بررسی های موجود در سطح کشور نشان می دهد که بیش از ۵۳ درصد از منابع آب کشاورزی از آب های زیرزمینی تامین می گردد. از طرفی، به دلیل بیلان منفی آب های زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی در اکثر دشتهای کشور رو به پائین رفتن است. از این رو، اگر اجرای پروژه آبیاری تحت فشار، افت سطح آب های زیرزمینی را سبب شود و آن را تسریع نماید، در ارزیابی های زیست محیطی، باید به عنوان نکته منفی انجام پروژه محسوب گردد. در آبیاری تحت فشار، بازدهی بالای آبیاری موجب می شود که آب برگشتی کاهش یابد. این امر در نهایت منجر به کاهش آب در پائین دست می شود. بنابراین، زارعین پائین دست و یا حیات وحش آسیب می بیند.

## ۲-۸-۳-۲-۲- کیفیت آبهای زیرزمینی

در حالت پایدار، بین آب های شور و شیرین یک حوضه تعادل برقرار است. با برداشت بی رویه از آب های زیرزمینی (شیرین)، تعادلی موجود به هم خورده که در نتیجه، گرادیان مثبت از سوی منابع آب شور به طرف آبهای شیرین برقرار شده و زمینه پایین آمدن کیفیت آبها فراهم می گردد. اگر در منطقه مورد مطالعه، با پایین افتادن سطح آب های زیرزمینی، شرایط حمله آب های شور به طرف آب های شیرین مهیا شود، کیفیت آب های زیرزمینی منطقه سیر قهقرایی را طی نموده به نحوی که زمانی فرا رسد که آن منابع آبی از حیث ارتفاع خارج شوند. لذا، ضروری است که در ارزیابی های زیست محیطی، تاثیر اجرای پروژه آبیاری تحت فشار بر کیفیت آب زیرزمینی به عنوان یک عامل مهم، همواره مد نظر باشد.

## ۲-۸-۳-۲-۳- اثر اجرای پروژه بر آبهای سطحی

در برخی از روش های آبیاری (روش های سطحی)، به دلیل وجود نفوذ عمقی قابل توجه، بخش اعظمی از کود های شیمیایی و سموم دفع آفات نباتی به طرف آب های زیرزمینی هدایت شده و آلودگی این منابع آبی را سبب می شوند. از آنجائیکه در روش های آبیاری تحت فشار، نفوذ عمقی قابل توجه نیست و میزان کود و سموم مصرفی از قابلیت کنترل بیشتری برخوردار است، به نظر می رسد که اجرای روش های آبیاری تحت فشار، کمتر باعث آلودگی آبهای سطحی می شود. در عین حال بررسی و مطالعات محلی برای هر پروژه مورد نیاز می باشد.

### ۲-۸-۳-۳- اثر روی خاک

با احداث یک پروژه آبیاری تحت فشار بر روی زمینی که به صورت موات و رها شده بوده است، شرایط برای رشد و نمو گیاهان فراهم شده و زمینه برای تثبیت خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن فراهم می آید. در همین شرایط، در صورتی که مدیریت مناسب مزرعه ساماندهی نشود، می تواند تجمع املاح و نمک را در ناحیه ریشه به همراه داشته باشد و در نتیجه کاهش محصول را سبب شود. از طرف دیگر، آبیاری بارانی با شدت های پاشش بیشتر از نفوذ پذیری خاک، ضمن اینکه باعث بوجود آمدن رواناب می گردد، امکان هدر رفت خاک و فرسایش آن را مهیا می سازد. در مجموع، برای بررسی وضعیت اجرای پروژه آبیاری تحت فشار بر روی خاک، مشخص نمودن میزان متغیر های زیر در شرایط فعلی و برآورد آنها در شرایط بعد از اجرای طرح ضروری می باشد:

- ویژگی های فیزیکی و فرسایش خاک،
- ویژگی های شیمیایی خاک بویژه از نظر شوری و سدیمی شدن،
- ویژگی های بیولوژیکی خاک،
- حاصلخیزی،
- سیلاب.

### ۲-۸-۳-۳-۱- ویژگیهای فیزیکی و فرسایش خاک

فرسایش خاک بسته به شرایط سطحی زمین از نظر شیب، پستی و بلندی، بافت خاک، وضعیت پوشش گیاهی و مشخصات باران، متفاوت خواهد بود. اصولاً با احداث شبکه آبیاری تحت فشار، بخصوص در شرایطی که خاک به صورت موات و بلااستفاده می باشد، شرایط برای رشد و نمو گیاهان فراهم آمده، در نتیجه فرسایش خاک کاهش می یابد. برای برآورد فرسایش در شرایط فعلی و بعد از اجرای طرح، بناچار، باید از روابط تجربی استفاده نمود.

### ۲-۸-۳-۳-۲- شوری خاک

معمولاً در پروژه های آبیاری تحت فشار بخصوص در آبیاری میکرو که میزان نفوذ عمقی قابل توجه نیست، نمک در سطح خاک و درحاشیه پیاز رطوبتی تجمع نموده و می تواند مشکلاتی را در طول فصل رشد ایجاد نماید. به همین دلیل است که در چنین شرایطی آبشویی های سنگین یک یا چند نوبت در طول سال پیش بینی می شود. با توجه به اینکه دور آبیاری در روش های آبیاری تحت فشار از روشهای سطحی کمتر است، لذا مدیریت شوری در این روش ها خیلی راحتتر و عملی تر می باشد. به عبارت دیگر می توان گفت که در خاک های شور، استفاده از روش های آبیاری تحت فشار به عنوان یک راه حل اصولی غالباً توصیه می گردد.

### ۲-۸-۳-۳-۳- سدیمی بودن خاک

در خاک های سدیمی، بالا بودن سدیم خاک به عنوان یک معضل مهم تلقی شده که سبب تخریب خاک و افزایش فرسایش و بخصوص فرسایش بادی را فراهم می سازد. اصولاً برای برنامه ریزی آبیاری در خاک های سدیمی، ابتدا با انجام



عملیات آبیاری و اصلاح خاک، ضرورت استفاده از مواد اصلاح کننده مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد و سپس از طریق عملیات آبیاری با و یا بدون مواد اصلاح کننده، شرایط خاک برای کشت و کار و عملیات کاشت فراهم می گردد. بدیهی است اگر توصیه های فنی بعد از عملیات آبیاری به دقت مورد استفاده قرار گیرد، مشکل سدیمی بودن خاک ها حل و فصل می شود. چنانچه آب آبیاری، دارنده سدیم زیاد باشد، خطر سدیمی شدن خاک وجود دارد.

#### ۲-۸-۳-۴- خصوصیات بیولوژیکی خاک

اصولاً با اجرای روش های آبیاری تحت فشار بخصوص اگر زمین به صورت نکاشت و موات باشد، زمینه رشد و نمو میکروارگانیسم ها را فراهم نموده و سبب تحکیم و بهبود ساختمان خاک می شود. بدیهی است اگر مدیریت مناسب کود های شیمیایی و علف کش ها مد نظر نباشد، این امر می تواند به صورت عکس، اثرات منفی جبران ناپذیری داشته باشد.

#### ۲-۸-۳-۵- حاصلخیزی خاک

با اجرای روش های آبیاری، به دلیل کشت و کار، استفاده از کودهای شیمیایی و آلی بر روی اراضی بیشتر شده و حاصلخیزی خاک ها افزایش پیدا می کند. در صورتی که الگوی کشت مناسب انتخاب نشده باشد و تناوب مناسب گیاهی نیز منظور نگردد، امکان کاهش حاصلخیزی وجود دارد. استفاده از روش های آبیاری تحت فشار، در مقایسه با روش های سنتی آبیاری، در صورتی که ملاحظات فنی لازم رعایت گردد، همواره باعث افزایش حاصلخیزی خاک ها شده و میزان عناصر شسته شده به اعماق به حداقل ممکن کاهش پیدا می کند.

#### ۲-۸-۳-۶- سیل

سیل پدیده ای است که نه تنها در مناطق مرطوب بلکه در مناطق خشک و نیمه خشک نیز به کرات و به طور نامنظم حادث می گردد. ظهور این پدیده، مشکلات و اثرات منفی و مثبت زیادی را در منطقه و یا مناطق پایین دست بوجود می آورد. فرسایش خاک، هدر رفت عناصر غذایی از افق سطحی خاک و مشکلات اجتماعی و اقتصادی از جمله آثار شوم این پدیده عموماً در بالادست تلقی می گردد. همزمان در پایین دست افزایش خاک و به جای گذاشتن مواد غذایی از مزایای سیل بشمار می رود. لذا باید سیل خیزی اراضی در وضع موجود مطالعه گردد و با سیل خیزی بعد از اجرای پروژه مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد. در نتیجه می توان اثرات مثبت و یا منفی اجرای پروژه آبیاری تحت فشار را بر روی وقوع پدیده سیل ارزیابی نمود. به نظر می رسد تجربیات کارشناسی، شواهد محلی و روابط تجربی، ابزار مناسبی در ارزیابی فوق باشد. روشهای آبیاری تحت فشار، به طور معمول رطوبت خاک را در حد نزدیک به ظرفیت مزرعه نگه می دارند. بنابراین، سرعت نفوذ خاک نسبت به خاک خشک کمتر است و خاک می تواند مقدار کمتری از آب را در خود ذخیره کند. از این رو، خطر رواناب زائی افزایش پیدا می یابد. گرچه این موضوع عمومیت ندارد، ولی می تواند به عنوان یک از عوامل مؤثر مورد توجه قرار گیرد. آنچه گفته شد مربوط به طرح های بزرگ و نسبتاً بزرگی است که رواناب زائی در آن می تواند منجر به جریان سیل شود. در سایر طرح ها، اصولاً وجود خطر سیلاب، فارغ از مفید یا مضر بودن آن از نظر زیست محیطی، از نظر فنی قابل توجه نیست زیرا که طرح را با شکست مواجه می کند.

## ۲-۸-۳-۴- اثر بر روی گیاهان

از اثرات مستقیم اجرای یک پروژه آبیاری تحت فشار بر گیاهان، در اراضی موات می‌توان به قطع گیاهان مرتعی اشاره کرد که خود، اکوسیستم منطقه را متاثر می‌سازد. اثرات غیر مستقیم ممکن است شامل آلودگی خاک و آب، تغییر سطح سفره‌های آب زیرزمینی و کیفیت آن باشد که خود به طرق مختلف، پوشش گیاهی را متاثر می‌سازد. در روش‌های آبیاری تحت فشار به سبب حرکت آب در مجاری روبسته و یا عبور آب از صافی‌ها موجب کاهش و یا حذف بذل علف‌های هرز شده، رقابت را در بین گیاهان زراعی از بین برده و در نتیجه عملکرد در واحد سطح افزایش پیدا می‌کند. اجرای پروژه‌های آبیاری تحت فشار، معمولاً با تأکید بر کشاورزی تک محصولی همراه است. در نتیجه اغلب از گونه‌های گیاهی جدید استفاده می‌شود که می‌تواند زمینه حذف گونه‌های بومی را فراهم سازد و چه بسا در مواردی باعث عوامل بیماری‌زا شود که می‌تواند بر حیات کلیه موجودات زنده تأثیر گذارد.

## ۲-۸-۳-۵- اثر بر روی جانوران

در صورتی که شبکه آبیاری تحت فشار با تخریب بخشی وسیعی از اراضی جنگلی و مرتعی همراه باشد، تا حدودی زمینه کوچ حیوانات ریز و درشت فراهم گردیده و در نتیجه زندگی آنها ممکن است به خطر افتد. اجرای طرح آبیاری تحت فشار می‌تواند آزادی حرکت، دسترسی به آب آشامیدنی روباز و محل‌های استراحت جانوران را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه میزان غذای در دسترس آنها کم و یا زیاد شود. به طور معمول، اثرات منفی روش‌های آبیاری تحت فشار بر آزادی حرکت جانوران کمتر از روش‌های آبیاری سطحی است.

اثرات فاریاب شدن اراضی و تغییر روش آبیاری بر روی محیط‌های جانوری باید در صورت امکان با استفاده از روش‌های کمی تشریح گردد. اگر این عمل مقدور نباشد، می‌توان اثرات فوق را به صورت کیفی تفسیر نمود. یکی از راه‌های پیش‌بینی اثرات یک پروژه بر روی حیوانات، استفاده از چک لیست است که توسط این روش همبستگی یکایک اثرات بر روی موجودات زنده جانوری در منطقه مورد نظر نشان داده می‌شود. محیط زیست بیولوژیکی می‌تواند شامل آشیانه‌سازی، باروری سالیانه، تولیدات جانوری، چرخه‌های غذایی، جمعیت جانوران (آبزیان و خاکزیان)، گونه‌های نادر، تراکم جمعیت، گونه‌های در معرض خطر انقراض، تنوع گونه‌ها و تغییر زیستگاه باشد. در برخی مواقع، اثر یک پروژه علاوه بر تأثیر سوء بر یک گونه حیات وحش، می‌تواند برای گونه‌های دیگر نیز به دلیل وجود زنجیره‌های غذایی و یا وابستگی بین گونه‌ها، اثرات منفی به همراه داشته باشد.

## ۲-۸-۳-۶- اثرات اقتصادی - اجتماعی

در مراحل احداث و بهره‌برداری از یک شبکه آبیاری تحت فشار، محیط‌های اقتصادی - اجتماعی، دستخوش تغییراتی می‌شود. به عنوان نمونه، ممکن است به بهره‌برداری رسیدن پروژه، سبب جذب جمعیت زیادی شود. به دلیل ورود تعداد زیاد جمعیت مهاجر، الگوهای فرهنگی محلی دچار تغییر و تحول می‌شود. از سوی دیگر، نیاز به ارائه خدمات عمومی افزایش می‌یابد. از دیگر اثرات یک پروژه آبیاری تحت فشار بر محیط اقتصادی - اجتماعی افزایش قیمت مستغلات و اراضی می‌باشد.

احداث و با توسعه شبکه های آبیاری تحت فشار، زمینه ایجاد اشتغال را در ابعاد مختلف تولیدی و خدماتی فراهم می سازد. ایجاد اشتغال ضمن اینکه باعث جلوگیری از مهاجرت می شود، اقتصاد زارعین و منطقه را رونق بخشیده و در نتیجه کشاورزان پای بندی بیشتری به ماندن در روستا خواهند داشت.

معمولاً پروژه های آبیاری تحت فشار یا در اراضی موات احداث می شوند که از آنها هیچ نوع عایدی مستقیمی نصیب زارع نمی شود و یا اینکه جایگزین روش های سنتی می شوند که عملکرد آنها به ازای واحد حجم آب پایین است (زیر ۰/۸ کیلو گرم به ازای یک متر مکعب آب). با استفاده از روش های فوق و با اعمال مدیریت صحیح، می توان میزان عملکرد به ازای واحد حجم آب را به مقدار قابل توجهی افزایش داد. لذا، محصول بدست آمده و یا افزایش میزان آن، نقش مهمی در ارتقاء کیفیت روستا و زندگی روستایی خواهد داشت. تجارب موجود نشان داده است که روش های آبیاری تحت فشار، به طور عموم، عملکرد محصول به ازای واحد سطح را نیز افزایش می دهند. این روش ها گاهی موجب بهبود کیفی محصول نیز می شوند. این امر بویژه در آبیاری میکرو بچشم می خورد.

اعمال روش های جدید آبیاری بر خدمات عمومی منطقه نیز تأثیر می گذارد. از جمله این خدمات می توان به مدرسه، بازار خرید، خیابان کشی، مراکز بهداشتی و درمانی، وسایل حمل و نقل و مراکز تفریحی اشاره نمود. از آنجائیکه دولت نمی تواند حضور همه جانبه ای برای خدمات رسانی در کلیه جهات را داشته باشد، نقش مردم در این رابطه از اهمیت زیادی برخوردار است. با افزایش درآمد ساکنین، آمادگی و اشتیاق آنها برای مشارکت در پروژه های عمرانی بیشتر شده و چه بسا در مواردی مشارکت صد در صد در چنین پروژه هایی نمود پیدا می کند.

اعمال روش های جدید آبیاری ممکن است موجب تغییرات جمعیتی گردد. با احداث پروژه های آبیاری تحت فشار، زمینه اشتغال به صورت مستقیم در پروژه و یا به صورت غیر مستقیم در امور و صنایع جنبی فراهم می گردد. بنابراین، همزمان با راه اندازی پروژه، افراد و یا خانوارهایی که به دلیل نداشتن کار، تفکر مهاجرت در ذهن آنها خطور کرده بود، تغییر عقیده داده و امکان جذب افراد محلی مهاجرت نموده و یا خانوار های جدید، به منطقه طرح فراهم می شود. در مواردی نیز امکان دارد که اجرای پروژه، موجب مهاجرت اقشاری از جامعه روستایی را فراهم سازد که از جمله آنها می توان به دامداران اشاره نمود. به عبارت دیگر، با تغییر کاربری اراضی، این گروه از روستائیان به ناچار، مراتع دیگری را برای چرای دام های خود انتخاب نمایند.

#### ۲-۸-۴- معیارهای اثر اعمال روش های آبیاری تحت فشار بر محیط زیست

برای تشخیص اثرات یک پروژه آبیاری تحت فشار، معمولاً چهار معیار، میزان، دامنه، اهمیت و حساسیت ویژه اثر استفاده می شود.

#### ۲-۸-۴-۱- میزان اثر

میزان اثر نشان دهنده تغییراتی است که در اجرای پروژه آبیاری تحت فشار بوجود می آید. به عنوان نمونه می توان به ۲ برابر شدن جمعیت روستا در اثر اجرای شبکه آبیاری تحت فشار اشاره نمود که این ۲ برابر شدن کمیت اثر پروژه فوق را نشان می دهد.

## ۲-۸-۴-۲- دامنه اثر

دامنه اثر نشانگر شعاع تاثیر پروژه آبیاری می باشد. به عنوان نمونه اگر اجرای پروژه آبیاری تحت فشار فقط بر روی اشتغال فقط یک روستا تاثیر داشته باشد، گفته می شود که شعاع تاثیر آن در حد آن روستا است. در مواردی این شعاع تاثیر می تواند کل منطقه را متاثر سازد.

## ۲-۸-۴-۳- اهمیت اثر

اهمیت اثر نشاندهنده مهم بودن آن برای جوامع انسانی و یا جانوری می باشد. به عنوان اثر راه اندازی یک پروژه آبیاری تحت فشار برای منطقه ای که بحران آب در آن بسیار جدی است و زمینه مهاجرت افراد را فراهم آورده است، حتی اگر توجه اقتصادی قوی هم نداشته باشد، برای آن منطقه خاص از اهمیت زیادی برخوردار است.

در مواردی اجرای یک پروژه، می تواند حساسیت ویژه ای داشته باشد. به عنوان نمونه اجرای یک طرح تغذیه مصنوعی از طریق پخش سیلاب در منطقه ای که بحران آب در آن جدی است، می تواند معضل کم آبی را در منطقه را حل نموده و یا آن را تخفیف دهد. در این صورت، چنانچه عدم اجرای آن منجر به خسارات زیادی به اقتصاد کشاورزی منطقه شود، انجام این کار از حساسیت ویژه ای برخوردار است.

## ۲-۸-۵- شاخص های اثرات

برای اینکه بتوان اثرات ترکیبی یک پروژه آبیاری تحت فشار را ارزیابی نمود، لازم است اثرات به نحوی کمی شوند. برخی از اثرات را براحتی می توان با شاخص های کمی بیان نمود که از جمله آنها عملکرد محصول است. لیکن بسیاری از اثرات را براحتی نمی توان کمی نمود. در این موارد از شاخص های کیفی (همچون خوب و بد) می توان استفاده نمود. در این رابطه به عنوان نمونه جدول ۲-۱۹ ارائه شده است.

جدول ۲-۱۹- شاخص های اثراتی که کمی نمودن آنها براحتی امکانپذیر نیست

اثرات مفید		اثرات مضر	
+۵	خیلی خوب	-۵	خیلی بد
+۴	خوب	-۴	بد
+۳	متوسط	-۳	متوسط
+۲	ضعیف	-۲	ضعیف
+۱	ناچیز	-۱	ناچیز

## ۲-۸-۶- پیش بینی تغییرات کیفی عوامل زیست محیطی

هدف از تدوین این مجموعه، ارائه راهکار برای بررسی توجیه پذیری فنی، اقتصادی و زیست محیطی پروژه های آبیاری تحت فشار (قبل از اجرا) است. برای ارزیابی اثرات اجرای طرح باید با استفاده از تجربیات کارشناسی و تجارب بدست آمده از پروژه های آبیاری تحت فشار در شرایط مشابه، مشخص نمود که اجرای پروژه می تواند چه اثراتی بر هر یک از

عوامل زیست محیطی داشته باشد و در مجموع اثرات آن بر محیط زیست چقدر است؟ برای بررسی های فوق، باید از نتایج مطالعات پایه و با تکیه بر تجارب کارشناسی در پروژه های مشابه، تجزیه و تحلیل لازم را بعمل آورد. در این رابطه، نتایج گزارشات خاکشناسی و اصلاح اراضی، منابع آب و اقتصادی و اجتماعی از اهمیت زیادی برخوردار هستند.

#### ۷-۸-۲- نحوه تفسیر نتایج عوامل مختلف زیست محیطی

برای تفسیر نتایج می توان از روش Adkins and Burke استفاده نمود. در این روش، ابتدا، عوامل مختلف زیست محیطی تا حد امکان به جزئیات بیشتری تقسیم می گردد که نمونه ای از آن در جدول ۲-۲۰ ارائه شده است. سپس با استفاده از جدول ۲-۱۹، جدول ۲-۲۱ تهیه می گردد. در این روش معیار اثرات گزینه و پایه نسبی در مقیاس های +۵ و -۵ استوار است. به عبارت دیگر اثرات مثبت بین ۰ و +۵ و اثرات مضر نیز بین ۰ و -۵ رتبه بندی می شوند. در پایان بر اساس جدول ۲-۲۱، جدول ۲-۲۲ قابل استخراج است. در صورتی که جمع جبری نتایج اثرات عوامل زیست محیطی مثبت باشد، نشاندهنده این است که اثرات مثبت بر اثرات منفی برتری دارد.

بدیهی است میانگین اثرات بین صفر و +۵ تغییر می کند که هر چه این مقدار متوسط به +۵ نزدیکتر باشد، حاکی از اثرات زیست محیطی مثبت بیشتر اجرای آبیاری تحت فشار می باشد. همین روش نیز برای مقایسه دو و یا تعداد بیشتری گزینه قابل استفاده می باشد که در آن حالت، روشی که میانگین بیشتری داشته باشد، ارجحیت خواهد داشت. در جدول ۲-۲۳، درجه بندی اثرات عوامل مختلف زیست محیطی به تفکیک ارائه شده است. لذا، با توجه به میانگین امتیازات مثبت و یا منفی می توان براحتی عوامل مسئله ساز را شناسایی و راهکار مناسب را برای اثر بخشی مثبت طرح بعمل آورد.

