

معیارهای انتخاب سیستم‌های آبیاری

ترجمه و تدوین:

دکتر سعید نیریزی مهندس علیرضا سلامت

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
گروه کار سیستم‌های آبیاری در سطح مزرعه

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحُكْمُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ
إِنَّا لَنَا مَا نَرَى
وَمَا تَرَى لَنَا
إِنَّا لَنَا مَا نَرَى

بسمه تعالیٰ

وزارت نیرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

نام کتاب	: معیارهای انتخاب سیستم‌های آبیاری
تئیه کننده	: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
ناشر	: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
مؤلف	: رابرт لاوک
مترجمین	: دکتر سعید نیزی، مهندس علیرضا سلامت
تیراز	: ۱۰۰۰ نسخه
چاپ اول	: تابستان ۱۳۷۸
حروفچینی	: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

حق چاپ برای کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران محفوظ است.

مقدمه

در طی چند دهه گذشته آبیاری نقش بسیار پر اهمیتی در تأمین مواد غذائی و گیاهان صنعتی مورد نیاز انسان ایفا نموده است. در حال حاضر اگر چه فقط $\frac{1}{4}$ اراضی تحت کشت دنیا آبیاری می‌شود، ولی همین اراضی حدود $\frac{1}{3}$ محصولات کشاورزی جهان را تولید می‌نمایند. با این وجود محدودیت تولیدات کشاورزی و رشد سریع جمعیت سبب گردیده که امروزه بیش از $\frac{1}{3}$ مردم ساکن این کره خاکی از عدم دسترسی به مواد غذائی کافی رنج ببرند. اگرچه افزایش محصولات کشاورزی و بهبود امنیت غذائی ارتباط مستقیمی با توسعه اراضی آبی در دنیا داشته، ولیکن توسعه فن آوری در زمینه تولید گونه‌های زراعی پرمحصول و مقاوم به تنش‌های محیطی نیز در دستیابی به محصول بیشتر جایگاه ویژه‌ای دارد. محدودیت منابع آب مناسب کشاورزی سبب گردیده که نرخ رشد جهانی اراضی آبی به تدریج کاهش یابد، به طوری که در حال حاضر افزایش سالانه سطوح تحت آبیاری، معادل سطحی از اراضی تحت کشت آبی بوده که در اثر شوری یا ماندابی از چرخه تولید خارج می‌گردد. بدین ترتیب به نظر می‌رسد بهبود بهره‌وری آب کشاورزی، که بیش از ۸۰ درصد منابع آب کشورهای در حال توسعه را مصرف می‌نماید، راه کار عمده و چالش اساسی برای حل مسئله چهانی غذا باشد.

کشور ما نیز علی‌رغم اینکه در منطقه‌ای نسبتاً خشک قرار گرفته، ولی با توجه به منابع آب بالقوه و قابل استحصال موجود، نه تنها می‌تواند غذای جمعیت رو به رشد خود را تأمین کند بلکه با صادرات فراورده‌های کشاورزی قادر خواهد بود در افزایش درآمد منابع ارز خارجی کشور نیز نقش قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. با وجود برداشت حدود ۷۵ درصد از منابع قابل استحصال کشور و اختصاص بیش از ۹۰ درصد این منابع به بخش کشاورزی، بعلت بهره‌وری پائین آب کشاورزی، امروزه کشور ما به واردات مواد غذائی نیازمند است. بی‌شک لازمه بهره‌گیری مؤثر از آب کشاورزی انتخاب روش مناسب و بهبود مدیریت آبیاری است. در انتخاب روش مناسب آبیاری و یا بهبود و توسازی سامانه‌های آبیاری، عواملی نظیر میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز و اقتصاد تولید، ویژگی‌های کیفی و کمی منابع آب و خاک، وضعیت پستی و بلندی منطقه، شرایط اقلیمی، تخصص مورد نیاز و آموزش

نیروی کار، دسترسی به انرژی مناسب و بالاخره مسائل اجتماعی و فرهنگی مؤثر می‌باشدند. شناخت اثرات هر یک از این عوامل در بازدهی روش‌های مختلف آبیاری کمک مؤثری به انتخاب روش مناسب آبیاری و سازگاری آن با شرایط محلی می‌نماید. کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی، (ICID)، به منظور ارتقاء میزان آگاهی تصمیم‌گیرندگان و بهره‌برداران آب در زمینه انتخاب سامانه مناسب آبیاری در سطح جهان، در سال ۱۹۹۲ اقدام به تدوین و انتشار سندي تحت عنوان "معیارهای انتخاب سیستم‌های آبیاری" توسط گروهی از صاحب‌نظران این فن نموده و اعضای خود را به ترجمه این کتاب به زبان رسمی کشور خود ترغیب نمود. در این راستا گروه کار آبیاری میکرو و مکانیزه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران مسئولیت ترجمه این کتاب را به عهده گرفت. در بخش اول این کتاب ضمن ارائه طبقه‌بندی روش‌های گوناگون آبیاری، نقاط ضعف و قوت هر یک به لحاظ فنی و طراحی تشریح می‌گردد، در بخش دوم کتاب محدودیت‌های سیستم‌های مختلف آبیاری در رابطه با مسائل اقتصادی، اجتماعی و فنی مطرح می‌شود.

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران امید دارد که ترجمه و انتشار این سند مورد استفاده طراحان و بهره‌برداران از آب قرار گرفته و تلفیق نکات مطرح شده در این کتاب با تجربیات دست‌اندرکاران آبیاری کشور، دست‌آورده در جهت بهبود بهره‌وری آب کشاورزی در سرتاسر مملکت داشته باشد.

در پایان از همکاری‌ها و راهنمایی‌های آفایان مهندس عبدالحسین غیرتمند و مهندس مهرزاد احسانی در تهیه این مجموعه سپاسگزاری می‌گردد. همچنین از سرکار خانم ناهید ییک‌محمدی که زحمت حروف چینی این اثر را بر عهده داشته تشکر و قدردانی نموده و موفقیت روزافزون آنها را از درگاه ایزدمنان مستلت می‌نماید. امید است که نشریه حاضر بتواند گامی مؤثر در راستای اعتلاء و اشاعه علم جدید آبیاری بردارد. مطمئناً راهنمایی‌های کارشناسان و اساتید محترم ما را در بهبود کیفیت فعالیت‌های آتی یاری می‌نماید.

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیش‌گفتار

در ابتدا یادآوری دو نکته ضروری به نظر می‌رسد.

- این کتاب بخشی از فعالیت‌های "گروه کار آبیاری مکانیزه و میکرو" کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران می‌باشد. واضح است که گزینه مناسب سیستم آبیاری نباید از بین تنها دو سیستم آبیاری مکانیزه و میکرو انتخاب گردد. در انتخاب مناسب‌ترین روش آبیاری تمامی گزینه‌های موجود اعم از روش‌های سطحی، بارانی و یا قطره‌ای باید مدنظر قرارگیرد (چه سیستم‌های کاملاً خودکار و چه سیستم‌های دستی).
- واضح است که هدف کتاب حاضر، ارایه «راه حل‌های طراحی سیستم‌ها» نبوده، بلکه تعیین معیارهای انتخاب سیستم‌های آبیاری مورد نظر بوده به نحوی که استفاده کننده بتواند براساس شرایط خاص خود، تصمیمات لازم را اخذ نماید.

ساختار کتاب

این کتاب به دو بخش زیر تقسیم می‌گردد:

- بخش اول کتاب تحت عنوان "شرایط انتخاب سیستم آبیاری" است که به طور کامل، معیارها و ضوابط انتخاب سیستم آبیاری را تشریع نموده و توجه خواننده را از یک طرف به رابطه متقابل بین این معیارها و از طرف دیگر به رابطه آنها با سیستم انتخاب شده جلب می‌نماید.
- این بخش انواع لوازم و تجهیزات مناسب برای مطالعه مورد نظر را به طور خلاصه تعریف می‌نماید. قسمت عمده این بخش به ضوابط و معیارهای فنی انتخاب سیستم‌های آبیاری اختصاص می‌یابد. در این قسمت مشخصات اصلی (مزایا و معایب) سه روش آبیاری (آبیاری سطحی، بارانی و میکرو) و مهمترین خصوصیات آنها معرفی می‌گردد. این موارد برای حالات خاص انتخاب اولیه یک سیستم مناسب را ممکن می‌سازند. در این مرحله عوامل انسانی و اقتصادی نیز باید مورد توجه قرار گیرند. چنین راه‌کارهایی رایج بوده و اغلب منجر به انتخاب سریع ولی ذهنی شده‌لذا

به کارشناس با تجربه‌ای نیاز دارد.

- بخش دوم تحت عنوان "مسائل و محدودیت‌هایی که باید توسط یک سیستم آبیاری رفع گردد" بوده که مسائل و محدودیت‌های مؤثر در رابطه با انتخاب سیستم را به طور کامل معرفی مینماید. هدف از این بخش تعیین و اصلاح جهت‌گیری‌های بعمل آمده در بخش اول بوده، و باید منجر به انتخاب "یک راه حل فنی" از میان سه روش آبیاری سطحی، بارانی و میکرو شود. این راهکار، ذاتاً یک راهکار اقتصادی - خرد بوده ولذا باید تعریف دقیقی از اهداف مورد نظر کشاورز و محدودیت‌های مزرعه بعمل آید. این روش نسبت به روش اول سخت‌تر و وقت‌گیرتر بوده لیکن از آنجایی که تمامی محدودیت‌های موجود را به حساب آورده، ملموس‌تر و واقعی‌تر به نظر می‌رسد. باید به این نکته توجه داشت که زمانی که استفاده کنندگان (به معنای وسیع کلمه) به منابع آب، منابع مالی، جوانب هیدرولیکی، منابع فنی و غیره دستیابانی نداشته، وضع موجود (از طریق ترتیبات مالی یا قانونی، حصول به شبکه‌های انتقال آب) ممکن است به طور قابل ملاحظه‌ای بر روی انتخاب انجام گرفته توسط افراد، مؤثر واقع شود.
- در بخش دوم توجه خاصی به وضعیت شبکه انتقال آب مبذول گردیده زیرا انتخاب نوع سیستم آبیاری در آن شرایط، محدوده راه حل‌های ممکن در سطح مزرعه را بسته به موقعیت موجود، بزرگ یا برعکس کوچک می‌سازد. نتایج و عواقب حاصله از انتخاب طرح شبکه انتقال آب به صورت جمعی بر روی انتخاب فردی باید همواره مد نظر قرار گیرد. به هر حال این گونه مسائل بدلیل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بودن قضیه در این نشریه مورد بحث و بررسی قرار نمی‌گیرند و موضوع فعالیت‌های دیگر گروه کار مکانیزه و میکرو کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران می‌باشد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
بخش اول	۱۱
معیارهای انتخاب سیستم‌های آبیاری	۱۱
معیارهای فنی	۱۱
۱- آبیاری سطحی	۱۱
۱-۱- کلیات ، منابع	۱۱
۱-۲- نیاز به نیروی کارگری	۱۲
۱-۳- مصرف بیش از حد آب	۱۳
۱-۴- آبیاری سطحی و پستی و بلندهای زمین	۲۰
۱-۵- آبیاری سطحی و شدت نفوذپذیری خاک	۲۰
۱-۶- محدودیت‌های آبیاری سطحی	۲۱
۲- آبیاری بارانی	۲۲
۲-۱- کلیات	۲۲
۲-۲- گروه اول - دستگاه‌های آبیاری	۲۳
۲-۲-۱- سیستم‌های قابل حمل و نیمه قابل حمل	۲۳
۲-۲-۲- سیستم‌های نیمه ثابت	۲۵
۲-۲-۳- سیستم‌های ثابت	۲۷
۲-۴- سیستم‌های آپاش تفنگی و پیکانی	۲۹

۳۱	۲-۳-۲- گروه دوم: ماشین‌های آبیاری
۳۱	۲-۳-۲- آبیاری با آپاش تفنگی
۳۱	۲-۳-۲- آپاش تفنگی سیار
۳۲	۲-۳-۲- سیستم‌های شیلنگ پیچ، Enrouleurs
۳۴	۲-۳-۲- آبیاری با یک بال آبیاری
۳۴	۲-۳-۲- سیستم‌های آبخشان خطی / سیستم چرخان جانبی
۳۵	۲-۳-۲- سیستم‌های دوار مرکزی
۳۷	۲-۳-۲- سیستم‌های متحرک خطی
۳۹	۲-۳-۲-۴- تکامل سیستم‌های دوار مرکزی و متحرک خطی
۴۰	۲-۴- برخی ارقام و اعداد مربوط به آبیاری بارانی
۴۳	۳- آبیاری میکرو
۴۳	۳- کلیات
۴۴	۳-۲- انواع آب چکان‌ها
۴۴	۳-۲-۱- قطره چکان‌ها
۴۶	۳-۱-۲-۱- مسیر عبور جریان (طولاًنی یا کوتاه)
۴۶	۳-۱-۲-۲- طریقه نصب قطره چکان
۴۷	۳-۱-۲-۳- طبقه بندی قطره چکان‌ها
۴۷	۳-۲-۲- روزنه‌های کالیبره شده
۴۸	۳-۲-۳- آبچکانک‌ها
۴۹	۴-۲-۴- آبیاری با لوله‌های زیرزمینی
۴۹	۳-۳- مزایا و معایب آبیاری میکرو

۵۲	معیارهای اقتصادی
۵۲	-۴- اصول کلی
۵۳	-۵- افزایش تولید ناخالص ناشی از آبیاری
۵۵	-۶- کاهش هزینه‌ها
۵۵	-۱- هزینه‌های سرمایه‌گذاری
۵۶	-۲- هزینه‌های کارگری
۵۸	-۳- استفاده از تراکتور
۵۸	-۴- مصرف انرژی
۵۹	-۵- هزینه آب
۶۰	-۷- آیا نتایج حاصل از اقتصاد آبیاری قابل انتقال است؟
۶۰	-۱- انتقال نتایج از یک مورد به موردی دیگر در اقتصاد آبیاری از چه حساسیتی برخوردار است؟
۶۱	-۲- در صورت مشکل بودن تعمیم نتایج چه باید کرد؟
۶۷	-۸- ملاحظات نهایی در رابطه با اطلاعات مرجع
۶۷	-۹- لزوم تحلیل مالی
۶۸	-۱۰- عوامل کارگری مرتبط با توسعه آبیاری

۶۹	بخش دوم
۶۹	محدودیت‌های سیستم‌های آبیاری
۶۹	الف - محدودیت‌های داخلی
۶۹	الف - ۱ - محدودیت‌های مرتبط با نوع مزرعه
۷۰	۱-۱ - موقعیت اجتماعی کشاورزان
۷۰	۱-۲-۱ - اهمیت نسبی گیاهان تحت آبیاری در واحدهای مختلف تولیدی کشاورزی ..
۷۱	۱-۳-۱ - انواع مالکیت زمین
۷۱	۱-۳-۲-۱ - اندازه قطعات یک پارچه زراعی
۷۲	۱-۳-۲-۲ - شکل قطعات یک پارچه زراعی
۷۲	۱-۳-۲-۳ - اراضی غیر یکپارچه
۷۳	۱-۴-۳-۱ - موانع فیزیکی
۷۳	۱-۴-۱ - نهاده‌های قابل دسترس در واحدهای تولیدی
۷۳	۱-۴-۱-۱ - سرمایه
۷۳	۱-۴-۱-۲ - مکانیزاسیون
۷۳	۱-۴-۱-۳ - کارگر
۷۴	۱-۴-۱-۳-۱ - دسترسی به کارگر دائم
۷۴	۱-۴-۱-۳-۲ - راه حل‌های کمبود کارگر دائم
۷۵	۱-۴-۱-۳-۳ - تخصص نیروی انسانی لازم و تجهیزات تحت راهبری آن‌ها ..
۷۶	الف - ۲ - محدودیت‌های مرتبط با نوع خاک
۷۶	۱-۵-۱ - مشخصات هیدرودینامیکی خاک
۷۷	۱-۵-۱-۱ - ظرفیت نگهداری
۷۹	۱-۵-۱-۲ - هدایت هیدرولیکی

۱-۶- مشخصات بافت خاک ۸۱	
۱-۷- مشخصات توپوگرافیکی خاک ۸۲	
ب - محدودیت‌های خارجی ۸۳	
ب - ۱- محدودیت‌های اقلیمی ۸۳	
۸-۱- نیاز آبی گیاهان ۸۳	
۸-۱-۱- اقلیم، تبخیر تعرق بالقوه، تبخیر تعرق و ضریب گیاهی ۸۳	
۸-۱-۲- نیاز آبی و نیاز آبیاری ۸۴	
۸-۱-۳- استفاده مناسب از ذخیره آب خاک ۸۴	
۸-۱-۴- آبشویی خاک‌های شور ۸۴	
۸-۱-۵- آبیاری ضروری و آبیاری تکمیلی ۸۵	
۸-۱-۶- اثرات باد ۸۶	
۸-۱-۷- دما و اثرات محدود کننده آن ۸۸	
ب - ۲- محدودیت‌های منابع آب ۸۹	
جنبه‌های کمی ۸۹	
۱-۱- منبع آب قابل دسترس ۸۹	
۱-۲- تحويل آب آبیاری به صورت گردشی ۹۱	
۱-۳- آبیاری بر حسب تقاضا ۹۴	
۱-۴- تنظیم دبی و فشار ۹۵	
۱-۵- کیفیت آب ۹۷	
۱-۵-۱- کیفیت بیولوژیکی ۹۸	
۱-۵-۲- کیفیت فیزیکی ۹۸	
۱-۵-۳- کیفیت شیمیایی ۹۹	
۱-۶- استفاده از فاصلاب در آبیاری ۱۰۲	

ب - سایر محدودیت‌های مختلف خارجی ۱۰۳
۷-۲ - محدودیت‌های فنی-تجاری ۱۰۳
۸-۲ - محدودیت‌های انرژی ۱۰۴
 ج - محدودیت‌های زراعی ۱۰۵
۱-۱ - محدودیت‌های ناشی از سیستم‌های زراعی ۱۰۵
۹-۲ - محدودیت‌های ناشی از چند ساله بودن گیاه ۱۰۵
۹-۲-۱ - گیاهان چند ساله ۱۰۵
۹-۲-۲ - گیاهان یک ساله ۱۰۶
۱۰-۰ - محدودیت‌های ناشی از مولفه‌های فنی ۱۰۸
۱۰-۳ - تراکم گیاهی و مدیریت ۱۰۸
۱۰-۳-۲ - عملیات ضروری کشاورزی ۱۰۸
 ج - ۲ برخی محدودیت‌های خاص زراعی ۱۱۱
۳-۱ - ارتفاع گیاه ۱۱۱
۳-۲ - حساسیت اجزای مختلف گیاه به آپاژی ۱۱۲
۳-۳ - وجود دوره‌های بحرانی ۱۱۲
۳-۴ - اهمیت توسعه ریشه ۱۱۳
 د - سایر محدودیت‌ها ۱۱۵
۵-۳ - آبیاری چند منظوره ۱۱۵
 اطمینان از کیفیت تجهیزات ۱۱۶
ضمائم ۱۱۷
۱ - جداول مقایسه‌ای نشان دهنده زمان‌های کار کارگری برای آبیاری بارانی ۱۱۸
۲ - مثالی از شرایط خاص کاربرد آبیاری بارانی برای حفاظت گیاه از یخ زدگی ۱۲۱
۳ - کاربرد استانداردهای بین‌المللی برای حصول اطمینان از کیفیت تجهیزات آبیاری ۱۲۲

بخش اول

معیارهای انتخاب سیستم‌های آبیاری

در حالیکه اهمیت معیارهای اقتصادی و فنی کاملاً مشخص بوده لیکن در انتخاب یک سیستم آبیاری نمی‌توان مسائل و عوامل انسانی را نادیده گرفت. تمام جوانب سه گانه مذکور در این کتاب مورد بررسی قرار خواهد گرفت.(معیارهای اقتصادی، فنی و عوامل انسانی)

معیارهای فنی

منظور از انتخاب فنی و تکنیکی چیست؟

همانگونه که در این نشریه تعریف شده، انتخاب فنی یک سیستم به انتخابی اتلاق گردیده که عمداً یکی از دو پارامتر هزینه پروژه یا جوانب و مسائل انسانی مرتبط را نادیده بگیرد. هدف اصلی این کار دستیابی به بهترین راه حل فنی جهت آبیاری محصولی خاص در یک مزرعه ویژه تحت شرایط ثابت اقلیمی و خاک می‌باشد.

سه روش آبیاری مورد بحث در این بخش از کتاب عبارتند از: آبیاری سطحی، آبیاری بارانی و آبیاری میکرو

۱- آبیاری سطحی

۱-۱- کلیات - منابع

آبیاری سطحی قدیمی‌ترین روش آبیاری بوده و جزو پر استفاده‌ترین روش‌های آبیاری

در سطح جهان نیز باقی مانده است.

(بر اساس آمارهای منتشره تقریباً ۹۰ درصد از اراضی آبی جهان، تحت این روش آبیاری می‌گردد). این روش آبیاری به دلیل نیاز به تطبیق با انواع مختلف خاک و عوارض طبیعی زمین از یک سو و پیشرفت علوم و فنون از سوی دیگر تغییرات قابل توجهی یافته است، بنابراین روش‌های متنوع آن، از آبیاری غرقابی سنتی گرفته تا سیستم‌های پیچیده خودکار با هدف کنترل فنی بهتر وجود دارد.

خواننده برای کسب اطلاعات بیشتر می‌تواند به کتاب «سیستم‌های آبیاری سطحی و عملیات وابسته به آن» تألیف آقای Melvyn Kay مراجعه نماید. انتشارات Cranfield Press، سال ۱۹۸۶، (این نشریه دارای ۱۴۲ صفحه به زبان انگلیسی و عکس‌های متعدد می‌باشد). در ضمن مرجع خوب دیگری نیز تحت عنوان Gravitaire Par Canaux وجود دارد، (۲۹۶ صفحه با عکسها و جداول متعدد، به زبان فرانسه - پاریس ۱۹۷۶).

در قسمتهای زیر، محدودیت‌های ذاتی این روش مورد بررسی قرار گرفته و راه حل‌های ممکن جهت رفع آنها پیشنهاد خواهد شد.

۱-۲- نیاز به نیروی کارگری

احتمالاً این مورد اولین عامل بازدارنده در انتخاب این روش می‌باشد. به هر حال درجه اینگونه محدودیت‌ها متغیر بوده و بستگی به این دارد که آیا طراح به سیستم‌های ابتدایی در مزارع کوچک (به مساحت چند صد متر مربع) که عمل آبیاری بروش نامرتب صورت می‌گیرد روی آورده یا به سمت سیستم‌های پیشرفته همچون آبیاری شیاری برای محصولات پر ارزش متمایل می‌گردد. در حالت دوم، در صورتی که هیچگونه امکاناتی جهت مکانیزه کردن و خودکار شدن سیستم موجود نباشد، کارهای لازم برای آماده سازی ساختمانهای انتقال آب، مدیریت و کنترل آب در سطح مزرعه زمان بربوده و علاوه بر آن، عملیات مذکور نیاز به نیروی کارگری ماهر دارد. (مراجعه به بخش‌های ۱-۴-۲ و ۳-۴-۲)

مکانیزاسیون و استفاده از سیستم‌های خودکار، ابزار مؤثری است که زمان کار را کاهش می‌دهد. کتاب «سیستم‌های آبیاری سطحی خودکار در سطح مزرعه»، از انتشارات

ICID ۱۹۸۷ - تأثیر آقای هامفریز (A.S.Humphreys) یکی از کامل‌ترین و جدیدترین استاندارد موجود در این زمینه می‌باشد. باید خاطر نشان ساخت که قسمت مهم کار در سطح مزرعه ناشی از ناهمواری سطح خاک بوده که نتیجه آن اشکالات پدید آمده در مدیریت مطلوب آب می‌باشد. این مورد خاص در بخش‌هایی از کتاب که با "صرف آب" و "تسطیح اراضی" سرو کار دارد، مورد بحث قرار می‌گیرد. در حقیقت این عوامل ارتباط تنگاتنگی با هم دارند.

۱-۳-۱- مصرف بیش از حد آب

این امر دومین نقطه ضعف آبیاری سطحی محسوب می‌گردد. مصرف بیش از حد آب در سطح مزرعه ناشی از تلفات آب در ابتدای مسیر شیار و همچنین تلفات حاصل از نفوذ عمقی و رواناب سطحی پایاب در مزرعه می‌باشد.

۱-۳-۱- تلفات نشت ناشی از جریان در بالادست شیار به عنوان تلفات خالص آب محسوب گردیده و در بعضی از اوقات زمین بالا دست را از حیز انتفاع خارج می‌سازد. این امر در آبیاری شیاری مستله خاصی محسوب می‌گردد.