جدول ۲-۲۰- عوامل زیست محیطی و تغییرات بالقوه آنها در اثر اعمال آبیاری تحت فشار

تغییرات بالقوه	عوامل	
افزایش یا کاهش در جمعیت	میزان جمعیت و روند آن در بخش و روستا	اقتصادی - اجتماعی
افزایش یا کاهش در روند مهاجرت‌ها	روند مهاجرت در منطقه مورد مطالعه	
افزایش یا کاهش در توزیع متفاوت جمعیتی، جایگزینی جمعیت	خصوصیات جمعیتی شامل توزیع سنی، جنسی و اندازه خانوار	
افزایش یا کاهش در اشتغال کامل یا سطوح بیکاری و یا تغییر در توزیع اشتغال	الگوهای اشتغال یا بیکاری در منطقه	
افزایش و یا کاهش در سطح درآمد	سطح درآمد و روند آن در منطقه	
تغییر در کاربری زمین که ممکن است کاربری فعلی مد نظر نباشد	الگوهای کاربری زمین و کنترل آنها	
افزایش و یا کاهش در قیمت زمین	ارزش زمین در منطقه	
تغییرات در تقاضا برای بهداشت و خدمات اجتماعی	خدمات بهداشتی و اجتماعی	
تغییر در تقاضا برای منابع تحصیلی	وضعیت آموزشی و تربیتی در سطوح مختلف تحصیلی	
گسستگ و پیوستگی	وضعیت تعاونی‌ها و مشارکت مردمی	
افزایش یا کاهش در توریسم و تفریحات	توریسم و موقعیت‌های تفریحی و تفرجی	آب و هوا
تغییرات مثبت و یا منفی بر آب و هوا در مقیاس پروژه و یا در مقیاس منطقه	تغییرات اقلیمی	
افزایش یا کاهش آلودگی	آلودگی هوا در منطقه	ذرات
افزایش یا کاهش فرسایش خاک	فرسایش خاک	
افزایش و یا کاهش آلودگی خاک	آلودگی خاک	
تخریب و یا بهبود خصوصیات فیزیکی خاک	تغییرات فیزیکی خاک	
تخریب و یا بهبود خصوصیات شیمیایی خاک	تغییرات شیمیایی خاک	
کاهش و یا افزایش حاصلخیزی خاک	تغییرات حاصلخیزی خاک	
کاهش و یا افزایش خصوصیات بیولوژیکی خاک	تغییرات بیولوژیکی خاک	
افزایش یا کاهش اراضی موات و یا بایر	وسعت اراضی بایر و موات	آب
افزایش و یا کاهش آلودگی آبهای زیر زمینی	آلودگی آبهای زیرزمینی	
افزایش یا کاهش سطح آب زیرزمینی	تغییرات سفره آب زیرزمینی	
افزایش و یا کاهش آلودگی آبهای سطحی	آلودگی آبهای سطحی	گیاهان
حذف، کاهش و یا افزایش احتمالی گونه‌های مرتعی در اراضی	گونه‌های مرتعی	
حذف، کاهش و یا افزایش احتمالی گونه‌های جنگلی در اراضی	گونه‌های جنگلی	
تغییر الگوی کشت گیاهان زراعی و باغی در اراضی	گیاهان زراعی و باغی	جانوران
حذف، کاهش و یا افزایش جمعیت جانوران ریز در اراضی	جانوران ریز وحشی	
حذف، کاهش و یا افزایش جمعیت جانوران درشت در اراضی	جانوران درشت وحشی	
افزایش و یا کاهش جمعیت حیوانات اهلی در اثر اجرای طرح در اراضی	حیوانات اهلی	

جدول ۲-۲۱- امتیاز دهی اثر عوامل مختلف زیست محیطی ناشی از اجرای پروژه

عوامل	اثرات مفید		اثرات مضر	
	کیفی	کمی	کیفی	کمی
اقتصادی - اجتماعی				
آب و هوا				
خاک				
آب				
گیاهان				
جانوران				
جمع				

جدول ۲-۲۲- جمع بندی نتایج بررسی اجرای آبیاری تحت فشار

تعداد/ امتیاز	شرح
	تعداد امتیازات با علامت مثبت
	تعداد امتیازات با علامت منفی
	جمع جبری امتیازات
	میانگین

جدول ۲-۲۳- در چه بندی اثرات عوامل زیست محیطی به تفکیک

عوامل زیست محیطی	تعداد نمرات مثبت	تعداد نمرات منفی	تعداد پارامترهای نمره داده شده	جمع جبری نمرات	نسبت مثبت به کل	معدل امتیازات
اقتصادی و اجتماعی						
اقلیم						
آب						
خاک						
گیاهان						
جانوران						

## ۲-۹- بررسی های اقتصادی و اجتماعی

### ۲-۹-۱- مقدمه

شک نیست که در فرآیند توجیه طرح‌ها، بجز مسائل فنی همانند تناسب محیط با شیوه‌های آبیاری، باید عوامل دیگری نیز مورد توجه قرار گیرند. از جمله این عوامل بسیار مهم، لزوم توجه به مسائل اقتصادی و اجتماعی است. در سطوح بزرگ، لازم است که بررسی های اقتصادی - اجتماعی، هم در سطح منطقه ای و هم در سطح خرد انجام شود. در طرح‌های با سطوح کوچک، به طور معمول، تنها به مطالعه در سطح خرد پرداخته می‌شود.

### ۲-۹-۲- بررسیهای منطقه ای<sup>۱</sup>

ساختار منطقه ای اقتصادی و اجتماعی یک منطقه، با تأثیرپذیری از گذشته‌های تاریخی و تحت تأثیر مسائل منطقه ای جامعه شناختی فضائی را پدید می‌آورد که می‌تواند موجب پیشبرد و یا شکست طرح گردد. هر اندازه طرح با نوآوری بیشتری همراه باشد، خطر شکست آن بیشتر است، ولی در عوض به سبب استفاده از پدیده‌های نوین، می‌تواند منافع بیشتری را نیز نصیب بهره‌برداران نماید.

در مطالعات توجیه پذیری سامانه‌های آبیاری تحت فشار، بررسی های منطقه ای اقتصادی - اجتماعی تنها از مطالعات کتابخانه‌ای نتیجه‌گیری می‌شود. در این راستا، توجه به سیاست های منطقه ای اقتصادی، راهکارهای اساسی برنامه‌های پنج ساله عمرانی، پیشینه تاریخی، نشریات اقتصادی بانک مرکزی، آمارنامه‌های مرکز آمار ایران، گزارش های اقتصادی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و... توصیه می‌شود.

براساس این مطالعات، سیمای منطقه ای ساختار اقتصادی و اجتماعی می‌تواند در چارچوب زیر بررسی و طبقه‌بندی شود:

- بررسی‌های جمعیت شناختی با طبقه‌بندی از نظر سن، جنس، سواد و ... ،
- تفکیک جمعیت به شهری، روستائی، عشایری و ... ،

<sup>۱</sup> - برای سطوح کمتر از ۱۰ هکتار ضروری نیست ولی باید به محدودیت‌های آن توجه کرد.



- بررسی وضعیت اشتغال،
- بررسی وضعیت مهاجرت از منطقه و به منطقه،
- ساختار قومی و قبیله‌ای،
- پیشینه کشاورزی با طبقه‌بندی زراعت، باغبانی و دامپروری،
- ساختار نظام بهره‌برداری در منطقه:
  - نظام‌های دهقانی،
  - نظام‌های خرده مالکی،
  - مالکیت بزرگ شخصی،
  - تعاونی‌های تولید،
  - شرکت‌های سهامی زراعی،
  - گروههای مشاع،
  - کشت و صنعت‌ها،
  - اجاره منابع طبیعی،
  - مالکیت منابع طبیعی، و
  - ...
- ساختار کلی نظام حقایه‌بری:
  - رودخانه‌ها،
  - انهار سنتی بزرگ،
  - چاهها،
  - قنوات و چشمه‌ها،
  - آب‌بندانها و سایر مخازن،
  - سایر منابع.
- بررسی اقتصاد کشاورزی:
  - سطوح زیر کشت به تفکیک اراضی آبی، دیم و باغات،
  - تولید و عملکرد هریک از محصولات.

در بررسی های منطقه ای اقتصادی باید به موارد زیر توجه شود:

- نظام اعتباری و ارائه تسهیلات مالی،
- بررسی وضعیت نظام پشتیبانی،

- بررسی وضعیت بهره‌برداری از سامانه‌های تحت فشار. در زیر مختصری در مورد هریک از نکات یاد شده ارائه شده است:

#### ۲-۹-۲-۱- نظام اعتباری

به طور کلی، در درجه اول بانک تخصصی کشاورزی و در درجه بعد بانکهای تجاری تأمین کننده اصلی منابع مالی مورد نیاز سامانه‌های تحت فشار بشمار می‌روند. موارد مؤثر در تصمیم‌گیری و توجیه طرح‌های آبیاری تحت فشار را در زمینه نظام اعتباری می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

- حجم اعتبارات تخصیصی بانکها در سالهای گذشته و برنامه اعتباری آتی آنها،
- حجم اعتبارات یارانه‌ای دولت در سالهای گذشته و برنامه‌های عمرانی آتی،
- مقایسه عرضه و تقاضای تسهیلات بانکی در زمینه طرح‌های آبیاری تحت فشار،
- بررسی آئین نامه اعتباری بانکها بویژه از نظر نرخ سود، مدت بازپرداخت، شرایط اعطای تسهیلات بانکی و تسهیم سرمایه‌گذاری به وسیله بانک و متقاضی،
- بررسی چگونگی بازپرداخت تسهیلات اعطایی توسط متقاضیان در سال های گذشته،
- بررسی مشکلات و نارسائی‌های اعتباری در زمینه آبیاری تحت فشار.

#### ۲-۹-۲-۲- نظام پشتیبانی

به طور کلی، در سطح منطقه ای، نظام پشتیبانی فنی را می‌توان به چهار گروه زیر تقسیم‌بندی کرد:

- کارخانه‌ها و کارگاههای سازنده وسایل و تجهیزات آبیاری تحت فشار،
- وضعیت نهادهای طراحی،
- وضعیت نهادهای پیمانکاری،
- وضعیت خدمات پس از فروش.

#### ۲-۹-۲-۱- کارخانه‌ها و کارگاههای سازنده

بررسی وضعیت کارخانه‌ها در سطح ملی و وضعیت کارگاه‌های سازنده، به طور کلی در سطح منطقه‌ای انجام می‌گیرد. بررسی‌های منطقه‌ای از طریق کسب اطلاعات از سازمان‌های جهاد کشاورزی و صنایع و معادن صورت می‌پذیرد. علاوه براین، اطلاعات لازم از خود تولیدکنندگان نیز اخذ می‌شود. در مورد بررسی وضعیت کیفی تجهیزات و ادوات تولیدی، کسب نظر مصرف‌کنندگان کاملاً ضروری است. آمار تولیدکنندگان باید دست کم موارد زیر را مشخص کند:

- تعداد کارگاهها به تفکیک نوع تولید،
- حجم انواع تولیدات،
- محل مصرف انواع تولیدات،



در نزدیکی محل اجرای طرح وجود داشته باشد. بررسی نهادهای خدمات پس از فروش با توجه به عوامل زیر صورت می‌گیرد:

- تعداد مؤسسات نزدیک با توجه به نوع خدماتی که ارائه می‌دهند،
- تعداد مؤسسات فروشنده لوازم یدکی،
- کیفیت خدمات قابل ارائه با توجه به کادر فنی، تجهیزات و امکانات،
- نظر مصرف‌کنندگان و دریافت‌کنندگان خدمات پس از فروش.

### ۲-۹-۳- بررسی‌های خرد<sup>۱</sup>

بررسی‌های خرد، به آن دسته از مطالعاتی گفته می‌شود که تنها در محدوده طرح ضرورت دارد. این عوامل را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- مالکیت،
- پراکندگی قطعات اراضی و شکل زمین،
- نظام حقایقه‌بری،
- سایر مسائل ویژه منطقه‌ای.

### ۲-۹-۳-۱- مالکیت

در توجیه طرح‌ها باید به این موضوع توجه شود که آیا بهره‌بردار سیستم آبیاری تحت فشار، خود مالک زمین هست یا خیر؟ طبیعی است که بهره‌برداران مالک، تمایل بیشتری به سرمایه‌گذاری در مزرعه خود داشته باشند. هرچه مدت اجاره بیشتر باشد، هرچه مالک زمین مطمئن‌تر باشد و هرچه تعداد مالکین کمتر باشد، احتمال پذیرش و موفقیت سامانه‌های آبیاری تحت فشار توسط بهره‌بردار بیشتر است. به همین ترتیب، بهره‌برداران فردی نیز نسبت به بهره‌برداران گروهی محدودیت کمتری برای پذیرش شیوه‌های جدید آبیاری دارند.

علاوه بر این، مقدار اراضی نیز نقش مهمی در امکان بهره‌گیری از سامانه‌های آبیاری تحت فشار دارد. برخی از شیوه‌های آبیاری تحت فشار، به میزان زیادی وابسته به مقدار زمین نیستند. به عنوان نمونه می‌توان از آبیاری میکرو و آبیاری بارانی ثابت نام برد. این در حالی است که برخی دیگر از سیستم‌ها، اصولاً در زمین‌هایی با مساحت کمتر از حدی معین نمی‌توانند کاربرد داشته باشند. به عنوان نمونه می‌توان از آبیاری دوار مرکزی نام برد که اصولاً در سطوح کوچک نمی‌تواند به کار رود.

### ۲-۹-۳-۲- پراکندگی قطعات اراضی و شکل زمین

قطعات زمین متعلق به هر شخص معین در برخی از روستاها پراکنده است. خرده مالکین و دهقانان، نه تنها گاهی زمین‌هایی کوچک دارند، بلکه قطعات آنها نیز در چند نقطه قرار دارد. این موضوع، انتخاب سامانه‌های آبیاری تحت فشار را محدود به سیستم‌هایی از آبیاری بارانی می‌کند که با زحمت می‌توانند با این شرایط سازگاری داشته باشند. به عنوان نمونه

<sup>۱</sup> - انجام بررسی‌های خرد اقتصادی برای کلیه طرح‌ها با هر سطح و اندازه الزامی است.

می‌توان از سیستم ثابت و یا متحرک کامل نام برد. آبیاری میکرو را می‌توان در این زمینها بکار برد ولی شک نیست که هزینه آن به نسبت واحد سطح افزایش می‌یابد.

برخی از سیستم‌های آبیاری بارانی را نمی‌توان در زمین‌هایی که شکل منظمی ندارند، به کار برد. از این جمله می‌توان به آبفشان غلطان، خطی و یا دوار مرکزی اشاره کرد. گاهی زارعین را می‌توان به یکپارچه سازی اراضی ترغیب کرد. شناخت تمایل زارعین به یکپارچه سازی اراضی، همراه با استفاده مشترک از سامانه تحت فشار، اقدامی است که تاکنون در کشور جنبه اجرائی و عملی به خود نگرفته است.

### ۲-۹-۳-۳- نظام حقابه بری

سامانه‌های آبیاری تحت فشار به جریان‌های کم نسبتاً دائمی نیازمندند. بنابراین حقابه‌هایی که بر مدار معین می‌چرخند (مثلاً ۵ ساعت در ۷ روز) محدودیت عمده‌ای را برای این روش‌ها ایجاد می‌کنند. این مشکل، اغلب در شبکه‌های مدرن آبیاری سطحی و نظام حقابه‌بری از منابع آب رودخانه‌ها، قنوات و چشمه‌ها وجود دارد. چاه‌هایی که مالکیت آنها به یک شخص برمی‌گردد، این مشکل را ندارند. استفاده وسیع از سامانه‌های آبیاری تحت فشار ایجاب می‌کند که تعدیل‌هایی در این امر صورت گیرد و آبیاری با دور ثابت به آبیاری دائمی تبدیل گردد. تحقق این موضوع به مطالعات اجتماعی ویژه‌ای نیاز دارد.

### ۲-۹-۳-۴- مسائل ویژه

یکی از مسائل مهم اجتماعی و فرهنگی در توسعه و توجیه سامانه‌های آبیاری تحت فشار، سرقت وسائل و تجهیزات آبیاری است. سیستم‌های آبیاری تحت فشار به طور نسبی، از تجهیزات و وسائل زیاد و گوناگونی تشکیل شده‌اند. تهیه مجدد وسائل سرقت شده و جای‌گزینی آن در فرصت محدود آبیاری، به نحوی که به گیاه آسیب نرسد، از موضوعات و مشکلات مهم بشمار می‌رود. بنابراین در توجیه طرح‌ها باید به این مشکل نیز توجه شود و در نقاط مستعد، از سیستم‌هایی بهره‌گیری شود که خطرات کمتری را از این نظر متوجه کشاورزی می‌کنند.

## فصل سوم - امکانات و محدودیت ها

### ۳-۱- مقدمه

امکانات و محدودیت های روش های مختلف آبیاری تحت فشار را می توان به چهار گروه به شرح زیر طبقه بندی کرد:

- امکانات و محدودیت های فنی،
- امکانات و محدودیت های اجتماعی،
- امکانات و محدودیت های اقتصادی،
- امکانات و محدودیت های زیست محیطی.

گر چه بررسی امکانات و محدودیت های فنی، گسترده تر از سایر بخشها می باشد، ولی به هیچ وجه نمی توان اهمیت سایر قسمت ها را کمتر از آن برآورد کرد.

### ۳-۱-۱- امکانات و محدودیت های فنی

#### ۳-۱-۱-۱- عوامل مربوط به گیاه

از میان عوامل مربوط به گیاه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- یک یا چند ساله بودن گیاه،
- ارتفاع و تراکم گیاه،
- کشت مخلوط چند گیاه،
- عدم تناسب برخی از گیاهان،
- تحمل دوره های بحرانی،
- توسعه ریشه.

در زیر به طور خلاصه در مورد تطابق روش های آبیاری تحت فشار با هر یک از این عوامل بحث شده است.

#### ۳-۱-۱-۱-۱- یک یا چند ساله بودن گیاه

- باغات

مناسب ترین روش های آبیاری بارانی برای باغات میوه، سیستم بارانی ثابت دائمی و یا ثابت با آب پاش متحرک است. از میان روش های آبیاری میکرو باید به آبیاری قطره ای، فواره ای و پاششی اشاره کرد. سایر روش های آبیاری تحت فشار تناسب چندانی برای آبیاری باغات ندارند.

در تاکستان ها، سیستم بارانی ثابت دائمی یا ثابت با آب پاش متحرک می تواند از کارآیی مناسبی برخوردار باشد. از میان روش های آبیاری میکرو می توان به روش قطره ای به صورت آویزان از ردیف سیم داربست و یا روش پاششی یا

فواره‌ای که آب را به صورت دایره کامل نمی‌پاشند، اشاره کرد. در تاکستان‌ها از لوله‌های تراوا نیز استفاده شده است. ولی باید در نظر داشت که یک بار در هر چند سال باید لوله‌ها را تعویض کرد.

#### • گیاهان زراعی چند ساله

برای گیاهانی نظیر یونجه و نیشکر، استفاده از انواع سیستم‌های متداول آبیاری بارانی امکان‌پذیر است. روش آبیاری قطره‌ای و یا تراوا را می‌توان برای گیاهان ردیفی نظیر نیشکر بکار برد. در آبیاری بارانی، حرکت به سوی استفاده از روش‌های ثابت و یا متحرک دائمی، به طور معمول، از تناسب بیشتری برخوردار است.

#### • گیاهان یکساله

برای گیاهان یکساله، به طور معمول، می‌توان از انواع روش‌های آبیاری بارانی استفاده کرد. به علت هزینه بالا، به طور معمول، سعی می‌شود که از بهره‌گیری از سیستم‌های ثابت اجتناب شود. استفاده از آبیاری میکرو برای گیاهان یکساله پرارزش نظیر سبزیجات گرانبها، صیفی‌جاتی که فاصله ردیف آنها نسبتاً زیاد است و گلخانه‌ها رواج دارد. به این منظور، به طور معمول، از روش‌های با منبع خطی استفاده می‌شود.

#### ۳-۱-۱-۱-۲- ارتفاع و تراکم گیاه

ارتفاع آب‌پاش‌ها، به طور معمول، به وسیله عوامل ارتفاع گیاه و سرعت باد مشخص می‌شود. برای گیاهان کوتاه‌قد، از آب‌پاش‌های با پایه کوتاه استفاده می‌شود و به عکس، گیاهانی نظیر ذرت و نیشکر نیازمند آب‌پاش‌هایی با پایه بلند هستند. بنابراین، از میان دستگاه‌های آبیاری بارانی، تنها می‌توان آنهایی را انتخاب کرد که ارتفاع زیادی داشته باشند، همانند سیستم آبفشان دوارو یا متحرک خطی. در شرایط با باد زیاد، لازم است که آب‌پاش‌ها تا حد ممکن در ارتفاع پایین‌تری نسبت به سطح گیاه نصب شوند. در آبیاری درختان، بهتر است از آب‌پاش‌هایی استفاده شود که پایه کوتاهی داشته و آب را به زیر تاج درخت می‌پاشند. به طور معمول زاویه پاشش این آبپاش‌ها کم است.

محدودیتی از نظر ارتفاع گیاه در آبیاری میکرو وجود ندارد. تراکم گیاه نیز عامل مهم دیگری در انتخاب روش آبیاری تحت فشار است. برای گیاهانی که همانند نیشکر به صورت متراکم کشت می‌شود، امکان نقل و انتقال تجهیزات آبیاری وجود ندارد. بنابراین تنها می‌توان از آبیاری بارانی با سیستم ثابت دائمی استفاده کرد و یا اینکه ردیف‌هایی را به صورت نکاشت باقی گذاشت و از سیستم ثابت با آب‌پاش متحرک و یا از آب‌پاش تفنگی بهره‌گرفت. در آبیاری میکرو محدودیتی از این نظر وجود ندارد.