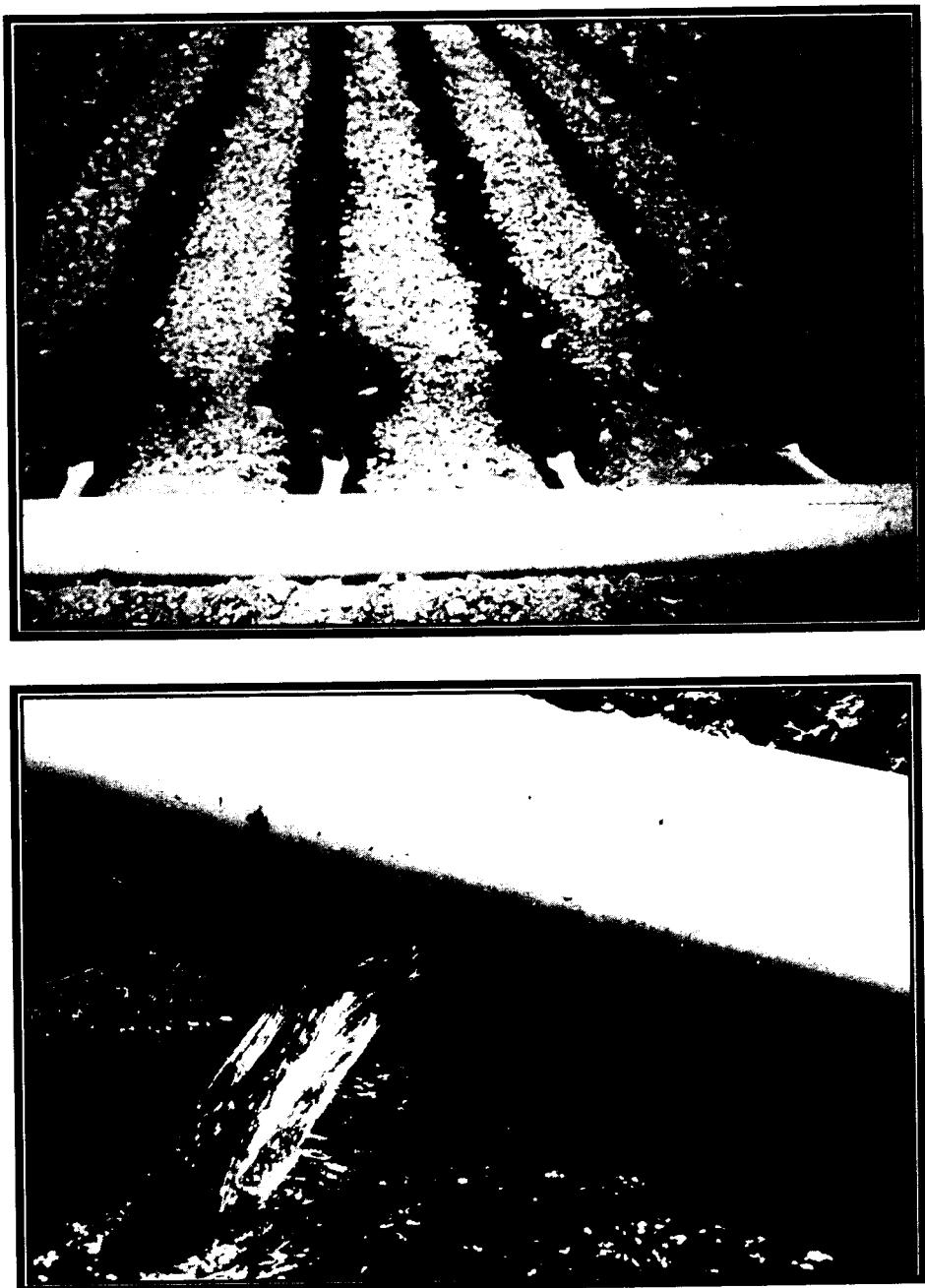
شکل ۱ - توزیع آب در آبیاری شیاری

در آبیاری سطحی نگهداری از انهر خاکی به نیروی کارگری زیاد نیاز داشته و کار دشواری است. برای به حداقل رساندن تلفات نشت و از دست رفتن اراضی، علاوه بر کاهش هزینه‌های کارگری، راه حل‌های زیر نیز پیشنهاد می‌گردد:

(a) پوشش انهر و محلهای خروج آب. این عملیات اغلب بدلیل هزینه بر بودن و خطر تخریب ابتدای شیار که عمدهاً توسط ادوات و تجهیزات مورد استفاده پدید آمده، انجام نمی‌گردد.



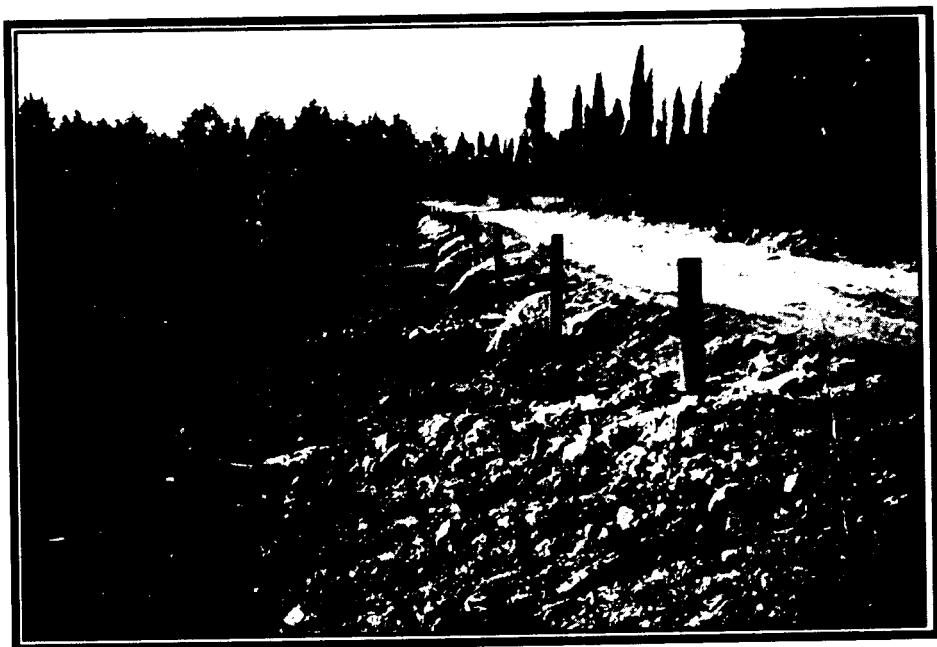
شکل ۲ - انتقال آب به شیارها با کمک سیفون



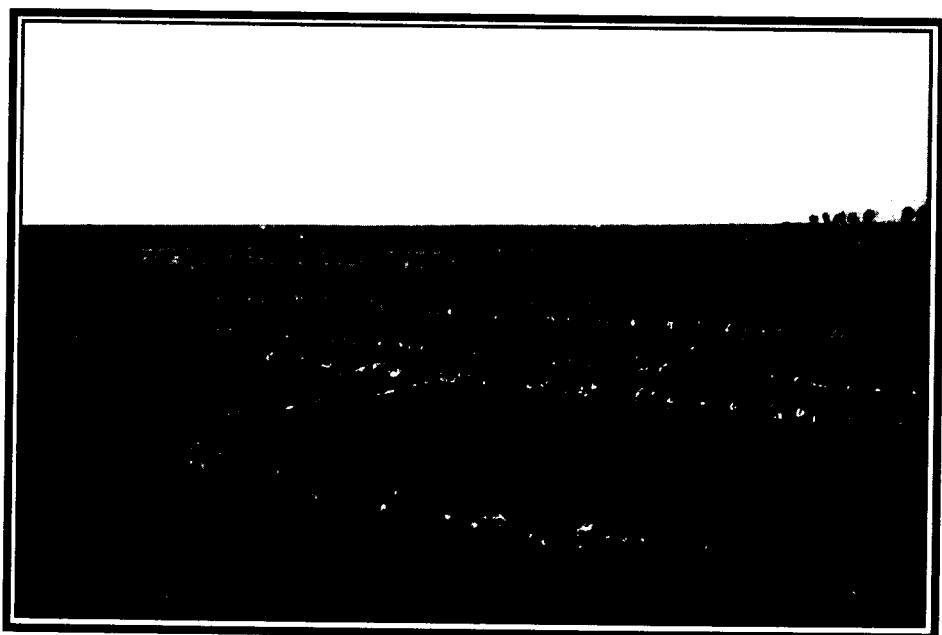
شکل ۳ - وسایل و تجهیزات مدرن برای توزیع آب

- (b) استفاده از وسائل انحراف آب همچون سیفون‌ها که به دیواره انهر آسیب نمی‌رسانند.
- (c) استفاده از وسائل دیگر توزیع آب همچون لوله‌های کشویی (دستی یا خودکار)
- (d) نصب شبکه لوله‌های مدفون (لوله‌های کم فشار)

موضوع نشت در سیستم‌های حوضچه‌ای چه در حوضچه‌های مسطح و چه شیب دار در مقایسه با مسائلی که در رابطه با آبیاری شیاری عنوان شد مسئله چندان مهمی نمی‌باشد (مانند آبیاری در سطح تراز "در کشور آمریکا" یا آبیاری کناره‌های خطوط تراز "در کشور استرالیا").



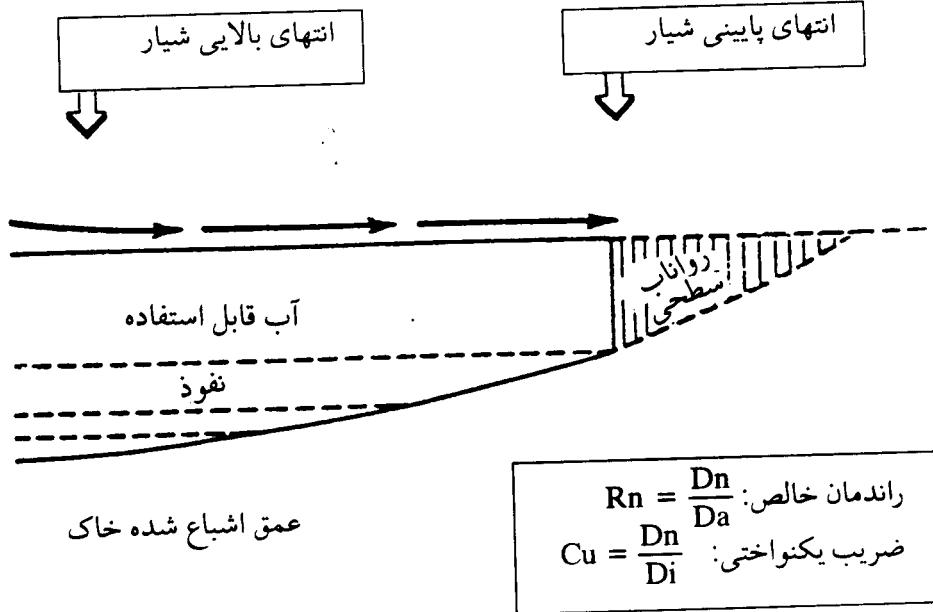
شکل ۴ - سیستم لوله‌های مدفون (لوله‌های کم فشار)



شکل ۵ - سیستم آبیاری حوضچه‌ای

۲-۳-۱ دلیل اصلی دیگر برای مصرف بیش از حد آب در سطح مزرعه، عدم یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه بوده که نتیجه آن آبیاری بیش از حد در ابتدا و آبیاری کمتر از حد معمول در انتهای کرت می‌باشد. انجام آبیاری کامل در انتهای کرت مطمئناً سبب تلفات نفوذ عمقی در ابتدای مسیر و ایجاد تلفات پایاب و رواناب در انتهای کرت می‌شود.

معیارهای کیفی آبیاری شیاری



Dn عمق خالص (مورد استفاده):

Di عمق متوسط آبیاری :

Da عمق متوسط ناخالص قابل دسترس:

شکل ۶ - مقطع طولی در امتداد شیار

در این رابطه دو مورد اصلاحی زیر را می‌توان ارایه نمود:

اولاًً انطباق شدت جریان آبیاری با ظرفیت نفوذ پذیری خاک به تدریج کاهش می‌یابد. طبق مشاهدات به عمل آمده اگر از شدت جریان ورودی در طول اولین آبیاری (در آغاز فصل) کاسته شده و کاهش شدت جریان را بعد از رسیدن آب به انتهای زمین نیز داشته مباشیم (Cutback)، آنگاه تلفات رواناب تقلیل و یا متوقف می‌گردد.

علاوه بر این، در خاکهای سیلتی، شدت نفوذ در طول اولین مرحله آبیاری، (مرحله پیشروی) هنگامی که آب در فواصل زمانی کوتاه (دوره‌های متناوب) قطع و وصل شده، کاهش می‌یابد. این پدیده در آبیاری موجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در عمل، مدیریت مطلوب آب به وسیله کاهش شدت نفوذ پذیری با پیچیدگی زیاد و هزینه بالایی به دست می‌آید. سیستم‌های موجی و کابلی جزو سیستم‌های انتقال آب با لوله همراه شیرهای خودکار و کنترل کننده‌ها می‌باشند. (برای کسب اطلاعات بیشتر در رابطه با فنون مذکور به کتاب «سیستم‌های آبیاری سطحی خودکار تألیف آقای هامفریز»، ICID ۱۹۸۷ مراجعه نمائید).

دوماً هر چه سطح مزرعه ناهموارتر باشد، آب بیشتری مورد نیاز است. این امر در اراضی با شبکه کم بیشتر مشهود بوده و اهمیت آن در کرت‌های مسطح به حداقل خود می‌رسد. راه حل آن تسطیح دقیق اراضی (2mm تا $1 \pm$) با استفاده از کاربرد دانش فنی لیزر بوده که امروزه جزو عملیات رایج محسوب می‌گردد.

۱-۳-۳- آقای هامفریز در نظریه مذکور در رابطه با دستاوردهای جدید آبیاری خودکار چنین بیان می‌کند:

تجدید نظر بر سیستم‌های دستی موجود با استفاده از نقشه مزرعه جهت بهبود آرایش سیستم آبیاری مورد تاکید قرار گرفته است. استفاده از دبی‌های بالاتر همراه با نوارهای بزرگتر ولی به تعداد کمتر، سبب افزایش راندمان آبیاری و صرفه جویی در نیروی کارگری شده است. در این رابطه اصلاح سیستم آبیاری و تسطیح اراضی بر روی حدود ۱۷۰۰۰ هکتار به طور کامل انجام گرفته است. پس از اصلاح و آرایش سیستم عمل خودکار نمودن دومن گام در بهبود سیستم آبیاری بوده که به سادگی قابل اجرا است. اصلاح سیستم

آبیاری، حتی بدون خودکار نمودن سیستم، تقریباً سبب کاهش ۷۰ درصد نیاز به نیروی کارگری شده است.

پیشرفت در بهبود سیستم آبیاری سطحی همواره چشمگیر نمی‌باشد. تنظیم مجدد آرایش شبکه همراه با تسطیح خوب اراضی می‌تواند سبب بهبود در عملکرد سیستم بدون صرف هزینه زیاد بشود.

۴-۳-۱ به هر حال با آنکه روشها و فرمولهای متعددی در متون مرتبط وجود دارد، ولی راه برای بهبود روش‌های منطقی جهت تعیین جریان آبی (دبی) که باید در ابتدای مزرعه یا شیار با توجه به نیاز مصرفی گیاه، خصوصیات خاک (عوارض کوچک زمین، شدت جذب، زیری و غیره) و هندسه مزارع (طول، عرض و غیره) تحويل داده شود باز است.

۴-۴-۱- آبیاری سطحی و پستی و بلندیهای زمین

در مناطق تپه ماهور کار در مزرعه و کنترل فرسایش در شیب‌های تند مشکل می‌باشد. برای انجام آبیاری سطحی در چنین شیب‌هایی، عملیات قابل توجهی جهت آماده سازی زمین مورد نیاز می‌باشد. به هر حال، زمین‌های واقع در دامنه‌ها نیز با داشتن شیب ۱۵ تا ۲۰ درصد، با روش آبیاری سطحی قابل آبیاری هستند. این کار به وسیله استقرار کانالها در طول خطوط تراز و کانالهای انتقال آب که وظیفه تغذیه نهرهای کوچکتر را بر عهده داشته و در امتداد شیب، قرار گرفته صورت می‌پذیرد. احداث کانالها (تنظیم دقیق شیب‌ها) و تسطیح اراضی در زمین‌های ناهموار جهت آبیاری سطحی نیاز به دقت خاصی دارد.

۱-۵- آبیاری سطحی و شدت نفوذپذیری خاک

دو روش اساسی آبیاری سطحی عبارتند از: غرقابی (حوضچه‌ای) و ایجاد رواناب (نواری، شیاری، موجی و غیره). هر دوی این روشها خاک را به عنوان وسیله انتقال آب جهت آبیاری تمام نقاط مزرعه، مورد استفاده قرار می‌دهند، لذا این روشها برای خاکهایی که دارای شدت نفوذپذیری بالایی بوده (مراجعه به قسمت ۱-۵-۲ بخش دوم کلاسها) می‌باشند.

نفوذپذیری خاک) یا جایی که آب مجبور است مسیر پر پیچ و خمی را طی کند مناسب نیستند. اگر شدت نفوذپذیری خاک متوسط باشد، (مراجعه به قسمت ۱-۵-۲ بخش دوم) نوارها یا شیارهای آبیاری می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که این امر سبب افزایش تعداد خروجیها و هزینه خودکار «مکانیزاسیون» شدن سیستم می‌شود. در صورتی که شدت نفوذپذیری خاک کم باشد (مراجعه به قسمت ۱-۵-۲ بخش دوم) کرت‌ها بیشتر توصیه می‌شوند که دلیل آن نیز باقی ماندن آب بر روی سطح خاک تا زمان نفوذ می‌باشد.

۱-۶- محدودیت‌های آبیاری سطحی

آبیاری سطحی با محدودیت‌های متعددی همراه بوده که عبارتند از:

- محدودیت‌های اصلی، همچون پستی و بلندیهای خاک (مراجعه به قسمت ۱-۴)
- و شدت نفوذپذیری خاک که گاه‌آئا سبب مردود شناختن این روش می‌گردد.
- محدودیت‌های فرعی همچون نیاز به نیروی کارگری (مراجعه به قسمت ۱-۲)
- و میزان مصرف آب (مراجعه به قسمت ۱-۳) که ممکن است برای آنها راه حل‌های مناسبی وجود داشته باشد.

طبیعت گیاه تنها در بعضی از حالات جزو یکی از محدودیتها محسوب می‌شود؛ حساسیت گیاه نسبت به حالت غرقابی شدن خاک، طراحی یا استفاده نادرست از سیستم‌های آبیاری که منجر به آبیاری بیش از اندازه شده جزو این محدودیت‌ها به شمار می‌آیند.

معایب اصلی آبیاری سطحی عبارتند از:

- پخش آب به صورت غیر یکنواخت، به خصوص در قطعات طویل
- مشکلات موجود در پخش آب با شدت کم و پیوسته
- نیاز به نیروی کارگری نسبتاً زیاد
- هزینه بالای تسطیح اراضی در اراضی ناهموار

این روش به جز در بعضی از حالات خاص، برای کنترل محیط زیست (مثل کنترل یخ‌زدگی) سازگار نمی‌باشد.

۲- آبیاری بارانی

۱-۲- کلیات

این روش آبیاری که حدود اواخر قرن نوزده شروع به توسعه یافت نسبت به آبیاری سطحی جدیدتر می‌باشد. تولد و توسعه آبیاری بارانی ناشی از افزایش سطح زیرکشت و توسعه صنایع بوده است. در حالیکه فنون آبیاری سطحی بدنون نیاز به تجهیزات و ابزار ساخته شده (صنعتی) مورد استفاده قرار می‌گیرند، آبیاری بارانی به وسائلی چون لوله‌ها، شیرها، آپاش‌ها که جزو محصولات صنعتی و پیچیده محسوب شده نیازمند است. هر دو روش مذکور از طبیعت منشاء می‌گیرند. در حالی که آبیاری سطحی از رواناب و سیلابهای رودخانه‌ای و مناطق سیلابی منشاء گرفته، آبیاری بارانی به بارندگی‌هایی شباهت داشته که حداقل بهترین آنها به حدی است که ظرفیت رطوبتی خاک را پر نموده ولی شدت نفوذ آن به اندازه‌ای نیست که از ایجاد رواناب و فرسایش خاک جلوگیری نماید. تعداد و انواع سیستم‌های آبیاری بارانی که در طول دهه اخیر توسعه یافته قابل توجه می‌باشند. مقاله شماره ۳۵ (آبیاری و زهکشی) سازمان خواربار جهانی FAO با عنوان آبیاری بارانی مکانیزه که توسط آقای رلن (L.Rolland) در سال ۱۹۸۰ تهیه گردیده، جزو اسناد مرجع و معتبر قابل استفاده در این زمینه است و بیشتر مطالب ارائه شده در زیر از این منبع گرفته شده است. سیستم‌های بارانی موجود جهت پوشش محدوده وسیعی از حالات و مسائل خاص، شامل: صرفه جویی در نیروی کارگری، بهبود در مصرف آب، اندازه و شکل مزارع، محصولات چند ساله و یک ساله، انواع خاکها، کمیت و کیفیت آب قابل دسترس، هزینه انرژی و غیره توسعه یافته‌اند. بایستی بین سیستم‌هایی که در حال حاضر موجود بوده و آنها بیکارانی دسترسی به آنها درآینده فراهم خواهد شد، (ولی هنوز جای توسعه دارند) و آنها بیکاری که به دلایل مختلفی از صحنۀ بازار حذف گردیده چه به دلیل اتفاقات ناگهانی (همچون ورشکستگی کارخانه سازنده) و یا به دلیل انتخاب طبیعی سیستم، (حذف روشهایی که کمترین سازگاری را از خود نشان داده‌اند) فرق گذاشته شود. امروزه چنین به نظر می‌رسد که تکامل این گونه سیستم‌ها به حالت ثابت و پایداری رسیده و تحلیل بین سیستم‌های مختلف با توجه به مزايا و معایب آنها به خوبی قابل انجام است.

هر نوع سیستم بارانی ترکیبی از دو جزء اصلی زیر می‌باشد.

- تجهیزات و وسائل پخش آب همچون آپاشها، آبغشانها یا آپاشهای تفنگی
 - لوله‌های انتقال آب، که می‌توانند صلب یا انعطاف‌پذیر، ثابت یا متحرک بوده که معمولاً آنها را لوله‌های جانبی یا بالهای آبیاری نیز می‌نامند.
- انواع سیستم‌های بارانی به دو گروه زیر تقسیم بندی می‌گردند:
- گروه اول: لوله‌های انتقال آب که با ابزار و وسائل پخش آب تجهیز گردیده و بخش بزرگی از سطح مزرعه را پوشش می‌دهد.
- گروه دوم: وسائل و تجهیزات پخش آب که به وسیله نقلیه (متحرک) متصل شده و در طول آبیاری قابل حرکت می‌باشند. به چنین سیستم‌هایی ماشین‌های آبیاری اطلاق می‌گردد.

۲-۱-گروه اول؛ دستگاه‌های آبیاری

۱-۱-سیستم‌های قابل حمل و نیمه قابل حمل

آبیاری بارانی در ابتدا با استفاده از سیستم‌های قابل حمل، شامل تعدادی آب پاش و لوله با قطرهای مختلف که همگی تشکیل یک شبکه را داده آغاز به کار نمود.

حدائق و سایل یک شبکه عبارتند از:

الف) لوله اصلی، با طولی که به دورترین نقطه بال آبیاری دستررسی داشته باشد.

ب) بال آبیاری با طولی که به دورترین نقطه مزرعه دستررسی داشته باشد.

بنابراین اجزاء اصلی سیستم (آپاشها و لوله‌ها) فقط به اندازه‌ای است که با استقرار در محل‌های مختلف تمامی نقاط مزرعه را آبیاری نماید. این سیستم مستلزم پیاده کردن لوله‌ها و آپاش‌ها و انتقال آنها به مکانهای دشوار (خاکهای مرطوب و محل رویش گیاهان) می‌باشد. این سیستم را، سیستم قابل حمل می‌نامند. در صورتی که آپاش‌ها به وسیله لوله‌های انعطاف‌پذیر به بال آبیاری متصل شوند، آپاش‌ها می‌توانند در مکانهای متعددی

با قرار گرفتن بال آبیاری در یک محل به کار خود ادامه دهند. در این حالت فاصله حرکت بالهای آبیاری به شدت کاهش می‌یابد. به این سیستم، سیستم نیمه قابل حمل اطلاق می‌گردد.



شکل ۷ - سیستم نیمه قابل حمل

برای آنکه نیاز به نیروی کارگری و سختی کار کاهش بیشتری یابد، دو راهکار زیر پیشنهاد گردیده که در هر دوی آنها از خطوط لوله اصلی ثابت و حتی مدفون استفاده می‌شود.

- بال آبیاری (لوله و آپاشهای متصل) به صورت مکانیکی از یک محل به محل دیگر حرکت داده می‌شود. در ایالات متحده آمریکا به چنین سیستم‌هایی، Towlime، یا سیستم بال چرخدار اطلاق می‌گردد. این نوع سیستم‌های نیمه قابل حمل نسبتاً ارزان

بوده و اغلب برای مرتع یا علفزارها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- افزایش تعداد قسمتهای قابل حمل (بال‌ها و آپاش‌ها). این عمل به بالهای آبیاری اجازه داده تا در محلهای بیشتری مستقر گردیده و لذا امکان آبیاری سطح بیشتری در یک زمان مشابه وجود دارد.

۲-۲-۲- سیستم‌های نیمه ثابت

در صورتیکه تعداد بالهای آبیاری به صورتی افزایش یابد که کل سطح مزرعه به وسیله این لوله‌ها پوشیده شده و هر لوله به همراه آپاش‌های لازم مجهز گردد، سیستم ثابت خوانده می‌شود. نوع دیگر سیستم که در آن تنها آپاش‌ها جابجا می‌شوند به نام سیستم نیمه ثابت خوانده می‌شود. زمانی که محل بالهای آبیاری تغییر می‌یابد، آپاش‌ها و لوازم جانبی آنها نیز باید جابجا شوند.



شکل ۸ - سیستم نیمه ثابت

- انواع مختلف این‌گونه سیستم‌ها وجود داشته که سه مثال زیر از رایج‌ترین آنها می‌باشد:
- بالهای آبیاری ثابت با آپاش‌های قابل حمل از یک بال به بال مجاور. در این حالت نوار خیس شده به موازات بال آبیاری می‌باشد.
 - بالهای ثابت با آپاش‌های قابل حمل در طول لوله (یک آپاش در هر بال). در این حالت نوار خیس شده بر لوله‌های جانبی عمود می‌باشد.
 - یک بال انعطاف‌پذیر همراه با یک آپاش در انتهای که به وسیله دست بسمت لوله اصلی کشیده می‌شود. در این حالت نوار خیس شده به موازات لوله اصلی می‌باشد (یا به موازات لوله اصلی ثانویه).

نوع دوم، به دلیل اینکه بال آبیاری تنها یک آپاش را در یک زمان مشخص تغذیه نموده جزو رایج‌ترین روش‌ها محسوب می‌شود و لذا قطر لوله از سایر موارد کمتر بوده و در صورت تبدیل سیستم به یک سیستم خودکار، شیرهای کمتری مورد نیاز می‌باشد.

این‌گونه سیستم‌ها دارای معاایب زیر می‌باشد.

- عدم انعطاف‌پذیری سیستم، زیرا جابجایی محل سیستم در طول فصل کشت امکان‌پذیر نمی‌باشد.
- این سیستم به نیروی کارگر زیاد جهت جابجا نمودن آپاش‌ها، به خصوص برای محصولات پایه بلند همچون ذرت و غیره نیاز دارد.

در صورتیکه یک دست آپاش اضافی موجود باشد، تعداد جابجایی‌ها کاهش می‌یابند. آپاش‌ها به صورت همزمان جابجا گردیده ولی به صورت متوالی کار می‌نمایند. این بدین معنی است که قطعه‌ای که بایک انشعاب تغذیه شده به دو قطعه کوچکتر که هر کدام به وسیله یک لوله توزیع آب، آبیاری گردیده تقسیم می‌شوند. تغییر در میزان توزیع آب به وسیله دو شیر که به صورت دستی یا اتوماتیک کار نموده، کنترل می‌گردد. چنین سیستم‌هایی امکان آبیاری در شب را داشته و با سه استقرار در روز بهترین حالت را دارند. (۳×۸ ساعت).

مزایای این‌گونه سیستم‌ها عبارتند از:

- هزینه‌های سرمایه‌ای متوسط (متعادل)
- نیاز به انرژی محدود (فشار کلی مورد نیاز در سر مزرعه بیش از ۵ تا ۶ بار نمی‌باشد)

- تعداد آپیاش‌ها^(۱) در هر هکتار به دلیل تعداد جابجایی‌ها، محدود می‌باشد. علاوه بر این در زمانی که سرعت باد متوسط بوده آپیاش‌های دوسر می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند و لذا توزیع مناسب همراه با شدت پخش ملایم آب را خواهیم داشت (تقریباً برابر با ۵mm/hr).