#### ۳-۱-۱-۱-۳- کشت مخلوط چند گیاه

در زمین‌هایی که چند گیاه به طور مخلوط کشت می‌شود، باید از روش‌هایی استفاده کرد که در برنامه آبیاری گیاهان تداخلی روی ندهد. به طور مثال، به طور معمول روش‌های آبیاری بارانی ثابت دائمی برای این منظور مناسب نیستند زیرا با روشن شدن سیستم، امکان عدم آبیاری توسط برخی از آب‌پاش‌ها وجود ندارد. بنابراین تمامی سطح زمین آبیاری می‌شود در

حالی که ممکن است برخی از قطعات نیاز به آبیاری نداشته و یا حتی برخی از آنها زیر کشت نباشند. روش آبیاری ثابت با آبیاری متحرک در این موارد می‌تواند بخوبی مورد استفاده قرارگیرد. سایر روش های آبیاری بارانی، همانند سیستم دوار مرکزی، آبفشان غلطان، تفنگی متحرک و یا متحرک خطی برای آبیاری در این اراضی با مشکل مواجه خواهند شد. به این منظور، روش آبیاری پیکانی می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد.

در آبیاری میکرو، تنها در صورتی می‌توان کشت مخلوط داشت که هر یک از آنها در زیر واحد جداگانه‌ای قرارداشته باشد و آن را بتوان با برنامه ای جداگانه آبیاری کرد.

### ۳-۱-۱-۱-۴ - عدم تناسب برخی از گیاهان

برخی از گیاهان و یا برخی از اجزای گیاهان نسبت به بارش آب حساسیت دارند. به عنوان مثال، توت فرنگی با آبیاری بارانی تطابق مناسبی ندارد و یا اینکه غوزه پنبه در اثر پاشش آب کیفیت خود را از دست می‌دهد و از این رو در مرحله یاد شده بهتر است که از انجام این روش آبیاری اجتناب کرد. علاوه براین، کیفیت نامناسب آب، بویژه از نظر بیکربنات و شوری، مشکلاتی را از نظر برگ سوختگی در برخی گیاهان بوجود می‌آورد.

### ۳-۱-۱-۱-۵ - تحمل دوره های بحرانی

در زندگی هر گیاه، روزهایی وجود دارد که تنش آبی در آن هنگام، اثر زیادی بر عملکرد محصول دارد. این دوران در گیاهان مختلف متفاوت است، اما اکثر گیاهان، در دوره جوانه زنی و به هنگام تشکیل گل و میوه از حساسیت بیشتری برخوردارند. بنابراین، چنانچه نتوان در دوره های حساس و بحرانی، آب مورد نیاز را تامین نمود، کاهش عملکرد ممکن است توجیه طرح را دچار خدشه کند.

### ۳-۱-۱-۱-۶ - توسعه ریشه

حرکت آب در خاک در جهت های افقی و عمودی متفاوت است. میزان توسعه ریشه، در جذب آب و تنش ناشی از کم آبی نقش زیادی دارد. در آبیاری بارانی با ضریب یکنواختی بالا، چنانچه دفعات آبیاری زیاد باشد، ریشه گیاه به نسبت سطحی می‌شود زیرا که لزومی برای یافتن آب در اعماق پیدا نمی‌کند. در این صورت، به هنگامی کم آبی، تنش زیادی به گیاه وارد می‌شود.

در آبیاری میکرو، به سبب تعدد دفعات آبیاری، چنانچه در صد سطح خاک خیس شده پایین باشد، ریشه گیاه گسترش نمی‌یابد و از این روی، خطر ایجاد تنش آبی در اثر اختلالاتی که در سیستم پیش می‌آید، افزایش می‌یابد. به همین سبب است که توصیه می‌شود تا درصد سطح خاک خیس شده از حدود یک سوم سطح کشت کمتر نشود.

گرچه که باید اذعان داشت که این مشکلات و خطرها در روش های آبیاری تحت فشار وجود دارد، اما همین موارد است که موجب بالا رفتن بازده آبیاری در روش های تحت فشار می‌شود. این مشکلات را می‌توان به میزان زیادی در طراحی مناسب حل کرد. بنابراین نباید آن را به عنوان معضلی پیچیده به حساب آورد. در تغییر روشهای آبیاری سطحی به آبیاری



میکرو باید به شکل توسعه ریشه توجه ویژه ای شود. در برخی موارد، انجام این کار می تواند توجیه فنی و مالی طرح را خدشه دار کند.

### ۳-۱-۱-۲- عوامل مربوط به آب و هوا

محدودیت های عمده مربوط به عوامل اقلیمی را می توان شامل تبخیر و باد دانست. در آبیاری بارانی، تبخیر آب پاشیده شده قبل از رسیدن به زمین، موجب کاهش بازدهی آبیاری می شود. هر چه هوا خشک تر، سرعت باد بیشتر و درجه حرارت هوا بالاتر باشد، قدرت تبخیرکنندگی بیشتر است. در چنین شرایطی بهتر است که آبیاری شبانه انجام شود، زیرا که معمولاً در شبها، رطوبت نسبی بیشتر می شود، سرعت باد کاهش می یابد و دمای هوا کمتر است. به این ترتیب، قدرت تبخیرکنندگی هوا در شب کمتر از روز است. افزایش تبخیر، اثر چندانی بر عملکرد آبیاری قطره ای ندارد. در آبیاری میکرو، تبخیر زیاد ممکن است موجب رسوبگذاری شیمیائی در محل خروجی آب از قطره چکان گردد.

سرعت باد عامل محدود کننده بسیار مهمی در آبیاری بارانی به شمار می رود. با افزایش سرعت باد، الگوی پاشش آب از حالت دایره ای به شکل بیضوی در می آید و یکنواختی پخش آب کاهش می یابد. براساس تجربیات موجود، چنانچه سرعت باد کمتر از ۸ کیلومتر بر ساعت باشد، یکنواختی پخش آب تقریباً تحت تاثیر قرار نمی گیرد. با افزایش سرعت تا حدود ۱۳ کیلومتر بر ساعت، می توان آبیاری بارانی را با یکنواختی پخش قابل قبولی مورد استفاده قرارداد. در صورتی که سرعت باد از ۳۰ کیلومتر در ساعت تجاوز کند، آبیاری بارانی باید متوقف شود مگر اینکه پذیرفته شود که تنش قابل ملاحظه ای به گیاه وارد شود. بدیهی است که در توجیه روش آبیاری بارانی باید به احتمال وقوع باد نیز توجه کرد. چنانچه تعداد دفعات وزش باد با سرعت های محدود کننده زیاد نباشد، می توان از آن چشم پوشی کرد ولی اگر تعداد دفعات وزش باد زیاد باشد، باید به فکر چاره ای اساسی بود.

نزدیک تر کردن فاصله آب پاش ها در جهت عمود بر باد، تا حدودی می تواند موجب بهبود یکنواختی پخش گردد. کاهش ارتفاع پاشش آب از باد بردگی ذرات آب می کاهد. بنابراین، روش هایی مانند آبفشان دوار و آبیاری خطی برای مناطق بادخیز مناسب نیستند. استفاده از آب پاش های پرفشار با زاویه کم پاشش و استفاده از شبکه مثلی بجای شبکه مستطیلی می تواند مشکلات را کاهش دهد. در روش آبفشان غلطان، علاوه بر مشکل یاد شده، خطر درهم شکستن دستگاه نیز وجود دارد. در مناطق بادخیزی که تعداد ساعات وزش باد در طول شبانه روز کم است، می توان آبیاری را طوری برنامه ریزی کرد که در آن ساعت ها، آبیاری انجام نشود. علاوه بر این باید برنامه ریزی طوری انجام شود که آبیاری هر قطعه زراعی در دفعات متوالی آبیاری در ساعت های مختلف انجام گیرد تا کاهش بازدهی آبیاری در یک قطعه به طور دراز مدت اتفاق نیفتد. به عنوان مثال اگر مدت آبیاری ۷/۵ ساعت باشد، بهتر است که برنامه ریزی آبیاری به نحوی صورت گیرد در هر قطعه خاص که اولین آبیاری از ساعت ۶ بامداد، دومین نوبت آبیاری از ساعت ۱۴، سومین نوبت آبیاری از ساعت ۲۲ و چهارمین نوبت آبیاری از ساعت ۶ بامداد و... آغاز شود. به این ترتیب، اثر باد بر آبیاری هر قطعه زراعی تعدیل می شود.

در برخی شرایط، اثر باد چندان مهم نیست. چنانچه نیاز آبی حداکثر با فصل وزش باد همزمان نباشد، آبیاری را می توان برای مدتی متوقف کرد. همچنین در آبیاری باغات میوه که سیستم ریشه گسترده ای دارند، توقف آبیاری برای مدتی کوتاه مشکلی را ایجاد نمی کند.

همانگونه که گفته شده سیستم های آفشان دوار و متحرک خطی به سبب ارتفاع زیاد دستگاه موجب افزایش باد بردگی می شود. سیستم پیکانی و آبیاری تفنگی متحرک در مقابل باد بسیار حساس هستند. حساسیت این دو روش حتی از سیستم های آفشان دوار و متحرک خطی نیز بیشتر است. سرعت باد، به صورت معمول، عامل محدود کننده ای در روش آبیاری قطره ای به حساب نمی آید. در هر حال، در مناطق باد خیز باید به دور آبیاری کمی افزود تا ریشه گیاه عمیق تر شود و خطر واژگونی درخت در اثر باد کاهش یابد. چنانچه سرعت باد از ۱۸ کیلومتر در ساعت تجاوز کند، بهتر است که به تعداد قطره چکانها افزوده شود و احداث بادشکن مورد توجه قرار گیرد.

### ۳-۱-۱-۳- محدودیت های خاک

محدودیت های عمده مربوط به خاک را می توان به بافت خاک، توپوگرافی و یکنواختی خاک نسبت داد. در زیر، این عوامل مورد بحث قرار گرفته است:

#### ۳-۱-۱-۳-۱- بافت خاک

بافت خاک عامل موثری بر نفوذپذیری خاک و ظرفیت نگهداری آب در خاک است.

#### ۳-۱-۱-۳-۲- نفوذ پذیری

شدت پخش آب بر روی خاک نباید از سرعت نفوذ آب به خاک تجاوز کند، در غیر این صورت بر روی سطح خاک رواناب ایجاد خواهد شد. در خاکهای با بافت سبک که سرعت نفوذ آب به خاک زیاد است، می توان شدت پخش آب را در حد بالا در نظر گرفت و به این ترتیب، از فشار بالای سیستم کاست. این کار را می توان با تعویض دهانه آب پاش و انتخاب نازل بزرگتر و یا کاهش فاصله آب پاش ها انجام داد.

در آبیاری میکرو، بافت خاک و نفوذ پذیری، عامل محدود کننده مهمی به حساب نمی آید. خاکهای سبک، به شرط آنکه لایه ای با سرعت نفوذ کم در زیر سطح خاک وجود داشته باشد، مناسب ترین خاکها برای آبیاری میکرو به حساب می آیند. خاک های سبک برای آبیاری زیرزمینی چندان مناسب نیستند زیرا مقدار زیادی از آب به اعماق ریشه می پیوندد. در خاکهای سبک، نیاز رطوبتی قطر کمی خواهد داشت. به این سبب لازم است که فاصله قطره چکان ها و عمق آبیاری را کم کرد. این امر هزینه ها را افزایش می دهد. استفاده از *sprayer* ها در این خاک ها بسیار مناسب است.

در خاکهای با سرعت نفوذ کم، شدت پخش باید کم باشد. در این صورت زمان آبیاری افزایش می یابد و تلفات تبخیر زیاد می شود. در این خاک ها، افزایش فشار بین امکان را فراهم می آورد که فاصله آب پاش ها را بتوان بیشتر انتخاب کرد. در این صورت قطر ذرات باران نیز کاهش می یابد و از فشار ناشی از ضربه آن به خاک کاسته می گردد. در هر حال، کاربرد آبیاری بارانی در خاک هایی که سرعت نفوذ پایه آن ۴ میلیمتر در ساعت کمتر است، مناسب نیست.

در خاک های ریز دانه که نفوذ پذیری آنها کم است، آب پاش های با آبدهی زیاد، بویژه آب پاش های تفنگی ثابت و یا متحرک مناسب نیستند. در سیستم های آفشان دوارو متحرک خطی، استفاده از آب پاش ها بهتر از sprayer هاست مگر اینکه sprayer ها دبی پائینی داشته باشند.

در خاک های ریزدانه، مدت زمان مورد نیاز برای خشک شدن سطح خاک زیاد است. این موضوع، برای حرکت دستگاه های آبیاری بارانی متحرک ( آفشان غلتان، دوار مرکزی، متحرک خطی و آبپاش قرقره ای ) مشکلاتی را ایجاد می کند. بنابراین تصمیم به استفاده از این روش ها در خاکهای با نفوذ پذیری پائین باید با ریزینی و دقت بیشتری انجام شود. در این زمین ها می توان از آب پاش هایی که دایره کاملی را آبیاری نمی کنند، استفاده کرد به نحوی که قسمت جلویی چرخ ها خشک بماند. جدول ۱-۳ حداکثر مقادیر پیشنهاد شده برای میزان پخش آب از آبپاشها را در انواع شیب ها و خاکهای مختلف نشان می دهد.

جدول ۱-۳- حداکثر مقادیر پیشنهاد شده برای میزان پخش آب از آبپاش ها در انواع شیب ها

و خاک های مختلف ( سانتی متر در ساعت )

شیب				بافت خاک و پروفیل
۱۲-۱۶%	۸-۱۲%	۵-۸%	۰-۵%	
۱,۳	۲,۵	۳,۸	۵,۰	شن درشت با عمق تا ۲ متر
۱,۰	۱,۹	۲,۵	۳,۸	شن درشت روی خاکی با تراکم بیشتر
۱,۰	۱,۵	۲,۰	۲,۵	لوم شنی سبک با عمق تا ۲ متر
۰,۸	۱,۰	۱,۳	۱,۹	لوم شنی سبک روی خاکی با تراکم بیشتر
۰,۵	۰,۸	۱,۰	۱,۳	لوم سیلتی با عمق تا ۲ متر
۰,۳	۰,۴	۰,۶	۰,۸	لوم سیلتی روی خاکی با تراکم بیشتر
۰,۲	۰,۲	۰,۳	۰,۴	رس سنگین یا لوم رسی

در آبیاری میکرو، در خاکهای ریز دانه، باید آبدهی خروجی ها پائین باشد، در غیر این صورت، رواناب ایجاد خواهد شد. روش های فواره ای و پاششی در این خاکها تنها در صورتی می توانند به کار برده شوند که پشته ای در پیرامون محیط خیس شده ایجاد گردد.

### ۳-۱-۱-۲- ظرفیت نگهداری آب در خاک

ظرفیت نگهداری آب در خاک، عمق مناسب کاربرد آب را مشخص می کند. مدت آبیاری از حاصل ضرب عمق آبیاری و شدت پخش بدست می آید. مدت آبیاری بر شرایط مصرف آب تاثیر می کند. در آبیاری بارانی، اگر مدت آبیاری زیاد باشد

- Water Holding Capacity

- Application Rate

(ظرفیت نگهداری بالا)، تعداد دفعات جابجائی در مدتی معین کم می‌شود. در این صورت می‌توان از سیستم‌های متحرک دوره‌ای مانند جابجائی دستی و آبفشان غنجان استفاده کرد. به عکس، در صورتی که زمان آبیاری کوتاه باشد (ظرفیت نگهداری پائین)، دفعات جابجائی افزایش می‌یابد. در این صورت به کارگر بیشتری نیاز است. علاوه بر این، نیاز به تعمیرات افزایش می‌یابد. در این حالت، بهتر است که از سیستم‌های ثابت و یا متحرک دائمی استفاده شود. در آبیاری میکرو، پائین بودن ظرفیت نگهداری، موجب می‌شود که زمان آبیاری در هر نوبت کاهش یابد. بنابراین، ممکن است که چندین نوبت آبیاری در شبانه روز اجتناب ناپذیر باشد.

### ۳-۱-۱-۳-۴- توپوگرافی

در اراضی شیب دار، مسائل زیر پیش می‌آید:

**رواناب در آبیاری بارانی و ایجاد فرسایش خاک:** بدیهی است که این مشکل تنها در صورتی ایجاد می‌شود که سرعت پخش آب از سرعت نفوذپذیری آب در خاک تجاوز کند (جدول ۳-۱).

**اختلاف فشار بین آب پاش‌های آبیاری بارانی و خروجی‌های آبیاری میکرو:** اختلاف فشار بیش از حد، موجب اختلاف دبی و کاهش یکنواختی می‌گردد. در آبیاری بارانی استفاده از تجهیزات تنظیم و کنترل فشار و در آبیاری قطره‌ای، بهره‌گیری از قطره‌چکان خود تنظیم می‌تواند این مشکلات را حل کند ولی ممکن است که هزینه آن بالا باشد.

**افزایش کارگر مورد نیاز در آبیاری بارانی:** جابجائی لوله‌ها و آب‌پاش‌ها در اراضی شیب دار مشکل‌تر و پرهزینه‌تر است.

**افزایش تعمیرات مورد نیاز:** در آبیاری بارانی، تعمیرات مورد نیاز لوله‌ها و قطعات مربوطه افزوده می‌گردد. این مشکل در روش‌های جابجائی دستی و سیستم‌های متحرک دوره‌ای و دائمی بیشتر است.

**قائم نگاه داشتن پایه آب‌پاش‌ها در آبیاری بارانی:** چنانچه پایه آب‌پاش‌ها به حالت قائم فرار نگیرد، یکنواختی پخش کاهش می‌یابد.

در هر حال، به علت وجود شیب، نمی‌توان طرح‌های آبیاری بارانی و میکرو را فاقد توجه فنی دانست. در هر حال، باید در هر مورد تمهیدات لازم برای مقابله با مشکلات اندیشیده شود. امروزه آبیاری میکرو هیچگونه محدودیتی از نظر شیب و پستی و بلندی ندارد. در آبیاری بارانی، سیستم‌های ثابت، به طور معمول مشکلات اندکی دارند. سیستم‌های متحرک دائمی نظیر آبفشان دوار و متحرک خطی می‌توانند شیب‌هایی تا حدود ۲۰ درصد را پاسخگو باشند. در این شیب‌ها باید تدابیر خاصی از نظر نوع لاستیک چرخها، نوع موتورهای برقی برای حرکت دستگاه و غیره اندیشیده شود.

### ۳-۱-۱-۳-۴- محدودیت‌های فیزیکی

محدودیت‌های فیزیکی نظیر دکل‌های برق، ساختمان‌ها، امامزاده، تپه‌های تاریخی و نظایر آن محدودیت‌هایی را برای روش‌های آبیاری بارانی بویژه سیستم‌های متحرک دائمی و متحرک دوره‌ای (به غیر از روش جابجائی دستی) ایجاد می‌کنند. این محدودیت‌ها در توجه فنی طرح اثر زیادی بر جای می‌گذارد.

### ۳-۱-۱-۵- محدودیت های منابع آب

محدودیت های منابع آب را می توان به دو گروه اصلی محدودیت های کمی و کیفی تقسیم کرد.

#### ۳-۱-۱-۵-۱- مقدار آب در دسترس

محدودیت های مربوط به مقدار آب در دسترس را می توان از دو دیدگاه حجم آب مورد نیاز در طول فصل زراعی و مقدار آب لازم در دوره حداکثر مصرف بررسی کرد. در مناطقی که می توان آب را در مخزنی شبیه اسنخر یا سد مخزنی ذخیره کرد، حجم آب اهمیت زیادی می یابد. به عکس، در مناطقی که از آب به هنگام منابع سطحی و یا از چاهی با آبدهی معین استفاده می شود، مقدار آب لازم در یک دوره خاص و بویژه در دوره حداکثر مصرف با اهمیت تلقی می شود.

چنانچه آب فراوان و به قیمت ناچیز در دسترس باشد، راندمان آبیاری پائین می آید. این مسئله می تواند منجر به ایجاد مشکلات زهکشی گردد. در هر حال، در مناطق پر آب، پائین بودن راندمان آبیاری، نسبت به مناطق با محدودیت منابع آب، مشکلات کمتری را نمایان می سازد. اصولاً یکی از مزایای مهم آبیاری تحت فشار، افزایش بازدهی آبیاری است. بنابراین، چنانچه توجه به راندمان آبیاری نادیده گرفته شود، از مزیت اصلی آبیاری تحت فشار چشم پوشی شده است. توجیه مالی و اقتصادی آبیاری تحت فشار، به طور معمول، از افزایش سطح اراضی قابل توسعه بدست می آید. چنانچه در یک دوره رشد، تنش آبی به گیاه وارد شود، این احتمال وجود دارد که عملکرد محصول کاهش یابد. گیاهان مختلف واکنش های متفاوتی را در مقابل تنش آبی در کل فصل زراعی و یا در هر مرحله از رشد نشان می دهند. بعضی گیاهان به تنش آبی حساسیت بیشتری داشته و برخی دیگر مقاوم ترند. بنابراین، کمبود آب در تمام فصل زراعی و یا در دوره ای مشخص، در گیاهان مختلف، موجب کاهش عملکردی یکسان نمی شود. از این رو لازم است که کاهش عملکرد گیاه در توجیه اقتصادی طرح نیز مورد توجه قرار گیرد.

#### ۳-۱-۱-۵-۲- روش های تحویل آب

تحویل آب به واحدهای زراعی، به طور معمول به دو صورت گردشی و برحسب تقاضا انجام می شود. تحویل آب به صورت گردشی، بیشتر با آبیاری سطحی و تحویل آب برحسب تقاضا، بیشتر با آبیاری تحت فشار متناسب است. در تحویل آب به صورت گردشی، کنترل جریان از بالادست انجام می شود. بنابراین، زارعین بالادست می توانند در مقدار آب قابل دسترسی پایین دست تاثیر منفی بگذارند. این شیوه تحویل آب به دو صورت پیوسته (۲۴ ساعته) و یا ناپیوسته (چند ساعت از مدار آبیاری) صورت می گیرد. بدیهی است که در حالت اخیر، بعد مجاری آبرسانی و توزیع آب باید بزرگتر انتخاب شود. این موضوع، بر توجیه فنی و اقتصادی طرح تاثیر می گذارد. علاوه بر این، چنانچه طول مدار آبیاری زیاد باشد، استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار و بویژه آبیاری قطره ای، غالباً توجیه خود را از دست می دهد.

میزان انعطاف پذیری در روش ناپیوسته زیاد است مشروط بر آنکه آب به طور روزانه به مصرف کننده تحویل می شود. زیرا که می توان در روزهای بحرانی، به شرط وجود آب، به تعداد ساعات آبیاری تا حد ۲۴ ساعت در شبانه روز افزود. در تحویل آب برحسب تقاضا، سیستم قادر است استفاده کننده را برای دریافت آب در هر زمان دلخواه آزاد بگذارد. این کار شبیه

بهره برداری از یک شبکه بزرگ آب شهری است. در این شیوه تحویل آب، کنترل می‌نواند هم از بالادست و هم از پائین دست انجام شود. در کنترل از بالادست، شبکه باید با ظرفیتی بالاتر طراحی شود تا قادر باشد بیشترین مقدار آب درخواستی کاربران را به طور همزمان تامین کند. بنابراین، استفاده از این روش، بر توجه اقتصادی طرح اثر منفی می‌گذارد. کنترل از پائین دست، براساس روابط آماری ناشی از احتمال در خواست همزمان آب توسط مشترکین طراحی می‌شود و در عین حال، از ضریب انعطاف پذیری استفاده می‌گردد. به این ترتیب از طراحی ظرفیت اضافی پرهیز می‌شود. در این روش، خدمات ارائه شده به استفاده کنندگان از کیفیت بالایی برخوردار بوده و هر یک از آنها می‌تواند به طور کاملاً آزادانه ای برنامه زمانی و مکانی آبیاری خود را تنظیم کند. در هر حال، شیوه تحویل آب به متقاضیان و روش کنترل آب از بالادست و یا پائین دست، می‌تواند بر هزینه اجرای طرح تاثیر بگذارد.

### ۳-۱-۱-۵-۳- کیفیت آب

محدودیت های کیفی آب را می‌توان به سه گروه محدودیت های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تقسیم کرد:

#### الف- محدودیت های فیزیکی

محدودیت های فیزیکی آب را از نظر آبیاری می‌توان به ماهیت و غلظت مواد معلق و همچنین به دمای آب نسبت داد. سیستم‌های آبیاری میکرو، به طور کلی، به مواد معلق حساسیت زیادی دارند و تنها در صورتی می‌توانند به کار گرفته شوند که آب براساس نیاز خروجی ها پالایش شود. قطره چکان ها، لوله‌های تراوا و پاشنده‌های کوچک به تصفیه کامل نیاز دارند. فواره‌ها و پاشنده‌های بزرگتر به تصفیه کمتری نیازمندند. روش های آبیاری بارانی حساسیت بسیار کمتری به گرفتگی دارند ولی موجب ایجاد فرسایش سریع اجزای چرخان آب پاش‌ها در اثر سایندگی برخی ذرات و بویژه سیلیس می‌شوند. چنانچه آب از منابع سطحی تامین شود، خطرات ناشی از مواد معلق بیشتر است و به طور معمول به اقدامات بیشتری برای تصفیه نیاز دارد. با استفاده از حوضچه های آرامش، صافی‌های توری و شنی می‌توان مشکلات فیزیکی آب را حل کرد. در صورتی که آب از منابع زیرزمینی تامین شود، تنها ممکن است که به همراه آب ماسه حمل شود. در این صورت تنها استفاده از جداکننده‌های شن که به سیکلون معروفند، کافی است. در جدول ۳-۲ معیارهای کیفی مربوط به ویژگی های فیزیکی آب نشان داده شده است.

محدودیت های فیزیکی ناشی از مواد معلق، به طور کلی با تمهیدات لازم قابل رفع هستند. بنابراین، بجز در حالت‌های استثنائی، نمی‌توان گفت که به این علت طرحی از لحاظ فنی قابل توجیه نیست. بدیهی است که نیاز به سامانه های پالایش فیزیکی آنها، طرح را از نظر توجیه مالی و اقتصادی تحت تاثیر قرار می‌دهد. در آبیاری بارانی، استفاده از آب های گرم و یا خیلی سرد، می‌تواند از رشد گیاه بکاهد و یا آن را متوقف کند. بنابراین در حالت‌های استثنائی، این موضوع نیز باید مورد توجه قرار گیرد به نحوی که اطمینان حاصل شود که بر توجیه فنی طرح تاثیری منفی نداشته باشد.

## ب- محدودیت های شیمیایی

محدودیت های شیمیایی آب، یکی از مهمترین محدودیت ها بحساب می آید که بر روی تجهیزات، خاک و گیاه تاثیر می گذارد.

جدول ۳-۲- راهنمای تفسیر ارقام کیفیت آب آبیاری (FAO- ۱۹۸۵)

درجه محدودیت های کاربردی			مسائل پتانسیل آبیاری	
محدودیت شدید	محدودیت کم تا متوسط	بدون محدودیت		
			۱- شور (تأثیر بر روی میزان آب قابل دسترسی جهت نباتات) بر مبنای EC <sub>w</sub> - میلی موس بر سانتی متر	
>۳/۰	۰/۷-۳/۰	<۰/۷	بر مبنای TDS - میلی گرم در لیتر	
>۲۰۰۰	۴۵۰-۲۰۰۰	<۴۵۰	۲- نفوذپذیری (تأثیر بر روی سرعت نفوذ آب در خاک) مبنای ارزیابی EC <sub>w</sub> و SAR توأمان می باشد.	
<۰/۳	۰/۷-۰/۳	>۰/۷	=EC <sub>w</sub>	SAR=۰-۰/۳
<۰/۳	۱/۲-۰/۳	>۱/۲	=EC <sub>w</sub>	SAR=۳/۰-۶/۰
<۰/۵	۱/۹-۰/۵	>۱/۹	=EC <sub>w</sub>	SAR=۶/۰-۱۲/۰
<۱/۳	۲/۹-۱/۳	>۲/۹	=EC <sub>w</sub>	SAR=۱۲/۰-۲۰/۰
<۳/۹	۵/۰-۲/۹	>۵/۰	=EC <sub>w</sub>	SAR=۲۰/۰-۴۰/۰
			۳- سمومیت های ویژه یونی (برای نباتات حساس)	
>۰/۹	۳/۰-۰/۹	<۳/۰	- سدیم (Na)، آبیاری سطحی	
	>۳/۰	<۳/۰	- سدیم (Na)، آبیاری بارانی (میلی امی ولانت در لیتر)	
>۱۰/۰	۴/۰-۱۰/۰	<۴/۰	- کلر (Cl)، آبیاری سطحی (میلی امی ولانت در لیتر)	
-	>۳/۰	<۳/۰	- کلر (Cl)، آبیاری بارانی (میلی امی ولانت در لیتر)	
>۳/۰	۰/۷-۳/۰	<۰/۷	- بر (B)، (میلی گرم در لیتر)	
			۴- موارد متفرقه (بر روی نباتات احتمالاً حساس)	
>۳۰/۰	۵/۰-۳۰/۰	<۵/۰	- نیتروژن (NO <sub>۳</sub> -N) میلی گرم در لیتر	
>۸/۵	۱/۵-۸/۵	<۱/۵	- بیکربنات (HCO <sub>۳</sub> ) منحصرأ در مورد آبیاری بارانی	
حدود نرمال ۶/۵-۸/۴			- اسیدیته (PH)	
$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$			معادله نسبت جذب سدیم	

## • اثر کیفیت آب بر تجهیزات آبیاری

در آبیاری بارانی، گاهی خطر خوردگی تجهیزات فلزی در اثر کیفیت شیمیایی نامناسب آب وجود دارد. این خطر در پمپ ها، لوله ها و آب پاش ها وجود دارد. در آبیاری میکرو، بیشترین خطر گرفتگی قطره چکانها و یا سایر خروجی ها در اثر رسوب کلسیم بیش می آید. این خطر در آب های بی کربناته بیشتر است و احتمال وقوع آن در آب های با اسیدیته بیش از ۶ وجود دارد. گرفتگی قطره چکان ها مهمترین عامل عدم موفقیت طرح های آبیاری قطره ای بشمار می رود. جدول ۲-۱۵ معیارهای کیفی آب را از نظر کاربرد سیستم آبیاری میکرو نشان می دهد.

همانطور که گفته شد، رسوب کلسیم معمول ترین ماده ای است که در آب های کربناته و بی کربناته مناطق خشک و نیمه خشک بوجود می آید. به طور معمول، بجای توجه ویژه به مقدار کلسیم آب، به کل نمک های محلول آن توجه می شود.

رسوب آهن (گل آخرا) نیز در سیستم آبیاری قطره ای مسئله ساز است. آهن به صورت احیا شده (دو ظرفیتی) در اکثر آب ها به شکل محلول وجود دارد، اما باکتری های آهن دوست باعث اکسید شدن آهن دو ظرفیتی و تبدیل آن به آهن سه ظرفیتی می شوند که به صورت غیر محلول بوده و باعث گرفتگی قطره چکان ها می گردد. در جدول ۲-۱۵ طبقه بندی آب از نظر آهن ارائه شده است.

#### • اثر کیفیت آب بر خاک

اثر کیفیت آب مورد استفاده در سامانه های بارانی بر خاک، همانند سیستم های آبیاری سطحی است. در آبیاری میکرو، شوری آب، نمودی متفاوت از سایر سامانه های آبیاری دارد. در این روش، تجمع نمک در لایه سطحی خاک و در حاشیه پیاز رطوبتی بوجود می آید. برخی از متخصصین عقیده دارند که آبیاری میکرو خطر کمتری از سایر روش های آبیاری از نظر شوری دارد زیرا که اولاً به سبب داشتن راندمان بالاتر، آب کمتری به خاک اعمال می شود و در نتیجه نمک کمتری نیز به زمین منتقل می گردد و ثانیاً از آنجا که دفعات آبیاری در این روش بیشتر است و رطوبت خاک همواره در حدی نزدیک به ظرفیت مزرعه قرار دارد، غلظت نمک کاهش یافته و گیاه آسیب کمتری می بیند. بنابراین، طرح های آبیاری میکرو از نقطه نظر شوری آب دارای توجیه فنی بیشتری نسبت به سایر روش های آبیاری هستند. ذکر این نکته ضرورت دارد که باید در این شیوه آبیاری، اقدامات مدیریتی ویژه ای انجام شود تا به گیاه آسیب زیادی نرسد. از جمله این اقدامات باید به عدم جابجائی ردیف پشته ها در آبیاری قطره ای سبزیجات و صیفی جات و ادامه آبیاری به هنگام بارندگی و رعایت نیاز آبخوبی اشاره کرد.

#### • اثر کیفیت آب بر گیاه

برخی گیاهان در آبیاری بارانی به کیفیت آب حساس هستند. اگر آب شور باشد، ذرات نمک بر روی سطح برگ به مثابه ذره بین عمل می کنند و باعث برگ سوختگی می شوند. برخی گیاهان حساسیت بیشتری نسبت به نمک سدیم از خود نشان می دهند. هر چه برگ گیاه ماندنی تر باشد، خسارت وارده می تواند بیشتر باشد. بنابراین، سبزیجاتی که برگ آنها به طور مرتب چیده می شود، چندان خسارتی نمی بینند.

چنانچه مقدار کلر و یا سدیم آب از ۳ میلی اکی والان در لیتر تجاوز کند، محدودیت شدیدی در کاربرد آبیاری بارانی وجود دارد. بی کربنات ها نیز در آبیاری بارانی نقش مخرب ایفا می کنند به طوری که با افزایش غلظت آن از ۱/۵ میلی اکی والان در لیتر محدودیت آغاز می شود و چنانچه این غلظت از ۸/۵ تجاوز کند، محدودیت شدیدی به وجود می آید. جدول ۳-۲ راهنمای تفسیر کیفیت آب آبیاری را ارائه می کند.

در آبیاری میکرو، به این سبب که آب مستقیماً با شاخ و برگ گیاه در ارتباط نیست، محدودیتی از نظر کیفیت آب بر گیاه وجود ندارد.

#### ج- محدودیت های بیولوژیکی

به طور معمول، در آبیاری بارانی کیفیت بیولوژیکی آب آبیاری مشکلی را ایجاد نمی کند. در آبیاری میکرو، به علت سرعت کم و دمای نسبتاً بالای آب، باکتریها شرایط رشد مناسبی دارند. هر چه مواد آلی، سولفید هیدروژن و آهن محلول در آب بیشتر باشد، خطر گرفتگی قطره چکان ها بیشتر است. وجود این مواد، باعث پیدایش رشته هایی از لجن در جدار لوله ها



می شود که در نهایت به قطره چکانها می رسد و موجب گرفتگی آنها می گردد. این خطر با تزریق کودهای شیمیایی به سیستم آبیاری قطره ای افزایش می یابد.

اگر تعداد باکتری ها در هر میلی لیتر کمتر از ۱۰۰۰۰ عدد باشد، کیفیت آب مناسب بوده و چنانچه تعداد آنها بین ۱۰ تا ۵۰ هزار عدد در میلی لیتر باشد، کیفیت آب متوسط و بیش از آن نامناسب به حساب می آید. چنانچه آب در سامانه آبیاری میکرو از منابع سطحی تامین شود، خطر گرفتگی به سبب وجود جلبک و قارچ نیز وجود دارد. محدودیت های بیولوژیکی آب را می توان با تزریق کلر تا حد زیادی کاهش داد. بنابراین، چنانچه این تجهیزات در طرحی پیش بینی شود، به طور معمول، می توان طرح را از نظر فنی موجه دانست.

### ۳-۱-۱-۴- اثر توام محدودیت های کیفی آب

آنچه تا کنون گفته شد مربوط به نقش هر یک از عوامل موثر در گرفتگی قطره چکان ها است. از آنجائی که ویژگی های کیفی آب مهم ترین عاملی است که قبل از احداث سیستم آبیاری قطره ای باید به آن توجه شود، لازم است تاثیر توام عوامل سه گانه فیزیکی، شیمیایی و زیستی در نظر گرفته شود. برای این منظور در یک طبقه بندی قراردادی مطابق جدول ۳-۳ آبها برحسب مقدار مواد معلق (عوامل فیزیکی)، مقادیر شوری، آهن و یا منگنز (عوامل شیمیایی) و حداکثر تعداد باکتری ها در هر میلی لیتر آب (عوامل زیستی) به ۱۰ گروه تقسیم بندی شده اند. به هر یک از عوامل از صفر تا ۱۰ نمره داده شده است. آبی که ترکیب گروهی آن در این طبقه بندی (عوامل زیستی - عوامل شیمیایی: شوری و یا آهن و منگنز - عوامل فیزیکی) به صورت ۰-۰-۰ باشد، عالی و آبی که در گروه ۱۰-۱۰-۱۰ قرار گیرد، بسیار بد محسوب می شود. چنانچه جمع نمره کیفیت آب از این سه عامل ۱۰ یا کمتر باشد، آن آب خطری از نظر گرفتگی قطره چکان ها نخواهد داشت (هر چند تصفیه یا اصلاح ممکن است مورد لزوم باشد). به عنوان مثال آبی که طبقه بندی آن ۲-۴-۳ باشد، نمره آن ۹ و جزء آبهای خوب بشمار می رود. نمره بین ۱۰ تا ۲۰ متوسط و نمره ۲۰ تا ۳۰ خطرات جدی در بر خواهد داشت. در دو حالت اخیر تصفیه فیزیکی و سایر عملیات اصلاحی الزامی است. مثلاً چنانچه آبی دارای خصوصیات زیر باشد:

عود عمیق	۵ میلی گرم در لیتر
نمکهای محلول	۵۰ میلی گرم در لیتر
آهن یا منگنز	۰.۵ میلی گرم در لیتر
تعداد باکتریها	۳ عدد در هر میلی لیتر
pH	۷/۲

آن آب با توجه به این که از نظر فیزیکی در گروه صفر (۰)، از نظر شیمیایی گرچه مقدار نمک آن کم است، اما چون آهن آن ۰/۶ میلی گرم در لیتر است در گروه ۵ و از نظر عوامل زیستی نیز با توجه به تعداد باکتری ها در گروه صفر (۰) قرار گرفته. لذا این آب از نظر کیفیت عوامل زیستی - شیمیایی - فیزیکی در گروه ۰-۵-۰ طبقه بندی می شود و آبی با کیفیت خوب به حساب می آید زیرا جمع نمرات کیفی آن ۵ است. اما انجام عملیات اصلاح شیمیایی روی آن قابل توصیه است و یا آبی که ویژگی های زیر را داشته باشد:

مواد معلق	۲۵۰ میلی گرم در لیتر
نمکهای محلول	۱۴۰۰ میلی گرم در لیتر
آهن یا منگنز	۰/۰۱ میلی گرم در لیتر
تعداد باکتریها	۱۰۰۰۰ عدد در هر میلی لیتر
pH	۸/۳

گروه بندی کیفی آن از نظر زیستی - شیمیایی - فیزیکی به صورت ۶-۹-۱۰ است که جزء آب های بد بشمار آمده و هم نیاز به تصفیه فیزیکی و شیمیایی دارد. باید توجه داشت که در طبقه بندی از نظر عوامل شیمیایی (شوری یا آهن و منگنز) معیاری که بدترین وضعیت را داشته باشد، اساس کار قرار می گیرد. بدین ترتیب که مثلاً اگر آب از لحاظ شوری در گروه ۶ اما از نظر آهن یا منگنز در گروه ۸ باشد، نمره ۸ ملاک قرار می گیرد.

جدول ۳-۳- طبقه بندی کیفی آب در آبیاری قطره ای

نمره کیفیت	مواد معلق	نمکهای محلول	آهن یا منگنز	جمعیت باکتریایی
	(max.mg./lit)			(max.no/mL)
۰	۱۰	۱۰۰	۰/۱	۱۰۰
۱	۲۰	۲۰۰	۰/۲	۱۰۰۰
۲	۳۰	۳۰۰	۰/۳	۲۰۰۰
۳	۴۰	۴۰۰	۰/۴	۳۰۰۰
۴	۵۰	۵۰۰	۰/۵	۴۰۰۰
۵	۶۰	۶۰۰	۰/۶	۵۰۰۰
۶	۸۰	۸۰۰	۰/۷	۱۰۰۰۰
۷	۱۰۰	۱۰۰۰	۰/۸	۲۰۰۰۰
۸	۱۲۰	۱۲۰۰	۰/۹	۳۰۰۰۰
۹	۱۴۰	۱۴۰۰	۱/۰	۴۰۰۰۰
۱۰	۱۶۰	۱۶۰۰	۱/۱	۵۰۰۰۰

## ۳-۱-۱-۶- شکل و اندازه قطعات

به طور معمول در اراضی مستطیل شکل، می توان از تمامی روش های آبیاری بارانی و یا آبیاری میکرو استفاده کرد. از میان اشکال هندسی ساده، هر چه شکل زمین به مستطیل نزدیکتر باشد، قابلیت تطابق روش های مختلف آبیاری بارانی بیشتر است. در اراضی با شکل نامنظم، آبیاری بارانی ثابت، جابجائی دستی و پیکانی می توانند کاربرد داشته باشند، ولی روش هایی نظیر دوار مرکزی، متحرک خطی و آبفشان غلطان تناسب چندانی ندارند. در این نوع اراضی می توان از روش های مختلف آبیاری میکرو استفاده کرد. در هر حال، در آبیاری میکرو نیز هر چه شکل زمین به اشکال ساده هندسی نزدیکتر باشد، طراحی آسانتر، بهره برداری سهل تر و مقرون بصفه تر است.

یکپارچگی یا غیر یکپارچه بودن اراضی نیز امکانات و محدودیت هایی را بوجود می آورد. در مزارع پراکنده، به طور معمول، باید از سیستم هایی مجزا استفاده کرد. به عبارت دیگر، در هر یک از قطعات باید سیستم مناسب همان قطعه

مراحی و اجرا شود. به این ترتیب، عدم یکپارچگی موجب افزایش هزینه های ثابت و بالا رفتن هزینه ها و مشکلات بهره برداری و نگهداری خواهد شد. بنابراین باید در توجیه فنی و اقتصادی طرح ها مورد توجه قرار گیرد. اندازه قطعات نقش مهمی در انتخاب روش های مختلف آبیاری تحت فشار دارد. به طور معمول، با بزرگ شدن قطعات، محدودیت های مربوط کاهش می یابد. روی هم رفته می توان چنین گفت که در زمین هایی با وسعت کمتر از ۱۰ هکتار، روش های آبیاری بارانی ثابت، ثابت با آب پاش متحرک و جابجائی دستی می توانند کاربرد داشته باشند. دستگاه های آبیاری، به طور معمول، نیازمند سطحی بیش از ۱۰ هکتار هستند. روش های آفشان دوار و متحرک خطی، به طور معمول، به سطحی بیش از ۲۰ هکتار نیازمند هستند. گرچه که نمی توان دستورالعمل خاصی برای اندازه قطعات تدوین کرد، ولی موارد گفته شده در بالا می تواند به عنوان رهنمودی مورد توجه قرار گیرد.

### ۳-۱-۱-۷- محدودیت نیروی کار

نیروی کار از دیدگاه کمیت و کیفیت مورد توجه قرار می گیرد. روش های ثابت آبیاری بارانی به کمترین مقدار نیروی کار نیازمند است. هر چه سیستم آبیاری خودکارتر باشد، تعداد نیروی انسانی مورد نیاز کمتر بوده، ولی در عوض به درجه مهارت بیشتری نیازمند است. به عکس، هر چه سیستم آبیاری ساده تر باشد و کنترل آب در سطح مزرعه به صورت دستی انجام شود، تعداد نیروی انسانی مورد نیاز بیشتر بوده، ولی در عوض، نیروی ساده یا نیمه ماهر پاسخگوی نیاز خواهد بود. بنابراین باید توجیه طرح با توجه به کمیت و کیفیت نیروی کار در هر منطقه، قیمت نیروی کار و سیاستهای دولت در زمینه اشتغال انجام شود.

در آبیاری تحت فشار، به ویژه در سطوح کوچک، به علت عدم نیاز به آبیاری دائمی، کشاورزان خود انجام این مهم را به عهده می گیرند. این افراد معمولاً از مهارت کافی در امر آبیاری برخوردار نیستند. در روش های مختلف آبیاری بارانی می توان نیاز کارگری را به ترتیب از زیاد به کم به شرح زیر رده بندی کرد:

جابجائی دستی، پیکانی، آفشان غلتان و آب پاش تفنگی متحرک، آفشان دوار و متحرک خطی، آبیاری بارانی ثابت با آب پاش متحرک و سیستم ثابت.

در آبیاری میکرو، تعداد کارگر مورد نیاز بسیار کم است و از حدود سیستم ثابت آبیاری بارانی تجاوز نمی کند. کود دهی، کلرزی، اسید شویی و تصفیه آب نیازمند کارگر متخصص و ماهر است. توجه به محدودیت های کمی و کیفی نیروی انسانی نقش مهمی در انتخاب روش مناسب و توجیه پذیری طرح دارد.

### ۳-۱-۱-۸- اطمینان از کیفیت تجهیزات

در توجیه فنی و مالی طرح ها باید به کیفیت تجهیزات موجود در بازار توجه شود. بهتر است که از محصولات استاندارد شده و یا از محصولاتی که در آن قطعات استاندارد شده به کار رفته است، استفاده شود. در هر حال، کیفیت نامناسب لوازم و تجهیزات می تواند منجر به شکست کامل طرح و یا افزایش تعمیرات و اختلال در آبیاری شود.