این مسئله حاکمی از آنست که اینگونه سیستم‌ها حتی می‌توانند برای خیلی از مواردی که مساحت تحت آبیاری بسیار بزرگ نبوده توجیه‌پذیر باشند، زیرا از نظر کیفیت پخش آب جزو بهترین روشها محسوب می‌شوند. زمانی که آب مورد نیاز ماهانه به خصوص در طول زمان حداکثر مصرف (پیک) با محدودیت مواجه شده این مسئله ملموس‌تر می‌باشد.

۳-۲-۲ سیستم‌های ثابت

سیستم‌های ثابت، حداقل در طول فصل آبیاری هیچ قسمت قابل حملی به جز شیرهایی که به صورت دستی یا اتوماتیک کار نموده، ندارند.

در حقیقت هزینه اولیه سیستم بسیار بالا بوده که به عنوان مثال برای شبکه آپیاش‌های ۲۴×۲۴ متر تعداد آپیاش‌های مورد نیاز (به طور نظری) $17/36$ عدد در هکتار می‌باشد. به هر حال، هر یک از آپیاش‌ها در هر دور آبیاری برای یک استقرار مورد بهره‌برداری قرار

-۱) تعداد آپیاش‌های (n) مورد نیاز در هر هکتار عبارتند از :

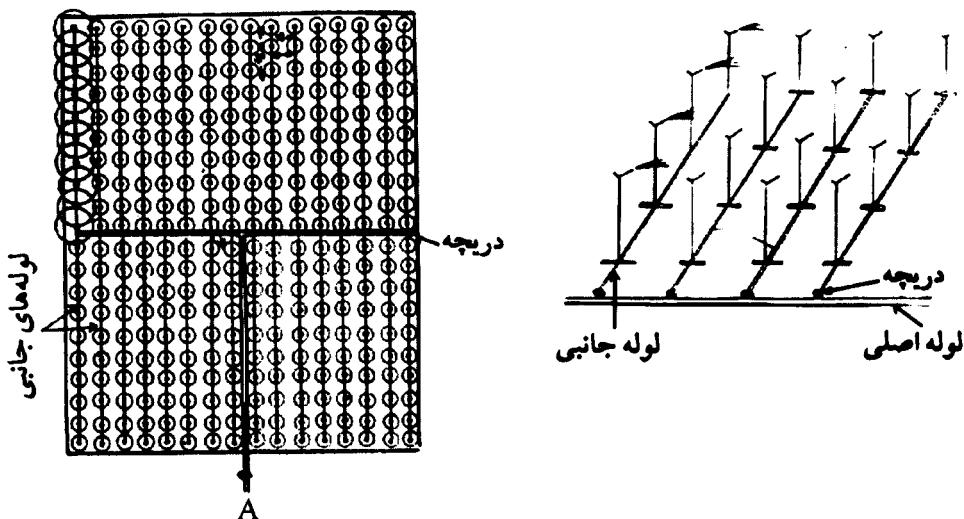
$$n = \frac{10000}{N \times A}$$

N: تعداد استقرارها در هر سیکل چرخشی

A: مساحت قطعه زمین (پلات) که عبارت است از فاصله بالهای آبیاری × فاصله آپیاش‌ها به متر مربع (m^2) از رابطه رو به رو به دست می‌آید $F \times P = N$ که F برابر است با فاصله یا دور آبیاری برحسب روز و P برابر است با تعداد استقرارها در یک روز

n: برای خاکهای درشت بافت کم عمق با $A = 18 \times 34 = 422 m^2$ و $P = 3$ days $F = 6$ days برای خاکهای عمیق با ظرفیت نگهداری بالای رطوبت و $A = 24 \times 24 = 576 m^2$ و $P = 2$ days $F = 12$ days برای خاکهای عمیق با ظرفیت نگهداری بالای رطوبت و $A = 24 \times 24 = 576 m^2$ و $P = 2$ days $F = 12$ days است با ۰/۷۲

می‌گیرد (تقریباً بین ۶ تا ۷ ساعت). از این رو از مواد ارزان‌تری (مثل پلاستیک) می‌توان استفاده کرد که در این حالت عملکرد سیستم پایین آمده، و قطر خیس شده نیز کاهش یافته ولذا شبکه کوچکی از آپاش‌ها مورد نیاز می‌باشد. برای یک شبکه 18×18 متر تعداد ۳۱ آپاش در هکتار و برای شبکه 18×24 متر تعداد ۲۳ آپاش در هکتار مورد نیاز است. سیستمی که به حداقل نیروی کارگری نیاز داشته سیستم ثابت تمام خودکار (اتوماتیک کامل) نامیده می‌شود. برنامه‌ریزی‌های لازم به وسیله جمع آوری اطلاعات موجود در سطح زمین توسط سنسورهایی نظری سنسورهای اقلیمی یا خاک (به عنوان مثال تانسیومترها) و استفاده از یک رایانه تعیین می‌گردد.



شکل ۹ - سیستم ثابت

این فن شامل معاایب زیر می‌باشد:

- عدم انعطاف پذیری سیستم که دلیل آن عدم امکان جابجایی دستگاه از قطعه‌ای (پلات) به قطعه دیگر در طول فصل کاشت، می‌باشد.
- نیاز به حداکثر نیروی کارگری در جریان نصب و جابجایی سیستم که باید به صورت مکانیزه و با طراحی خوب صورت گیرد.
- وجود لوازم و تجهیزات در سطح خاک مانع بهره برداری از مزرعه می‌گردد.
- هزینه‌های سرمایه‌ای بالا به ویژه برای سیستم‌های خودکار

مزایای این سیستم عبارتند از:

- پخش آب به صورت یکنواخت
- کاهش نیاز به نیروی کارگری که نتیجه آن تامین آب مورد نیاز گیاهان با دفعات بیشتر می‌باشد.

چنین سیستم‌هایی نسبت به خاکهای سبک با ظرفیت رطوبتی پایین ولی دور آبیاری کوتاه‌تر نسبت به سایر سیستم‌ها سازگاری بهتری دارند. بنابراین فواصل آبیاری باید کوتاه‌تر انتخاب گردد.

۴-۲-۲ سیستم‌های آبپاش تفنگی و پیکانی

ابزار و لوازم کاربردی مورد بحث در بخش‌های قبلی آبپاش‌هایی بودند که شعاع خیس کنندگی آنها از ۳۰ متر تجاوز نمی‌کرد. چنانکه دیدیم توسعه و تکامل اینگونه سیستم‌ها (قابل حمل، نیمه قابل حمل، نیمه ثابت و ثابت) با افزایش تعداد لوله و آبپاش همراه بوده است. به موازات توسعه ادوات و دستگاه‌های آبیاری تعداد دستگاه‌های مورد نیاز در هر هکتار و تعداد جابجایی و نیاز به نیروی کارگری کاهش یافت. به این گونه دستگاه‌ها، سیستم‌های بارانی پیکانی و تفنگی می‌گویند.

الف) سیستم آبپاش تفنگی

آبپاش‌های گردان با آبپاش‌های بزرگ تفنگی جایگزین می‌شوند. اینگونه سیستم‌ها از دید نظری بر روی تمام سیستم‌های بارانی قابل استفاده بوده ولی برای سیستم‌های نیمه ثابت و بخصوص سیستم‌های ثابت مناسب‌ترند. در حالتی که از سیستم‌های ثابت استفاده

شود، هر کدام از تفنگها می‌توانند بطور کاملاً خودکار عمل نمایند.

رایج‌ترین آرایش سیستم عبارتنداز:

استفاده از لوله‌های بطول ۹ متر: $81\text{m} \times 90\text{m}$ یا $90\text{m} \times 99\text{m}$

استفاده از لوله‌های بطول ۱۲ متر: $84\text{m} \times 96\text{m}$ یا $96\text{m} \times 108\text{m}$

در این حالت تراکم تفنگهای موجود در یک هکتار برابر 1gun/ha بوده که برای سیستم‌های نیمه ثابت برابر ۱ تا ۲ آبپاش و برای سیستم‌های ثابت برابر ۱۵ تا ۳۰ آبپاش در هکتار می‌باشد. در مقایسه با سیستم‌های کاملاً ثابت با آبپاش‌های کوچک این سیستم معايب مشابهی را دارا بوده بعلاوه آنکه شدت پخش آب در این سیستم زیادتر و اندازه قطرات نیز بزرگتر است. بهمین دلیل خطر از بین رفتن ساختمان خاک، ماندآبی شدن، ایجاد رواناب یا حتی فرسایش خاک نیز وجود دارد. از مزایای این نوع سیستم‌ها، سادگی سوار و پیاده کردن آنها می‌باشد.

(ب) سیستم پیکانی

با استقرار آبپاش‌های متعدد روی یک قاب فرمان، ابزار و تجهیزات کاربردی نیز بزرگتر شده، و در این حالت دستگاه شامل دو بازوی بزرگ بوده که همچون یک چرخ بزرگ حول محور قائم چرخیده و آب مورد نیاز آبپاش‌ها در زمان اتصال به هیدرات‌ها را تامین می‌کنند.

قاب چرخان را می‌توان بوسیله تراکتور یا بصورت اتوماتیک از یک ایستگاه به ایستگاه دیگری منتقل کرد. امتیاز این سیستم‌ها، پایین بودن هزینه در هر هکتار و راحتی جابجاگایی آنها می‌باشد. عدم پایداری این نوع سیستم‌ها (اثرات باد، مشکلات حرکت بر روی اراضی شب‌دار، خطر برخورد با خطوط الکتریسیته) و پخش آب با یکنواختی کم بخصوص در شرایط بادزا جزو معايب این نوع سیستم‌ها محسوب می‌گردد. به علاوه، این سیستم باید همواره بر روی زمین‌های تازه مرطوب شده جابجا گردیده که ممکن است مسائلی را ایجاد نماید.

این سیستم به دلیل معایب ذکر شده در بالا و این واقعیت که تجهیزات و سیستم‌های جدیدتری توسعه یافته‌اند، بندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۲-گروه دوم: ماشین‌های آبیاری

- این بخش به ماشینهای آبیاری خودگردان اختصاص دارد. این دستگاه‌ها با توجه به نوع وسیله آبیاری به دو زیرگروه تقسیم می‌گردند.
- آهایی که به سیستم تفنجی مجهzenد.
 - آهایی که با یک بال آبیاری کار می‌کنند.

۴-۱-آبیاری با آپاش تفنجی

۴-۱-۱-آپاش تفنجی سیار (با سیستم سیار، یا سیستم‌های شلنگ دارکششی) آپاش تفنجی که به طور ثابت بر روی یک یدک کش نصب گردیده یا توسط شلنگی تغذیه شده، دونیم قطعه واقع در هر طرف لوله اصلی را آبیاری می‌نماید. حرکت یدک کش به وسیله کشش کابل از انتهای مزرعه صورت می‌گیرد. نیروی لازم برای کشیدن یدک کش به وسیله نیروی آب یا موتور تأمین می‌شود. وسیله لازم برای باز کردن شلنگ می‌تواند بر روی یدک کش حامل آپاش یا روی یک یدک کش جدا نصب گردد.
مزایا:

این سیستم یک نواری را به طول دو برابر طول شلنگ آبیاری می‌نماید. هزینه و فشار مورد نیاز آن از سیستم‌های قرقه‌ای شلنگ دار مشابه کمتر می‌باشد.
معایب:

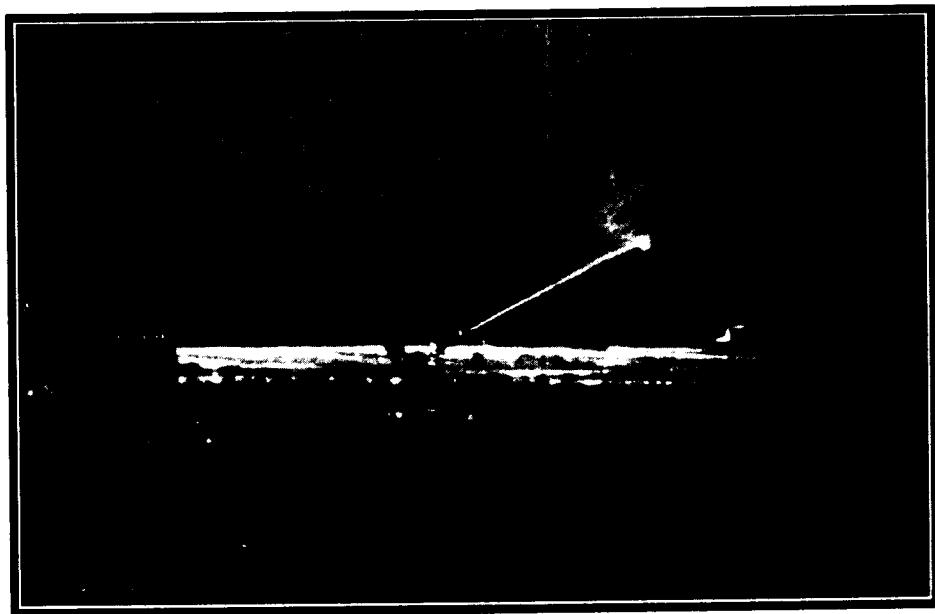
انتقال از نقطه‌ای به نقطه دیگر به خصوص در طول مرحله باز شدن دستگاه (شنلگ‌ها) کار پیچیده و گاهًا خطرناکی است. دستگاه‌های کوچکتری با ظرفیت بین ۲۰ تا ۳۰ m^3/hr خیلی مقاوم نبوده، حال آنکه دستگاه‌های بزرگتر که بعدها با ظرفیت ۴۵ تا ۹۰ m^3/hr توسعه یافته عیب مذکور را ندارند ولی به هر حال بهبود و توسعه سیستم‌های قرقه‌ای شلنگ دار به گونه‌ای بوده که جذابیت استفاده از سیستم آپاش تفنجی (تولید شده در آمریکا)، در اروپای غربی کاهش یافته است.

۲-۱-۳-۲ سیستم‌های شلنگ‌بیچ، (۱) Enrouleurs

این گونه سیستم‌ها به طور عمدۀ در اروپا توسعه یافته و در امریکا کاربرد چندانی ندارند. در این سیستم‌ها شلنگ‌های پلی اتیلن آبرسان حول استوانه‌ای پیچیده می‌شوند. دو نوع سیستم زیر در این زمینه وجود دارند.

(الف) - قرقره‌های متحرک

این سیستم شامل آپیاش تفنگی و قرقره چرخان بوده که با استفاده از پیچش شلنگ به دور قرقره خود را به جلو می‌کشد. قرقره دستگاه به وسیله یک موتور هیدرولیکی کار می‌نماید. نقطه اتکای شلنگ آبرسان همان محل آبگیری می‌باشد. وزن کلی دستگاه در طول آبیاری افزایش یافته و در پایان کار بسیار سنگین می‌شود (۱ تا ۲ و حتی ۳ تن). این امر در خاکهای مرطوب با بافت سنگین یا اراضی شیب دار جزو معایب سیستم محسوب می‌شود.



شکل ۱۰ Enrouleur

(ب) - قرقره‌های ساکن

یدک کش حامل استوانه در محل آبگیری مستقر گردیده و آپاش تفنگی که به انتهای لوله پلی اتیلن وصل شده به کمک تراکتور به انتهای مزرعه کشیده شده و پس از اتمام کار نیز شلنگ دوباره به دور قرقره پیچیده می‌شود. همچون سیستم‌های تفنگی سیار، قرقره به طور هیدرولیکی به حرکت در آمده اما نیروی مورد نیاز در ابتدای کار به دلیل اینکه کل طول شلنگ‌ها در سطح مزرعه پهن شده، بیشتر می‌باشد.

دستگاه ثابت enrouleurs بدلیل سهولت در بهره‌برداری، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای سیستم‌های بزرگ از واحدهای بزرگتری که قابلیت حرکت از یک هیدرات است دیگر را داشته باشند استفاده می‌شود.

مزایای این نوع سیستم‌ها عبارت است از:

(a) نیاز به نیروی کارگری بدلیل سهولت راه اندازی و نیمه خودکار بودن سیستم (بدلیل قطع جریان آب به محض رسیدن سیستم به انتهای دوره آبیاری)، کم می‌باشد.

(b) امکان استفاده ساده و انعطاف پذیر برای کشت‌های چند گانه، آبیاری تکمیلی و آبیاری در موقع اضطراری. این گونه دستگاه‌ها قابل انتقال به نقاط مختلف بوده و به نگهداری کمی نیازمند باشند.

(c) هزینه هر دستگاه در هکتار متعادل بوده که با افزایش ظرفیت سیستم کاهش می‌یابد.

معایب این گونه سیستم‌ها عبارتند از:

- حساسیت نسبت به باد.
- اشکالات موجود در کنترل شدت پخش آب که دلیل آن متغیر بودن سرعت آب با توجه به طول شلنگ می‌باشد (وسایل تنظیم فشار برای رفع این نقیصه مورد استفاده قرار می‌گیرند).
- فشار مورد نیاز ورودی دستگاه بطور طبیعی زیاد بوده (بین ۷ تا ۱۰ بار)، هر چند

- سیستم‌های کم فشار (۴ تا ۵ بار) نیز موجود می‌باشند.
- شدت پخش بالای آب (۸ تا ۱۱ میلیمتر در ساعت برای سیستم‌های معمولی و تا ۲۰ میلیمتر در ساعت برای دستگاه‌هایی که با فشار کم کار می‌کنند) که خطر ماندآبی شدن اراضی و ایجاد رواناب را بدنبال دارد. اندازه قطرات با کاهش فشار آب افزایش یافته و قطرات درشت‌تر سبب وارد آوردن خسارت به خاک و محصول شده، حال آنکه نسبت به باد حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهند.
- یادآوری:

سازندگان در حال توسعه سیستم‌هایی هستند که در آن بازوها بی به طول چندین متر همراه با نازلهای کم فشار جایگزین سیستم تفنگی گردیده است.

نازلها (دهانه آپاش‌ها) می‌توانند بر روی خطوط مشخصی که از قبل نشانه گذاری شده بصورت آویزان بر روی بازوی سیستم نصب گردیده تا آب در نزدیکی زمین یا حتی در سطح خاک توزیع شود. این راه حل بالاخص در شرایط بادخیز و برای محصولاتی از قبیل گوجه فرنگی و شاخ و برگ گیاهانی که نباید مرطوب شوند مناسب به نظر می‌رسد.

۲-۳-۲- آبیاری با یک بال آبیاری

در اینجا ابزار آبیاری همان بال آبیاری است. سیستم‌های اولیه در سال ۱۹۳۵ در امریکا توسعه یافته و در حدود سالهای ۱۹۵۰ بطور رایج از این نوع سیستم‌ها استفاده می‌شد.

در اینجا تنها دو نوع از سیستم‌هایی که امروزه کاربرد بیشتری داشته معرفی می‌گردد.

۲-۳-۱- سیستم آبخشان خطی / سیستم چرخان جانبی.

سیستم آبخشان خطی (برای مثال سیستم poweroll از شرکت Wade Rain) یا سیستم لوله جانبی چرخ دار از یک لوله جانبی انتقال آب یا بال آبیاری که آپاش‌ها را حمل نموده و به عنوان شافت حرکت دهنده سیستم عمل نموده تشکیل شده است. حرکت سیستم بوسیله موتور متصل به بال آبیاری و تنها در زمان خالی بودن لوله از آب صورت می‌گیرد.

سیستم لوله جانبی چرخ دار (برای مثال Trimatic) از یک بال آبیاری ثابت که بر روی برجهای کوچک موتوردار سوار شده، تشکیل می‌شوند. این دستگاه مجهز به چرخهای محوری بوده که ماشین را از یک نوار آبیاری به نوار دیگر جابجا می‌نماید. بعضی اوقات این سیستم مجهز به لوله‌های کمکی هستند که هر کدام از آنها توانایی حمل تعدادی آپاش کوچک را دارند. در غیر این صورت آپاش‌ها میتوانند با آپاش‌های تفنگی کوچک بر روی بال‌ها جهت آبیاری محصولات بلندقدت‌تر نصب شوند.

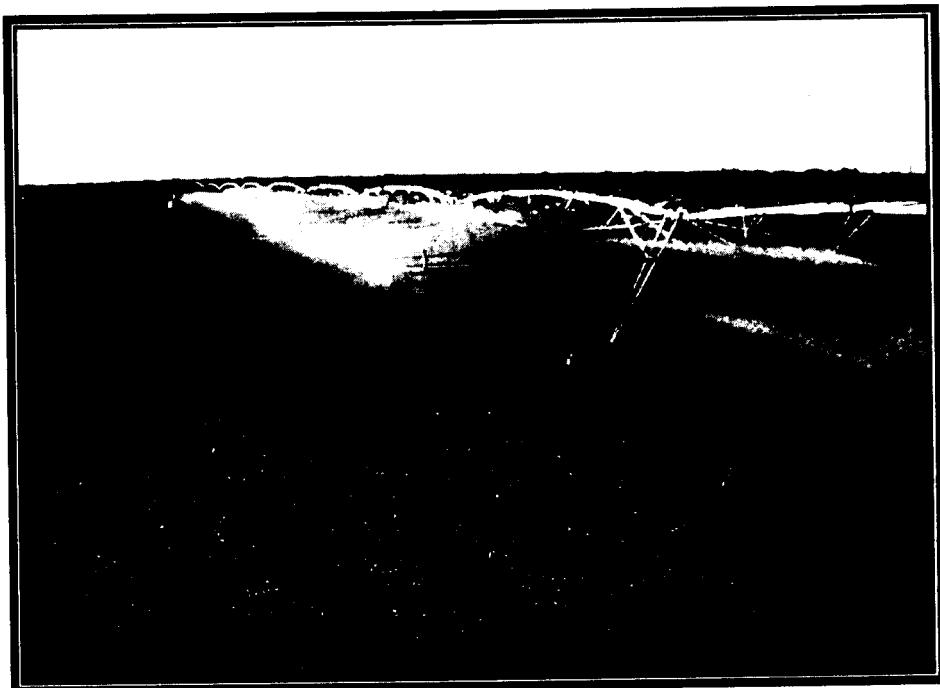
۲-۴-۲- سیستم‌های دوار مرکزی

این سیستم‌ها برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ در امریکا تولید شده و هر روز شاهد تغییرات عمده‌ای در زمینه این نوع سیستم‌ها بوده‌ایم. ابتکارات پدید آمده در این زمینه شامل جایگزینی واحدهای متحرک هیدرولیکی (بوسیله موتورهای الکتریکی) و بهبود در حرکت خطی سیستم با استفاده از تجهیزات لیزری بوده است.

موارد تطبیق این سیستم با شرایط ویژه محلی عبارتند از:

- افزایش طول بال آبیاری (تا بیش از ۹۰۰ متر معمول می‌باشد) برای مزارع بزرگتر که سبب کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری با افزایش سطح تحت پوشش در هكتار می‌شود.
- در مزارع کوچکتر یا مزارعی که شکل نامنظمی داشته گرایش به سمت استفاده از سیستم‌های کوچکتر می‌باشد. در این حالت امکان به کار بردن دستگاه‌هایی که سطح دایره را بطور کامل نمی‌پوشانند نیز (برای مثال نیم دایره ۱۸۰°) وجود دارد.
- برای بعضی از قطعات خاص، سیستم‌های دوار کششی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در عمل سیستم‌های کوچک تشکیل شده از حداقل ۶ برج را می‌توان برآحتی از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر انتقال داد.

بعضی از سازندگان ادعا می‌کنند که دستگاه‌های تولیدی آنها بطور موثری برای شبیه‌های بیشتر از ۲۰ و یا حتی ۳۰٪ مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شبیه‌های تندتر حرکت دستگاه پایدار نبوده و ممکن است سبب ایجاد رواناب ناخواسته یا حتی فرسایش شود.



شکل ۱۱ - سیستم سترپوت

معایب سیستم دور مرکزی عبارتند از:

- سازگاری ضعیف سیستم در آبیاری مزارعی که دارای شکل منظمی نمی‌باشد، (بهویژه آبیاری گوشه‌های زمین). این مستله نیز با بکار بردن سیستم‌های آبیاری در گوشه‌های زمین قابل حل بوده ولیکن تجهیزات و وسایل مربوطه پیچیده، گران و آسیب‌پذیر می‌باشند.
- شدت پخش زیاد آب در انتهای بالهای بلند که ممکن است از میزان نفوذ پذیری خاک تجاوز نموده، سبب شکسته شدن خاکدانه‌ها، ماندآبی شدن خاک (در خاکهای مسطح) و ایجاد رواناب (بر روی خاکهای شیب دار) می‌شود.
- سازگاری ضعیف سیستم برای آبیاری انواع مختلف خاکها.
- هنگام حرکت چرخهای سیستم بر روی خاک مرطوب امکان ایجاد شیار بر روی خاکهای سنگین (رس) وجود دارد. این عمل ممکن است سبب نشست برج

دستگاه یا واژگون شدن محور دستگاه شود. در این حالت می‌توان از سر آپاش‌هایی با شعاع ۱۸۰ درجه که پشت سر دستگاه را آبیاری نموده استفاده کرد.

مزایای سیستم‌های دوار مرکزی عبارتند از:

- خودکار (برای محورهای ثابت) یا نیمه خودکار بودن سیستم با هزینه‌های منطقی و معقول.
- امکان آبیاری‌های متعدد و سبک (برای مثال ۱۵ تا ۲۰ میلیمتر برای ۳ تا ۴ روز)
- دارا بودن راندمان کاربرد بالا و انجام آبیاری با کیفیت خوب (ارتفاع بال آبیاری را می‌توان متناسب با ارتفاع گیاه انتخاب کرد)

تحقیقات بعمل آمده جهت کاهش فشار مورد نیاز در ابتدای دستگاه به جایگزینی آپاش‌ها با آبخشانها منجر شده است. بعضی از اوقات آبخشانها بوسیله روش‌های زیر در نزدیکی سطح گیاه قرار داده می‌شوند.

- استفاده از یک لوله عمود بر بال. برای این امر از دو یا سه دهانه آپاش سوار بر روی یک پیکان استفاده می‌شود. این کار سبب افزایش هزینه‌ها گردیده ولی در عوض کیفیت آبیاری را بهبود می‌بخشد.
- استفاده از لوله‌های معلق در سیستم^(۱) LEPA. در این حالت فشار کاهش یافته ولی شدت پخش آب در انتهای بال بیشتر است. (لذا باید به مسائل رواناب در این گونه سیستم‌ها نیز توجه شود). در این گونه سیستم‌ها تأثیر باد بر روی کارآیی سیستم کاهش می‌یابد.

سیستم‌های دوار مرکزی در ابتدا در کشور امریکا و سپس به صورت گسترده‌تری در تمامی کشورهای دنیا توسعه یافته‌اند.

۳-۲-۳-۲- سیستم‌های متحرک خطی

سیستم‌های متحرک خطی همچون سیستم‌های دوار مرکزی دارای برج، موتورهای الکتریکی و تجهیزات تنظیم مسیر می‌باشند. بر خلاف سیستم‌های دوار مرکزی، لوله

جانبی سیستم متحرک خطی به صورت خطی در عرض مزرعه حرکت نموده و کار را در نقطه شروع به پایان نمی‌رساند. برای حل این مسئله راههای متعددی وجود دارد.

دو راه اصلی عبارتند از:

- حرکت به سمت جلو و عقب: این سیستم جزو ساده‌ترین سیستم‌ها محسوب گریده، لیکن کارآیی آن نسبت به بقیه روشها پایین‌تر است.

در این حالت طول لوله جانبی برابر با عرض مزرعه بوده و سیستم متحرک خطی، کل طول مزرعه را آبیاری و پس از آن به نقطه شروع بر می‌گردد (لوله‌ها از آب تخلیه شده می‌باشد).

▣ حرکت مداوم: در این حالت طول بال آبیاری برابر نصف عرض مزرعه می‌باشد. در ابتدا دستگاه نصف عرض مزرعه را در طول کل آبیاری می‌نماید. هنگامی که به آخر مزرعه می‌رسد همانند سیستم دور مرکزی 180° درجه چرخیده تا در ردیف دومین قسمت مزرعه قرار گرفته و با حرکت به سمت مبدأ، آبیاری را ادامه می‌دهد. زمانی که به نقطه شروع می‌رسد بار دیگر 180° درجه چرخیده و برای آبیاری جدید آماده می‌گردد. چرخش لوله جانبی (بال آبیاری) به یکی از طرق زیر صورت می‌پذیرد.

(الف) چرخش در بخش‌های داخلی مزرعه بدون آن که عمل آبیاری انجام گردد (یک چهارم چرخش در خاک مرطوب و یک چهارم دیگر در خاک خشک صورت می‌پذیرد). این روش زمانی که بال آبیاری توسط کاتال توزیع آب تغذیه شده قابل اجرا نمی‌باشد.

(ب) با چرخش در بخش‌های خارجی مزرعه که در این حالت دو امکان وجود دارد:

- چرخش سیستم قبل از رسیدن بال آبیاری به انتهای مزرعه شروع می‌گردد (در این حالت گوشه‌ها آبیاری نمی‌شوند). آبیاری در حین چرخش دستگاه صورت پذیرفته که در این حالت هزینه‌ها بیشتر است زیرا دو سری نازل مورد نیاز بوده (یک سری برای آبیاری خطی و دیگری برای آبیاری حول محور چرخش) ولی طول خط تامین آب کوتاه‌تر می‌باشد.

- چرخش دستگاه زمانی شروع می‌گردد که بال آبیاری به انتهای مسیر مزرعه رسیده که در این حالت عمل چرخش سیستم بدون آبیاری و در صورت امکان در خارج از مزرعه انجام می‌گردد.

روش تغذیه سیستم

همانگونه که قبلاً ذکر گردید آب بوسیله یک کانال (نهر تغذیه کننده) یا بوسیله شلنگ انعطاف‌پذیر (شنلگ تغذیه کننده) متصل به یک هیدراتنت تامین می‌گردد. روش دیگری نیز وجود دارد که شامل لوله‌های مدفون در زیر خاک و مجهز به هیدراتنت‌های شیردار با فواصل منظم می‌باشد. باید خاطر نشان ساخت که سیستم مذکور فقط زمانی بصورت مداوم حرکت نموده که آب در کل طول مزرعه موجود باشد.

مزایای سیستم متحرک خطی همانند سیستم دوار مرکزی بوده و علاوه بر آن مزایای زیر را داراست:

- تطبیق بهتر سیستم با مزارع مستطیلی شکل.
- شدت پخش آب در کل طول لوله جانبی مشابه بوده، ولی می‌تواند در طول مسیر در قسمتهای مختلف مزرعه بر حسب موقعیت و نیاز قابل تنظیم باشد، بنابراین این سیستم تقریباً برای همه شرایط جوابگو می‌باشد (برای خاکهای متفاوت محصولات مختلف، تعداد بهره برداران و غیره)

معایب این سیستم در مقایسه با سیستم دوار مرکزی عبارتند از:

- بال آبیاری در محل شروع آبیاری متوقف نشده مگر آنکه چرخها بر روی محلی که قبلاً آبیاری گردیده حرکت نماید. این سیستم‌ها بدلیل مشکلات نگهداری بال در امتداد مشخص از قابلیت اطمینان کمتری برخوردار می‌باشند:
- پیچیدگی سیستم انتقال و تغذیه آب.
- هزینه بالاتر در هر هکتار (که با افزایش طول بال آبیاری کاهش می‌یابد)

۴-۲-۳-۲- تکامل سیستم‌های دوار مرکزی و متحرک خطی.

تحقیقات درجهت کاهش فشار آب (صرفه جویی در آب) و یا یکنواختی توزیع بالاتر آب (با جلوگیری از اثرات باد و نگهداشت آب بوسیله درختان بلند) به نتایج زیر مستهی می‌شود:

- مرحله اول، جایگزینی آپاش‌های نصب شده به قسمت بالای بال آبیاری با

آبغشانهای نصب شده در انتهای پایینی لوله‌های عمودی یا لوله‌های افقی کوچکتر معلق بر روی بالها که بالای سر محصول را آپاشی می‌کنند.

- مرحله بعد برای آنکه آپاش‌ها بتوانند در سطح پایین‌تری نصب شوند استفاده از لوله‌های انعطاف‌پذیر کوچک در سطح محصولات بوده که در بالای سطح خاک یا در سطح آن، کارگذاشته می‌شود که با استفاده از یک نازل در انتهای لوله که با فشار کمتری کار نموده (حدود یک بار) میسر می‌باشد.

آب می‌تواند در گودی‌های کوچک یا شیارها جمع گردیده و سپس بداخل خاک نفوذ نماید. راندمان آبیاری بارانی نیز بوسیله ذخیره موقعت که سبب کاهش احتمالی رواناب شده، افزایش می‌یابد.

۴-۲- برخی ارقام و اعداد مربوط به آبیاری بارانی.

بیان ارقام مربوط به هزینه‌های سرمایه‌ای، کار واقع بینانه‌ای نبوده زیرا این اعداد بر اساس شرایط محلی بسیار متغیر می‌باشند. بهر حال اطلاعات مربوط به نیازهای نیروی کارگری در سطح مزرعه (که در جدول ۱ نشان داده شده) جالب توجه می‌باشد.

زمان صرف شده برای موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- زمان مورد نیاز برای حرکت و رسیدن به مزرعه و عوامل دیگر (همچون راه اندازی پمپ) که می‌توانند از محلی به محلی دیگر متغیر باشند.
- زمان لازم برای سوار کردن، راه اندازی، جدا سازی، جابجایی و راه اندازی مجدد سیستم آبیاری (مراجعه به پیوست یک، جدول ۱-۳)



شکل ۱۲ - سیستم متحرک خطی

جدول ۱ - نیروی کارگری مورد نیاز در مزرعه ۱۵ هکتاری ذرت در جنوب غربی فرانسه
(میزان آبیاری برابر ۲۰۰۰ متر مکعب در هکتار)

نیزه‌بکی	آبیاری در فصل هر آبیاری برابر ۲۵ میلیتر	آبیاری در فصل هر آبیاری برابر ۴۰ میلیتر	نفر در مزرعه	زمان نفوذ در هکتار در هر دو آبیاری	سیستم آبیاری
N	T	N	T	M	
+++	۳ ۲۲۰	۴ ۱۵۰	۲	۱۲۰	بسته متحرک ۲۴x۲۴m
++	۶ ۲۲۰	۴ ۱۳۸	۲	۱۱۰	بسته تغذیه نصب شده بر روی بسته پنهان متحرک
++	۲(۱) ۱۰۰	۲ ۶۳	۱	۵۰	بسته پنهان ثابت ۲۴x۲۴ متر
+	۲(۲) ۲۰	۲ ۱۳	۱	۱۰	بسته تغذیه ثابت
++	۱/۵ ۴۴	۱ ۲۸	۱	۲۲	بسته تغذیه ثابت با طول نوله ۸۲ متر با قوره

M: نفر - دقیقه در هکتار در هر آبیاری

MP: نیروی کارگری

T: جمع نفر ساعت مورد نیاز جهت آبیاری در کل فصل زراعی

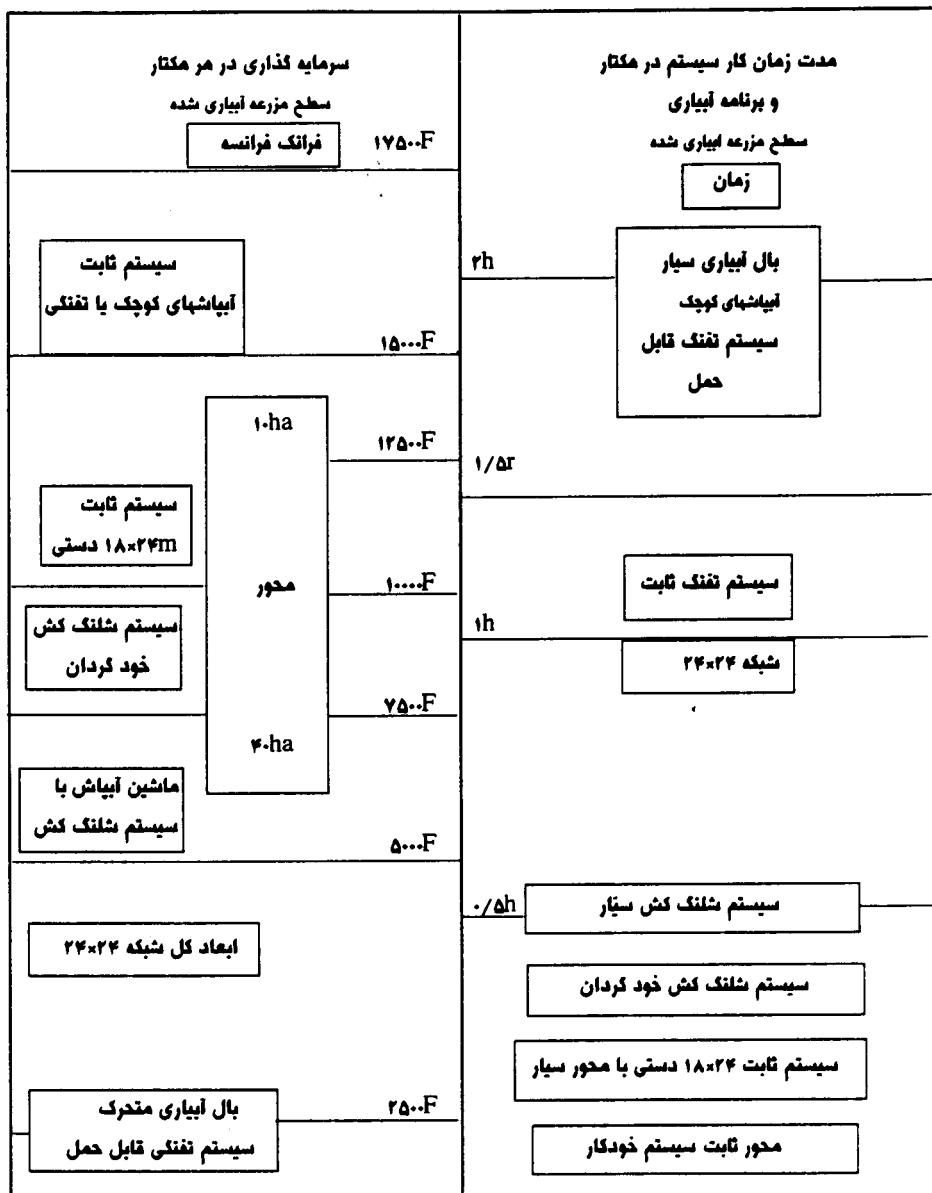
N: تعداد استقرار در ۲۴ ساعت

(۱): استفاده از یک دستگاه کمتر با دو برابر آبیاری

(۲): استفاده از یک دستگاه کمتر بدون صرف هزینه زیاد

برای سیستم‌های خودکار این زمان می‌تواند معادل مدت زمان یک آبیاری در نظر گرفته شود. این حالت برای سیستم غیر دائمی ثابت نیز صدق می‌کند. اعداد داده شده در صفحه بعد با توجه به هزینه‌های سرمایه‌ای و زمان استفاده از نیروی کارگری در سطح مزرعه تنها به عنوان اطلاعات عمومی ارائه شده است.

آبیاری با رانی سرمایه‌گذاری و مدت زمان کار



۱- منبع آب سیستمهای پهلو و انتقال در نظر گرفته نشده است.

۲- زمان انتقال به مزرعه + راه اندازی سیستم پهلو + سوار کردن سیستم، در نظر گرفته نشده است.

۳- آبیاری میکرو (یا آبیاری موضعی)

۱- کلیات

دو واژه "آبیاری موضعی" (FAO) و "آبیاری میکرو" (ICID) بصورت وسیعتری مورد استفاده قرار گرفته است. در این نشریه اصطلاح دوم یعنی آبیاری میکرو بیشتر به کار برده شده زیرا تاکید بیشتر بر روی پخش آب با دبی‌های کم بوده تا نحوه آبیاری. واژه قطره‌ای (drip or trickle) نیز به دلیل اشاره به نوعی خاص مورد استفاده قرار نگرفته است.

در حالیکه آبیاری سطحی سنتی جزو قدیمی‌ترین روش آبیاری محسوب شده، آبیاری میکرو به عنوان مدرن‌ترین روش میباشد. استفاده از کوزه‌های گلی پخته فاقد لعاب در آبیاری کوزه‌ای از زمانهای قبل در کشورهای مختلف معمول بوده و آبگیرهای کوچک نیز برای سوق دادن رواناب در پای هر درخت مورد استفاده قرار می‌گرفت.

آبیاری میکرو با تشکیل پیاز رطوبتی در منطقه توسعه ریشه‌ها باید متوجه به راندمان آبیاری خوبی شود، لیکن بدلیل وجود برخی تلفات ذکر گردیده در زیر، هیچگاه به صدر صد نمیرسد

عمل تبخیر اغلب از سطح خاک خیس (از محل تماس پیاز رطوبتی و سطح خاک) صورت گرفته و سبب کاهش راندمان آبیاری میگردد. زمانی که آبیاری بیش از اندازه در خاکهای رسی سیلتی انجام می‌گیرد، تبخیر ممکن است از اراضی ماندآبی نیز صورت پذیرد. (ولی هیچگونه روانابی آنچنان که در آبیاری سطحی یا بارانی مشهود است رخ نمی‌دهد).

نفوذ عمقی آب در خاکهای سبک زمانی اتفاق می‌افتد که آبیاری با دبی بالا انجام گردد. در این حالت جبهه رطوبتی گلابی شکل پدید آمده و بدین ترتیب رطوبت به پایین‌تر از منطقه توسعه ریشه‌ها گسترش می‌یابد.

در صورتیکه از یک سیستم با طراحی، نصب و مدیریت خوب استفاده شود، تلفات فوق الذکر تا حد امکان کاهش یافته و احتمالاً با این روش بهترین عملکرد محصول به میزان مصرف آب بدست می‌آید. علاوه بر این آبیاری میکرو بطور عمده بوسیله کشاورزانی صورت میگیرد که قبل تجربه چنین فنونی (سطحی، آبیاری بارانی) را با محصولات پرارزش‌تر (مثل سبزیجات، محصولات گلخانه‌ای، میوه‌ها یا غیره) داشته و لذا از مهارت بیشتری برخوردار می‌باشند. برای جزئیات بیشتر، به نشریه شماره ۳۶ آبیاری و زهکشی FAO تحت عنوان «آبیاری موضوعی» که توسط L. Vermeiren در سال ۱۹۸۲ تهیه گردیده مراجعه شود. این نشریه، سند مرجع خوبی است و بزبانهای فرانسوی و انگلیسی موجود می‌باشد. (۲۱۶ صفحه، ۸۶ شکل، ۴۲ جدول، ۵۱ منبع)

۲.۳- انواع آب‌چکان‌ها

در آبیاری میکرو آب‌چکانها بر اساس دبی و اصول مربوط به بهره‌برداری از آنها به سه نوع شامل قطره‌چکانها، روزنه‌های مدرج، و آب پخش کنها کوچک تقسیم می‌شوند.

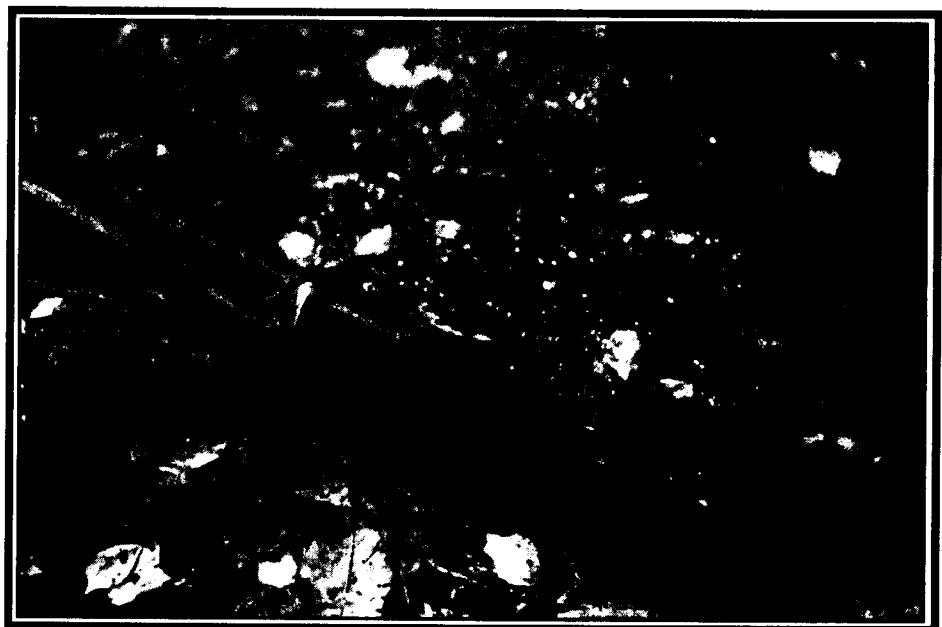
۲.۴- قطره‌چکانها

میزان دبی قطره‌چکانها بین ۱ تا ۱۰ لیتر در ساعت در فشار یک بار (فشار اسمی) متغیر می‌باشد. آب بصورت قطره‌ای از قطره‌چکان‌ها خارج شده و به درون خاک نفوذ می‌کند. (از همین رو این روش را آبیاری قطره‌ای "Drip" می‌نامند).

قطره‌چکان‌های متعددی با مدل‌های مختلف موجود بوده که براساس طول مسیر جریان و چگونگی اتصال به لوله آبده طبقه‌بندی می‌گردد.



شکل ۱۳- آبیاری قطره‌ای



شکل ۱۴ - قطره‌چکان

۱.۱.۲-۳- مسیر عبور جریان میتواند طولانی یا کوتاه باشد

- قطره چکان‌ها با مسیر طولانی: میکروتیوبها جزو قدیمی‌ترین، سهل‌ترین و ارزان‌ترین این نوع قطره چکان‌ها محسوب می‌شوند. ظرفیت اینگونه قطره چکان‌ها با افزایش قطر داخلی ($5\text{mm}/1\text{ata}$) افزایش و با افزایش طول کاوش می‌یابد.
- قطره چکان‌ها با مسیر کوتاه (یا نوع روزن‌های): ساده‌ترین و ارزان‌ترین این نوع قطره چکان‌ها لوله‌های منفذدار بوده ولی کنترل میزان شدت جریان در آنها مشکل است.

لوله‌های آبده میتوانند از دو نوع زیر باشند:

- لوله آبده با جدار نازک (دو محفظه‌ای) که از یک لوله داخلی (یا محفظه آبرسان) جهت انتقال آب و لوله خارجی (محفظه آب چکان) جهت توزیع آب تشکیل شده است. محفظه آبرسان از تعدادی روزنه تشکیل گردیده که از نظر حجم نسبتاً بزرگ بوده و بفاصله $5/0$ تا $6/3$ متر از یکدیگر قرار دارند. محفظه قطره چکان نیز از تعدادی روزن‌های کوچکتر با فواصل کمتر تشکیل گردیده که نقش قطره چکان‌ها را ایفا میکنند.
 - لوله آبده با جدار متخلفل، که بطور اخص برای آبیاری زیرزمینی مورد استفاده قرار میگیرد. نتایج حاصله از این گونه لوله‌ها تا به حال رضایت بخش نبوده است.
- انواع گوناگونی قطره چکان‌های با مسیر جریان کوتاه از نوع روزن‌های مدرج موجود می‌باشند. ساخت این گونه قطره چکان‌ها مشکل بوده و احتمال گرفتن زیاد است^(۱). این قطره چکان‌ها میتوانند دارای شکل هندسی ثابت یا متغیر، روزن‌های مضاعف یا منفرد، نوع گردآبی یا غیره باشند.

۱.۱.۲-۴- قطره چکان‌ها میتوانند در طول خط آبده یا روی آن نصب شوند

انتهای قطره چکان‌های "در خط" زائد دار می‌باشد. محل قرار گرفتن قطره چکان‌ها بطور دستی یا خودکار با فاصله‌ای که از قبل تعیین گردیده نصب می‌شوند، اما پس از نصب

۱- راهنمای برای خوانندگان: تبی ۲ لیتر در ساعت تنها از روزن‌های به قطر $1/0$ میلی‌متر خارج می‌گردد.

موقعیت قرار گرفتن آنها ثابت می‌ماند. لوله‌ها براحتی بصورت حلقوی بسته یا باز می‌شوند و لی قطره چکان‌ها نسبت به نیروی کششی مقاومت کمتری را از خود نشان میدهند. نصب قطره چکان‌هاروی خط با وسیله‌ای گوه مانند انجام گرفته و کارگزاری آنها در فواصل متفاوت در سطح مزرعه کار آسانی می‌باشد. در این حالت تقاطی با مقاومت کششی کمتر وجود نداشت، لیکن موقعیت جانبی قطره چکانها روی لوله آبده در زمان جمع یا باز کردن لوله‌ها، ممکن است سبب تاخوردن لوله‌ها شود. قطره چکان‌های "روی خط" برای گیاهان چند ساله و محصولاتی که به فاصله زیادتر از هم قرار گرفته همچون درختان میوه یا موها مناسب‌تر به نظر میرسد.

۱-۲-۳. قطره چکان‌ها ممکن است براساس دو پارامتر زیر ظبقه‌بندی گردند.

- دارای تنظیم خودکار: این گونه قطره چکان‌ها شدت جریان یکسانی را در محدوده وسیعی از فشار تامین می‌کنند. این‌گونه قطره چکان‌ها برای زمین‌های ناهموار درجایی که فشار در طول لوله جانبی بسیار متغیر بوده، مناسب می‌باشند.
- خود شوینده یا خود تمیزکن: این خصوصیت برای قطره چکانها از اهمیت بیشتری برخوردار بوده زیرا آب‌های با کیفیت پایین موجب بروز مساله گرفتگی در آن‌ها می‌گردد.

یادآوری:

مشخصات ذکر شده باید از طریق آزمایش‌های فنی بوسیله آزمایشگاه‌های تخصصی تایید و طی گزارش فنی ارائه شود. (در صورت امکان اطلاعات براساس استانداردهای ISO بیان شود)

۲-۲-۳. روزنه‌های کالیبره شده:

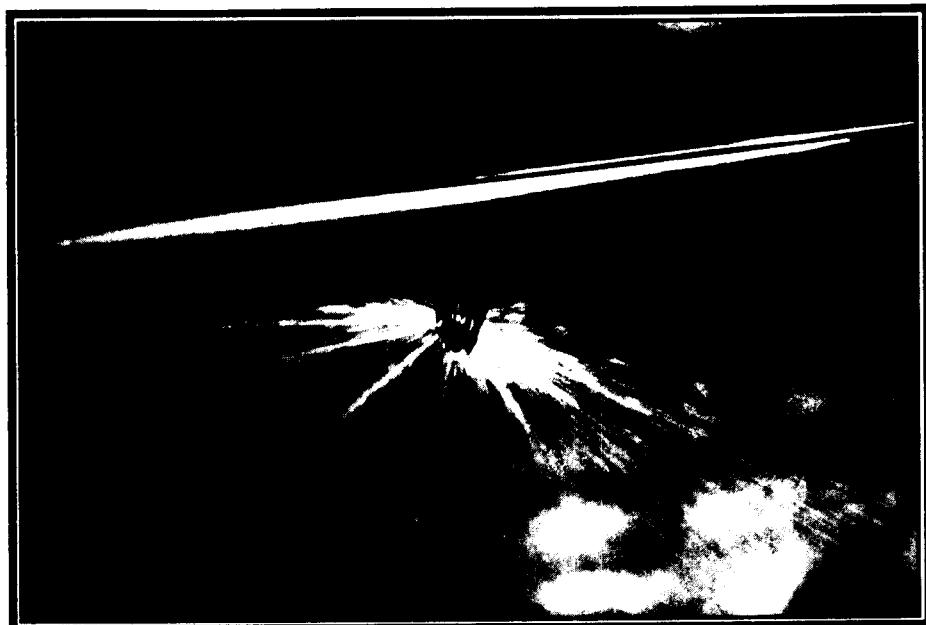
ظرفیت این گونه روزنه‌ها از ۳۵ تا ۱۲۰ لیتر در ساعت تغییر می‌کند. انواع مختلف آنها نیز به دسته‌های زیر محدود می‌شوند.

- در آمریکا، آب پخش‌کن‌ها به این گروه اختصاص می‌یابند. آنها آب را در اطراف گیاهی که باید آبیاری شود تخلیه می‌نمایند.

- قطر روزندهای خاص تولید شده توسط شرکت فرانسوی "Compagnie Nationale d' Amenagement Basdu Rhone,Languedoc" بین ۱/۲ تا ۲/۱ میلیمتر بوده و به دو صورت زیر میباشند:
 - نوع اول حاوی روکشی جهت شکستن فشار فواره بوده و آب خروجی، چند شیار کروچک را تغذیه میکند.
 - یا روزندهای که به یک لوله به قطر ۸ میلیمتر متصل بوده و آب را به داخل تشتک میریزد.

۳-۲-۳- آب چکانک‌ها (Minidiffusers)

این گونه قطره چکانها گاهی میکرو جت نام نهاده میشوند، ولی این اصطلاح نام تجاری تولیدی در کشور آفریقای جنوبی میباشد. اینها در حقیقت نوعی آب فشانک هستند که در آمریکا Spitters نامیده میشوند. شدت پخش آب در آنها بین ۲۰ تا ۱۷۰ لیتر در ساعت متغیر بوده و مشابه روزندهای مدرج میباشند. در خاکهای سبک کاربرد چنین وسایلی سبب کاهش تعداد نقاط خروجی میشود.