### ۳-۱-۱-۹- محدودیت انرژی

دسترسی به منابع انرژی و قیمت سوخت های فسیلی یا برق می تواند تاثیر زیادی بر توجیه پذیری طرح از نظر فنی و اقتصادی داشته باشد. برخی از سیستم ها نظیر دوار مرکزی، به برق نیازمند هستند. اگر برق ارزان و قابل دسترس باشد، دامنه سیستم های قابل استفاده وسیع خواهد بود. در صورتی که محدودیت انرژی وجود داشته و یا قیمت آن زیاد باشد، باید به روش هایی روی آورد که به انرژی کمتری نیازمندند. در این میان می توان از روش LEPA و یا آبیاری میکرو نام برد.

### ۳-۱-۱-۱۰- محدودیت تجاری

یکی از مسائلی که باید در توجیه طرح مورد توجه قرار گیرد، محدودیت های تجاری است. این محدودیت ها می تواند مربوط به داخلی یا خارجی بودن کالا و همچنین خدمات پس از فروش باشد. در این موارد نمی توان دستورالعمل جامعی را تجویز کرد ولی بررسی کننده طرح باید این موارد و چشم اندازهای آتی آن را مورد توجه قرار دهد.

### ۳-۱-۲- محدودیت های اجتماعی

یکی از بزرگترین محدودیت های اجتماعی برای پذیرش روش های آبیاری تحت فشار، مقاومت در مقابل تغییر است. بسیاری از مردم علاقمند هستند که روش های قبلی خود را در بسیاری از زمینه ها پیگیری کنند. این گروه به صورت طبیعی و عادی در مقابل تغییر مقاومت می کنند. روش های آبیاری تحت فشار، به طور معمول، در جایی معرفی می شود که قبلاً در آن زارعتی انجام نمی شده و یا اینکه به صورت دیم انجام می گردیده و در بهترین حالت، با یکی از روش های آبیاری سطحی مشروب می شده است. بنابراین مالکین آنها تجربه ای در این اراضی با روش های آبیاری تحت فشار ندارند. از این رو، مقاومت آنها در مقابل تغییر، امری کاملاً طبیعی است. مقاومت در مقابل تغییر با لمس و درک عینی اثرات تغییر کاهش می یابد و به طور معمول، هر چه سطح دانش و آگاهی افراد بالا رود، این مقاومت کمتر می شود.

تغییرپذیری کشاورزان به شدت تحت تاثیر موقعیت اجتماعی آنهاست. مالکین، خرده مالکین، مزد بگیران دائم و فصلی هر یک به صورتی متفاوت در مقابل تغییر مقاومت می کنند. در بسیاری از مواقع، این مقاومت ناشی از دیدگاه های مالی و منافع طبقاتی آنها می باشد.

تغییر پذیری با سطح سواد و دانش افراد ارتباط دارد. به طور معمول، افراد با سطح معلومات بیشتر، مقاومت کمتری را نسبت به تغییر نشان می دهند. مهارت و تسلط کارکنان نیز به طور معمول با کاهش مقاومت در مقابل تغییر همراه است. در مواردی که تصمیم گیری دسته جمعی صورت می گیرد، در صورتی که رهبری اجتماعی وجود داشته باشد، به طور معمول انتخاب گزینه نهائی آسان است و در غیر این صورت به طور معمول گوناگونی نظرات بسیار زیاد بوده و رسیدن به انتخاب نهایی دشوار است.

درجه موفقیت یک روش آبیاری بستگی به پذیرش یا مقاومت در مقابل تغییر دارد. این موضوع نقش مهمی در توجیه طرح ایفا می کند. به نظر می رسد چنانچه این پذیرش وجود نداشته باشد، فقط می توان با کارهای ترویجی در میان مدت و بلند مدت به این خواست دست یافت. بنابراین در بسیاری موارد بهتر است که اقدام برای معرفی روش جدید آبیاری موکول به پذیرش مردمی شود.

### ۳-۱-۳- محدودیت های اقتصادی

بدون شک، هدف نهایی هر سیستم آبیاری، تامین سود بیشتر است. بنابراین، محدودیت های اقتصادی از مهمترین محدودیتها بشمار می رود. افزایش سود می تواند از دو راه حاصل شود: افزایش درآمدها و کاهش هزینه ها. افزایش درآمدها ناشی از افزایش عملکرد و یا بهبود کیفیت محصول است. چنانچه شبکه آبیاری در اراضی بایر و یا دیم احداث شود، افزایش عملکرد، همواره بدیهی است. تغییر سیستم آبیاری از آبیاری سطحی به تحت فشار نیازمند بررسی های بیشتری از نظر افزایش عملکرد و افزایش سطح زیر کشت در اثر بهبود بازدهی آبیاری است. در سیستم های آبیاری تحت فشار، گاهی بهبود کیفیت محصول نیز پیش می آید. این امر، در آبیاری میکرو بیشتر دیده می شود. از جمله محدودیت های اقتصادی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

#### ۳-۱-۳-۱- هزینه های سرمایه گذاری

هزینه های اولیه مورد نیاز برای آبیاری تحت فشار، به طور معمول، بالاست. این هزینه ها معمولاً باید به یک باره و در سال آغاز اجرای طرح انجام شود. هزینه های اولیه سیستم آبیاری سطحی نیز در برخی موارد بالاست. از این جمله می توان به هزینه تجهیز و نوسازی اراضی و بویژه تسطیح اشاره کرد. در هر حال، مقایسه ای در این مورد، ممکن است محدودیت هایی را از نظر اقتصادی برای آبیاری تحت فشار آشکار کند.

#### ۳-۱-۳-۲- استهلاک

استهلاک سیستم های آبیاری تحت فشار، به طور معمول از آبیاری سطحی بیشتر است. میزان استهلاک این وسائل به اجزای مهم متشکله هر سیستم بستگی دارد. به طور نمونه، در سیستم قرقره ای متحرک، پمپ، لوله ها و قرقره اجزای مهم آن بشمار می روند و استهلاک کل سیستم به استهلاک هر یک از این اجزا وابسته است. استهلاک به شرایط محیطی نیز بستگی دارد. دمای بیش از حد، باد و عوامل دیگر اقلیمی همراه با کیفیت نیروی کار بر میزان استهلاک سیستم ها تاثیر می گذارد. سیستم های آبیاری، خود نیز به سبب نوع تجهیزات به کار رفته در آن دارای استهلاک متفاوتی هستند. به عنوان نمونه، استهلاک سیستم آبفشان غلطان به سبب نوع کار دستگاه از سیستم ثابت بیشتر است. در فصل چهارم جدولی در مورد استهلاک سیستم های آبیاری تحت فشار ارائه شده است (جدول ۳-۴). استهلاک بالای برخی از سیستم ها می تواند بر توجیه اقتصادی طرح ها تاثیر منفی زیادی بر جای بگذارد.

#### ۳-۱-۳-۳- انرژی

در آبیاری سطحی، بجز در موارد معدودی و جز به منظور تامین آب، نیاز به انرژی وجود ندارد. در سیستم های بارانی به سبب نیاز به تامین فشار در سر آبپاش ها، انرژی مورد نیاز بیش از آبیاری میکرو و بسیار بیشتر از آبیاری سطحی است. نیاز به انرژی در تمامی روش های آبیاری بارانی نیز یکسان نیست. برخی از آنها نیاز به انرژی بیشتر و بعضی دیگر نیاز به انرژی کمتر دارند. بنابراین، انرژی در توجیه اقتصادی طرح ها نقش مهمی را ایفا می کند. در دسترس بودن منابع انرژی از مسائل

دیگری است که باید در توجیه اقتصادی طرح‌ها مورد توجه قرار گیرد. وجود نیروی الکتریکی و یا جاده دسترسی برای انتقال سوخت از این جمله به حساب می‌آید.

### ۳-۱-۳-۴- نیروی کار

به طور معمول، کاهش هزینه‌های کارگری مستلزم افزایش مکانیزاسیون سیستم و بالارفتن هزینه‌های سرمایه‌ی است. به عنوان مثال، تجهیزات مورد نیاز در روش آبیاری بارانی ثابت، حداکثر بوده و در عوض به کمترین نیروی کارگری نیاز دارد. بنابراین بهینه‌یابی بین هزینه‌های سرمایه‌ی و نیروی کارگری الزامی است. وجود نیروی کار مناسب می‌تواند از سایر محدودیت‌ها باشد. هنگامی که کارگر، عاملی محدود کننده نباشد، سیستم‌های قابل حمل می‌تواند مورد توجه قرار گیرد، و به عکس در مناطقی که کارگر کم باشد، سیستم‌های ثابت عملی‌تر و اقتصادی‌تر است. باید توجه داشت که علاوه بر این، سختی کار و سطح مهارت کارکنان نیز از جمله مواردی است که بر توجیه اقتصادی طرح موثر است. خود کار نمودن سیستم در شرایط کاری سخت و در زمانی که تجهیزات در هنگام شب جابجا می‌شوند، یا در زمینهای پرشیب و مرطوب باید جابجا گردند، می‌تواند موجه تلقی شود.

### ۳-۱-۳-۵- تعمیرات و نگهداری

تعمیرات برخی از سیستم‌ها ساده‌تر و بعضی از آنها مشکل‌تر است. تعمیر و نگهداری برخی از سیستم‌ها می‌تواند تا حدودی به وسیله آبیاری انجام شود. در برخی دیگر صاحبان مرزعه می‌توانند از عهده تعمیرات و نگهداری برآیند و برخی دیگر از سیستم‌ها نظیر آفشان دوار یا متحرک خطی، لزوماً به تعمیرکاران حرفه‌ای که معمولاً تنها در مراکز خدمات پس از فروش دستگاهها وجود دارند، بهره‌مند گردند. بنابراین، استفاده از این وسائل در نقاط دور دست ممکن است که دارای توجیه اقتصادی نباشد زیرا که خطر از کار افتادن سیستم را افزایش می‌دهد. هزینه تعمیر و نگهداری روش‌های مختلف آبیاری تحت فشار نیز متفاوت است. در برخی از این سیستم‌ها نظیر آبیاری بارانی ثابت، هزینه‌های نگهداری بسیار کم و در حدود یک درصد ارزش اولیه آن در هر سال است، در حالیکه در سیستم‌های پیچیده‌تر، این هزینه‌ها بیشتر بوده و ممکن است به حدود ۶ درصد برسد.

### ۳-۱-۳-۶- هزینه آب

هزینه واحد حجم آب مصرفی، یکی از عوامل مهمی است که در توجیه پذیری اقتصادی طرح از اهمیت زیادی برخوردار است. به طور معمول، بازده آبیاری تحت فشار بیش از آبیاری سطحی است، بنابراین به ازای واحد سطح و یا به ازای واحد تولید محصول، آب کمتری مصرف می‌شود. هر چه قیمت آب بیشتر باشد، توجیه پذیری اقتصادی طرح‌های آبیاری تحت فشار افزایش می‌یابد و به عکس با پائین بودن آب بها، گرایش زارعین به اتلاف آب زیاد می‌شود.

### ۳-۱-۴- محدودیت های محیط زیست

در بررسی اثرات زیست محیطی طرح های آبیاری و زهکشی باید از طرفی اثرات پروژه بر محیط زیست و از سوی دیگر، اثر عوامل خارجی بر روی پروژه مورد توجه قرار گیرد. برخی از این اثرات در کلیه روش های آبیاری وجود دارد و برخی دیگر تنها از ویژگی های سیستم های آبیاری تحت فشار بشمار می رود. اصولاً فشرده شدن کشت موجب می شود که کود و سم بیشتری مصرف گردد. پیامد این کار، بدون شک، اثر تخریبی بر محیط زیست آب های سطحی و زیر زمینی است.

در آبیاری تحت فشار بالا رفتن بازدهی آبیاری موجب کاهش آب برگشتی می شود، آبی که اغلب در پائین دست توسط شبکه های آبیاری دیگر و یا حیات وحش مورد استفاده قرار می گیرد. استفاده از آب در بالادست می تواند موجب بروز اثرات منفی به صورت کاهش میزان آب در پائین دست و کاهش کیفیت آن گردد.

در آبیاری تحت فشار، انرژی بیشتری مصرف می شود. افزایش مصرف انرژی با افزایش آلودگی همراه است. افزایش مصرف انرژی موجب کاهش نیروی انسانی در بخش کشاورزی می شود و ممکن است از این طریق اثر نامناسبی بر جامعه بگذارد. سایر اثرات زیست محیطی طرح های آبیاری تحت فشار را می توان به شور شدن خاک، سدیمی شدن خاک، تغییر کیفیت آب بویژه برای پایین دست، کاهش احتمالی تنوع زیستی مناطق پائین دست، خشک شدن و یا کاهش آبدهی چاه های شرب و کشاورزی اراضی مجاور نسبت داد.

## فصل چهارم - به‌گزینی سامانه آبیاری تحت فشار

### ۴-۱- مقدمه

یکی از مهمترین اقدامات اولیه در مراحل طراحی سیستم آبیاری، انتخاب آگاهانه سیستم آبیاری است، زیرا اگر انتخابی درست صورت نگرفته باشد، حتی اگر سیستم آبیاری به خوبی طراحی شده باشد، برای هدف مورد نظر مناسب نیست. لازم به ذکر است که در فرآیند انتخاب، همواره باید توجه داشت که هدف این است که "بهترین و مناسب ترین سیستم" انتخاب شود، نه اینکه سیستمی انتخاب گردد که تنها بتواند از عهده کار برآید.

### ۴-۲- روش انتخاب سامانه آبیاری تحت فشار

روش انتخاب سیستم های آبیاری شامل پنج مرحله زیر می باشد:

- شناسایی اهداف توسعه و تأثیرات آن،
- مشخص کردن شرایط و مشخصات منطقه،
- غربال کردن سیستم های مختلف آبیاری به منظور انتخاب سیستم‌هایی که از لحاظ نوع ساختار بیشترین انطباق را با شرایط منطقه دارند،
- طراحی دقیق و تجزیه و تحلیل اقتصادی انواع غربال شده،
- مقایسه نتایج مرحله چهارم در برابر اهداف تعریف شده در مرحله یکم به منظور انتخاب نهایی.

### ۴-۲-۱- شناسایی اهداف توسعه

بدیهی است که هدف اصلی از هر پروژه، افزایش بازده اقتصادی آن است. پروژه های آبیاری نیز از این هدف کلی مستثنی نیستند، ولی این طرح ها گاهی اهداف دیگری را نیز پی می گیرند. در این راستا شک نیست که اهداف اجتماعی و زیست محیطی را نیز باید در نظر گرفت.

### ۴-۲-۱-۱- هدفهای اقتصادی

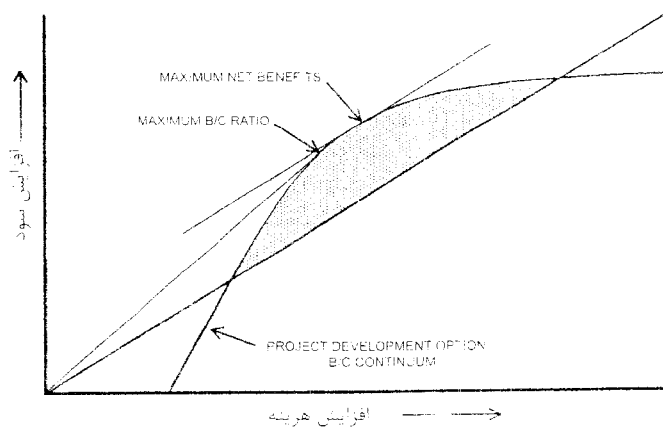
طرحها از نظر بازده اقتصادی می‌توانند به دو صورت ارزیابی شوند:

- حداکثر بازده سرمایه گذاری ( حداکثر نسبت درآمد به هزینه یا  $B/C$  )،
- حداکثر سود خالص ( حداکثر اختلاف بین درآمد و هزینه یا  $B-C$  ) .

با توجه به شکل ۴-۱، حداکثر بازده سرمایه هنگامی بدست می آید که نسبت  $B/C$  بیشترین مقدار خود را داشته باشد. این نقطه با گذراندن خطی مماس بر منحنی از مرکز مختصات بدست می آید. حداکثر سود خالص ( $B-C$ ) در نقطه ای بدست می‌آید که خطی که به موازات خط  $B/C=1$  کشیده شده، بر آن مماس گردد. بنابراین حداکثر شدن  $B/C$  در نقطه ای بر



منحنی و حداکثر شدن B-C در نقطه ای دیگر اتفاق می افتد. منحنی به طور معمول خط  $B/C = 1$  را در دو نقطه قطع می کند. سطح ایجاد شده بین این دو نقطه تقاطعی و منحنی، نشان دهنده این است که در آمدها از هزینه ها بیشتر می شود. هنگام مقایسه روش های مختلف آبیاری تحت فشار نباید تنها به ملاحظات ظاهری اقتصادی اکتفا کرد بلکه باید نکات قوت و ضعف اجتماعی و زیست محیطی را نیز مد نظر قرار داد. این امر ممکن است طراح را متقاعد کند که در پی حداکثر بازده اقتصادی نباشد. در این راستا باید به محدودیت های مالی و اقتصادی نیز توجه کرد. به عنوان نمونه، چنانچه سرمایه اولیه به اندازه کافی نباشد، کاهش هزینه های سرمایه ای ضروری است. نتیجه این امر، افزایش هزینه های جاری در تمامی طول عمر طرح خواهد بود.



شکل ۴-۱- پویش منحنی B/C برای تحلیل طرح های توسعه

#### ۴-۱-۱-۱-۲-۱- ملاحظات اجتماعی و زیست محیطی

اهداف اجتماعی آنهایی هستند که بخشی از جامعه را به طریقی به توسعه پروژه مربوط می سازند. از اهداف آشکار اجتماعی طرح ها می توان اشتغال، افزایش تولیدات کشاورزی و محدود کردن واردات و استفاده از ابزار و وسائلی که در منطقه تولید می شود را نام برد. اهداف زیست محیطی، اثرات سودمند آبیاری بر محیط زیست و در مقابل، اثرات منفی آبیاری را در کنار محدودیت های محیطی بررسی می کند.

موضوع کیفیت آب ممکن است که طراح را مجبور کند تا روش هایی را انتخاب کند که در آن رواناب یا نفوذ عمقی کم باشد. گاهی نیز ممکن است که حفظ محل سکونت حیوانات وحشی در محل پروژه مورد نظر باشد. چنانچه در موضوعات زیست محیطی هدف یا محدودیت خاصی مورد نظر باشد، ممکن است که بر انتخاب سیستم های آبیاری تأثیر بگذارد.

اهداف اجتماعی و زیست محیطی ممکن است با اهداف اقتصادی مغایرت داشته باشند. بنابراین در تجزیه و تحلیل های اقتصادی باید این اهداف را نیز وارد کرد.

#### ۴-۲-۲- شرایط منطقه‌ای

در انتخاب سیستم آبیاری، دانستن ویژگی‌های منطقه‌ای ضروری است. دانستن این ویژگی‌ها نه تنها در انتخاب سیستم آبیاری مناسب است، بلکه در طراحی سیستم نیز حائز اهمیت است. به عکس، نداشتن شناخت کافی از یک منطقه می‌تواند باعث انتخاب یک سیستم نامناسب شود. بنابراین قبل از شروع به کار در یک منطقه، شناخت ویژگی‌های منطقه و حتی جمع‌آوری جزئیاتی در مورد مسائل ساختاری، اقتصادی و شرایط فیزیکی منطقه از اهمیت برخوردار است. در بسیاری از طرح‌ها، درک نادرست از شرایط منطقه‌ای و وضعیت اقتصادی، منجر به شکست شده است، در حالیکه برخی از آنها از نظر فیزیکی کاملاً درست طراحی شده‌اند.

#### ۴-۲-۳- ملاحظات ساختاری و یا ملاحظات کلی

یکی از عواملی که باید در انتخاب سیستم‌های آبیاری مورد توجه قرار گیرد، ملاحظات ساختاری است. ملاحظات ساختاری عبارت از واکنش‌های متقابل مردم و سیستم آبیاری نسبت به یکدیگر است. تحلیل این روابط بسیار مشکل است و به همین دلیل نیز کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

در انتخاب سیستم‌های آبیاری قبل از هر گونه اقدامی، حتی قبل از توجه به مسائل فنی و اقتصادی، باید ملاحظات ساختاری را مورد توجه قرار داد. در ملاحظات ساختاری، توجه به مسائل سیاسی، حقوقی و مقررات از بیشترین اهمیت برخوردار است. این مسائل شامل اصلاحات ارضی، حقاچه‌ها، اجازه امکان استفاده از آب برگشتی زهکشی، مقررات مالیاتی، انگیزه‌های مالی و یارانه‌های دولت و پروانه‌های ساخت است.

وجود کارکنان آموزش دیده متناسب با نیازهای سامانه‌های آبیاری تحت فشار، اعم از کارگران، آبیاران و مدیران از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. چنانچه کارگر کم باشد، استفاده از سیستم‌های کارگربر توصیه نمی‌شود، به عکس باید سامانه‌هایی را پیشنهاد کرد که تعداد کارگر مورد نیاز را به حداقل می‌رساند، حتی اگر تحلیل اقتصادی، خلاف آن را نشان دهد. توجه به ملاحظات کلی، بویژه در کشورهای در حال توسعه و بخصوص در مورد سیستم‌های مدرن و پیچیده بسیار اهمیت دارد. از میان این عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

**قابلیت استفاده مشترک:** یکی از مسائل بسیار مهم این است که آیا کشاورزان می‌توانند از یک سیستم آبیاری تحت فشار به صورت مشترک (مشاع) استفاده کنند یا خیر؟

**تعمیر و نگهداری:** یکی دیگر از مسائل، دسترسی به قطعات یدکی و امکان تعمیرات و هزینه‌های مربوط به آن است.

- **خطر از کار افتادگی سیستم:** یکی دیگر از مواردی که باید مورد توجه قرار گیرد، خطرات ناشی از از کار افتادگی کلی سیستم برای مدت زمانی مشخص است.

- **مهارت کارکنان:** درجه مهارت مورد نیاز برای کارکرد تمامی سیستم‌های آبیاری تحت فشار یکسان و همانند نیست، بلکه برخی به مهارت بیشتر و بعضی به مهارت کمتر نیازمند هستند.

- **دوام:** سیستم‌های مختلف آبیاری تحت فشار، دوام و ظرافت و شکنندگی متفاوتی دارند، برخی از آنها مقاوم تر و با دوام تر و گروهی ظریف تر و شکننده ترند.

جدول ۴-۱ عوامل یاد شده در بالا را برای کشورهای در حال توسعه طبقه بندی کرده است. در زیر توضیحاتی در مورد مفاد این جدول ارائه گردیده است.