شکل ۱۵ - آب چکانک

- آب چکانکها را می‌توان به طرق زیر نصب نمود:
- یا «رو به بالا» (هنگام نصب بر روی لوله‌های آبده مدفون در زیر خاک) یا «رو به پایین» (هنگام نصب روی لوله‌های آویزان، بخصوص جهت آبیاری تاکستانها)
 - همراه یا بدون وسیله تنظیم دبی

۴-۲-۳ آبیاری با لوله‌های زیر زمینی

به طور کلی لوله‌های آبیاری قطره‌ای روی زمین یا در بالای سطح زمین قرار می‌گیرند. برای بعضی از محصولات همچون نیشکر، لوله‌ها بهتر است در زیر خاک مدفون گردند. به طور مثال در هواپیمای عمدۀ نیشکر آبیاری قطره‌ای با لوله‌های مدفون آبیاری می‌گردد.

- این فن در حقیقت بدليل عدم تداخل با دیگر عملیات کشاورزی مناسب بنظر میرسد. به هر حال، در انتخاب بین این دو روش باید به مزایا و معایب کار نیز توجه شود.
- در حالت اول، لوله‌ها در عمق خاک مدفون گردیده و امکان عملیات شخم و دیگر عملیات کشاورزی وجود دارد. بهر حال در چنین حالتی راندمان کاربرد آب کاهش یافته زیرا آب به زیر منطقه فعال ریشه‌ها منتقل شده و احتمال نفوذ عمقی وجود دارد.

- در حالت دوم لوله‌ها در نزدیکی سطح خاک نصب می‌گردند. در اینحالت راندمان کاربرد آب بالاتر بوده، زیرا آب در منطقه فعال ریشه‌ها قابل دسترس می‌باشد. بهر حال، عملیات زراعی ممکن است ایجاد مشکل نموده و احتمال گرفتگی لوله‌ها بوسیله ریشه‌گیاهان نیز وجود دارد.
- در بعضی از حالات نیز سیستم زهکشی‌های زیر زمینی برای آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳-۳-۳ مزایا و معایب آبیاری میکرو

معایب:

- بدليل کوتاه بودن مسیر جریان و پایین بودن سرعت آب که لازمه دبی‌های کم بوده، احتمال گرفتگی به یکی از صورتهای زیر وجود دارد.

- گرفتگی فیزیکی بوسیله ذرات جامد
 - گرفتگی شیمیائی بوسیله تشکیل پوسته نمکی
 - گرفتگی بیولوژیکی بوسیله پیدایش جرمهای باکتریایی (ارگانیسم‌ها)
- از این رو صاف کردن آب و تمیز کردن فیلترها، که هزینه بر نیز می‌باشد، لازم بنظر میرسد.
- تجمع نمکها در سطح خارجی پیاز رطوبتی مسئله ساز می‌باشد (آب‌شوئی و جابجایی سالانه محل استقرار خطوط لوله‌ها لازم بنتظر می‌رسد). یک باران سبک می‌تواند نمکها را به سمت منطقه فعال ریشه‌ها آبشوئی نموده و سبب تخریب ریشه‌ها گردد.
 - کاربرد متناوب آب با مقادیر کم، موجب تجمع ریشه‌ها در یک منطقه رطوبتی محدود شده، که این امر سبب حساس نمودن گیاهان به نوسانات تامین آب و خرابی سیستم می‌گردد، لذا طراحی و بهره برداری از چنین سیستم‌هایی باید بدقت انجام پذیرد.
 - هزینه‌های سرمایه‌گذاری اینگونه سیستم‌ها بدليل ثابت و خودکار بودن همه اجزا، بالا بوده و تجهیزات و وسائل مخصوصی برای کوددهی (بطور مثال) مورد نیاز است، بنابراین آبیاری میکرو تنها برای محصولات پر ارزش توجیه دارد. (مثل باغات و گلخانه‌ها) .

مزایا

- کاربرد متناوب آب با مقادیر کم نیاز آبی گیاهان را به نحو بهتری برآورده می‌نماید. به هر حال در این حالت عملکرد بالایی قابل انتظار نبوده ولی، تعدادی از مولفین اشتثنائاتی را در این رابطه ذکر نموده‌اند (۱):

۱- نقل قول از آفای L.Vermeiren (از کتاب Localized Irrigation)

تجارب حاصله از کاربرد آبیاری موضعی در قسمتهای مختلف دنیا ممکن است منتج به نتایج زیر شود : آبیاری موضعی نباید به عنوان علاج عام یا جایگزین روش‌های با سابقه، جا افتاده و به اثبات رسیده همچون حوضجه‌ای، غرفابی، شبیری یا آبیاری بارانی شود. این روش تنها به عنوان یک روش دیگر آبیاری مطرح گردیده و

- تلفات آب کاهش یافته که نتیجه آن:
- ملاحظات اقتصادی در شبکه توزیع، بدین صورت که آب انتقال یافته کاهش و سیستم زهکشی مورد نیاز نمی‌باشد.
- راندمان کوددهی بالا بوده ولی نیاز به دقت خاصی داشته زیرا در مقایسه با سایر سیستم‌ها الگوی حرکت آب و کود در خاک متفاوت است.

مزایا و معایب آن نیز در مقایسه با روش‌های متداول نر باید مد نظر قرار گیرد (صفحه ۷). تا جایی که به عملکرد محصول مربوط می‌شود، آزمایشها نشانگر افزایش عملکرد و کاهش مصرف آب در ماسه‌های بیابانی و آبیاری با آب شور در مقایسه با روش‌های متداول در شرایط یکسان بوده است. در شرایط مشابه استفاده از سیستم‌های سطحی با بارانی همراه با مدیریت مناسب و آب با کیفیت خوب در خاکهای لومی رسی با مصرف اندکی آب بیشتر، عملکرد مشابهی با سیستم آبیاری موضعی داشته‌اند. نتیجه کار بدین صورت است که مزایای تغییر سیستم‌های متداول به سیستم آبیاری موضعی در مناطقی که شرایط مناسبی دارند، به صورت سهولت در مدیریت، کاهش نیروی کارگری و کنترل راحت‌آفات و علفهای هرز ظاهر گردیده تا افزایش قابل توجه در عملکرد. باید توجه داشت که دو برتری اول در حقیقت در نام سیستم‌های مکانیزه / موتوری چه در آبیاری میکرو، و چه در آبیاری بارانی و حتی در آبیاری سطحی وجود دارند.

نتیجه آنکه در بعضی از حالات، آب شور در سیستم‌های موضعی نسبت به روش‌های متداول آبیاری با موفقیت بیشتری همراه بوده ولی نیاز به دقت زیادی در زمان طراحی و بهره‌برداری از سیستم دارد. طبق نظر بعضی از متخصصین نیاز آبی گیاهان بالغ، با تمامی روش‌های آبیاری یکسان بوده، و میزان صرفه‌جوئی در آب بوسیله آبیاری میکرو بستگی زیادی به عدم کارائی سیستم‌های جایگزین دارد. (Bernstein & Francois 1973).

Bucks و همکاران (۱۹۷۳) نشان دادند که هر گونه کاهش در نیاز آبی گیاهان در روش آبیاری قطره‌ای به روش‌های دیگر، تنها ناشی از بهبود راندمان آبیاری در سطح مزرعه می‌باشد.

موضوع قابل بحث این است که راندمان آبیاری قطره‌ای بستگی به مهارت و قابلیت مدیر بهره‌بردار داشته و پتانسیل راندمان آن تحت شرایط مدیریتی خوب نباید با اهداف صرفه‌جوئی و بازدهی پایین بقیه روش‌های جایگزین مقایسه شود. بهر حال بک سیستم قطره‌ای با کارائی پایین نسبت به سیستم آبیاری سطحی با مدیریت مناسب ممکن است آب بیشتری مصرف نماید (Vermeiran).

- نوارهای بین ردیف گیاهان خشک مانده و عملیات کشاورزی راحت‌تر صورت می‌پذیرد. خاک بین ردیف درختان می‌تواند بوسیله چمن پوشانده شده که سبب کاهش فرسایش خاک می‌گردد.
- شاخ و برگ درختان به صورت خشک باقی می‌ماند و استفاده از آفت‌کش‌ها محدود می‌گردد.
- این روش تنها روشی است که می‌تواند در اراضی با شبیه‌های متفاوت مورد استفاده قرار گیرد. (به طور مثال باغ‌های اوکادو در جنوب کالیفرنیا با شبیه اراضی ۱۰۰ تا ۱۰۰٪ آبیاری می‌شود. حتی شبیه‌های تندتر (اطراف جاده‌ها نیز تحت پوشش قرار گرفته‌اند).
- این روش امکان استفاده بهینه از موارد زیر را میسر می‌نماید.
- آب با درجه حرارت بیش از حد گرم یا سرد (در مقابل روش آبیاری بارانی)
- استفاده از آب شور بدون ایجاد خطر برای شاخ و برگ محصولات و با خطر کمتر نسبت به خاک (مراجعه به بخش ۳-۵-۲)
- استفاده از فاضلاب بدون خطر آلودگی هوا

تکامل نسبی روش‌های آبیاری

در حالیکه آبیاری سطحی در تیجه تلاشهای بعمل آمده برای مدرنیزه کردن، اراضی کمتر از آنچه که انتظار می‌رود را از دست داده، لیکن اساس آبیاری میکرو به‌ویژه برای محصولات پر ارزش (گلخانه‌ها، باغات) و بخصوص در کشورهای صنعتی رو به گسترش می‌باشد. در حقیقت این آبیاری بارانی است که با داشتن سیستم‌های متعدد بیشترین پیشرفت را در طول پنج سال گذشته کرده است.

معیارهای اقتصادی

۴- اصول کلی

در متن زیر، انتخاب مناسب یک سیستم از نقطه نظر اقتصادی عبارت است از

سیستمی که بالاترین سود ممکن را در سطح کل مزارع بدست دهد. (ارائه تحلیلهای اقتصادی، برای هر مزرعه محدود کننده است). برای انتخاب بهتر سیستمهای تحلیلهای منطقه‌ای و یا حتی تحلیلهای جامع تری مورد نیاز می‌باشد. رابطه (الف) نشانگر این مطلب است که درآمد ناخالص برابر است با مجموع فاکتور سود (B) بعلاوه هزینه‌های زراعی:

$$[MB] = [B] + [CS] \quad (\text{الف})$$

هر گونه افزایش در سود به معنای افزایش معادل در درآمد ناخالص می‌باشد.

تحت این شرایط، در نظر گرفتن درآمد ناخالص به تنها بی (تا جایی که نتایج به یک وضعیت تولیدی مربوط می‌شود) کافی به نظر رسیده ولی این نتایج نمی‌تواند به شرایط دیگری تعیین داده شود.

رابطه (ب) درآمد ناخالص (MB) را به صورت تابعی از تولید ناخالص (PB) و هزینه‌های متغیر (CP) تعریف می‌کند.

$$[MB] = [PB] - [CP] \quad (\text{ب})$$

بنابراین به حداقل رساندن درآمد ناخالص (MB) با افزایش تولید ناخالص و یا کاهش هزینه‌های متغیر حاصل می‌شود.

در اینجا هدف، ارائه مثالهای اقتصاد خرد یا کلان برای سیستمهای آبیاری و در تمام شرایط، نمی‌باشد ولی نکات کلی زیر مورد بحث قرار می‌گیرد:

- مروری بر اصول کلی انتخاب اقتصادی سیستم (بخش ۴)
- بذل توجه به برخی جنبه‌های خاص و ملاحظات کلی که ممکن است در زمان تجزیه و تحلیل، با دقت کمی برآورد شده باشند. (بخش‌های ۵ و ۶)
- تأکید بر قابل انتقال پذیر بودن گزینه‌های اقتصادی (بخش ۷)

۵- افزایش تولید ناخالص ناشی از آبیاری

واضح است که افزایش در تولید ناخالص ممکن است نتیجه افزایش عملکرد و یا بهبود

در کیفیت محصول باشد.

(الف) : توجه تنها به افزایش عملکرد بدین معنی است که تغییر فقط به محصولاتی که قبلًا به صورت دیم کشت شده و در حال حاضر آبیاری شده مربوط می‌گردد، ولی این امر برای ارایه بهره‌گیری کامل از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده کفايت ننموده و لازم است تا تغییرات پدید آمده در سیستم‌های تولید را که در اثر انجام آبیاری امکان‌پذیر گردیده مد نظر قرار گیرد.

(ب) : شرایط ارایه شده برای کشورهای صنعتی یا کشورهای کمتر توسعه یافته متفاوت می‌باشد.

■: کشورهای صنعتی: این کشورها بجز در مورد برخی از محصولات یا دوره‌های زمانی مشخص اغلب اوقات تولیدی مازاد بر مصرف بازار داخلی دارند. آبیاری با تامین شرایط مطلوب برای انواع کشت‌ها و کنترل بهتر بر تولید محصولات، حفظ و یا حتی بازسازی بیلان اقتصاد کلان (توازن در پرداختها، ارز خارجی و غیره) بستر خوبی را فراهم نموده و بطور همزمان مزایایی را در سطح اقتصاد خرد (سودهای بالاتر، یا سود یکسان ولی با خطر کمتر) بدنبال دارد. تلاشها ممکن است سبب دستیابی به کیفیت بهتر محصول گردیده اما این امر کنترل بیشتر و دائمی بر تمام نهاده‌ها که آبیاری تنها یکی از آنهاست (واریته‌های مختلف محصول، کودهای شیمیایی و غیره) را می‌طلبد.

■: کشورهای کمتر توسعه یافته: میزان مصرف از میزان تولید در این گونه کشورها، به جز در مورد برخی از محصولات بیشتر است. در این گونه موارد، افزایش تولید ضروری بوده ولی این امر ممکن است با مسائل و مشکلات مهمی نظیر حمل و نقل و بازاریابی، مواجه شود. بهبود کیفیت محصولات تولید شده برای امر صادرات یک ضرورت مطلق است. (نظیر سبزیجات تازه و غیره)

(پ) : هم کشورهای توسعه یافته و هم کشورهای در حال توسعه باید در روند تکامل سیستم آبیاری مراحلی را طی کنند. اولین مرحله انتخاب تجهیزات و اجرای صحیح سیستم آبیاری می‌باشد. از آنجاییکه سیستمهای عملی آبیاری می‌توانند به سطوح عملکرد یکسانی از نظر مصرف آب و عملکرد محصول دست یابند، تفاوت در

عملکرد، ناشی از توانایی شخص استفاده کننده در مدیریت سیستم می‌باشد. البته فرض بر این است که سیستم از نظر فنی، اجتماعی و اقتصادی بر مبنای صحیحی طراحی شده باشد. مرحله دوم، اصلاح سیستم مدیریت برای دسترسی به محصولی با کیفیت بالا و پاسخ به تقاضای بازار می‌باشد.

۶- کاهش هزینه‌ها

۶-۱- هزینه‌های سرمایه‌گذاری

در هنگام سرمایه‌گذاری، بخصوص در زمان انتخاب سیستم موارد زیر باید مد نظر قرار گیرند.

(الف): ارزش واقعی سرمایه‌گذاری و یا استهلاک سرمایه متناسب با آن، ممکن است تابع ترتیبات ویژه‌ای (یارانه‌ها، پرداختهای تاخیری، بهره‌های پایین و غیره) بوده که برای موارد خاصی (همچون حفاظت از ساختارهای مشخص، سیاست‌ها و حتی حمایت‌های ویژه و غیره) در نظر گرفته می‌شوند. این جواب به ندرت مطرح گردیده و گاهآما مقایسه بین سیستمها را با مشکل مواجه می‌سازد.

(ب): تعیین نرخ استهلاک، به مدت واقعی استهلاک وسیله مورد نظر، بستگی دارد. در این ارتباط اطلاعات آماری اندکی در دسترس است.

از طرف دیگر، توصیه می‌شود که کلیه اجزای متشکله سیستم در نظر گرفته شود. به عنوان مثال در یک سیستم قرقه‌ای، عمر لوله پلاستیکی و قرقه کاملاً متفاوت است. علاوه بر این، مدت واقعی استهلاک وسیله مورد استفاده به شدت به شرایط محیطی بستگی دارد.

- اقلیم: شرایط اقلیمی به طور مستقیم بر روی عمر وسیله تاثیر می‌گذارد.
 - سهولت دستیابی به سرویس‌های تعمیر یا نگهداری
 - توانایی و مهارت اشخاصی که از تجهیزات استفاده خواهند کرد. (تشکیلات یا ساختار فنی، وابستگی به طرح، وضعیت اپراتور و غیره).
- (پ): برآورد صحیح هزینه‌های نگهداری دشوار است زیرا:

- این هزینه‌ها تابعی از سرمایه‌گذاری‌ها می‌باشد. به عنوان مثال:
- دستگاه دور مرکزی، ماشین نسبتاً پیچیده‌ای است ولی در عین حال به نگهداری کمی نیاز دارد. نگهداری از این نوع سیستمها، ممکن است به کارکنان متخصصی که کار را از خارج مزرعه کترول نموده نیاز داشته باشد (پانل کترول، موتور محركه و غیره).
- سیستم سنتی آبیاری سطحی بسیار ساده بوده ولی به نگهداری زیادی نیازمند است که می‌تواند توسط خود زارع صورت پذیرد (به جز در کانالهای بزرگ آبیاری).
- هزینه‌های سرمایه‌گذاری به موقعیت محل بستگی دارند. (به قسمت (ب) رجوع شود) در این مورد نیز آمار و اطلاعات کمی موجود می‌باشد.
- برخی از هزینه‌ها همچون بیمه، مالیات‌ها و غیره از جایی به جای دیگر تغییرات قابل توجهی می‌یابد.
- هزینه از کار افتادن سیستم یا به خطر افتادن آن نیز باید مد نظر قرار گیرد. در اینجا نوعی تجزیه و تحلیل احتمال خطر مورد نیاز می‌باشد. با این وجود، اطلاعات آماری مورد نیاز برای این تحلیل اغلب موجود نمی‌باشند، لذا تنها راه موجود، تقویت سیستم‌های نگهداری می‌باشد. (مراجعه به بند ۲-۷ بخش دوم).

۲-۶- هزینه‌های کارگری

این مورد خاص در بخش دوم قسمت ۱۴-۳ بطور کامل مورد بررسی قرار می‌گیرد. بهر حال ملاحظات اولیه زیر نیز می‌توانند مفید واقع شوند:

- تجزیه و تحلیل تفصیلی از ارتباط متقابل بین هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های کارگر باید در شرایط موجود انجام گردد. کاهش هزینه‌های کارگری مستلزم افزایش مکانیزاسیون یا خودکار نمودن سیستم بوده که این امر با هزینه‌های سرمایه‌ای سنگین همراه می‌باشد. بهر حال شرایط در زمان مقایسه سیستم‌های مشابه از یک خانوارده به ویژه وقتی که جزئیات در نظر گرفته می‌شوند، می‌توانند متفاوت باشد. مثال آپاشها نمونه خوبی از این نوع می‌باشد (به قرار زیر):

- سیستم‌های قابل حمل: در این نوع سیستم‌ها تجهیزات مورد استفاده حداقل بوده ولی بهره‌برداری از سیستم نیاز به صرف نیروی دستی زیادی دارد.

- سیستمهای ثابت با وسایل خودکار: در این حالت تجهیزات مورد استفاده حداقل بوده ولی در عوض به جابجایی محدودی در ابتدا و انتهای فصل آبیاری مورد نیاز است و گاهی اوقات نیز هیچگونه نیازی به جابجایی وجود ندارد (مثل محصولات چند ساله باغات).

همانطور که گفته شد، گزینه‌های بینایین زیادی نیز وجود دارد. انتخاب یک سیستم بخصوص به فاکتورهایی چون تناوب و عمق آبیاری مورد نیاز و به فاکتور قابل دسترس بودن کارگر بستگی دارد.

- در جایی که کارگر یک عامل محدود کننده نباشد، سیستمهای قابل حمل باید مد نظر قرار گیرند.

- در جایی که کارگر یک عامل محدود کننده باشد، سیستمهای ثابت عملی تر و اقتصادی تر به نظر می‌رسد. باید به این مسئله توجه نمود که عامل زمان تنها عامل محدود کننده نبوده و عواملی چون سختی کار و سطح مهارت نیروی کارگری نیز مطرح است.

مکانیزاسیون و خودکار نمودن سیستم در شرایط کاری سخت و در زمانی که تجهیزات در شب، یا در روی خاک مرطوب یا اراضی شیب دار و غیره انتقال می‌یابند، تاثیر مثبتی در روند کار دارد.

در بعضی از حالات، عمل آبیاری نیاز به کارگر بیشتری دارد. در این صورت هزینه‌های اجتماعی تامین کارگر باید در نظر گرفته شود.

سطح مهارت مورد نیاز کارگر برای سیستمهای مختلف متفاوت است. نه تنها شرایط کاری برای سیستمهای آبیاری سطحی نسبتاً دشوار بوده بلکه سطح مهارت مورد نیاز برای مدیریت خوب این گونه سیستم‌ها از سیستمهای بارانی بالاتر است. (به غیر از تنظیمات لازم برای سیستمهای آبیاری بارانی که توسط خود زارع در اوایل فصل صورت می‌پذیرد).

۶-۳- استفاده از تراکتورها

بعضی از اجزای سیستم را می‌توان به صورت دستی جابجا نمود، (نظیر لوله‌های جانبی، آپاشها و غیره) حال آنکه استقرار بقیه اجزاء نیاز به خودکار شدن سیستم دارد و برای این کار زارع به یکی از روش‌های زیر عمل می‌نماید.

- استفاده از تراکتور قابل دسترس در سطح مزرعه
- خرید تراکتور
- توسل به یک سیستم موتوریزه

۶-۴- مصرف انرژی

نیاز به انرژی در آبیاری سطحی و در سطح مزرعه بسیار ناچیز بوده (ولی تعیین میزان انرژی برای عوامل خارج از مزرعه، مثلًاً پمپاژ از چاههای عمیق در تجزیه و تحلیل اقتصادی سیستم باید مدنظر قرار گیرد)، لذا تمرکز بیشتر این بخش، روی سیستمهای تحت فشار (بارانی و میکرو) می‌باشد.

هزینه‌های انرژی این نوع سیستمهای به فشار مورد نیاز در سر آپاشها یا آب چکانها و نوع انرژی مصرفی بستگی دارد. آپاشهای تفنگی که به فشار نسبتاً بالایی نیاز داشته، مصرف انرژی بالایی نیز دارند.

آپاشهای تفنگی کم فشار که بتازگی ابداع گردیده‌اند، ممکن است راه حل مناسبی برای پایین آوردن مصرف انرژی بوده، اما آزمایشات بیشتری در این زمینه مورد نیاز می‌باشد. با تغییر آپاشها با نازلهای آبفشار و سپس به لوله‌های خروجی باریک (از جنس پلی‌اتیلن)، فشار مورد نیاز سیستمهای آبیاری بارانی و لوله‌های جانبی متحرک کاهش می‌یابد.

الکتریسیته و هیدرولوکرین‌ها دو نوع اساسی انرژی مصرفی را تشکیل می‌دهد.

- در محلی که یک شبکه برق رسانی وجود داشته باشد، تامین انرژی مورد استفاده سیستم آسان می‌باشد، ولی وابستگی به شبکه الکتریکی جزو معایب سیستم محسوب می‌گردد. در کشورهایی همچون فرانسه، برق مصرفی در کشاورزی از تخفیف ویژه‌ای برخوردار است که دلیل آن نیز اوج مصرف در بخش کشاورزی

بوده که در ماههایی اتفاق می‌افتد که تقاضای پایینی از طرف سایر بخش‌ها برای مصرف آب وجود دارد (عدم نیاز به حرارت مرکزی تولید شده توسط الکتریسیته، نیاز کمتر به روشنایی، تعطیلات کارخانه‌ها و غیره). این امر در حالی است که امکان کاهش تولید برق وجود ندارد (نیروگاههای هسته‌ای را نمی‌توان خاموش کرد) ولذا هزینه انرژی عامل محدود کننده مهمی محسوب نمی‌گردد.

- محسن و معایب منابع انرژی هیدرولوکرینی در مقایسه با الکتریسیته تقریباً بر عکس است. تامین این نوع انرژی پر هزینه‌تر و کاربرد آن نیز مشکل تر بوده ولی در عوض وابستگی آن کمتر است. عوامل محدود کننده اصلی این نوع انرژی عبارتند از: مسایل نگهداری و مشکلات سوخت رسانی. نهایتاً باید به این امر توجه داشت که قیمت انرژی هیچگاه کاملاً مجانية نبوده و در همه کشورها، دولت‌ها همواره سیاست‌های انرژی خاص خود را دنبال می‌کنند. این تصمیمات ممکن است سبب تغییر در قیمت انرژی گردیده و منجر به تغییراتی در انتخابهای به عمل آمده شود.

۶-۵- هزینه آب

چنین به نظر می‌رسد که یک متر مکعب آب کشاورزی، به ویژه در زمان کمبود آب و زمانی که تلف کردن آن برای جامعه غیرقابل قبول بوده، دارای ارزش و قیمت مشخصی است. بهر حال هر گاه اقداماتی در جهت قیمت گذاری صورت پذیرد با مسائل زیادی مواجه می‌شویم، به عنوان مثال:

- چرا باید برای آبی که همواره مجانية بوده بهایی پرداخت؟ هنگامی که تأسیسات زیر بنایی عظیمی (مخازن سدها، کانالها و غیره) برای آبیاری ساخته شده، علی‌الاصول باز پرداخت همه یا بخشی از هزینه‌ها از سوی مصرف کننده‌ها توجیه‌پذیر بوده ولی اغلب اوقات این ساختمانها از محل طرح‌های آبیاری فاصله زیادی دارند و تعیین سود خالص این تأسیسات برای هر مصرف کننده کار دشواری است.

- اتلاف آب به ندرت آگاهانه بوده، ولی استفاده بهتر از آب یک الزام است. این امر در مستنولیت سازمان ترویج بوده ولی اغلب اوقات کارکنان این مراکز فعالیت

چندانی نداشته و یا مهارت لازم را در فنون مدیریت آب دارا نمی‌باشند.

- تعیین کمیت مصرف آب کار دشواری است، مگر آنکه احجام آب به روشهای قابل اطمینان و با دستگاههای ساده (ارزان همراه با نگهداری ساده) اندازه‌گیری شود.
- برای آبیاری سطحی «چرخ دیتریچ» که در استرالیا نیز ابداع گردیده در اندازه‌گیری جريان آب سطحی سازگاری خوبی از خود نشان داده است. مدل‌های مختلفی از این وسیله برای طیفی از دبی‌های مختلف موجود است.
- برای اندازه‌گیری آب در آبیاری تحت فشار (آبیاری بارانی و آبیاری میکرو)، کتور مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی این دستگاه‌ها پرهزینه و حساس می‌باشند. (نسبت به مواد زائد داخل آب و آب جرم ساز).