#### ۴-۲-۴- قابلیت تقسیم یا قابلیت استفاده مشترک

برخی از سیستم‌های آبیاری تحت فشار، اصولاً برای مزارع نسبتاً بزرگ مناسب هستند. چنانچه در نظر گرفته شود که مزارع کشورهای در حال توسعه، به طور معمول در حدود ۰/۲ تا ۵ هکتار وسعت دارند، این سیستم‌ها نمی‌توانند به صورتی منفرد و بدون استفاده مشترک مورد بهره برداری قرار گیرند. در اراضی کوچک و نامنظم، حتی روش‌هایی از آبیاری تحت فشار که می‌توانند به قسمت‌های کوچکتر تقسیم شوند نیز با دشواری و با هزینه زیاد قابل پیاده شدن هستند. در جدول ۴-۱ سه نوع تقسیم بندی برای این موضوع در نظر گرفته شده است:

- **همواره:** برای سیستم‌هایی که می‌توانند به طور اقتصادی برای همه اندازه قطعات مناسب باشند،
- **تا حدودی:** برای سیستم‌هایی که با سختی و یا با هزینه زیاد می‌توان آنها را برای هر اندازه قطعه ای آنها را مناسب ساخت،
- **غیر ممکن:** برای سیستم‌هایی که تنها مناسب قطعات بزرگ هستند و اصولاً قابل تقسیم به شمار نمی‌آیند.

نیاز سازمان نیروی انسانی، تابعی از قابلیت تقسیم است. مدیریت سیستم‌هایی که "همواره" قابلیت تقسیم دارند را می‌توان به عهده بهره بردار گذاشت. سامانه‌هایی که "تا حدودی" قابلیت تقسیم دارند، به طور معمول مدیریت مشترکی را در مورد پمپ و خط انتقال طلب می‌کنند ولی در بقیه قسمت‌ها می‌توانند مدیریت فردی داشته باشند. سیستم‌هایی که قابلیت تقسیم آنها "غیرممکن" است، لزوماً باید به وسیله سازمانی واحد اداره شوند. این سازمان می‌تواند از گروه بهره برداران و یا از شرکت تعاونی تشکیل شده باشد. در مواقعی که از یک سیستم پمپاژ بزرگ مرکزی و سیستم توزیع آب به صورت تحت فشار استفاده می‌شود، نیز باید از مدیریت سازمانی بهره‌گیری کرد.

#### ۴-۲-۵- سطح تعمیرات مورد نیاز

سطح تعمیرات مورد نیاز، به طور معمول، نشان دهنده پیچیدگی فناوری مورد نظر است. در جدول ۴-۱ چهار نوع تقسیم بندی برای این موضوع در نظر گرفته شده است:

- **زارع:** برای سیستم‌هایی که نیازهای تعمیراتی آنها زیاد و دشوار نیست و به طور معمول می‌تواند به وسیله شخص زارع عملی شود،
- **مدیر یا مالک:** برای سیستم‌هایی که به طور معمول می‌توان آنها را در داخل مزرعه تعمیر کرد ولی شخص زارع از عهده این کار بر نمی‌آید، بلکه به شخصی با مهارت بیشتر نیازمند است،
- **تعمیرگاه:** برای سیستم‌هایی که برای تعمیرات باید به تعمیرگاهی اعزام شوند که امکانات محدودی برای تعمیر وسائل و لوازم آبیاری در دست دارند،

- **نمایندگی:** برای سیستم‌هایی که برخی از عمیرات مورد نیاز آنها در داخل تعمیرگاه قابل انجام نباشد و برای اصلاح سیستم باید به نمایندگی مراجعه کرد.

#### ۴-۲-۶- خطرات

ریسک یا خطر نشان‌دهنده درجه ای از خسارت است که به هنگام خرابی سیستم‌های آبیاری پیش می‌آید. در جدول ۴-۱ سه نوع تقسیم بندی برای این موضوع در نظر گرفته شده است:

- **ریسک کم:** برای سیستم‌های آبیاری سطحی که خرابی آنها در سطح مزرعه، مشکلات زیادی را ایجاد نمی‌کند،
- **ریسک متوسط:** برای سیستم‌هایی از آبیاری تحت فشار که خرابی بخشی از سیستم، موجب خرابی کل سیستم نمی‌شود؛
- **ریسک زیاد:** برای دستگاه‌های آبیاری بارانی و روش‌های آبیاری میکرو که به تصفیه دقیق نیازمند هستند به کاربرده می‌شود. خرابی عمده در دستگاه‌های آبیاری بارانی موجب می‌شود که کل سیستم به یک باره از کار بیفتد، همین‌طور خرابی سیستم تصفیه آبیاری میکرو نیز کل سیستم را در معرض خطر شدید قرار می‌دهد. این خرابی‌ها ممکن است باعث شود که کل محصول از بین برود.

#### ۴-۲-۷- مدیریت، بهره برداری و نگهداری

مدیریت، بهره برداری و نگهداری برای روش‌های آبیاری به یکدیگر وابسته هستند و می‌توان همه آنها را در قالب مشکلات مدیریت دید. در این میان می‌توان به مهارت لازم برای بهره برداری و نگهداری، سطح پشتیبانی مورد نیاز برای تعمیرات و تدارک قطعات یدکی و سایر فناوری‌هایی که برای اقتصادی کردن آبیاری و پایداری آن ضرورت دارد، اشاره کرد. در جدول ۴-۱ سطح مهارت مورد نیاز برای رسیدن به راندمان مطلوب بیان می‌گردد. علاوه بر این، سطح مهارت به امکانات خدمات پشتیبانی برای نگهداری و سرویس لوازم آبیاری نیز مربوط می‌شود:

- **ساده:** در این حالت، تنها داشتن مهارتی اندک می‌تواند پاسخگوی سیستم آبیاری باشد،
- **متوسط:** در این حالت، داشتن مهارت قابل توجهی برای اداره سیستم آبیاری مورد نیاز است،
- **زیاد:** در این حالت، علاوه بر داشتن مهارت زیاد، دارا بودن تجربه کار در سطح مزرعه برای مدیریت جریان آب و یا استقرار سیستم‌های آبیاری مورد نیاز است،
- **پیچیده:** نشان‌دهنده پیچیدگی مدیریت و لزوم استفاده از مدیری در سطح بالایی مهارت است.

در جدول ۴-۱ در زمینه کار مورد نیاز نیز تقسیم بندی انجام شده است. ارقام ۱ تا ۱۰ نشان‌دهنده درجه سختی و میزان کاری است که برای مدیریت، بهره برداری و نگهداری سیستم‌های مختلف آبیاری مورد نیاز است. به این ترتیب مثلاً عدد ۱ نشان‌دهنده میزان کار کم و ۱۰ بیشترین مقدار کار است. این ارقام می‌تواند تقریباً برابر تعداد نفر روز کار در ماه برای بهره برداری از سیستم باشد.

#### ۴-۲-۸- دوام تجهیزات

- در جدول ۴-۱ به دوام تجهیزات و لوازم آبیاری اشاره شده است. این موضوع، در عین حال نشاندهنده خطر خرابی سیستم و میزان نیاز به لوازم یدکی و تعمیرات نیز هست. تقسیم بندی دوام تجهیزات به شرح زیر است:
- **ماندگار:** برای روش های آبیاری سطحی به کار برده شده است، زیرا که هیچ وقت به اندازه ای خراب نمی شوند که کاملاً سیستم را از کار بیندازند،
  - **بسیار با دوام:** برای روش های کم فشار به کار می رود که در آن، قطعات مکانیکی نیازمند تعمیرات بسیار کم است ( به غیر از پمپ) و عملاً هرگز از کار نمی افتند،
  - **با دوام:** به سیستم هایی اطلاق می شود که بندرت خراب می شوند و نیازمند رسیدگی خیلی دقیق نیستند، اما به لوازم یدکی و سرویس نیازمند هستند،
  - **کم دوام:** برای دستگاه های آبیاری که نیازمند رسیدگی زیاد بوده، به قطعات یدکی زیادی نیز نیاز دارند و سرویس منظم و مرتبی را می طلبند، بکار برده شده است،
  - **شکندنده:** برای روش هایی به کار برده شده است که قطعات و لوازم ظریفی داشته و چنانچه مدیریت مطلوبی بر آنها اعمال نشود و یا به موقع تعمیر نشود، به سیستم خسارت زیادی وارد کنند و برای سر پا نگهداشتن سیستم به نگهداری قطعات یدکی زیاد در انبار نیازمند هستند. این روش ها به سرویس چندانی نیاز ندارند.

#### ۴-۲-۹- ملاحظات فیزیکی

پارامترهای مکانی چه در مرحله انتخاب سیستم های آبیاری و چه در مراحل طراحی مورد نیاز هستند. دانستن چگونگی کار سیستم های مختلف در شرایط مختلف، از مهمترین مسائل بشمار می رود. اغلب پارامترهای مکانی کاملاً بدیهی و معلوم هستند و اتخاذ تصمیم در مورد انتخاب روش مناسب آبیاری با توجه به ویژگیهای فیزیکی، کار چندان دشواری نیست. جدول ۴-۲ که توسط Jensen در سال ۱۹۸۰؛ Bliesner, Merriam در سال ۱۹۸۸ ارائه شده است، پارامترهای مکانی مورد نیاز را نشان می دهد.

#### ۴-۲-۱۰- ملاحظات اقتصادی

ملاحظات اقتصادی هسته و محور اصلی انتخاب سیستم های آبیاری است. گرچه سایر ملاحظات نیز از اهمیت زیادی برخوردارند، ولی همگی آنها به نحوی با ملاحظات اقتصادی ارتباط دارند. قبل از آغاز تحلیل اقتصادی، باید مبانی مطالعات مشخص و معین شود. پارامترهای اقتصادی را می توان به دو گروه کلی تقسیم بندی کرد:

- عواملی مرتبط با منطقه،
- عوامل مرتبط با سیستم.

عواملی مرتبط با منطقه به آن دسته از پارامترهایی گفته می شود که تحت تأثیر سیستم نیستند ولی برای تحلیل های اقتصادی ضروری هستند. این پارامترها شامل نرخ بهره (اسمی و واقعی)، هزینه های کارگری، هزینه های انرژی، نرخ تورم

انرژی، نرخ تورم کلی، هزینه آب، ارزش زمین، مالیات املاک و بازگشت سود حاصل از سرمایه‌گذاری برای هر یک از گیاهان می‌باشد.

وابستگی‌های سیستمی به آن دسته از پارامترها گفته می‌شود که مستقیماً به سیستم مربوط می‌شود. این پارامترها شامل هزینه‌های اجزای سیستم، هزینه‌های انرژی، کار و نگهداری سیستم می‌باشد.

نرخ سود را اغلب به نرخ اسمی و نرخ واقعی تقسیم می‌کنند. نرخ اسمی همان نرخ است که مؤسسات مالی در هر زمان از مشتریان خود دریافت می‌کنند. نرخ اسمی شامل تورم، ریسک، هزینه‌های مدیریت و سود مورد نظر مؤسسه اعتباری است. نرخ واقعی شامل نرخ اسمی بدون در نظر گرفتن تورم است. از نرخ واقعی برای مشخص کردن سهم هزینه‌های سالانه از هزینه‌های سرمایه‌ای استفاده می‌شود، هزینه‌هایی نظیر ارزش زمین و ارزش اضافی ناشی از بهبود و توسعه اراضی همانند تسطیح زمین که به مرور زمان به ارزش آنها اضافه می‌شود. در عوض، هنگامی که ارزش کالایی در اثر استهلاک کاهش می‌یابد، از نرخ اسمی استفاده می‌شود. هنگام مقایسه اقتصادی سیستم‌های مختلف آبیاری باید به ارزش زمین نیز توجه شود. به‌عنوان مثال، در سیستم آبفشان دوار که تمامی قطعه را آبیاری نمی‌کند، باید ارزش زمین تمامی قطعه در محاسبات منظور شود. بازگشت مالی ناشی از آبیاری محصولات مختلف باید پس از کسر هزینه‌های تولید و هزینه‌های مربوط به زمین محاسبه گردد. برای مقایسه نسبی اقتصادی سیستم‌های آبیاری با یکدیگر، یکنواختی توزیع سامانه‌های مختلف که منجر به عملکرد متفاوتی می‌گردد نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۴-۱- عوامل مهم انتخاب سیستم‌های آبیاری در کشور های توسعه یافته

عوامل موثر بر انتخاب سیستم						
روش آبیاری	قابلیت تقسیم	سطح تعمیرات	ریسک	مدیریت، تعمیرات و نگهداری		دوام تجهیزات
				کار مورد نیاز	درجه مهارت	
<b>سطحی</b>						
آبخوری از کفالی	همواره <sup>۱</sup>	مدیر یا مالک	پایین	زیاد	۵	ممتدگار
	همواره <sup>۱</sup>	زارع	پایین	زیاد	۶	ممتدگار
	همواره <sup>۱</sup>	زارع	پایین	متوسط	۱۰	ممتدگار
آبخوری از لوله و پمپ	تا حدودی <sup>۱</sup>	تعمیرگاه	متوسط	زیاد	۳	بسیار با دوام
	تا حدودی <sup>۱</sup>	تعمیرگاه	متوسط	زیاد	۳	بسیار با دوام
	تا حدودی <sup>۱</sup>	تعمیرگاه	متوسط	زیاد	۶	بسیار با دوام
<b>بارانی</b>						
خط جاتی	همواره	تعمیرگاه	متوسط	ساده	۹	با دوام
	تا حدودی <sup>۱</sup>	تعمیرگاه	متوسط	متوسط	۵	با دوام
	تا حدودی <sup>۱</sup>	تعمیرگاه	بالا	متوسط	۶	با دوام
	غیر ممکن	نمایندگی	بالا	زیاد	۵	شکندنده
	همواره <sup>۱</sup>	زارع	متوسط	ساده	۱۰/۷	با دوام
	تا حدودی <sup>۱</sup>	نمایندگی	بالا	زیاد	۴	کم دوام
	غیر ممکن	نمایندگی	بالا	پیچیده	۱	کم دوام
	غیر ممکن	نمایندگی	بالا	پیچیده	۲	کم دوام
	همواره <sup>۱</sup>	تعمیرگاه	متوسط	متوسط	۵	با دوام
	همواره <sup>۱</sup>	زارع	متوسط	متوسط	۱	با دوام
<b>میکرو</b>						
توزیع نقطه‌ای	همواره <sup>۱</sup>	مدیر یا مالک	بالا	پیچیده	۲	شکندنده
	همواره <sup>۱</sup>	مدیر یا مالک	متوسط	پیچیده	۲	با دوام
	همواره <sup>۱</sup>	مدیر یا مالک	پایین	پیچیده	۴	بسیار با دوام
	همواره <sup>۱</sup>	زارع	پایین	ساده	۱۰	بسیار با دوام
توزیع خطی	همواره <sup>۱</sup>	مدیر یا مالک	بالا	پیچیده	۵	شکندنده
	همواره <sup>۱</sup>	مدیر یا مالک	بالا	پیچیده	۳	شکندنده

مناسب برای شکل غیر منظم زمین

از آنجا که انرژی مورد نیاز نقش مهمی در انتخاب سیستم‌های آبیاری دارد، باید به عامل تورم نرخ انرژی نیز توجه کرد. برای درک صحیح تر از اوضاع اقتصادی، باید نرخ تورم کلی که شامل هزینه های کارگری و آب می شود را نیز در نظر گرفت. عوامل مربوط به سیستم شامل هزینه اجزای سیستم، عمر اجزای سیستم، هزینه های کارگر، انرژی و نگهداری است. سیستم‌های مدرن آبیاری، به طور معمول، قبل از اینکه به آخر عمر فیزیکی خود برسند، به علت قدیمی شدن و معرفی فناوری های جدید، از رده خارج می شوند. به عنوان مثال، لوله پی وی سی ممکن است عمری بین ۵۰ تا ۱۰۰ سال داشته باشد، اما سیستم آبیاری را باید قبل از این مدت عوض کرد. بنابراین، عمر طرح قبل از پایان عمر اجزای آن به سر می آید.

### ۳-۴- انتخاب اولیه گزینه های روش آبیاری

پس از مشخص شدن اهداف و داده های جمع آوری شده، تمامی سیستم های ممکن آبیاری مورد انتخاب قرار می گیرند. فرآیند کامل انتخاب، به زمان زیادی نیاز دارد. علاوه بر این، بررسی برخی از انواع سیستم ها که در راستای هدف با شرایط منطقه تناسب ندارند، ضرورتی ندارد. با تجربه و شناخت کافی از منطقه، می توان براحتی برخی از سیستم‌هایی که با هدف مورد نظر انطباق ندارد را حذف کرد و فقط بررسی را به روش هایی محدود کرد که به هدف مورد نظر نزدیک باشند.

### ۴-۴- طراحی جزئیات و تجزیه و تحلیل اقتصادی

پس از اینکه کلیه سیستم‌هایی که مناسب تشخیص داده شده اند، مشخص شدند، قدم بعدی، تکمیل داده ها و تحلیل دقیق تر اقتصادی برای هر یک از گزینه های منتخب است. چنانچه تعداد سیستم‌هایی که بالقوه مناسب تشخیص داده شده‌اند، زیاد باشد، می توان انتخاب نهایی را به دو مرحله مجزا تقسیم کرد که در اولین مرحله، یک بار دیگر گزینه ها غربال می شوند و در نهایت مطالعه دقیق بر روی گزینه های رقیب انجام می شود. پس از تکمیل آرایش لوله‌ها و انجام طراحی، تحلیل کامل اقتصادی با در نظر گرفتن محدودیت ها و اهداف انتخابی انجام می شود تا مقایسه گزینه ها ممکن شده و انتخاب نهایی صورت گیرد.

ساده ترین راه تحلیل اقتصادی، مقایسه بر اساس هزینه های سالانه است. مقایسه هزینه ها و درآمدهای هر یک از سیستم‌ها، می تواند بر این اساس صورت گیرد. پس از تکمیل طراحی، جمع هزینه های سالانه هر یک از سیستم‌ها بدست می آید و به موازات آن جمع درآمدهای سالانه نیز مشخص می شود. با داشتن این دو عامل می توان نسبت B C را پیدا کرد.

### ۴-۴-۱- هزینه های سالانه

برای تعیین هزینه های سرمایه ای سالانه از ضریب برگشت سرمایه<sup>۱</sup> (CRF) استفاده می شود. در این رابطه، عمر هر یک از اجزای سیستم و نرخ اسمی بهره در نظر گرفته می شوند. عمر اجزای مختلف سیستم آبیاری در جدول ۳-۴ نشان داده شده است.

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (1-4)$$

که در آن:

CRF = ضریب بازگشت سرمایه،

i = نرخ بهره (اعشاری)،

n = تعداد سالهای عمر طرح است.

جدول ۴-۲ - عوامل لازم برای انتخاب روش مناسب آبیاری با توجه به شرایط فیزیکی منطقه

<p><b>زمین:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• شکل مزرعه</li> <li>• موانع</li> <li>• توپوگرافی</li> <li>• خاک</li> <li>○ بافت</li> <li>○ یکنواختی</li> <li>○ عمق</li> <li>○ سرعت نفوذ</li> <li>○ ظرفیت نگهداری آب در خاک</li> <li>○ فرسایش پذیری</li> <li>○ شوری</li> <li>○ قابلیت زهکشی</li> <li>○ مقاومت در مقابل فشار</li> <li>○ خطر سیل گیری</li> <li>○ سطح آب زیرزمینی</li> </ul>	<p><b>گیاه:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• نوع گیاه</li> <li>• تناوب گیاهی</li> <li>• ارتفاع گیاه</li> <li>• روش های داشت</li> <li>• پتانسیل دچار شدن به بیماری</li> <li>• افات</li> <li>• نیاز آبی</li> <li>• بهبود شرایط آب و هوایی</li> </ul>
<p><b>آب و هوا:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• بارش</li> <li>• دما</li> <li>• وضعیت یخبندان</li> <li>• رطوبت</li> <li>• باد</li> </ul>	<p><b>آب:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• منبع آب</li> <li>• مقدار آب</li> <li>• کیفیت آب</li> <li>○ شوری</li> <li>○ رسوب</li> <li>○ مودالی</li> </ul> <p>قابلیت اعتماد آبرسانی:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• برنامه زمانی</li> <li>• تناوب</li> <li>• مقدار آب</li> <li>• مدت</li> </ul>

برای اقلام سرمایه ای نظیر قیمت زمین که به آنها استهلاک تعلق نمی‌گیرد، باید از نرخ بهره واقعی استفاده کرد.



میانگین هزینه های نگهداری نیز باید در تحلیل اقتصادی دخالت داده شوند. در جدول ۳-۴ هزینه های سالانه تعمیرات و نگهداری نیز نوشته شده است. در این جدول، هزینه های نگهداری بر مبنای هزینه های سرمایه ای اولیه اقلام مهم سیستم آبیاری ارائه شده است. چنانچه تخمین های دقیق تری در منطقه وجود نداشته باشد، می توان از این ارقام استفاده کرد. هزینه های انرژی با در نظر گرفتن نیاز به انرژی سالانه و هزینه انرژی در محل طرح بدست می آید. هنگامی که سهم سالانه EAE<sup>۱</sup> هزینه انرژی در طول عمر طرح بدست آمد، تورم نرخ انرژی نیز در آن دخالت داده می شود. برای انجام این کار از عامل استفاده می شود تا بتوان دو یا چند سیستم را با یکدیگر مقایسه کرد.

$$EAE = \left[ \frac{(1+e)^n - (1+i)^n}{(1+e) - (1+i)} \right] \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (۳-۴)$$

که در آن:

e = نرخ معادل سالانه تورم قیمت انرژی (اعشاری)،

i = نرخ بهره یا ارزش زمانی پول (اعشاری)،

n = تعداد سالهای عمر طرح.

بدیهی است که از این عامل تنها در صورتی استفاده می شود که نرخ تورم در هزینه های سوخت و انرژی با نرخ کمی تورم متفاوت باشد. پیش بینی تورم کاری است دشوار، بنابراین گاهی اصولاً در محاسبات اقتصادی منظور نمی شود. علاوه بر موارد یاد شده، هزینه های کارگری نیز باید در نظر گرفته شود. نیاز کارگری سیستم های مختلف آبیاری در جدول ۴-۴ نشان داده شده است. در این جدول، ارقام بر حسب نفر - ساعت در هکتار در هر نوبت آبیاری ارائه شده است. این هزینه های کارگری دیگری نیز برای بر پا کردن سیستم در ابتدای فصل و جمع آوری و انبار آن در انتها وجود دارد. این هزینه ها نیز در جدول مذکور نشان داده شده است. مقدار کارگر ارائه شده در این جدول تنها به منظور بهره برداری است و هزینه های نگهداری در آن نشان داده نشده است. هزینه های مربوط به نگهداری در یک ستون در جدول ۳-۴ به صورت درصدی از هزینه های سرمایه ای اولیه ارائه شده است.