۷- آیا نتایج حاصل از اقتصاد آبیاری قابل انتقال است؟

۱-۷- انتقال نتایج از یک مورد به موردی دیگر در اقتصاد آبیاری از چه حساسیتی برخوردار است؟

انتقال چنین نتایجی به سه دلیل اصلی زیر خطرناک می‌باشد:

- الف) نتایج اقتصادی به سه دسته عوامل که از نظر کمیت یکسان نبوده، بستگی دارند:
- عملکرد هر سیستم می‌تواند به دقت تعریف گردد (این امر وظيفة یک ایستگاه آزمون می‌باشد) و علاوه بر این عملکردها را می‌توان شبیه سازی نمود تا شرایط واقعی، که می‌تواند متفاوت از شرایط آزمایش بوده، نشان داده شود. (نظیر تاثیر باد، شب زمین و غیره)،
 - چنین عملکردهایی که به وسیله ضرائب مختلف (مثل راندمان، یکنواختی و غیره) به صورت کمی در آمده‌اند بطور کلی پاسخگو نیستند زیرا آب آبیاری تحت شرایط زیر قرار دارند:
 - آب به داخل خاکی نفوذ نموده که مشخصات هیدرودینامیکی آن چه در سطح و چه در عمق بسیار متغیر بوده و در طی زمان متناسب با آبیاری، بارندگی و به

طور کلی با آبهای انتقال یافته قبلی تغییر می‌کند. به هر حال دانش موجود درباره این موضوع برای رسیدن به درک صحیحی از جابجایی زمانی و مکانی آب کفایت نمی‌کند.

- آب به گیاهی داده می‌شود که رفتار آن پس از دریافت آب به درستی شناخته شده نیست.

▣ حداقل در زمینه‌های زیر دانش پایه به قدر کفایت وجود ندارد.

- ارتباط متقابل ریشه‌ها و سیستم آب و خاک. حقیقتاً تحقیقات زراعی تا زمان حاضر به طور عمده روی قسمت هوایی گیاه متمرکز بوده است.
- روابط بین متابولیسم آب از یک سو و متابولیسم ازت و کربن از سوی دیگر کاملاً مشخص نمی‌باشد.

ب - اگر چه تحلیل‌های اقتصادی را می‌توان به صورت کمی ارائه کرد، ولی این واقعیت وجود دارد که نتایج اقتصادی به طور مستقیم تحت تاثیر موارد زیر می‌باشند:

- نوع مزرعه: استفاده از اطلاعات تطبیقی، می‌تواند ابزار نیرومندی باشد به شرطی که ارتباط آن با نوع کشت و کار معلوم باشد. این به معنای ایجاد یک طبقه بندي برای شیوه کشت و کار بر حسب عوامل محدود کننده خاص آنهاست. به نظر مرسد، چنین طبقه بندي‌هایی بسیار نادرند.
- عوامل کارگری: حتی بدون در نظر گرفتن همه عوامل کارگری (که به اختصار در قسمت دهم مطرح خواهد شد) روشن است که شخصیت درونی هر کشاورز نقش بسیار مهمی بازی می‌کند. به ویژه آنکه در این ارتباط، آبیاری مزارع با استفاده از روشها و تجهیزات بعضاً پیشرفته و بهره‌گیری از میکرو ارگانیزم‌های خاک با رفتار پیچیده‌ای که داشته لازم بنظر رسیده، و همه اینها در شرایط اقلیمی غیر قابل پیش‌بینی صورت می‌گیرد.

۲-۷- در چنین شرایطی چه می‌توان کرد؟

ما این بخش را از نقطه نظر "سیستم آبیاری" و نه به راه حل‌های ممکن برای حل مسائل و

مشکلات مزارع تحت آبیاری (چه به صورت کلی و چه به صورت بخش‌های کوچکتر) محدود می‌کنیم. محدود کردن مقایسه تنها به سیستم آبیاری به حل مسئله انتقال اطلاعات از موقعیتی به موقعیت دیگر کمک نمی‌کند. همان‌طوری که آقای هامفریز در مقاله «سیستم‌های آبیاری سطحی خودکار در سراسر جهان» بیان داشته:

اطلاعات یک سیستم ممکن است برای سیستم مشابه دیگر، با شرایط خاک، مزرعه و مدیریت متفاوت، مورد استفاده واقع نشود. اطلاعات مقایسه‌ای که نشانگر افزایش راندمان آبیاری و کاهش نیروی کارگری مورد نیاز ناشی از خودکار نمودن یک سیستم شده متفاوت بوده که با نوع سیستم مدیریت آن قبل از خودکار شدن بستگی دارد.

در این شرایط و این که تنها دسته معینی از موارد و فقط تعداد محدودی از مولفه‌ها مورد توجه قرار گرفته، می‌تواند معنی خاصی داشته باشد. در عمل اغلب از راهکار (روش) گام به گام استفاده گردیده که در اینجا دو نمونه مشخص ذکر می‌گردد:

مثال اول از آقای هامفریز می‌باشد: سیستم‌های نیمه خودکار با خروجی‌هایی از نوع آستانه‌ای یا سرریز، در مناطقی که شبی عرضی متوسط نهر و یا مزرعه برای پلکانی کردن ارتفاعات تاج آستانه یا نهر کافی بوده جزو ارزان‌ترین و سهل‌ترین سیستم آبیاری نواری محسوب می‌گردد. این الگو به عنوان یک الگوی «تحلیل جزئی» محسوب گردیده زیرا مولف، خود را به «سیستم نواری با شبی حداقل» محدود کرده است، بنابراین تنها در این مورد می‌توان نتیجه‌گیری نمود که سیستم نیمه خودکار با خروجی از نوع آستانه‌ای یا سرریز بهترین نوع می‌باشد (ساده‌ترین و ارزان‌ترین). نویسنده با توجه به سیستم مذکور تجزیه و تحلیلی را با توجه به نیروی کارگری مورد نیاز انجام داده و چنین می‌نویسد:

نیاز به نیروی کارگری مورد نیاز (نفر، دقیقه در هکتار) برای سیستمهای نیمه خودکار در «زلاندنو» با نوع مکانیزم مورد استفاده برای باز کردن دریچه و مقدار جریان همان‌طوری که در جدول ۲ نیز نشان داده شده، تغییر می‌کند (تیلور و همکاران، ۱۹۸۲).

جدول ۲ حدود مقادیر را با تغییر عوامل مختلف نشان می‌دهد. در جای دیگر نیز نتایج مشابهی مورد تایید قرار گرفته است.

توجه کنید که مقادیر مطلق با افزایش جریان کاهش یافته ولی این موضوع در مورد سایر موقعیت‌هایی که در مثال دوم طرح می‌شود صادق نمی‌باشد.

جدول ۲: داده‌های مربوط به نیروی کارگری برای سیستم‌های آبیاری نواری نیمه خودکار در («زلاندن») نفر - دقیقه در هکتار در هر آبیاری)

دیجی			روش اندازه‌گیری		سیستم آبیاری
۵۰۰ L/S	۴۵۰ L/S	۲۵۰ L/S	با ساعت	سیستم قابل حل	
۱/۵	۲/۳	۳		اتوماتیک یا الکترونیک	سیستم ثابت
۰/۸	۱/۲	۱/۷			

مثال دوم از یک سند فرانسوی استخراج شده که نتایج بدست آمده از ۱۶ قطعه آبیاری سطحی (شیاری) در سال ۱۹۸۶ را ارائه می‌نماید. این ۱۶ قطعه در یک «منطقه کوچک طبیعی» مشابه قرار داشتند و طی سالیان متمادی تحت بررسی قرار گرفتند. مساحت هر قطعه یک هکتار و به ابعاد 200×50 متر می‌باشد.

در این رابطه مقایسه‌های زیر انجام گردیده است:

- آزمایش روی دو محصول ذرت و گوجه فرنگی انجام گرفت. برای هر یک از این دو محصول بطور متوسط هشت آبیاری در هر فصل صورت گرفت.

برای چهار سیستم آبیاری زیر:

- روش سنتی
- سیستم سیفونی
- سیستم لوله انعطاف پذیر
- سیستم لوله شیر دار

آزمایشی^(۱) نیز با سیستم فرانسوی Transirrigation (آبیاری کابلی^(۲)) در مورد ذرت (آبیاری کابلی سطحی) و باغ میوه (آبیاری کابلی زیر زمینی) انجام شده است.

۱- توسط CEMAGREF، (Societe du canal de provence) SCP

تحت نظارت RNED-HA (Centre National du Genie Rural des Eaux et des Forets) (Reseau National d'Experimentation et de Demonstration Hydraulique Agricole)

۲- افتابس از سیستم آمریکایی آبیاری کابلی "Cablegation"

در هر دو مورد ابعاد کرت‌ها 35×300 متر بوده و نتایج تفضیلی نیز در جدول ۳ آمده است. نتایج زیر از این آزمایش بدست آمد:

- تغییر از روش‌های سنتی (برمبنای ۱۰۰) به سیستم سیفونی، نیاز به نیروی کارگری را برای ذرت و گوجه فرنگی به نصف تقلیل می‌دهد.
 - کاهش نیروی کارگری با سیستمهای مکانیزه در مدت زمان کار مشابه، برای ذرت و گوجه فرنگی یکسان نمی‌باشد.
 - در مورد گوجه فرنگی تغییر به لوله‌های شیردار تخت، نیروی کار را به نصف تقلیل می‌دهد، حال آنکه لوله‌های شیردار معمولی منجر به چنین صرفه جویی نمی‌شود زیرا بعد از هر تیمار لازم است سیستم را باز کرد (۴ بار در طول فصل رشد).
 - در مورد ذرت، آبیاری کابلی نیاز به نیروی کارگری را به نصف تقلیل می‌دهد.
- فاایده چنین کاری برای تجزیه و تحلیل اقتصادی آن است که آزمایشها بر روی موارد خاصی که مشخصات آن بشرح ذیل بوده متتمرکز شود:
- مطالعه در یک منطقه طبیعی کوچک برای دو محصول (ذرت و گوجه فرنگی) که بطور وسیعی در منطقه کشت شده، متتمرکز است.
 - مطالعه تنها بر روی نیروی کارگری مورد نیاز (زمان کار) برای آبیاری شیاری متتمرکز شده و مقایسه اساسی بین روش سنتی به عنوان روش مرجع و سه «گزینه» کم و بیش مکانیزه صورت می‌گیرد.
- انجام آزمایش روی آبیاری کابلی مطالعه را تنها برای محصول ذرت کامل نموده و لذا نتایج زیر بدست می‌آید. (مراجعه به جدول ۳):
- در مورد ذرت: نتایج تفضیلی «زمان کار» برای پنج سیستم آبیاری شیاری شامل روش‌های سنتی تا روش آبیاری کابلی، که در فرانسه از بقیه روشها قابلیت خودکار شدن بیشتری دارد، متتمرکز است.
 - در مورد گوجه فرنگی: نتایج تفضیلی «زمان کار» برای چهار سیستم آبیاری شیاری بجز سیستم آبیاری کابلی موجود می‌باشند.
 - در مورد باغ میوه، فقط یک مرجع آبیاری کابلی مدفون وجود داشته و هیچ مقایسه‌ای امکان‌پذیر نگردید.

از آنچه گفته شد پیداست که مطالعه از میان «یک دسته از سیستم‌ها» (چهار یا پنج گزینه برای آبیاری شیاری) و تحت یک شرایط منطقه‌ای خاص انجام شده و لذا می‌توان نتایج را به مزارع دارای شرایط مشابه برای ذرت و یا گوجه فرنگی بسط داد.

در اینجا یادآوری دو نکته ضروری است:

اول: باید توجه داشت که تنها «زمان کار» به عنوان داده (اطلاعات ورودی) مربوط به نیروی کارگری در نظر گرفته شده و دو عامل زیر به حساب آورده نشده است.

(۱) درجه سختی کار

(۲) مهارت لازم کارگران. این دو موضوع در جداول ۱-۱، ۲-۱، ۳-۱ (ضمیمه ۱) در نظر گرفته شده‌اند.

دوم: چنین نتایج جزئی ممکن است در انتخاب سیستم، بدون نیاز به تعیین دقیق هزینه‌های سرمایه‌گذاری، نقش تعیین کننده‌ای را ایفا نماید، بدین معنی که:

(۱) برای گوجه فرنگی: سیستم لوله‌های تخت ترجیح داده شده زیرا به کار و هزینه سرمایه‌گذاری کمتری نیاز دارد.

(۲) برای ذرت: با گذر از لوله‌های تخت به سیستم لوله‌های شیردار زمان کار کاهش می‌یابد. به حال روش اخیر پرهزینه‌تر بوده و به همین دلیل انتخاب به سادگی و روشنی مورد گوجه فرنگی نیست.

جدول ۳- مدت زمان و نوع کار لازم دروش های مختلف آبیاری برای کشیدن ذرت و گوجه فرنگی

أَنَّ الْمُؤْمِنَاتِ مِنْهُنَّ أَعْلَمُ بِإِيمَانِهِنَّ إِنَّمَا يَخْفِي مِنْ إِيمَانِهِنَّ كَمَا يَخْفِي
رَجُلٌ مِّنْ إِيمَانِهِ وَاللَّهُ أَعْلَمُ بِإِيمَانِ الْمُؤْمِنَاتِ

میرزا علی شاپور دوستی

میراث اسلامی و اسلام و میراث

= تعداد دفعات اپیاری: آنچه برای درت و کوچه‌هونگی، اثواب برای باعثی

۴- چهارنوبت تعمیر پس از جدای کردن لوله‌ای درجه‌دار (برای گوجه فرنگی).

این جدول از مفاهی توسعه روش های پیشگیری کنترل آبیاری سطحی: روش های نوین آبیاری نقلی: اقتباس کرده ام است. این

۸- ملاحظات نهائی در رابطه با اطلاعات مرجع

مقایسه کلی بین سیستم‌هایی که قیاس پذیر نبوده خطرناک است و این امر می‌تواند منجر به نتایجی شود که صحت آنها قابل قبول نخواهد بود.

آنچه در بالا ذکر گردید یک تحلیل جزئی برای بعضی از حالات بوده ولی این کار در حقیقت اولین مرحله جمع آوری داده‌ها است. این مطالعه باید به طبقات و موارد متعدد دیگر نیز بسط داده شود. در آبیاری سطحی مقایسه بین روش‌های کرتی، نواری و شیاری، در آبیاری بارانی بین سیستم‌های ثابت و ماشین‌های آپاش و در آبیاری میکرو بین قطره چکانها و آبشانها به عمل می‌آید. سپس سیستم‌های مختلف آبیاری در یک موقعیت و پس از آن در موقعیت‌های مختلف، (محصولات، خاک‌ها، آب و هوا و غیره) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

چنین راهکاری ناقص ولی در حال تکمیل بوده و شبیه یک روش تحقیقی است که به دنبال حداقل‌ها و حداقل‌های محلی می‌باشد. علاوه بر این تداخلی بین روش پیشنهادی برای انتقال اقتصادی داده‌ها و روش‌های مورد استفاده در به دست آوردن این داده‌ها وجود دارد. در جایی که هدف طبقه‌بندی روش‌های آبیاری و حتی سیستم‌های آبیاری در ارتباط با نسبت میزان عملکرد به آب مصرفی بوده همین مساله مطرح است. (این ارزیابی در مواردی که آب کم یا گران بوده اهمیت زیادی خواهد داشت).

۹- لزوم تحلیل مالی

هر تحلیل اقتصادی در مزرعه باید یک تحلیل مالی را نیز به دنبال داشته باشد. تغییر در سیستم آبیاری و یا تغییرات دیگر (تغییر سیستم، جایگزینی ادوات و تجهیزات آبیاری و غیره) ممکن است، مسائل مالی را به دنبال داشته که این امر راهبرد توسعه مزرعه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این مسئله می‌تواند سبب تجدید نظر در انتخاب‌های بعمل آمده (که از نظر اقتصادی هم توجیه‌پذیر بوده)، شود.

۱۰- خلاصه عوامل کارگری مرتبط با توسعه آبیاری

توسعه آبیاری که بوسیله انسانها نیز صورت گرفته در جهت پیشبرد اهداف بشریت انجام گرفته است (برای تامین غذا یا تولید الیاف)، لذا عوامل کارگری باید مد نظر قرار گرفته لاکن به دلیل تعدد فاکتورها همچون عوامل فنی، فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و حتی مذهبی پیچیده به نظر می رستند. این مسئله موضوع مطالعه گروه کار آبیاری مکانیزه کمیسیون بین المللی آبیاری و زهکشی (ICID) می باشد. بنابراین سه گروه اصلی عوامل زیر معرفی می گردند.

- عوامل مرتبط با طبیعت بشری. موارد زیر باید به تفکیک مورد توجه قرار گیرند:
- شرایط تغییرات: یک تغییر به عنوان مثال از کشاورزی دیم به فاریاب ممکن است ضروری به نظر رسیده ولی مقاومت در مقابل چنین تغییری از نقطه نظر جامعه شناسی یک رفتار کاملاً عادی می باشد.
- امکان بخشیدن به یک تغییر: این امکان به سطح آموزش (در معنی وسیع کلمه)، سطح دانش (مسائل دانش آبیاری)، سنت ها، مذهب و غیره بستگی دارد.
- عوامل مرتبط با سیستم آبیاری: این عوامل مشتمل بر قابلیت حصول منابع، نظیر نیروی کارگری ماهر، آرایش مزرعه و روشهای بهره برداری، الگوهای کشت، سنت های رایج (با توجه به فنون) و غیره می باشند.
- عوامل غیر مرتبط با سیستم آبیاری: این عوامل شامل جنبه های سیاسی و وجود یا عدم وجود نهادهای لازم در سطح منطقه و ملی می باشد.

بخش دوم

محدودیت‌های سیستم‌های آبیاری

محدودیت‌ها به دو گروه کلی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- محدودیت‌های مطلق، که به صورت یک مسئله باید در نظر گرفته شود. به طور

معمول این محدودیت‌ها قابل اصلاح نبوده و شامل موارد زیر می‌باشند:

- محدودیت‌های داخلی مرتبط با مزرعه تحت آبیاری.

۲- محدودیت‌های خارجی مرتبط با محیط (یا آبیاری میکرو) یا اطراف مزرعه تحت آبیاری.

۳- محدودیت‌های قابل تغییر، که به آزمایش فرضیه‌های متعدد نیاز داشته و شامل دسته‌بندی زیر می‌گردد:

- محدودیت‌های زراعی سیستم‌های منتخب کشت.

- یک رشته محدودیت‌های متفرقه.

الف - محدودیت‌های داخلی

محدودیت‌های داخلی در ارتباط با نوع مزرعه یا نوع خاک خواهد بود.

الف - ۱- محدودیت‌های مرتبط با نوع مزرعه

محدودیت‌های مزرعه با عوامل متعددی مشخص می‌گردند:

موقعیت کشاورزان، اهمیت نسبی گیاهان تحت آبیاری، مالکیت و نهاده‌های موجود کشاورزی (بودجه، ماشین آلات کشاورزی و نیروی کار). این عوامل در قسمت‌های زیر تشریح می‌گردد.

۱-۱- موقعیت اجتماعی کشاورزان

میزان تخصص مدیر مزرعه و کارگران، درجه سلط آنها و پذیرش تغییرات جدید از جمله عوامل انسانی هستند. میزان سلط خود نتیجه تعدادی اجزای مرتبط با یکدیگر خواهد بود.

سلط کشاورزان و تغییرپذیری آنها به شدت تحت تأثیر موقعیت اجتماعی آنها است: مالک بودن، مزدگیر بودن، یا هر حالتی بین این دو به طور معمول تابع سنت های محلی است.

محدودیت ها برای افراد و یا طرح های آبیاری که به صورت دسته جمعی اداره می شوند متفاوت است. در مواردی که تصمیم های دسته جمعی گرفته می شود، انتخاب گزینه های تجهیزات آبیاری تحت شرایط خاص، یا بسیار محدود بوده یا بسیار گسترده. مثال هایی در زیر آورده خواهد شد (به ویژه در بندهای ۱-۲ ۴-۲ و ۸-۲).

۱-۲- اهمیت نسبی گیاهان تحت آبیاری در واحد های مختلف تولیدی کشاورزی

اگر اراضی تحت آبیاری بخش کوچکی از مزرعه را اشغال کرده باشند، هر نوع سیستم آبیاری از روش های دستی گرفته تا سیستم های تمام خودکار را می توان توصیه کرد. این زراعت ها به طور معمول بسیار متراکز بوده و انتخاب نوع سیستم نقش اندکی در توازن اقتصادی مزرعه دارد. در مقابل، اگر بخش عمده مزرعه شامل کشت آبی باشد، انتخاب مناسب اهمیت زیادی پیدا می کند.

نوع واحد کشاورزی نیز باید در نظر گرفته شود، در مزارع با تنوع کشت از تجهیزات متحرک آبیاری یا انواع دیگر سیستم ها (سیستم های شلنگ پیچ و یا حتی سیستم های تمام ثابت) باید استفاده نمود، ولی در مزارع تک محصولی باید از تجهیزات ویژه تخصصی استفاده شود. برای مثال، در منطقه "Gascogne" فرانسه که تنوع کشت مرسوم است، ذرت را در گذشته با سیستم های نیمه ثابت آبیاری می کردند، در صورتی که در منطقه

"Provence" در مزارع تک محصولی از سیستم‌های ثابت به دلایل اقتصادی و سهولت راهبری استفاده می‌گردید. به تدریج در منطقه "Gascogne" سیستم‌های تمام ثابت جانشین سیستم‌های نیمه ثابت گردید (به علت مسئله تأمین کارگر). سیستم‌های دوار مرکزی در سایر مناطق فرانسه چون "Les Landes" جایی که زراعت ذرت جایگزین مناطق جنگلی شد، رشد قابل ملاحظه‌ای پیدا نمود. (در این مورد، مسئله محدودیت مالکیت وجود ندارد).

۳-۱- انواع مالکیت زمین

در بعضی از کشورها، سیستم‌های پیچیده مالکیتی از قبیل وجود داشته که به صورت عامل محدودکننده‌ای عمل می‌نمود. این محدودیت‌ها را می‌توان با برقراری قوانین مناسب و مطلوب یکپارچه‌سازی اراضی برطرف نمود. بعضی مواقع، رفع این موضع جزو شرایط اولیه توسعه آبیاری خواهد بود.

به طور کلی الگوی مالکیت با اندازه، شکل و پراکندگی قطعات کشاورزی مشخص می‌گردد. این سه عامل بهم پیوسته بوده و خود به طریقی سیستم آبیاری مناسب را دیکته می‌کند.

۱-۳-۱- اندازه قطعات یکپارچه زراعی

در قطعات آبیاری تا ۱۰ هکتار (۲۵ ایکر) فقط آبیاری بارانی (قابل حمل، نیمه قابل حمل یا تمام ثابت) یا سیستم‌های آبیاری میکرو مناسب خواهد بود. در اینجا ما به گیاهان خیلی خاص از قبیل گیاهان گلخانه‌ای و حتی سبزیجات نمی‌پردازیم، برای این نوع گیاهان سیستم‌های کوچک متحرک، توسعه خیلی خوبی یافته است.

برای مزارع بزرگ‌تر از ۱۰ هکتار هر سیستمی می‌تواند مناسب باشد، به هر حال دو گروه اصلی در اینجا وجود دارند:

الف - سیستم‌هایی که هزینه واحد آن‌ها در هکتار به مساحت آبیاری بستگی ندارد

(مثل سیستم‌های تمام ثابت).

ب - سیستم‌هایی که هزینه واحد آن‌ها در هکتار متاثر از اندازه طرح است (مثلاً آپاش تفنگی، شیلنگی یا ماشین‌های متحرک و سیستم‌های متحرک خطی). تأثیر مساحت مزرعه در انتخاب سیستم دوار مرکزی از اهمیت بیشتری برخوردار است. بهر حال سیستم‌های متحرک خطی در قطعات کشاورزی کم‌تر از ۲۰ هکتار به کار برده نمی‌شوند.

۲-۳-۱- شکل قطعات یکپارچه زراعی

در قطعاتی که اشکال ساده هندسی دارند تمام سیستم‌ها مناسب خواهد بود. انواع آپاشها، سیستم تفنگی، سیستم پیکانی، سیستمهای تمام ثابت قطره‌ای هم‌چنین سیستم لوله‌های سیستم چرخان جانبی و سیستم متحرک خطی و حتی دستگاه‌های نیم دوار مرکزی می‌توانند انتخاب خوبی باشد.

در منطقه "Les Landes" فرانسه، که به تازگی جنگل‌ها را به مزرعه تبدیل کرده‌اند، الگویی متناسب با سیستم آبیاری دوار مرکزی به وجود آمده و علاوه بر آن انتخاب سیستم دوار مرکزی به ویژه برای خاک‌های شنی منطقه، مناسب است.

در قطعاتی که شکل نامنظم دارند، فقط آپاشهای پیکانی یا سیستم تمام ثابت قطره‌ای مناسب است. تأسیسات آبیاری نواری یا دوار مرکزی در این مزارع مناسب نمی‌باشند.

۱-۳-۲- اراضی غیر یکپارچه

در اراضی که مالکیت یکپارچه ندارند، اندازه و شکل مزارع محدودیت اصلی است.

- اگر مزارع پراکنده باشد، تأسیسات آبیاری باید یا در هر مزرعه ثابت بوده یا به سادگی قابل انتقال به مزارع دیگر باشد (تمام ثابت یا قابل حمل). در این حالت سیستم‌های متحرک آپاش تفنگی و خودگردان یا کششی و هم‌چنین شیلنگ کششی مناسب هستند.

۱-۳-۳- موائع فیزیکی

این موائع ممکن است کاربرد سیستم خاصی را اجباری نماید. برای مثال حفظ مناطق تاریخی، جنگل‌ها، خطوط برق و نظایر آن. برای مثال انتقال لوله‌های جانبی در نزدیکی خطوط برق مشکل و خطرناک است. در این موارد سیستم‌های ثابت توصیه می‌گردد زیرا فقط یک بار در ابتدای کار و انتهای فصل آبیاری لوله جابجا می‌شود. حتی آپیاش تفنگی را نیز می‌توان به کار برد (با توجه به استانداردهای موجود) زیرا قطرات آب هادی الکتریسیته نخواهند بود.

۱-۴- نهادهای قابل دسترس در واحدهای تولیدی

در سطح مزرعه سه گروه نهاده دسته بندی می‌گردد:
سرمايه
مکانيزاسيون
کارگر.

۱-۴-۱- سرمايه

قابلیت‌های فنی و اقتصادی تنها با سرمايه گذاری کافی در سطح مزرعه قابل حصول است.

۱-۴-۲- مکانيزاسيون

با مکانیزه شدن، حرکت دادن تجهیزات آبیاری از موقعیتی به موقعیت دیگر با صرف هزینه زیاد کاربرد ماشین‌های خودگردان آبیاری عملی بوده و با این عمل را با استفاده از ماشین آلات کشاورزی به صورت کثشی می‌توان انجام داد.

۱-۴-۳- کارگر

کارگر یک محدودیت اساسی است زیرا هزینه آن به سرعت اضافه می‌شود و کمبود

کارگر نیز همواره وجود دارد. در این قسمت حالتی که کارگر دائم کافی و یا غیر کافی وجود داشته باشد مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۳-۴-۱- کارگر دائم، زمانی کافی است که:

۱- کارگر فراوان در منطقه یافت شود - به طور معمول در کشورهای صنعتی این امکان وجود ندارد.

۲- برنامه ریزی کشت گیاهان به طریقی صورت گرفته که حداقل کارگر مورد نیاز در کشت‌ها همزمان نبوده و رقابتی بین فعالیت‌های مختلف در این مورد پیش نیاید.

۳- سیستم را بتوان بی‌درنگ بعد از بذر کاری نصب و در طول زمان بیکاری جابجا کرد (قبل یا بعد از برداشت با توجه به نوع زراعت). سیستم‌های ثابت در این گروه قرار می‌گیرند.

با این وجود در موارد فوق باز هم مسئله کمبود کارگر ممکن است پیش بیاید. میزان تخصص کارگر و سختی کار نیز مطرح می‌شود (جابجایی تجهیزات در خاک مرطوب و در میان ردیف گیاهان خیس شده، محدودیت کار در شب و نظایر آن). این محدودیت‌ها حکم می‌کند که جابجایی توسط کارگر به حداقل رسانیده شده یا سیستم مکانیزه گردد.

۱-۳-۴-۲- در مواردی که تعداد کارگر دائمی کافی نیست، راه حل‌های زیر توصیه می‌شود:

- تأمین کارگران موقت (کارآموز، دانشجو و غیره). در این موارد سیستم‌های ساده ترجیح داده می‌شود، به صورتی که به کارکنان متخصص نیاز نباشد.
- سیستم‌های مکانیزه و یا خودکار استفاده گردد. در سال‌های اخیر سیستم‌های نیمه ثابت به سیستم‌های ثابت تبدیل یافته و سیستم‌های دور مرکزی توسعه زیادی یافته‌اند.

اگر فقط مدت کارکرد سیستم در نظر گرفته شود، رده بندی سیستم‌های آبیاری به ترتیب نزولی به شرح زیر خواهد بود:

۱- در مورد سیستم‌های آبیاری بارانی : سیستم‌های نیمه ثابت - سیستم‌های شلنگ پیچ - سیستم‌های شلنگ پیچ خودگردان - سیستم‌های تمام ثابت -

سیستم‌های دوار مرکزی (خودکار).

۲- در مورد سیستم آبیاری سطحی : در این سیستم‌ها مدت کارکرد با توجه به درجه مکانیزاسیون تغییر می‌کند. در سیستم‌های متداول آبیاری نواری یا شیاری، در مقایسه با سیستم آبیاری بارانی قابل حمل به کارگری بیشتری نیازمند است. سیستم‌های خودکار چون آبیاری کابلی و موجی، به مهارت و مدیریت بیشتری نیاز دارند. در مورد شبکه‌های لوله‌ای و لوله‌های دریچه‌دار، تعداد کارگر مورد نیاز قابل مقایسه با سیستم‌های تمام ثابت است. سیستم‌های نیمه خودکار آبیاری نواری تا حدودی معادل سیستم دوار مرکزی به کارگر نیاز دارد.

۳- در مورد سیستم‌های آبیاری میکرو : در گیاهان فصلی میزان کارگر مورد نیاز قابل مقایسه با سیستم‌های تمام ثابت بارانی می‌باشد. نیروی کار مورد نیاز برای شست و شوی سیستم با کاهش زمان نصب و جدا کردن لوله‌های جانبی پیچیده شده روی فرقه‌ها، (تجهیز شده بوسیله آب چکانها) جبران می‌شود. در گیاهان چند ساله (درختان، تاکستان‌ها و غیره) لازم نیست که لوله‌های جانبی را در فصل غیر آبیاری جمع کرد.

۱-۴-۳-۳- تخصص نیروی انسانی لازم و تجهیزات تحت راهبری آنها

برای مثال، آبپاش‌های پیکانی و تفنگی شیلنگی بسادگی راهبری می‌شوند، ولی سیستم‌های متحرک که توسط هیدراتن‌ها تغذیه شده و پس از رسیدن به انتهای مزرعه به حالت اول برگشته، همچون سیستم دوار مرکزی ماشین‌های ظرفی هستند. مثالی دیگر: در آبیاری میکرو، قطره چکان‌ها نسبت به شیرهای قابل تنظیم، حساسیت بیشتری به گرفتگی داشته، و به کارگران با دقیق‌تری نیاز دارد.

حرف آخر این که به مسئله کارگر باید توجه بیشتری نمود، به ویژه در مواردی که دستمزد پرسنل مدیریت، راهبری و نگهداری نقش مهمی در طرح ایفا می‌کند. انتخاب سیستم به تعداد و سطح معلومات کارگران موجود بستگی زیادی دارد.

الف - ۲ - محدودیت‌های مرتبط با نوع خاک

نظیر سایر فعالیت‌هایی که با خاک سروکار دارند ارزیابی طرح‌های تحقیقاتی یا اجرایی، آبیاری دستی، مکانیزه و یا خودکار در خاک‌های متغیر و یا مسئله‌دار باید به شیوه خاصی صورت پذیرد.

در خاک‌های مشکل ساز و خاکهایی که عمق و دفعات آبیاری در آنها تغییر می‌کند، طراحی و مدیریت آبیاری دستی در آنها بسیار پیچیده خواهد بود. بنابراین در این موارد آبیاری مکانیزه و یا خودکار مناسب‌تر هستند. البته در این خاک‌ها کاربرد بعضی از سیستم‌های مکانیزه محدودیت دارد.

در خاک‌های متغیر نیز روند کلی همین است، ولی در این‌گونه خاک‌ها اساساً آبیاری مکانیزه توصیه نمی‌گردد. سیستم‌های آبیاری دوار مرکزی و متحرک خطی نیز در این خاک‌ها مناسب نبوده مگر این که خاک‌ها به نواحی مشخصی تقسیم شده باشند. در مقابل، یک سیستم ثابت خودکار در این موارد مناسب بوده زیرا تمام انواع خاک‌ها را می‌توان به کار گرفت، مشروط بر این که مؤلفه‌های آبیاری در طراحی : مثل نوع آپاش یا نوع آپاش تفکی، مدت آبیاری و غیره، مورد توجه قرار گیرد. البته این سازگاری به صورت مطلق نیست زیرا شبکه آبیاری را نمی‌توان خیلی متنوع طراحی کرد. در این رابطه سه نوع محدودیت برای خاک وجود دارد : مشخصات هیدرودینامیکی - ساختمان خاک - توبوگرافی خاک.

۱-۵- مشخصات هیدرودینامیکی خاک

دو مشخصه اصلی عبارتست از ظرفیت نگهداری که عمق کاربرد آب را مشخص می‌کند و دیگری هدایت هیدرولیکی که میزان آبدهی در سیستم‌های تحت فشار و نقلی را دیکته می‌کند.

۱-۵-۱-ظرفیت نگهداری

آب قابل استفاده تنها به مشخصات مربوط به ذخیره آب در خاک (تفاوت بین ظرفیت نگهداری و حد پژمردگی دایمی) بستگی نداشته، بلکه به خود گیاه (نوع و مرحله رشد که تعیین کننده عمق ریشه است) و حتی شیوه کاربرد آب وابسته است. باید توجه داشت که عمل آبیاری در واقع امکان استفاده از آب‌های ذخیره شده عمیق را کاهش می‌دهد، زیرا ریشه ترجیح می‌دهد که از مرطوب‌ترین لایه^(۱) آب جذب نماید. به همین جهت تعیین زمان بهینه آخرین نوبت آبیاری (در فصل زراعی) اهمیت خاصی دارد.

ظرفیت نگهداری رامی توان بارطوبت سهل‌الوصول خاک (RASM) که به صورت زیردسته‌بندی می‌گردد بیان کرد.

RASM (به میلی متر)						
گیاهان یکساله با عمق ریشه متوسط (RASM)			گیاهان چند ساله با ریشه عمیق (RASM) (درخت، گندم)			
(RASM) زیاد	(RASM) متوسط	(RASM) کم	(RASM) زیاد	(RASM) متوسط	(RASM) کم	(یونجه، درختان)
۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰	۰	
۲۲۵	۱۷۵	۱۲۵	۷۵	۲۵	۰	

- ۱-اگر (RASM) زیاد باشد عمق آبیاری را می‌توان افزایش داد (و دفعات آبیاری کاهش می‌یابد). البته میزان مصرف آب نباید آنقدر زیاد باشد که خطر فرسایش وجود داشته یا رواناب ایجاد گردد.
- عمق آبیاری به روش آبیاری بستگی دارد:
- آبیاری بارانی: دو مؤلفه عمق آبیاری به میلی متر و شدت پخش آب به میلی متر

۱- در واقع، این پدیده پیچیده‌ای است، زیرا مخزن ذخیره‌ی آب خود مانع برای استفاده از لایه‌های زیرین مرطوب ایجاد می‌کند.

در ساعت مدت آبیاری (T) را مشخص می‌کنند. مقدار T بر شرایط مصرف آب تأثیر می‌گذارد. اگر T زیاد باشد (از ۶ تا ۸ ساعت بیشتر)، آبیاری را می‌توان با تجهیزات کلاسیک بدون استقرارهای متعدد در طی شب انجام داد. اگر T کم باشد یا اگر مقدار دبی موجود آنقدر کم باشد که آبیاری پیوسته صورت گیرد کاربرد تجهیزاتی که به کنترل شبانه نیاز نداشته، ارجح است (سیستم‌های تمام ثابت یا نیمه خودکار و خودکار).

- آبیاری میکرو: این روش برای عمق زیاد آبیاری مناسب نیست زیرا در این روش آب بامقدار کم و تکرار بیشتر به کار برده می‌شود.
- آبیاری سطحی: خاکهای با ظرفیت نگهداری زیاد با سیستم آبیاری حوضچه‌ای، نسبت به سیستم‌های نواری و شیاری، سازگاری بیشتری دارند.
۲- در مقابل اگر RASM کم باشد، مقدار عمق آبیاری کم بوده ولی به هر حال نباید از میزان حداقل شدت پخش آب کمتر باشد زیرا در این صورت تلفات تبخیر زیاد می‌شود.

در شرایطی که ظرفیت نگهداری کم باشد توصیه‌های زیر به عمل می‌آید.

- آبیاری میکرو با تعداد دفعات آبیاری متناسب با گیاه (چندین بار در روز).
 - سیستم دور مرکزی کوچک یا سیستم متحرک خطی که بتواند روزانه آبیاری کند. این سیستم‌ها به ویژه در خاک‌های شنی برای غلات مناسب هستند.
- اهمیت ظرفیت نگهداری در انتخاب سیستم آبیاری روشن است، زیرا تأثیر مستقیم بر تعداد دفعات آبیاری دارد.

- در شرایط ظرفیت نگهداری زیاد (تعداد دفعات آبیاری کم)، زمان مورد نیاز برای جابجایی تجهیزات کاهش می‌یابد. در نتیجه سیستم‌هایی را که به نسبت کارگر بیشتری نیاز دارند، می‌توان انتخاب نمود (سیستم‌های نیمه ثابت) در این شرایط حتی آبیاری سطحی نیز مناسب است.
- در مکانهایی که ظرفیت نگهداری کم است (تعداد دفعات آبیاری زیاد) زمان جابجایی تجهیزات آبیاری اهمیت پیدا می‌کند و سیستم‌هایی که به کارگر زیادی نیاز دارد کاربرد چندانی ندارند. در این موارد به طور معمول سیستم‌های

خودکار توصیه می‌گردد (نظیر سیستم تمام ثابت، سیستم‌های دوار مرکزی یا متحرک خطی، سیستم‌های آبیاری میکرو).

به طور کلی ظرفیت نگهداشت آب خاک بیشتر بر درجه خودکار نمودن سیستم اثر گذاشته تا نوع سیستم آبیاری.

۲-۵-۱ هدایت هیدرولیکی

هدایت هیدرولیکی خاک به طور مستقیم می‌زنند و عمودی آبد رخاک مرتبه است این مؤلفه عنوان نفوذپذیری (یا نفوذپذیری از سطح) K بیان شده و به صورت زیر دسته بندی می‌شود.

مقادیر K					واحد اندازه گیری
۳۶۰	۳۶	۳/۶	۰/۳۶	به میلیمتر در ساعت	
۱۰ ^{-۲}	۱۰ ^{-۳}	۱۰ ^{-۴}	۱۰ ^{-۵}	به سانتیمتر در ساعت	
۸/۶۴	۰/۸۶۴	۰/۰۸۶۴	۰/۰۰۸۶۴	به متر در روز	
نفوذپذیری خیلی زیاد	نفوذپذیری زیاد	نفوذپذیری متوسط	نفوذپذیری کم	فیرقابل نفوذ	نفوذپذیری خاک

الف - در خاک‌های نفوذپذیر محدودیت‌های پدید آمده به نوع سیستم آبیاری مرتبط می‌گردد:

- آبیاری بارانی : در خاک‌های بسیار نفوذپذیر شدت پخش آب در حد بالا مناسب خواهد بود. در مواردی حتی می‌توان شدت پخش آب را بالاتر از مقادیر توصیه شده انتخاب کرد. (به قسمت ۱-۵-۱-۱ مراجعه گردد). از فشار کار معمول آپیاش‌ها نیز می‌توان کاست (مثال، سیستم LEPA).
- در سیستم‌های دوار مرکزی و متحرک خطی، دهانه آپیاش‌ها را می‌توان تعویض نمود و از نازل‌های با فشار کار کم و درجه پاشش آب بیشتر استفاده نمود.
- در شبکه آبیاری بارانی، فاصله آپیاش‌ها را می‌توان کم نمود (برای مثال از ۲۴×۲۴ متر به ۱۸ متر) تا از فشار سیستم نیز کاسته گردد (برای مثال از ۳/۵ به ۲/۵ بار).

- آبیاری سطحی و آبیاری میکرو: از نفوذ آب به اعمق باید جلوگیری شود.
- آبیاری سطحی: آبیاری حوضچه‌ای به هیچ وجه مناسب نیست. در سیستم آبیاری شیاری، با افزایش شبیب جویچه‌های نشستی، کاهش طول آنها و به کارگیری فن صحیح قطع و وصل جریان (کاهش تدریجی جریان یا ایجاد موج) از مقدار نفوذ عمقی می‌توان کاست. در غیر این صورت باید سیستم را به آبیاری بارانی تبدیل نمود.
- آبیاری میکرو: در خاک‌های با بافت درشت که ذرات ریز در آن‌ها کم است پیاز رطوبتی قطر کمی خواهد داشت. لذا لازم است که فاصله قطره چکان‌ها و عمق آبیاری را کم نمود و لی این راه حل سبب افزایش هزینه‌ها خواهد شد. راه حل ساده‌تر استفاده از آب فشانک (mini Sprayers) به جای قطره چکان بوده که امروزه در باغ‌ها و تاکستان‌ها رواج یافته است.
- ب - در خاک‌های با نفوذپذیری کم محدودیت‌های مرتبط با روش‌های آبیاری عبارتند از:
- آبیاری بارانی: شدت پخش آب باید کم باشد، ولی حداقل میزان توصیه شده به صورتی انتخاب شده که تلفات ناشی از تبخیر زیاد نگردد (در قسمت ۱-۵-۱ تشریح گردیده).
- آپاش‌های با آبدیهی زیاد، به ویژه آپاش‌های تفنگی بزرگ (سیستم تمام ثابت، سیستم‌های خودگردان، شیلنگی) مناسب نیستند. در سیستم‌های دور مرکزی و متحرک خطی استفاده از آپاش‌ها بهتر از آبفشاران (Sprayers) بوده مگر این که دبی معمول یک آبفشار بین ۲ تا ۳ آبفشار کوچک‌تر تقسیم گردیده و آبفشار روی یک لوله عمودی کوچک نصب گردد. هم چنین مدت زمان خشک شدن در خاک‌های با نفوذپذیری کم، طولانی‌تر است. این مسئله برای حرکت دستگاه ایجاد محدودیت می‌نماید، مگر این که تعداد بال‌های آبیاری افزایش یافته یا سیستم خودکار اجراگردد. البته در این صورت هزینه‌ها افزایش خواهد یافت.
- سرانجام در خاک‌های سنگین حرکت سیستم‌های متحرک خطی یا دور مرکزی در حالتی که زمین خیس بوده گاه غیرممکن گردیده، یا ممکن است به علت ایجاد شیار در زمین

تجهیزات آسیب بیینند. در این شرایط، ماشین‌های آبیاری باید به آبپاش‌های نیمه دوار مجهز گردند تا آبیاری فقط در یک سمت انجام شده و چرخ‌ها در بخش خشک خاک حرکت نمایند.

- آبیاری میکرو: این روش زمانی که دبی اسمی آب‌چکان بسیار کم بوده برای خاک‌های بانفوذ‌پذیری کم خیلی مناسب خواهد بود، ولی اگر تورم و انقباض خاک موجب ایجاد شکاف گردد، توسعه پیاز رطوبتی مشکل می‌شود. در این صورت توصیه می‌شود که از آبغشانک به جای قطره چکان استفاده نمود.
- آبیاری سطحی: خاکهایی با نفوذ‌پذیری کم، ایجاد رواناب نموده و جریان را به سمت زهکش‌ها هدایت می‌کنند. در این خاک‌ها روش حوضچه‌ای به شیاری و نشتی کنگره‌ای ترجیح داده می‌شود. در این حالت بازیافت آب زهکشی و استفاده از روش‌های مختلف تغییر دبی (قطع آب، جریان موجی و غیره) باید در نظر گرفته شود. نتیجه آن که، نفوذ‌پذیری خاک یکی از عوامل مهم در انتخاب مناسب یک سیستم آبیاری می‌باشد.

۱-۶- مشخصات بافت خاک

خاک‌های سیلتی بسیار شکننده هستند: لایه‌ای که تحت تأثیر عملیات آماده‌سازی زمین قرار می‌گیرد، با سله روی سطح خاک، می‌تواند به توسعه و رشد گیاه به خصوص در مراحل اولیه صدمه بزند. خطرات واقعی باید برای هر حالت خاص بررسی گردد.

سیستم‌های آبیاری با شدت پخش و انرژی جنبشی زیاد قطرات برای خاک مصر هستند: در سیستم تمام ثابت یا آبپاش تفنگی بزرگ متحرک به ویژه وقتی که با فشار کم کار می‌کند پخش آب بسیار نامناسب است. در مقابل، توصیه می‌گردد که از سیستم‌های تمام ثابت با آبپاش‌های کوچک به فواصل 24×24 متر به جای 18×18 متر و فشار اسمی کافی استفاده گردد تا پخش آب به صورت یکنواخت صورت گیرد. ولی قطرات کوچک آب در مقابل جریان باد حساس‌تر هستند.

آبیاری میکرو برای این نوع خاک‌ها بسیار مناسب است. قطره چکان‌های کلاسیک در

این شرایط بهتر از آبغشانک‌ها عمل می‌کنند.

۷-۱ مشخصات توبوگرافی خاک‌ها

در زمین‌هایی که شیب متغیر بوده و زمین دارای پستی و بلندیهای متعددی است، آبیاری بارانی توصیه می‌گردد. سیستم دوار مرکزی تا ۲۰ درصد شیب موضعی را تحمل می‌کند. برای این منظور از موتور برقی قوی برای حرکت برج‌ها ولاستیک خاص و فضای کافی برای بازی چرخ‌ها باید استفاده کرد. در این حالت سیستم‌های متحرک خطی از پایداری کمتری برخوردار هستند.

در اراضی شیب دار مسایل زیر پیش می‌آید:

- سرعت جاری شدن آب در سطح خاک: علاوه بر تلفات آب مسئله فرسایش نیز پیش می‌آید که محدودیت‌های مختلفی را باید در نظر داشت، از قبیل حداکثر درجه پخش آب در آبیاری بارانی و حداکثر دبی در آبیاری سطحی.
- تغییرات فشار بین آپیاش‌ها و قطره‌چکان‌ها در یک شبکه ثابت: این مسئله را با نصب تجهیزات تنظیم و کنترل فشار می‌توان جبران کرد. در شبکه آبیاری میکرو از قطره‌چکان‌های قابل تنظیم نیز می‌توان استفاده نمود.
- افزایش کارگر: جابجایی لوله‌ها، آپیاش‌ها یا آپیاش‌های پیکانی در اراضی شیب دار مشکل‌تر است، بنابراین در این شرایط سیستم تمام ثابت به نیمه ثابت یا قابل حمل ترجیح داده می‌شود.
- پایداری تجهیزات متحرک: برای مثال آپیاش تفنگی و شیلنگی اگر در جهت شیب به کار گرفته شوند، تا حدودی پایدار خواهند بود، ولی در اینجا به علت ایجاد شیار خطر فرسایش اضافه می‌گردد. این خطر را می‌توان با جایگزینی سیستم تفنگی بزرگ با یک لوله جانبی کوچک که تعداد زیادی آپیاش (با دبی کم) دارد، برطرف نمود. یکنواختی کاربرد آب در این روش نزدیک به یکنواختی کاربرد آب در اراضی مسطح می‌باشد.
- عمود نگهداشتن و پایداری: در اراضی شیب دار استفاده از وسایل و قطعاتی که

آپاش یا آبغشان را عمود نگه می‌دارد مشکل است. در این صورت ممکن است یکتوختی پخش آب کاهش یابد.

در اراضی خیلی شبیدار، فقط آبیاری میکرو (با قطره چکان) مناسب است. مثال‌هایی در این مورد از قبیل کشت "اوکادو" در "کالیفرنیا" با شیب ۵۰ تا ۱۰۰ درصد یا فضای سبز با شیب ۱۰۰ تا ۲۰۰ درصد را می‌توان ذکر نمود.

ب - محدودیت‌های خارجی

سه گروه محدودیت‌های خارجی باید مورد توجه قرار گیرند:

- اقلیم،
- منابع آب،
- و چند محدودیت خارجی جزئی دیگر.

ب - ۱ - محدودیت‌های اقلیمی

این گروه از محدودیت‌ها شامل نیاز آبی گیاهان، اثر باد، دما و اثرات محیطی است.

۱-۸-۱- نیاز آبی گیاهان

۱-۸-۱- اقلیم / تبخیر تعرق بالقوه / تبخیر تعرق گیاهان زراعی / ضرایب گیاهی

نیاز آبی گیاهان تحت تاثیر اقلیم منطقه تحت آبیاری قرار داشته و به صورت تبخیر تعرق بالقوه گیاه مرجع (ET_0) که شامل عوامل مختلف اقلیمی است، مشخص می‌گردد. تبخیر تعرق گیاه خاص (ET_c) در هر مرحله رویش به صورت $Kc \cdot ET_0$ تعریف می‌شود. Kc ضرایب گیاهی است که از راه آزمایش‌های صحراوی تحت شرایط معین اقلیمی بدست آمده است.

۲-۸-۱ نیاز آبی و نیاز آبیاری

نیاز آبی می‌تواند از منابع آب مختلف مانند بارندگی طبیعی، صعود موئینه‌ای از سفره‌های آب زیرزمینی و آبیاری تامین شود. بنابراین نیاز آبی و نیاز آبیاری باید به دقت مشخص شوند.

۳-۸-۱ استفاده مناسب از ذخیره آب خاک

روش‌های مختلف آبیاری (سطحی، بارانی، میکرو) ذخیره آبی خاک را با میزان بازدهی مشابه به مصرف نمی‌رسانند.

- در آبیاری سطحی و بارانی، جیره آبیاری (دست کم از لحاظ نظری) در تمام سطح پخش می‌شود. نیاز آب آبیاری براساس متر مکعب در هکتار بیان می‌شود. علاوه بر آن، دور آبیاری (فاصله دو آبیاری متواالی) به طور معمول بین ۴ تا ۱۰ روز می‌باشد. تحت این شرایط طراحی شبکه آبیاری نیازمند اطلاعات مربوط به نیاز آبی برای دوره‌های ده روز یا ماهانه می‌باشد.

- در آبیاری میکرو، فقط از حجم خاک اطراف گیاه جهت ذخیره آب استفاده می‌شود (بیاز رطوبتی)، پس طراحی شبکه آبیاری بیشتر بر پایه حداکثر نیاز آبی روزانه است زیرا آبیاری، به طور معمول، روزانه (و حتی چندبار در یک روز) انجام می‌شود.

۴-۸-۱ آبشویی خاک‌های شور

در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، حجم زیاد آب مصرفی، به همراه شدت تبخیر بالا، خطر شوری خاک را افزایش می‌دهد. (قسمت ۳-۵-۲-ب ملاحظه شود) آب آبیاری که به مصرف می‌رسد حاوی نمک است. از آنجایی که آب به وسیله تبخیر تعرق به مصرف می‌رسد نمک‌های موجود آن در خاک باقی می‌ماند. آب شور هم‌چنین می‌تواند از آب‌های زیرزمینی به طرف منطقه توسعه ریشه‌ها حرکت کند. اگر اجازه تجمع نمک در خاک داده شود محلول آب خاک برای گیاهان مضر خواهد بود.

راه حل معمول شامل مصرف مقدار زیادتر، آب از مقدار موردنیاز بوده تا نمک‌های

خاک به وسیله نفوذ عمقی شسته شده و صعود آب به سمت بالا را جبران کند.

نیاز آب شربی به طور معمول در نیاز آبی منظور می‌شود. به هر حال بهتر است به طور روشن این نیاز خاص تشریع شود. وقتی که زهکش طبیعی به علت کمبود شبکه زهکش‌های سطحی یا بالا بودن سطح آب زیرزمینی کافی نباشد، سطح آب زیرزمینی به سطح زمین نزدیک شده و باعث زهدار شدن خاک می‌گردد. بنابراین زهکشی مصنوعی چه به وسیله کانال‌های روباز یا لوله‌های زیرزمینی که در عمق مناسب کار گذاشته شده‌اند مورد نیاز می‌باشد تا آب در اثر صعود موئینه‌ای هیچ‌گاه به سطح خاک نرسد^(۱). در صورت امکان باید آب شور به وسیله شبکه طبیعی آب‌های سطحی انتقال یابد. اما در موارد زیادی زه آب به طرف گودال‌ها و حوضچه‌های طبیعی یا مصنوعی (حوضچه‌های تبخیر) منتقل می‌شود.

چنین فرایندی را در طبیعت نیز می‌توان مشاهده کرد به صورتی که رواناب در گودال‌های طبیعی جمع شود (همانند منطقه Chotts در شمال "آفریقا").

۱-۸-۵ آبیاری ضروری و آبیاری تکمیلی

در مناطق معتدل، آبیاری، تکمیلی و ضروری باید تشخیص داده شود.