برای تعیین هزینه های کارگری باید تعداد کارگر - ساعت در هکتار را از جدول ۴-۴ پیدا کرده و با در نظر گرفتن تعداد دفعات آبیاری و قیمت کارگر در منطقه، هزینه های مربوط را بدست آورد. اگر دو یا چند سیستم که در آنها نیاز کارگری اختلاف زیادی دارد، با یکدیگر مقایسه اقتصادی می شوند، بهتر است که نرخ تورم در هزینه های کارگری نیز در محاسبات دخالت داده شود. در این صورت می توان از رابطه ای همانند رابطه فوق استفاده کرد. با این تفاوت که در آن به جای نرخ تورم قیمت انرژی، از نرخ تورم هزینه های کارگری استفاده کرد. بدیهی است که باید در پیش بینی نرخ تورم دقت کافی داشت، در غیر این صورت ممکن است نتایج بدست آمده قابل اعتماد نباشد.

سایر هزینه های سالانه شامل مالیات تجهیزات آبیاری (در صورت وجود) و هزینه های آب بها است. اگر این هزینه ها نیز مشمول تورم می شوند، باید این موضوع نیز همانند انرژی و کارگر مورد توجه قرار گیرد.

<sup>۱</sup> - Equivalent Annual Energy Cost

جدول ۴-۳- عمر اقتصادی و هزینه های نگهداری اجزای مختلف سیستم های آبیاری

هزینه های نگهداری سالانه (در صد هزینه های سرمایه ای) <sup>۱</sup>	عمر طرح ۲۰۱ (سال)	نوع سیستم و اجزای آن
<b>آبیاری بارانی</b>		
		خط جانبی
۲	۱۵	جابجایی دستی
۳	۱۰	با کشش انتهایی (نه کش)
۲	۱۵	آفشان غلطان
۴	۱۵	Side Move
۳	۵/۲۰	شیلنگی
۶	۱۰	فرقره ای
		دوار مرکزی
۵	۱۵	استاندارد
۶	۱۵	با گوشه پاش
۶	۱۵	آفشان خطی ثابت
۲	۱۵	با جانبی متحرک
۱	۲۰	ثابت دائمی
<b>آبیاری میکرو</b>		
توزیع نقطه ای		
۳	۱۰/۲۰	قطره ای
۳	۱۰/۲۰	پاششی
۲	۱۵	فواره ای
۲	۷/۲۰	غرقابی شیلنگی
توزیع خطی		
۳	۱۰/۲۰	با استفاده مجدد
۳	۱/۲۰	یکبار مصرف
<b>سایر اجزا</b>		
۱	۲۰-۴۰	لوله اصلی پی وی سی مدفون
۱	۱۰-۲۰	لوله اصلی فولادی
۲	۱۰-۲۰	لوله اصلی آلومینیومی
۳	۱۵	پمپ الکتریکی
۶	۱۰	پمپ دیزلی یا گازی
۱	۲۵	چاه

<sup>۱</sup> هنگامی که دو عمر متفاوت با علامت خط مورب نشان داده شده اند، اولی مربوط به اجزایی است که روی زمین قرار می گیرد و دومی مربوط به زیر زمین است.

<sup>۲</sup> این ارقام تقریبی هستند و از Keller (۱۹۹۰) و Bliesner and Merriam (۱۹۸۸) برگرفته شده اند. در صورت وجود ارقام تجربی منطقه ای باید از آن استفاده کرد.

جدول ۴-۴- میانگین نیروی کارگری مورد نیاز برای سیستم آبیاری تحت فشار

نوع سیستم	زمان مورد نیاز برای برپا کردن و جمع کردن سیستم قبل و بعد از فصل آبیاری <sup>۱</sup> (نفر- ساعت در هکتار)	زمان مورد نیاز برای هر نوبت آبیاری (نفر- ساعت در هکتار)
آبیاری بارانی		
آفشان دوار	۰/۱۲	۰/۰۵ <sup>۲</sup>
آفشان خطی		
تغذیه از نهر	۰/۱۲	۰/۱۰
تغذیه از شیلنگ	۰/۱۵	۰/۱۵
تغذیه از لوله	۰/۱۲	۰/۰۷
بال متحرک	۰/۴۹	۰/۶۲
آفشان علتان	۰/۲۵	۰/۸۶
قرقره ای	۰/۲۵	۰/۶۲
جابجایی دستی	۰/۲۵	۱/۷۳
شیلنگی	۰/۲۵	۲/۰۰-۱/۲۵
ثابت		
با بال متحرک	۲/۴۷ <sup>۳</sup>	۰/۱۵
ثابت دائمی	۰/۲۵	۰/۱۵
موضعی		
توزیع نقطه ای		
قطره ای	۰/۲۵	۰/۰۵ <sup>۴</sup>
پاششی	۰/۲۵	۰/۰۵ <sup>۴</sup>
توزیع خطی		
با استفاده مجدد	۳/۴۰	۰/۰۵ <sup>۴</sup>
یکبار مصرف	۲/۰۰ <sup>۵</sup>	۰/۰۵ <sup>۴</sup>

۱- مقدار نشان داده شده برای هر بار برپا کردن سیستم و یا جمع آوری و انبار کردن است

۲- با در نظر گرفتن ۲۵ میلی متر خالص آبیاری در هر نوبت

۳- به این ارقام باید ۲/۴۷ سات برای هر بار انتقال در طول فصل آبیاری اضافه شود

۴- بر اساس یک ساعت در روز برای هر ۶۰ هکتار و با تناوب آبیاری ۲ روز

۵- بر اساس اینکه لوله ها به کمک ماشین در ابتدای فصل روی زمین قرار گیرند

#### ۴-۲-۴- درآمد‌ها

درآمدها از قیمت فروش محصولات تولیدی بدست می‌آیند. چنانچه سیستم‌های مورد مقایسه، دارای یکنواختی کاربرد آبی با تفاوت قابل ملاحظه باشند، باید عملکرد گیاهان با توجه به یکنواختی کاربرد آب، اصلاح و تعدیل گردد. برای انجام این محاسبات، ناخالص درآمد و هزینه های تولید هر گیاه مورد نیاز است. اگر عملکرد گیاه در روش های مختلف آبیاری تفاوت قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر نداشته باشد، می‌توان خالص سود حاصل از کشت هر گیاه را بکار برد. سود خالص از کسر کردن میانگین هزینه های سالانه از میانگین درآمد سالانه بدست می‌آید. چنانچه هدف طرح، حداکثر کردن خالص سود باشد، سیستمی مورد پذیرش قرار می‌گیرد که (B-C) آن حداکثر مقدار را داشته باشد.

نسبت سود به هزینه (B/C) حاصل تقسیم سود سالانه به هزینه سالانه است. چنانچه هدف طرح، حداکثر کردن سود نسبت به هزینه انجام شده باشد، سیستمی مورد پذیرش و انتخاب قرار می‌گیرد که حداکثر B/C را داشته باشد. مواردی اتفاق می‌افتد که در آن یکی از سیستم‌های آبیاری B-C حداکثر و دیگری B/C حداکثر را داشته باشد. در این صورت سیستم بهتر، سیستمی است که با اهداف مورد نظر تطابق بیشتری داشته باشد.

#### ۴-۳-۴- انتخاب نهایی

سیستمی که بتواند تطابق بیشتری با اهداف توسعه طرح داشته باشد، مورد انتخاب نهایی قرار خواهد گرفت. همانطور که گفته شد، در انتخاب اولیه، سیستم‌هایی که اهداف غیر اقتصادی را تأمین نمی‌کنند، حذف می‌شوند، بنابراین انتخاب نهایی تنها از میان گزینه‌هایی صورت می‌گیرد که باید از نظر اقتصادی با یکدیگر مقایسه شوند. به عبارت دیگر سیستمی مورد انتخاب نهایی قرار خواهد گرفت که بسته به اهداف طرح، حداکثر B-C و یا حداکثر B/C را داشته باشد.

در برخی موارد، پاسخ کاملاً واضح و روشن است، به عبارت دیگر شکی باقی نمی‌ماند که یکی از سیستم‌ها از سایر آنها بهتر است، ولی در بسیاری از موارد، با عدم اطمینان‌هایی که وجود دارد، ممکن است دو یا حتی چند سیستم نتیجه‌ای مناسب داشته باشند. در این حالت، ارزیابی اجزای طراحی می‌تواند به انتخاب نهایی کمک کند. به عنوان مثال باید نیروی کارگری، انرژی مورد نیاز، هزینه‌های تعمیر و نگهداری و اراضی تلف شده (غیر قابل آبیاری) و خطرات مربوط به هر یک از سیستم‌ها مورد توجه قرار گیرد.

در همه موارد، انتخاب نهایی باید با هماهنگی مالک و یا بهره‌بردار انجام گیرد و همگی کسانی که با این سیستم سرو کار خواهند داشت، تصمیم مشترکی را معقولانه انتخاب کنند. در انتخاب سیستم باید پنج مرحله‌ای که قبلاً به آن اشاره شد، مورد توجه قرار گیرند. نباید فراموش کرد که محدودیت‌های اجتماعی و زیست محیطی نیز در امر انتخاب سیستم نقشی بسیار مهم و غیر قابل چشم‌پوشی دارند.

در پیوست دو مثال برای انتخاب اولیه و انتخاب نهایی ارائه شده است.

## فهرست منابع

- ۱- صحاف امین، بیوک و اصغر فرشی. ۱۳۸۱. آبیاری قطره‌ای. تئوری و عمل.
- ۲- حسینی ابریشمی، سید محمد و امین علیزاده. ۱۳۷۶. آبیاری بارنی، دستگاه‌های موردنیاز و نحوه استفاده از آنها. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۳- فرشی و همکاران، برآورد نیاز آبی گیاهان عمده زراعی و باغی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی.
- ۴- علیزاده، امین و حمید خیابانی. ۱۳۷۲. آبیاری قطره‌ای. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۵- علیزاده، امین. ۱۳۸۱. طراحی سیستم‌های آبیاری، چاپ چهارم. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۶- علیزاده، امین. ۱۳۷۶. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۷- سازمان برنامه و بودجه. ۱۳۷۳. فهرست خدمات مرحله یک (توجیهی) طرح‌های آبیاری و زهکشی.
- ۸- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. ۱۳۸۳. ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار (طراحی)، نشریه شماره ۲۸۶.
- ۹- کوپایی، مجید. ۱۳۶۶. تحلیل اقتصادی طرح‌های کشاورزی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۰- کمیته ملی آبیاری و زهکشی. ۱۳۸۱. بررسی و مقایسه تطبیقی روش پنمن - ماننیس با روش های فائو ۲۴ در ایران. شماره انتشار ۶۱.
- ۱۱- نوروزی، مهران. ۱۳۷۵. نگرشی تازه به نحوه انتخاب روش آبیاری تحت فشار مناسب در طرح‌های آبیاری و زهکشی. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، ۲۷ - ۳۰ بهمن ۱۳۷۵، تهران، صص ۸۱-۹۰.
- ۱۲- نیری، سعید. ۱۳۶۷. آبیاری: طراحی و عمل. مرکز نشر دانشگاهی.
- ۱۳- Doorenbos, J. and W.O Pruitt. ۱۹۷۷. Guidelines for predicting crop water requirements. Food and Agriculture Organization United Nations. FAO irrigation and Drainage Paper ۲۴, ۲nd ED. Rome. ۱۵۶ pgs.
- ۱۴- Mahler, P.J. ۱۹۷۹. Manual of land classification for irrigation. Soil Institute of Iran. Ministry of Agriculture. ۷۵ pp.
- ۱۵- Keller J. and R. D. Bliessner. ۱۹۹۰. Sprinkle and trickle irrigation. Published by Van Nostrand Reinhold. New York.
- ۱۶- Schwab G.L., D.D. Fangmeier, W. J. Elliot and R.K. Frevert. ۱۹۹۳. Soil and water conservation engineering. John Wiley & Sons. Inc.

## پیوست

مثالی برای انتخاب سیستم آبیاری تحت فشار

### مثال ۱- انتخاب اولیه سیستم‌های آبیاری بر اساس اهداف توسعه و شرایط منطقه‌ای

داده ها :

اهداف توسعه :

اقتصادی: حداکثر خالص سود  
اجتماعی: —  
محیط زیست: فاقد رواناب

شرایط منطقه‌ای:

بدون بارانه محصولات کشاورزی  
امکانات نگهداری مناسب نیست  
کارگر واجد شرایط وجود دارد

محصول:	مساحت مزرعه ( هکتار)	گندم بهاره	سیب زمینی	لوبیا
		۶۴	۶۴	۶۴
	نیاز آبی:			
	خالص (میلیمتر)	۳۵۵	۵۳۵	۳۵۵
	حداکثر مصرف (میلیمتر در روز)	۷/۰	۸/۰	۷/۵
	ماه اوج مصرف	خرداد	تیر	تیر
	عمق ریشه (متر)	۱/۲	۱/۰	۱/۰
	نقصان مجاز رطوبت ( درصد )	۵۰	۴۰	۵۰

زمین : شکل، موانع و توپوگرافی مطابق شکل ۱

خاک:

بافت:	لوم شنی
یکنواختی:	یکنواخت با چند لکه لومی
سرعت نفوذ:	۱۵-۲۰ میلیمتر در ساعت
ظرفیت نگهداری آب:	۱۲۵ میلیمتر آب در متر خاک
عمق:	۱/۵ > متر
شوری :	بدون محدودیت
زهکشی:	بدون محدودیت
فرسایش پذیری:	متوسط ( بادی )
فشار پذیری:	خوب

## آب:

منبع:	کانال آبیاری سازمان آب
مقدار:	۱/۸ میلیون متر مکعب در سال
بده:	۱۹۰ لیتر در ثانیه
تناوب:	دائمی
شوری:	۵۰۰ ds/cm بدون محدودیت ینی
رسوب:	با کدورت کم تا متوسط
مواد آلی:	زیاد ، جلبک
قابلیت اعتماد:	کمبودی پیش بینی نمی‌شود

## آب و هوا:

بارش:	۵۰ میلیمتر در فصل آبیاری
دما:	بالا و کویری
رطوبت:	پایین
باد:	۵-۱۰ کیلومتر در ساعت

## عوامل اقتصادی:

نرخ بهره:	اسمی ۱۰ درصد ، واقعی ۶ درصد
نرخ تورم انرژی:	۷ درصد در سال
نرخ تورم کارگر:	۴ درصد در سال
نرخ تورم آب:	۴ درصد در سال
هزینه کارگر:	۵۰۰۰۰ ریال در ساعت

منبع انرژی: الکتریسیته ، ۷۰۰ ریال هر کیلو وات ساعت

هزینه آب: ۱۶۰ ریال هر متر مکعب

زمین: ۷ میلیون ریال هر هکتار

مالیات: سیستم های آبیاری فاقد مالیات

## درآمد محصولات:

گندم	۱۲۵۰۰۰۰ ریال هر هکتار
سیب زمینی	۱۲۳۰۰۰۰۰ ریال هر هکتار
لوبیا	۵۰۰۰۰۰۰ ریال هر هکتار

**خواسته:** انتخاب اولیه سیستم هایی که بالقوه می‌توانند اهداف توسعه را برآورده کنند.



**تحلیل:** روش کار در انتخاب اولیه، حذف گزینه هاست. روش های آبیاری میکرو، به طور کلی حذف می شوند زیرا با گندم اصولاً مطابقت ندارند و سیب زمینی و لوبیا نیز آنچنان سود آور نیستند که بتوانند پاسخگوی هزینه های آن باشند. از آنجا که هیچگونه روانابی نباید بوقوع بپیوندد، روش های آبیاری سطحی نیز مناسب نیستند، مگر اینکه دارای سیستم برگشت رواناب<sup>۱</sup> باشند. علاوه بر این، شیب نسبتاً زیاد اراضی و توپوگرافی نامنظم موجب بالا رفتن هزینه های تسطیح می شود. فرسایش پذیری خاک و بالا بودن سرعت نفوذ نیز موجب می شود که این اراضی برای کاربرد آبیاری سطحی مناسب نباشند. از آنجا که منطقه خشک و بیابانی است و در نظر است گیاهانی حساس به کم آبی و نسبتاً با ارزش در آن کشت شوند، سیستم آبیاری آبیاری قرقره ای مناسب نیست زیرا که اولاً نیاز آن به انرژی زیاد است و با وجود باد نسبتاً زیاد، یکنواختی پخش آب در آن نمی تواند بالا باشد.

سیستم جابجایی دستی (کلاسیک) می تواند بالقوه مناسب باشد. یکی دیگر از گزینه ها، ترکیبی از جابجایی دستی و ثابت است که در آن سیستم ثابت به سیب زمینی اختصاص داده شود. سیستم آفشان غلطان نیز می تواند گزینه قابل پذیرش تلقی شود. سیستم ته کش برای این گیاهان مناسب نیست.

سیستم آفشان دوار، با وجود خاکی با سرعت نفوذ زیاد و زمینی نسبتاً پر شیب و نامنظم می تواند مورد پذیرش قرار گیرد. شکل زمین نیز برای استفاده از این سیستم مناسب است. هر دو نوع سیستم آفشان دوار (استاندارد و با گوشه پاش) می توانند مناسب باشند.

به علت شکل زمین و توپوگرافی موجود، سیستم آفشان غلطان را نمی توان به آسانی مورد استفاده قرار داد. در هر حال، می توان از یک سیستم آفشان غلطان و یک دستگاه آفشان دوار نیز استفاده کرد. به علت وضعیت توپوگرافی، سیستم آفشان غلطان باید به وسیله شیلنگ تغذیه شود و در عین حال با مشکلاتی از نظر بهره برداری نیز مواجه شود. دست کم باید بخشی از سیستم آفشان غلطان در مزرعه گندم قرار گیرد تا بتوان آب لازم را برای دو قسمت دیگر تأمین کرد. لزوم رعایت تناوب زراعی، به دشواری های کار می افزاید زیرا باید سطح اراضی زیر سیستم آفشان دوار را به چند قسمت تقسیم کرد.

به طور خلاصه می توان گفت که پنج روش آبیاری به شرح زیر می توانند بالقوه مورد توجه قرار گیرند تا در مرحله بعدی انتخاب بهینه انجام گیرد:

- بال های آبیاری با جابجایی دستی (کلاسیک)،
- ترکیبی از جابجایی دستی و سیستم ثابت،
- آفشان غلطان،
- آفشان دوار،
- آفشان دوار با گوشه پاش.

## مثال ۲ - انتخاب نهایی با استفاده از مثال ۱ از میان دو روش آفشان غلتان و آفشان دوار

داده ها :

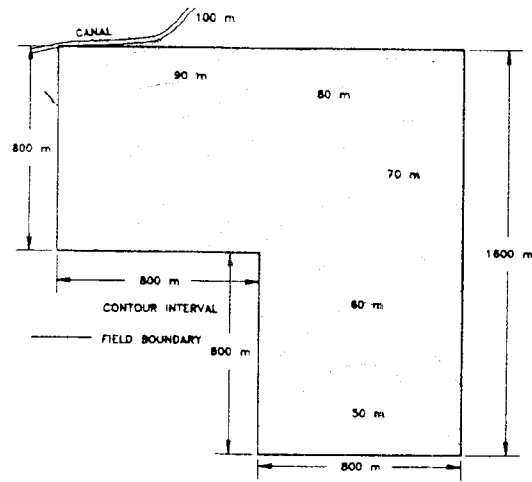
- شرایط منطقه‌ای همانند مثال قبل
- در انتخاب اولیه، بهترین سیستم های آبیاری، آفشان خطی یا آفشان دوار در نظر گرفته شده است. آرایش این سیستم ها مطابق شکل‌های ۲ و ۳ است.
- قیمت و طول عمر اجزای مختلف، سایر عوامل اقتصادی و راندمان ها به شرح زیر است:

### - سیستم آفشان غلتان

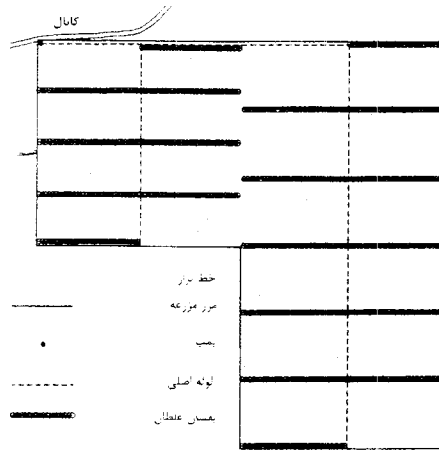
۱۶۰۰ میلیون ریال ( ۱۵ سال )	•	بال های آبیاری
۲۷۰ میلیون ریال ( ۱۵ سال )	•	پمپها
۱۲۴۸ میلیون ریال ( ۳۰ سال )	•	لوله اصلی
۱۳۷۰۰۰ کیلووات ساعت در سال	•	مصرف انرژی
۸۵ درصد	•	ضریب یکنواختی
۷۵ درصد	•	راندمان حداکثر
۷۰ درصد	•	راندمان فصلی
۹ بار	•	تعداد آبیاری در فصل زراعی
۱۹۴ هکتار	•	مساحت قابل آبیاری

### - سیستم آفشان دوار

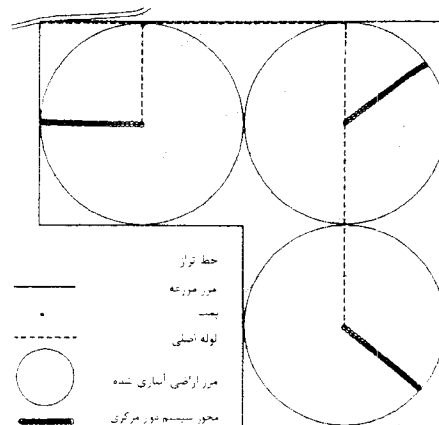
۱۳۲۰ میلیون ریال ( ۱۵ سال )	•	بال های آبیاری
۲۳۰ میلیون ریال ( ۱۵ سال )	•	پمپها
۹۳۸ میلیون ریال ( ۳۰ سال )	•	لوله اصلی
۶۵۵۰۰ کیلووات ساعت در سال	•	مصرف انرژی
۹۰ درصد	•	ضریب یکنواختی
۸۰ درصد	•	راندمان حداکثر
۷۵ درصد	•	راندمان فصلی
۱۶ بار	•	تعداد آبیاری در فصل زراعی
۱۵۳ هکتار	•	مساحت قابل آبیاری



شکل ۱- ابعاد و توپوگرافی مزرعه



شکل ۲- آرایش سیستم آفشان غلطان



شکل ۳- آرایش سیستم آفشان دوار

خواسته : مجموع هزینه های سالانه هر یک از گزینه ها و مقایسه B-C و  $\frac{B}{C}$  آنها

تحلیل : نرخ بازده سرمایه برای طول عمرهای داده شده با نرخ های بهره ۱۰ درصد در سال (نرخ اسمی) و ۶ درصد در سال (نرخ واقعی) عبارت است از :

$$CRF(15 \text{ سال}, 10\%) = \left[ \frac{(1+0.10)^{15}}{(1+0.10)^{15} - 1} \times 0.10 \right] = 0.131$$

$$CRF(30 \text{ سال}, 10\%) = 0.106$$

$$CRF(30 \text{ سال}, 6\%) = 0.073$$

### - آبفشان غلتان

سهیم سالانه هزینه های سرمایه ای با توجه به عمر اجزای طرح

۱۸۷۰ × ۰/۱۱۳ = ۲۴۴/۹۷	میلیون ریال	•	بال های آبیاری و بمبها
۱۲۴۸ × ۰/۱۰۶ = ۱۳۲/۲۹	میلیون ریال	•	لوله اصلی
۷۰۰۰ × ۰/۰۷۳ = ۵۱۱/۰۰	میلیون ریال	•	زمین (۳۰ سال و ۶ درصد)
<hr/>			
۴۷۶/۳۹	میلیون ریال		هزینه های سالانه سرمایه ای

هزینه های سالانه نگهداری

۲۷۰ × ۰/۰۳ = ۸/۱۰	میلیون ریال	•	نگهداری پمپ
۱۶۰۰ × ۰/۰۲ = ۳۲/۰۰	میلیون ریال	•	نگهداری بال های آبیاری
۱۲۴۸ × ۰/۰۱ = ۱۲/۴۸	میلیون ریال	•	نگهداری لوله اصلی
<hr/>			
۵۲/۵۸	میلیون ریال		هزینه های سالانه نگهداری

هزینه های سالانه کارگری

۱۹۴ × ۲ × ۰/۲۵ = ۹۷	نفر - ساعت	•	قبل و بعد از فصل آبیاری
۱۹۴ × ۹ × ۰/۸۶ = ۱۵۰۲	نفر - ساعت	•	در طول فصل آبیاری
۱۵۹۹	نفر - ساعت		جمع زمان مورد نیاز

$$EAL(30 \text{ سال}, 10\% \text{ و } \theta = 4\%) = 1/44$$

هزینه های سالانه کارگری  $1599 \times 50000 \times 1/44 = 115/13$  میلیون ریال

### هزینه های سالانه انرژی

$EAE = 1/99$  (  $e = 7\%$  و  $10\%$  و  $30$  سال )

هزینه های سالانه انرژی  $1370 \times 700 \times 1/99 = 190/84$  میلیون ریال

### هزینه های سالانه آب

حجم آب  $= (3 \times 0.7) / (355 + 535 + 355) \times 10 \times 194 = 10 \times 194 \times 10^6 / 115 \times 10^6$  متر مکعب

$EAW = EAL = 1/44$

هزینه های سالانه آب  $160 \times 1/15 \times 10^6 \times 1/44 = 264/96$  میلیون ریال

جمع هزینه های سالانه آفشان خطی  $1099/90$  میلیون ریال

ناخالص بازده  $= [ (1250 + 12300 + 5000) / 3 ] \times 194 = 1199/57$  میلیون ریال

خالص  $B-C = 1199/57 - 1099/9 = 99/67$  میلیون ریال

$$1/0.9 = 1199/57 / 1099/9 = \frac{B}{C}$$

### - سیستم آفشان دوار

#### سهم سالانه هزینه های سرمایه ای با توجه به عمر اجزای طرح

• بال های آبیاری و پمپها	$1550 \times 0.131 = 203/05$ میلیون ریال
• لوله اصلی	$938 \times 0.106 = 99/43$ میلیون ریال
• زمین (۳۰ سال و ۶ درصد)	$194 \times 7000 \times 0.073 = 99/13$ میلیون ریال
هزینه های سالانه سرمایه ای	$401/61$ میلیون ریال

#### هزینه های سالانه نگهداری

• نگهداری پمپ	$230 \times 0.03 = 6/90$ میلیون ریال
• نگهداری بال های آبیاری	$1320 \times 0.05 = 66/00$ میلیون ریال
• نگهداری لوله اصلی	$938 \times 0.01 = 9/38$ میلیون ریال
هزینه های سالانه نگهداری	$82/28$ میلیون ریال

#### هزینه های سالانه کارگری

• قبل و بعد از فصل آبیاری	$153 \times 2 \times 0.12 = 37$ نفر - ساعت
• در طول فصل آبیاری	$153 \times 16 \times 0.05 = 122$ نفر - ساعت
جمع	$159$ نفر - ساعت

$EAL = 1/44$  (  $e = 4\%$  و  $10\%$  و  $30$  سال )

$$۱۵۹ \times ۵۰۰۰۰ \times ۱/۴۴ = ۱۱/۴۵ \text{ میلیون ریال}$$

$$EAE = ۱/۹۹ = (\theta = ۷\% \text{ و } ۱۰\% \text{ و } ۳۰ \text{ سال})$$

$$۶۵۵ \times ۷۰۰ \times ۱/۹۹ = ۹۱/۲۴ \text{ میلیون ریال}$$

هزینه های سالانه کارگری

هزینه های سالانه انرژی

هزینه سالانه انرژی

هزینه های سالانه آب

$$\text{حجم آب} = \frac{۱۰ \times ۱۵۳ \times [(۳۵۵ + ۵۳۵ + ۳۵۵)]}{(۳ \times ۰.۷۵)} = ۱۰ \times ۱۰^۳ \times ۸/۴ \text{ متر مکعب}$$

$$EAW = EAL = ۱/۴۴$$

$$\text{هزینه سالانه آب} = ۱۶۷ \times ۱۶۰ \times ۱/۴۴ = ۱۹۵/۱۵۰ \text{ میلیون ریال}$$

$$\text{جمع هزینه های سالانه سیستم آفشان دوار} = ۷۸۱/۷۳ \text{ میلیون ریال}$$

$$\text{ناخالص بازده} = \frac{۱۲۵۰ + ۱۲۳۰۰ + ۵۰۰۰}{۳} \times ۱۵۳ = ۹۴۶/۰۵ \text{ میلیون ریال}$$

$$\text{خالص B-C} = ۱۶۴/۳۲ = ۹۴۶/۰۵ - ۷۸۱/۷۳ \text{ میلیون ریال}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{۹۴۶/۰۵}{۷۸۱/۷۳} = ۱/۲۱$$

## انتخاب نهایی

خالص B-C در سیستم آفشان دوار بیش از آفشان غلتان است (۱۶۴/۳۲ میلیون ریال در مقایسه با ۹۹/۶۷ میلیون ریال). این روش سایر اهداف توسعه را نیز برآورده می کند. بنابراین روش آفشان دوار از سیستم آفشان خطی مناسب تر است. علاوه بر این در روش یاد شده نسبت B به C نیز بیشتر است (۱/۲۱ در مقایسه با ۱/۰۹) و هزینه های اولیه خرید تجهیزات و وسائل آن نیز کمتر است (۲۴۸۸ میلیون ریال در مقایسه با ۳۱۱۸ میلیون ریال). بنابراین جای شک باقی نمی ماند که روش آفشان دوار برای مجموعه داده های یاد شده اقتصادی تر است.

## **Abstract**

A common code of practice (COP), has not yet agreed upon to be used by parties involved in feasibility studies of pressurized irrigation systems. The objective of this publication is to provide consultants and clients with a common method to approach the feasibility study for both sprinkle and micro irrigation systems.

The COP presents detailed information on each and every part of the TOR, and describes the method for analysis and conclusion of the study. In other words, the COP could also be considered as a "handbook" for feasibility studies.

The document first describes different irrigation methods as well as their advantages and disadvantages. Then, it broadly discusses the basic studies needed, followed by the approach method to find the possibilities and constraints of each project; and finally fine screens the most suitable pressurized irrigation system which the feasibility study is based upon.





**Instruction for Feasibility Study of Pressurized Irrigation System  
for Technical , Socio - Economic and Environmental Points of View**

## خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی سه سال اخیر به چاپ رسیده است به اطلاع استفاده‌کنندگان و دانش پژوهان محترم رسانده می‌شود. لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> مراجعه نمایید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها

و

کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله



## نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (بخش تدوین)

ملاحظات	نوع دستورالعمل	تاریخ انتشار چاپ		شماره نشریه	عنوان نشریه
		اول	آخر		
	۱	۱۳۸۱		۲۳۴	آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران
	۱-۲۳۵ نوع ۳ ۲-۲۳۵ نوع ۲	۱۳۸۲ ۱۳۸۱		۲۳۵	صوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوهای بتنی جلد اول - مشخصات فنی عمومی و اجرایی سازه و معماری سیلو (۲۳۵-۱) جلد دوم - مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق سیلو (۲۳۵-۲) جلد سوم - مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات مکانیکی سیلو (۲۳۵-۳)
	۳	۱۳۸۱		۲۴۰	راهنمای برگزاری مسابقات معماری و شهرسازی در ایران
	۳	۱۳۸۱		۲۴۵	ضوابط طراحی سینما
	۱	۱۳۸۱		۲۴۶	ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای افراد معلول جسمی - حرکتی
	۳	۱۳۸۱		۲۴۷	دستورالعمل حفاظت و ایمنی در کارگاههای سدسازی
	۳	۱۳۸۱		۲۴۸	فرسایش و رسوبگذاری در محدوده آبسنگنها
	۲	۱۳۸۱		۲۴۹	فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی
	۱	۱۳۸۲		۲۵۰	آیین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده
	۳	۱۳۸۱		۲۵۱	فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود
	۳	۱۳۸۱		۲۵۲	رفتارسنجی فضاهاى زیرزمینی درحین اجرا
	۱	۱۳۸۱		۲۵۳	آیین نامه نظارت و کنترل بر عملیات و خدمات نقشه برداری
	۳ ۱ ۲	۱۳۸۱		۲۵۴	دستورالعمل ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه های عمرانی: جلد اول - دستورالعمل عمومی ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه های عمرانی (۲۵۴-۱) جلد دوم - شرح خدمات بررسی اولیه و مطالعات تفصیلی ارزیابی آثار زیست محیطی طرح عمرانی (۲۵۴-۲) جلد سوم - دستورالعمل های اختصاصی پروژه های آب ..... (۲۵۴-۳)
	۳	۱۳۸۱		۲۵۵	دستورالعمل آزمایشهای آبشویی خاکهای شور و سدیمی در ایران
	۳	۱۳۸۱		۲۵۶	استانداردهای نقشه کشی ساختمانی
	۳			۲۵۷	دستورالعمل تهیه طرح مدیریت مناطق تحت حفاظت
	۳	۱۳۸۱		۲۵۸	دستورالعمل بررسیهای اقتصادی منابع آب
	۳	۱۳۸۱		۲۵۹	دستورالعمل آزمون میکروبیولوژی آب
	۳	۱۳۸۱		۲۶۰	راهنمای تعیین عمق فرسایش و روشهای مقابله با آن در محدوده پایه های پل
	۱	۱۳۸۱		۲۶۱	ضوابط و معیارهای فنی روشهای آبیاری تحت فشار مشخصات فنی عمومی آبیاری تحت فشار
	۲	۱۳۸۲		۲۶۲	فهرست جزئیات خدمات مطالعات تأسیسات آبیگری (مرحله های شناسائی، اول و دوم ایستگاههای پمپاژ)
	۲	۱۳۸۲		۲۶۳	فهرست جزئیات خدمات مهندسی مطالعات تأسیسات آبیگری (سردخانه سازی)
	۱	۱۳۸۲		۲۶۴	آیین نامه اتصالات سازه های فولادی ایران
	۳	۱۳۸۲		۲۶۵	برپایی آزمایشگاه آب
	۳	۱۳۸۲		۲۶۶	۱- دستورالعمل تعیین اسید یته و قلیائیت آب ۲- دستورالعمل تعیین نیتروژن ب

## نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (بخش تدوین)

ملاحظات	نوع دستور العمل	تاریخ انتشار چاپ		شماره نشریه	عنوان نشریه
		اول	آخر		
				۲۶۷	ایمن نامه ایمنی راه‌های کشور ایمنی راه و حریم (جلد اول) ایمنی ایمنه فنی (جلد دوم) ایمنی علائم (جلد سوم) تجهیزات ایمنی راه (جلد چهارم) تأسیسات ایمنی راه (جلد پنجم) ایمنی بهره‌برداری (جلد ششم) ایمنی در عملیات اجرایی (جلد هفتم)
	۳	۱۳۸۲		۲۶۸	دستورالعمل تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راه‌ها
	۳	۱۳۸۲		۲۶۹	راهنمای آزمایش‌های دانه‌بندی رسوب
تجدیدنظر دوم	۱	۱۳۸۳		۵۵	مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی
	۳	۱۳۸۳		۲۷۰	معیارهای برنامه‌ریزی و طراحی کتابخانه‌های عمومی کشور
	۳	۱۳۸۲		۲۷۱	شرایط طراحی (DESIGN CONDITIONS) برای محاسبات تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع مخصوص تعدادی از شهرهای کشور
	۳	۱۳۸۳		۲۷۲	راهنمای مطالعات بهره‌برداری از مخازن سدها
	۳	۱۳۸۳		۲۷۳	راهنمای تعیین بار کل رسوب رودخانه‌ها به روش انیشتین و کلی
	۳	۱۳۸۳		۲۷۴	دستورالعمل نمونه‌برداری آب
	۱	۱۳۸۳		۲۷۵	ضوابط بهداشتی و ایمنی پرسنل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب
				۲۷۶	شرح خدمات مطالعات تعیین حد بستر و حریم رودخانه یا مسیل
	۳	۱۳۸۳		۲۷۷	راهنمای بررسی پیشروی آب‌های شور در آبخوان‌های ساحلی و روش‌های کنترل آن
	۳	۱۳۸۳		۲۷۸	راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری
	۱	۱۳۸۳		۲۷۹	مشخصات فنی عمومی زیرسازی راه‌آهن
	۱	۱۳۸۳		۲۸۰	مشخصات فنی عمومی راهداری
	۳	۱۳۸۳		۲۸۱	ضوابط عمومی طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی
	۳	۱۳۸۳		۲۸۲	ضوابط هیدرولیکی طراحی ساختمان‌های تنظیم سطح آب و آبگیرها در کانال‌های روباز
				۲۸۳	فهرست خدمات مهندسی مرحله ساخت طرح‌های آبیاری و زهکشی
	۳	۱۳۸۳		۲۸۴	راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری بخش دوم - تصفیه ثانویه
	۳	۱۳۸۳		۲۸۵	راهنمای تعیین و انتخاب وسایل و لوازم آزمایشگاه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب
	۳	۱۳۸۳		۲۸۶	ضوابط طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار
	۳	۱۳۸۳		۲۸۷	طراحی بناهای درمانی (۱) بخش بستری داخلی - جراحی ۲۸۷-۱
					طراحی بناهای درمانی (۲) بخش مراقبت‌های ویژه I.C.U ۲۸۷-۲
	۳	۱۳۸۳			جلد یکم: راهنمای برنامه‌ریزی و طراحی معماری
	۳	۱۳۸۳			جلد دوم: راهنمای طراحی تأسیسات مکانیکی
				جلد سوم: راهنمای طراحی تأسیسات برقی	
				جلد چهارم: راهنمای گروه‌بندی و مشخصات فنی تجهیزات	
				جلد یکم: راهنمای برنامه‌ریزی و طراحی معماری	
				جلد دوم: راهنمای طراحی تأسیسات مکانیکی	
				جلد سوم: راهنمای طراحی تأسیسات برقی	
				جلد چهارم: راهنمای گروه‌بندی و مشخصات فنی تجهیزات بیمارستانی	

## نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خرید پیری ناشی از زلزله (بخش تدوین)

ملاحظات	نوع دستورالعمل	تاریخ انتشار چاپ		شماره نشریه	عنوان نشریه
		اول	آخر		
	۳	۱۳۸۴		۲۸۷	جلد یکم: راهنمای برنامه ریزی و طراحی معماری
جلد دوم: راهنمای طراحی تأسیسات مکانیکی					
جلد سوم: راهنمای طراحی تأسیسات برقی					
	۳	۱۳۸۴		۲۸۷	جلد چهارم: راهنمای گزر سندی و مشخصات فنی تجهیزات
جلد یکم: راهنمای برنامه ریزی و طراحی معماری					
جلد دوم: راهنمای طراحی تأسیسات برقی					
	۳	۱۳۸۴		۲۸۷	جلد یکم: راهنمای برنامه ریزی و طراحی معماری
جلد دوم: راهنمای طراحی تأسیسات مکانیکی					
جلد سوم: راهنمای طراحی تأسیسات برقی					
	۱	۱۳۸۳		۲۸۸	آیین نامه طرح هندسی راه آهن
				۲۸۹	راهنمای روش محاسبه تعدیل آحاد بهای پیمانها
	۱	۱۳۸۳		۲۹۰	دستورالعمل تهیه، ارائه و بررسی پیشنهادهای تغییر، با نگاه مهندسی ارزش دستورالعمل تهیه و ارسال گزارش سالانه پیشنهادهای تغییر، با نگاه مهندسی ارزش
	۳	۱۳۸۴		۲۹۱	جزئیات تیپ کارهای آب و فاضلاب
				۲۹۲	مجموعه نقشه های همسان پل های راه دهانه ۲ تا ۱۰ متر
				۲۹۳	مجموعه نقشه های همسان پل های راه آهن دهانه ۲ تا ۱۰ متر
				۲۹۴	مجموعه نقشه های همسان پل های راه دهانه ۱۰ تا ۲۵ متر
				۲۹۵	مجموعه نقشه های همسان پل های راه آهن دهانه ۱۰ تا ۲۵ متر
				۲۹۶	راهنمای بهسازی روبه های شنی و آسنائی
				۲۹۷	فرهنگ واژگان نظام فنی و اجرایی کشور
	—			۲۹۸	مجموعه مقالات کارگاه مشترک ایران و ژاپن (۵-۷ مهرماه ۱۳۸۳)
				۲۹۹	دستورالعمل طراحی و حفاظت پل در مقابل آبستگي
				۳۰۰	آیین نامه طراحی بنادر و سازه های دریایی ایران
				۳۰۱	مشخصات فنی عمومی روسازی راه آهن
				۳۰۲	دستورالعمل مطالعات هیدرولیکی و آبستگي پل
				۳۰۳	مشخصات فنی عمومی کارهای مربوط به لوله های آب و فاضلاب شهری
				۳۰۴	راهنمای طراحی نمای ساختمان های عمومی
				۳۰۵	شرح خدمات مطالعات برنامه ریزی و تهیه طرح های تفصیلی - اجرایی جنگلداری جنگل های شمال کشور
	۳	۱۳۸۴		۳۰۶	آماده سازی و تمیزکاری سطوح فلزی جهت اجرای پوشش
	۳	۱۳۸۴		۳۰۷	راهنمای پهنه بندی سیل و تعیین حد بستر و حریم رودخانه
	۳	۱۳۸۴		۳۰۸	راهنمای طراحی دیوارهای خاقل
	۳	۱۳۸۴		۳۰۹	راهنمای طراحی سازه های تونل های آب بر
				۳۱۰	دستورالعمل و ضوابط تقسیم بندی و کدگذاری حوضه های آبریز و محدوده های مطالعاتی در سطح کشور
	۳	۱۳۸۴		۳۱۱	راهنمای حفاظت کاتدی خطوط لوله و سازه های فولادی

## نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (بخش تدوین)

ملاحظات	نوع دستورالعمل	تاریخ انتشار چاپ		شماره نشریه	عنوان نشریه
		اول	آخر		
	۳	۱۳۸۴		۳۱۲	ضوابط عمومی طراحی سازه‌های آبی بتنی
	۳	۱۳۸۴		۳۱۳	فهرست خدمات مهندسی مطالعات بهره‌برداری و نگهداری از سامانه‌های آبیاری و زهکشی در حال بهره‌برداری
				۳۱۴	ارزیابی ظرفیت وام‌گیری کشاورزان در طرح‌های آبیاری و زهکشی
	۲	۱۳۸۴		۳۱۵	راهنمای نگهداری سامانه‌های زهکشی
	۳	۱۳۸۴		۳۱۶	راهنمای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای کارهای مهندسی رودخانه
				۳۱۷	ضوابط طراحی هیدرولیکی ایستگاه‌های پمپاژ شبکه‌های آبیاری و زهکشی»
	۳	۱۳۸۴		۳۱۸	دستورالعمل کنترل کیفیت در تصفیه‌خانه‌های آب
	۳	۱۳۸۴		۳۱۹	ضوابط طراحی تعیین فاصله و زهکش‌های زیرزمینی
	۳	۱۳۸۴		۳۲۰	فهرست خدمات ارزیابی عملکرد سامانه‌های زهکشی زیرزمینی
	۳	۱۳۸۴		۳۲۱	ضوابط طراحی هیدرولیکی سیفون‌ها و آبگذر زیر جاده
	۳	۱۳۸۴		۳۲۲	دستورالعمل تعیین هدایت هیدرولیک خاک
	۳	۱۳۸۴		۳۲۳	دستورالعمل ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های آب و فاضلاب در مراحل تفصیلی و اجمالی
				۳۲۴	ضوابط طراحی ساختمان‌های با اتصال خرچینی
				۳۲۵	ضوابط طراحی و محاسبه ساختمان‌های صنعتی فولادی
				۳۲۶	آیین‌نامه ملی پایایی بتن
				۳۲۷	دستورالعمل ساخت بتن در کارگاه
	۱	۱۳۸۴		۱۲۸-۵	مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان‌ها جلد پنجم: لوله‌های ترموپلاستیک
				۳۲۸	واژه‌های و اصلاحات اکتشافات معدنی
				۳۲۹	فهرست خدمات مطالعات برداشت مصالح رودخانه‌ای
				۳۳۰	دستورالعمل آماربرداری از منابع آب
				۳۳۱	راهنمای تشخیص اثرهای اقتصادی، اجتماعی، ارزش‌گذاری و توجیه اقتصادی طرح‌های توسعه منابع آب
				۳۳۲	راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری پوشش‌ها در کارهای مهندسی رودخانه
				۳۳۳	شرح خدمات توجیه فنی و اقتصادی-اجتماعی سامانه‌های آبیاری تحت فشار (در سه سطح الف-ب-پ)
				۳۳۴	روش‌نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی-اجتماعی و زیست‌محیطی سامانه‌های آبیاری تحت فشار

معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی

مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات

ISBN: 964-425-700-6