- هدف آبیاری تکمیلی، تنظیم و به حداقل رساندن تولیدات کشاورزی در طی سال‌های خشک است. هم‌چنین آبیاری تکمیلی خطر فاجعه آسیب‌های کشاورزی دیم‌کاری‌ها را که ناشی از خشکسالی‌های استثنایی است کاهش می‌دهد.
- سرانجام آبیاری تکمیلی دست‌کم در طی بعضی سال‌ها می‌تواند در بخشی از مزارع به یک آبیاری ضروری تبدیل گردد.

در این شرایط، تجهیزات آبیاری باید به آسانی قابل انتقال بوده و امکان استقرار و

۱- در مناطقی از جهان به ویژه در هندوستان، با پمپاژ آب از چاهها سطح آب زیرزمینی پایین‌انداخته می‌شود (این فن را زهکشی عمودی گویند). آب پمپاژ شده معمولاً دوباره برای آبیاری استفاده می‌شود. این عمل فرآیند شور کردن خاک را تسریع می‌بخشد.

جابجایی سریع داشته تا در نقاط مختلف مزارع، امکان مصرف آب با مقادیر مختلف را برحسب موقعیت مزرعه، نوع محصولات کشاورزی و کم و زیاد بودن سالهای مرطوب فراهم آورده و سیستم تا حد امکان جهت استفاده ساده‌تر خودکار باشد.

سیستم آبیاری بارانی آپاش تفنگی بزرگ (متحرک) برای این شرایط بسیار مناسب است، زیرا علاوه بر متحرک بودن، کاربرد آن در شرایط متفاوت تا حدودی ساده است.

• آبیاری ضروری منحصر به مناطقی است که بدون آبیاری، تولیدات کشاورزی غیرممکن و یا اندک است.

هدف این نوع آبیاری دائمی، چندین آبیاری در طی دوره رشد گیاهی در کل سطح مزارع است. در این صورت، براساس تمام دیدگاه های فنی، باید بهترین انتخاب اقتصادی را در نظر گرفت.

تغییر از آبیاری تکمیلی به آبیاری ضروری با زمان صورت می‌گیرد. برای مثال منطقه جنوب غربی فرانسه در سالهای اخیر جزو مناطقی است که آبیاری تکمیلی برای محصولات مورد استفاده قرار می‌گرفت. اما امروزه ترجیح داده می‌شود که در محدوده طرح از آبیاری ضروری استفاده شود تا عملکرد بیشتری بهخصوص برای محصول ذرت حاصل شود. این تغییرات به روشنی در ارتباط با روند بازار است اما تصمیم‌های سیاسی از جمله خودکفایی غذایی می‌تواند در آن موثر باشد.

۹-۱ اثرات باد

محدودیت های ناشی از باد در اقلیم های خاصی می‌تواند خیلی مهم باشد اما تاثیر آن در هر سیستم آبیاری، متفاوت است.

باد قادر نیست برای هر سیستم آبیاری که آب را به طور مستقیم در اختیار خاک قرار می‌دهد مانند سیستم آبیاری سطحی و میکرو که دارای قطره چکان و یا روزنه های تنظیم شده می‌باشند، محدودیت ایجاد کند. باد محدودیت هایی برای تمام سیستم هایی که قطرات آب را به هوا پرتاب می‌کنند، مانند آبیاری میکرو مجهز به آبغشانک ها و تمام

سیستم‌های آبیاری بارانی به خصوص آن‌هایی که برای پاشش با قطره‌های ریز (برای کاهش ضربه قطرات بر خاک‌های نرم) طراحی شده‌اند، ایجاد می‌کند.

در صورتی که سرعت باد بیش از 30 km/h کیلومتر در ساعت باشد، آبیاری باید متوقف شود، اگر چه ممکن است این موضوع در مراحل حساس زراعی نادیده انگاشته شود. در سرعت باد متوسط ($15 - 20 \text{ km/h}$ در ساعت) آبیاری می‌تواند ادامه یابد اما کاربرد آب با یکنواختی کم‌تری صورت می‌گیرد^(۱)، ولی شدت آن با توجه به خاک، نوع زراعت و تجهیزات آبیاری بارانی تغییر می‌کند.

- ماشین‌های آپاش پیکانی، به ویژه به باد حساس می‌باشند. ساختار آن‌ها به صورت یک قاب معلق که به دور یک محور عمودی می‌چرخد، بوده و به تعدادی آپاش و یک آپاش تفنگی مجهز است. در هر حال، این نوع تجهیزات امروزه به صورت اقتصادی تولید می‌شوند.
- آپاش‌های تفنگی بزرگ نیز به باد حساس هستند. سیستم‌های شلنگ‌پیچ در صورتی مورد استفاده قرار گرفته که بالهای آبیاری مجهز به آپاش‌های چرخان (و نه آبغشانها زیرا نسبت به وزش باد بسیار حساس می‌باشند) بجای آپاش‌های تفنگی مجهز باشند.
- بر عکس، سیستم‌های دواز مرکزی و متحرک خطی، در شرایط بادزا، عملکرد به نسبت بهتری دارند به شرط این که در آن‌ها از آبغشانها استفاده نشود. حساسیت به باد به مقدار زیادی در نوع جدید LEPA (قسمت ۳-۲-ج ملاحظه گردد) کاهش می‌یابد.

اثرات باد با روش‌های زیر کاهش می‌یابند:

- استفاده از آپاش‌های پرفشار با زاویه کم‌دهانه آپاش.
- استفاده از شبکه‌های فشرده (آپاش‌های بالهای آبیاری) برای کاهش اندازه پاشش مورد نیاز آپاش‌ها.
- استفاده از شبکه مثلي يا مستطيلي به جای مریع

۱- مطالعات بسیاری در این باره به انجام رسیده است (به فهرست بین‌المللی تهیه شده به وسیله ICID مراجعه شود).

- قرار دادن بالهابصورت عمود بر جهت باد غالب
- آبیاری در طی شب هنگامی که سرعت باد به طور معمول از طول روز کمتر است.
- ساخت بادشکنها: اگر چه این موانع موثرند، اما می‌توانند محدودیت‌های دیگری را در زراعت‌ها و سیستم‌های آبیاری به وجود آورند.

در بعضی شرایط، اثرات باد چندان مهم نیستند.

- اگر نیاز آمی حداکثر، با فصل وزش باد همزمان نباشد، آبیاری می‌تواند برای مدت زمانی متوقف شود. (بخصوص اگر قرار باشد رطوبت منطقه توسعه ریشه‌ها در حد آب سهل‌الوصول نگه داشته شود).
- در شرایطی که گیاهان نسبت به کاهش موقت آبیاری حساس نباشند، مثل درختان میوه که سیستم ریشه‌ای گستردگای دارند (قسمت ۴-۳ هم ملاحظه گردد).

۲-۰ دما و اثرات محدود کننده (کنترل جوی)

در بعضی ممالک، (مثلًا ایالات متحده آمریکا) آبیاری بارانی به عنوان روشی برای کنترل گرما برای محافظت میوه در مقابل حرارت زیاد به کار می‌رود. هم‌چنین به طور معمول این روش برای جلوگیری از بخزدگی بهمراه وسایل معمول دیگری چون سیستم‌های حرارتی، پنکه‌ها و غیره به کار می‌روند.

روش‌های محافظت از بخزدگی باید به وسیله تعدادی از تجهیزات دقیق دیگر تکمیل شوند. (جزئیات را در ضمیمه ۲ ملاحظه نمایید). برای جلوگیری از بخزدگی مخصوص، آبیاری تمام خودکار موردنیاز است و بنابراین شرایط دشوار زیر را به همراه دارد:

آیا یک سیستم چند منظوره آبیاری که برای هر نیاز خاص، سازگاری ضعیفی داشته طراحی شود یا دو سیستم جداگانه؟

اگر محدودیت بادهای شدید و بخزدگی با هم مدنظر هستند، هیچکدام از روش‌های آبیاری سه‌گانه مناسب نبوده و تنها راه حل، استفاده از یک جفت سیستم آبیاری می‌باشد. این کار از لحاظ اقتصادی فقط برای گیاهان پر درآمد قابل قبول است.

درجه رطوبت هوا که بستگی به دما دارد، عامل مهمی در کشت گیاهان گلخانه‌ای است، اما کنترل آن پیچیده است. به طور مثال رطوبتی که توسط آپاش‌های کوچک یا آبفشارنک‌ها به وجود می‌آید، سبب کاهش رشد کنه و بهبود بازارپسندی گروهی از میوه‌ها می‌شود و بیماریهای Cryptogamic را شایع می‌کند. در مجموع، شدت پاشش نسبتاً بالا و کاربرد یکنواخت آبیاری بارانی برای زدودن نمک‌های جمع شده در منطقه توسعه ریشه‌ها بعد از یک فصل زراعی مناسب است. بر عکس، در آبیاری قطره‌ای بیماری Cryptogamic زیاد نمی‌شود اما کنه توسعه می‌یابد. علاوه بر آن، این روش برای انتقال کردنها مناسب است اما زدودن نمک‌های اضافی به علت دبی کم قطره چکان‌ها و آبریزی نقطه‌ای آن‌ها ممکن نیست. گیاهان گلخانه‌ای غالباً به وسیله یک زوج شبکه آپاش کوچک (یا آبفشار) و قطره چکان‌ها مجهز می‌شوند اما این روش فقط برای گیاهان با ارزش (سبزیجات و گلها) قابل اجرا است.

۲- محدودیتهای منابع آب

محدودیت‌های مربوط به منابع آب فراوان بوده و باید به دو گروه اصلی کمی و کیفی تقسیم‌بندی شوند.

نبه‌های کمی

۱- منبع آب قابل دسترس

محدودیت‌های مشخص عبارتند از:

الف سکل حجم آب مورد نیاز در طول فصل رویش.

ب - مقدار آب ضروری در دوره انتخابی (به خصوص دوره حداقل نیاز). دوره‌های نیاز حداقل می‌توانند در یک دوره زمانی با ذخیره‌سازی آب مورد استفاده تعدیل شود. هم‌چنین منابع آب می‌توانند از حوضه‌ای به حوضه دیگر منتقل گردد و غیره.

قیمت آب می‌تواند در مقدار آب قابل دسترس نقشی ایفا کند: قیمت بالای آب سبب صرفه جویی آب در شرایط کمبود می‌گردد.

در بعضی از مناطق که آبیاری سنتی وجود دارد، حفاظه‌ها قسمتی از قانون آب می‌باشند.

در جایی که آب فراوان است، محدودیت میزان بازدهی آب مشکلی ایجاد نمی‌کند ولی سایر محدودیت‌ها اهمیت دارند. به حال توجه به راندمان آبیاری مفید خواهد بود تا در آینده امکان توسعه کشت آبی ممکن شود. نوسازی سیستم‌های قدیمی که با فنون و تحت شرایط متفاوتی، به لحاظ دسترسی به آب ساخته شده‌اند، اغلب با مشکلاتی همراه است و در بعضی موارد سیستم آبیاری باید تعویض شود. این مشکلات و به خصوص انتخاب یا نوسازی آنها، توسط یک گروه کار خاص در ICID مورد بررسی است.

وقتی منابع آب محدود است دستورالعمل عمومی صرفه جویی آب به طریق زیر است:

- سیستمی باید انتخاب شود که بالاترین بازدهی را دارد. اغلب میزان بازدهی سیستم‌های آبیاری به این صورت دسته‌بندی می‌شوند: بازدهی پایین تا متوسط (۳۰ تا ۶۰ درصد برای آبیاری سطحی)، رضایت‌بخش (۷۰ تا ۸۰ درصد برای آبیاری بارانی) یا عالی (بیشتر از ۹۰ درصد برای آبیاری میکرو). به حال تناسب این اعداد و حتی مشخصات بحرانی بعضی از آن‌ها باید مورد توجه قرار گیرد.

عقیده ما این است که هر سیستم آبیاری که خوب طراحی و مدیریت شود باید بازدهی بالا، حداقل ۸۰ درصد و تا بیش از ۹۰ درصد (در بعضی از موارد، داشته باشد).

میزان بازدهی مزرعه با سیستم جدید آبیاری و مدیریت عالی به ۸۴ تا ۸۷ درصد رسیده است در حالی که بازدهی مزرعه در سیستم آبیاری سنتی می‌تواند خیلی کمتر از ۵۰ درصد باشد.

تمام روش‌های کاهش حجم آب آبیاری باید زمانی اعمال شوند که پایه آن‌ها بر مفاهیم متفاوت نیاز آبی گیاه و نیاز آب آبیاری بنا شده باشند (قسمت ۲-۸۱ ملاحظه گردد). استفاده از داده‌های موجود از سطح آب زیرزمینی و توزیع بارندگی

برای جبران ذخیره آب خاک باعث می‌شود که این ذخیره با برنامه‌ریزی بهتری استفاده شده و در مصرف آب آبیاری صرفه‌جویی شود. در نتیجه شبکه آبیاری از لحاظ اقتصادی با صرفه‌تر می‌شود. به عنوان یک قاعده کلی، مدیریت بهتر آب به صرفه‌جویی آب منجر می‌شود.

۲-۲ تحویل آب آبیاری بصورت گردشی

این گونه تحویل آب، در بعضی از تشکل‌های سنتی یا جدید، که دارای طرح‌های آبیاری سطحی هستند به کار می‌رود. در حقیقت کاربرد جریان از بالادست کنترل می‌شود. قانون اصلی کنترل بالادست سیستم‌های آبیاری این است که آب را با دبی مناسب در زمان مناسب به نقطه مورد نظر انتقال دهد.

طراحی چنین طرحی به مشکل خاصی برخورد نمی‌کند اما محتاج تحلیل درستی از زمان و مکان آب مورد نیاز است. باید قبل از طراحی معلوم باشد که آیا سیستم آبیاری به طور تمام وقت (۲۴ ساعته) و یا پاره وقت کار می‌کند (به طور مثال در طی شب کار می‌کند).

- ۱- راهبری پیوسته: در این روش باید نیازهای محاسباتی و واقعی با هم دیگر همخوانی داشته و به درستی تعیین شوند، زیرا هرگونه اختلافی موجب مشکلات اجرایی می‌شود. این سیستم‌ها بخصوص به نارسایی‌های مدیریتی و استفاده ناصحیح حساسند (برای مثال آبیاری غیرمجاز در بالادست باعث کاهش آب قابل دسترس در پایین دست می‌شود). به علاوه این سیستم‌ها به آسانی با افزایش آب مورد نیاز سازگار نیستند (به طور مثال جایگزینی گیاهان، تناوب زراعی، طرح‌های جدید زراعی، تغییرات مهم اقلیمی و غیره).

به هر حال، این سیستم‌ها برخی مزیت‌ها را دارند: سرمایه‌گذاری اندک، مقررات آسان و راهبری ثابت که نظم رضایت‌بخش و مطمئنی فراهم کرده و به خود کار نمودن شبکه و یا مزرعه نیازی ندارد.

سرانجام، این سیستم‌های آبیاری گیاهان با نیاز آبی به نسبت ثابت در طی سال و هم‌چنین برای حالاتی که تفاوت نیاز آبی گیاهان در الگوی کشت حداقل باشد مناسب هستند، (نظیر سیستم‌های آبیاری که برای کشت برنج انجام می‌گیرد).

-۲ راهبری ناپیوسته: این روش وقتی استفاده می‌شود که کار شبانه به هر دلیلی ممکن نباشد که بدین صورت از محدودیت برنامه‌ریزی آبیاری ۲۴ ساعته جلوگیری می‌شود.

این روش محتاج سرمایه‌گذاری بیشتری برای افزایش ظرفیت آبیاری و شبکه می‌باشد اما در رابطه با اشتباهاط طراحی یا کاربرد ناصحیح و غلط، بسیار انعطاف‌پذیر است. به علاوه اگر منابع آب کافی باشد، این سیستم به آسانی به افزایش احتیاجات آبی گیاهان تا مقدار نیاز ۲۴ ساعت در روز سازگار است.

سیستم تحويل آب گردشی از بعد کاربردی دو محدودیت زیر را دارد:

- محدودیت دبی: حداکثر دبی دارای محدودیتی می‌باشد. کشاورز در مصرف آن آزاد است و گاه ممکن است که از تمام دبی استفاده کند حتی اگر به آن نیازی نداشته باشد یا اصلاً تواند از آن استفاده بهینه نماید. این امر به اتلاف آب و عملکرد نامطلوب سیستم آبیاری می‌انجامد.

- محدودیت زمانی: حجم آب (برای مصرف آبیاری) با دبی مشخص به همراه مدت زمان مشخص و دقیق تحويل می‌گردد. این موضوع عامل بروز مشکلات کاربردی است. از آن جایی که کاربرد عمق آب آبیاری بین مزارع و در سال‌های مختلف تغییر می‌کند، توزیع آب باید به طور دقیق از پیش مشخص شود. نتیجه این که باید برنامه سالانه آبیاری در سطح طرح و برنامه گردشی تحويل آب در سطح مزرعه تدوین شود.

برای رعایت عدالت در بین تمام استفاده کنندگان، بعضی مزارع در زمان‌های مشخصی از فصل آبیاری، آب را در شب دریافت می‌کنند. تحويل شبانه آب باعث تحمیل بار اضافه بر شرایط کاری است که می‌تواند به پدید آمدن مشکلاتی از بعد مردمی و حتی اجتماعی در بین استفاده کنندگان منجر شود. دو نوع راه حل زیر می‌تواند به کار گرفته شود:

- طراحی شبکه‌های هیدرولیک با ظرفیت بیشتر و تهیه منبع ذخیره آب در شب. این راه حل برای شبکه‌های جدید یا موجود مناسب است اما شرایط زیر را تحمل می‌کند:
- سرمایه‌گذاری بیشتر: این سیستم به شبکه کاربردی غیر پیوسته تبدیل می‌شود.
- اضافه شدن وظایف مدیریت: چنین سیستم‌هایی اغلب تنها در شرایط هیدرولیکی ناپایدار کار می‌کنند. نظریه این رژیم هیدرولیکی به خوبی معلوم است. به هر حال به جهت کنترل خط پیزومتر در هر زمان و مکانی از سیستم، وسایل پیچیده‌تری چون سیستم‌های انتقال و پردازش داده‌ها جهت کنترل ابزار و تجهیزات تنظیمی، باید نصب گردد.
- مکانیزاسیون و خودکار نمودن سیستم آبیاری: شرایط کاری، به خصوص در شب، می‌تواند با خودکار شدن سیستم آبیاری بهبود یابد. اما خودکار نمودن سیستم در دو سطح شبکه و مزرعه تا حدودی لازم است تا بتوان کارها را تحت کنترل درآورد.

توجه

تمام مطالبی که در مورد سیستم آبیاری تحت فشار ذکر شد، برای سیستم آبیاری سطحی نیز کاربرد دارد. اما باید توجه کرد که :

الف - تنظیم جریان در کانال‌های رویاز به علت "اینرسی" زیاد سیستم بسیار مشکل تراز جریان‌های تحت فشار است زیرا در این سیستم‌ها دبی زیاد، داده‌های اطلاعاتی کم و تسلط بر کاهش سرعت، کم است.

ب - سیستم گردشی تحویل آب در سیستم‌های آبیاری تحت فشار نسبت به سیستم آبیاری سطحی از مشکلات بیشتری برخوردار است. "اینرسی" پایین سیستم‌های تحت فشار (حجم کم آب انتقالی و افزایش زیاد سرعت جریان) آن‌ها را نسبت به اشتباهات طراحی و اجرا بسیار حساس می‌کند.

۳- آبیاری بر حسب تقاضا

در آغاز لازم است که آبیاری بر حسب تقاضا تشریح شود.

در شبکه‌ای که از بالادست هدایت می‌شود، مدیر باید بتواند عملیات موردنیاز سیستم برای تحويل تمام آب درخواستی را که از پیش اعلام (و تقاضا) شده است، برنامه‌ریزی کند (برای مثال روشن کردن واحدهای پمپاژ، باز کردن یا بستن شیرها، آزادسازی آب ذخیره و غیره). این یک تعریف از آبیاری بر حسب تقاضا است.

اما تعریف دیگری هم از آبیاری بر حسب تقاضا وجود دارد: سیستم تحويل آبی که قادر باشد استفاده کننده را برای دریافت آب در هر زمان دلخواه آزاد بگذارد. این کار شبیه بهره‌برداری از شبکه بزرگ آب شرب شهری است.

تعریف اخیر برای قسمت‌های زیر نافذ بوده و چنین سیستمی می‌تواند با این شرایط فراهم شود:

- کنترل از بالادست. به هر حال شبکه باید با ظرفیت بالاتر طراحی شود تا قادر باشد بیشترین مقدار آب درخواستی استفاده کنندگان را همزمان تامین کند. این شرایط از لحاظ اقتصادی قابل قبول نیست.

- کنترل از پایین دست. در طراحی و راهبری چنین سیستمی با استفاده از روابط آماری درخواست همزمان آب، قابلیت انعطاف ویژه‌ای در نظر گرفته می‌شود (تمام استفاده کنندگان همزمان آبیاری نمی‌کنند) و همچنین از سیستم‌های تنظیم بهنگام، برای اعمال کنترل‌های لازم در زمان راهبری استفاده می‌شود.

اگرچه این روش (کنترل از پایین دست) نسبت به روش کنترل از بالادست، از طراحی ظرفیت اضافی پرهیز می‌گردد، ولی باز هم روش کنترل از پایین دست گران است، اما خدمات ارایه شده به استفاده کنندگان از کیفیت بالایی برخوردار بوده و هر استفاده کننده‌ای می‌تواند به طور کاملاً آزادانه برنامه آبیاری را از لحاظ زمانی و مکانی برای مزرعه خود برنامه‌ریزی کند.

در سیستم‌های وسیع و پیچیده اغلب ترجیح داده می‌شود که به دلایل فنی و اقتصادی ترکیبی از راهبری بالادست و پایین دست بنا بر هر وضعیت خاص به وجود آید.

برای گرفتن نتیجه بهتر، این گونه شبکه‌های تجمعی می‌توانند در سطح مزرعه توسعه یابند، به شرط این‌که از سیستم‌های خودکار و یا مکانیکی در سطح بالا استفاده گردد.

۴-۲- تنظیم دبی و فشار

احتیاجات دبی در شبکه‌های توزیع انفرادی و تجمعی متفاوت است.

- شبکه‌های توزیع انفرادی: استفاده کننده می‌تواند فشار اسمی را به طور کامل کنترل کند اما به دلایل هیدرودینامیکی به طور کامل نمی‌تواند دبی را کنترل نماید (بیشترین دبی ممکن، در خروجی محل تحويل آب). با ایجاد نقاط آبگیر متعدد این مسئله کاهش می‌یابد. در این حالت افزایش هزینه نسبت به شبکه تجمعی با کوتاه‌تر شدن طول لوله‌گذاری در شبکه‌های انفرادی تعديل می‌یابد.

- شبکه‌های تجمعی: اغلب از لحاظ فنی آسان‌تر و از لحاظ اقتصادی با صرفه‌تر است که آب با دبی ثابت به وسیله روش‌هایی مانند روزنمهای تنظیم شونده خودکار در کانال‌های شبکه (سرریز یا روزنه با سطح ثابت آب در بالادست) یا لوله‌های مجهر به شیر فلکه‌های خودکار تحويل داده شود. هم‌چنین این روش می‌تواند در شبکه‌های تجمعی که براساس تحويل آب بر حسب تقاضا کار می‌کنند، اجرا شود.

- نوسانات جریان: اثر نوسانات جریان آب با توجه به روش آبیاری متفاوت است.
- آبیاری سطحی: حذف مشکلات ناشی از شدت جریان آب همچون فرسایش خاک، یا از طرف دیگر، آبیاری ناکافی و به طور کلی کنترل کامل دبی آب در این

روش از مشکلات اساسی است. خودکار نمودن سیستم می‌تواند شرایط کار را از این نظر بهبود بخشدیده و عملکرد آن را آسان‌تر و دقیق‌تر کند.

- آبیاری تحت فشار: به جهت استفاده هر چه بیشتر از ظرفیت آب تحویلی و تجهیزات موجود آبیاری، این روش، بهترین روش اجرای آبیاری مداوم با کم‌ترین دبی ممکن است.

- قیمت‌گذاری: روش قیمت‌گذاری آب به وسیله شورای آب در انتخاب سیستم آبیاری موثر است.

- اگر هزینه تقاضای دبی اثر اندکی بر کلن قیمت آبیاری داشته باشد، کشاورز بسیار علاقه‌مند خواهد بود که دبی بالایی درخواست کند. این بدان معنی است که او می‌تواند آبیاری مزرعه خود را بدون استفاده از روش‌های خودکار آبیاری و یا با هزینه اندکی در طول روز با سرعت انجام دهد. بر عکس اگر آب جزء مهمی از کل مخارج آبیاری باشد، کشاورز از راه حل‌های فنی مفیدتری استفاده خواهد کرد. بخصوص برای آبیاری دائم و شاید خودکار نمودن بیشتر سیستم آبیاری، بهای بیشتری خواهد داد. راه حل مناسب اقتصادی با محاسبه هزینه‌های واقعی می‌تواند با تعیین فشار اسمی در محل خروجی تحویل آب، با توجه به استاندارد تجهیزات آبیاری تعیین شود.

- توسعه شبکه جدید: از آنجایی که شبکه موجود به آسانی قابل تبدیل نیست، توسعه سیستم‌های آبیاری جدید در کنار شبکه قدیمی مشکلات زیر را به وجود می‌آورد:

- ممکن است که برخی از قسمت‌های شبکه تجمعی و یا شیوه عمل آن تغییر کند.

- ممکن است فشار در دهانه آبگیر مناسب تجهیزات جدید نباشد.

- در موارد حاد چنین توصیه می‌شود.

الف - اگر فشار موجود، بیش از حد نیاز است، از این فشار اضافی می‌توان برای افزایش مساحت قابل آبیاری از هر محل خروجی مشخص استفاده نمود (در صورتی که دبی کافی باشد).

ب - چنانچه فشار موجود برای استفاده از تجهیزات بهتر آبیاری کافی نباشد و یا اگر به فشار بالاتری نیاز است، بهره‌بردار می‌تواند از پمپ‌های تقویتی استفاده کند. این عمل تداخلی نیاز به یک شبکه آبیاری بهینه ندارد زیرا طراحی برای تحويل مقدار معین دبی با مخارج کم‌تر و فشار حداقل برای تامین متوسط نیاز استفاده کنندگان صورت گرفته است. این راه حل مزیتی دارد زیرا از تجهیزات الکتریکی استفاده می‌شود که در بعضی ممالک (از جمله فرانسه) ارزان‌ترین منبع انرژی از لحاظ سرمایه‌گذاری، اجرا و نگهداری است.

از تجهیزاتی که به فشار کم‌تری نیاز دارند نیز، می‌توان استفاده نمود.

- جایگزینی دستگاه‌های آبیاری متحرک شیلنگی با دستگاه‌های آبیاری متحرک کابلی، گرچه سیستم شیلنگی (چون طول شیلنگ آب رسان محدود است) باعث افزایش تعداد نقاط خروجی تحويل آب می‌شود.

- استفاده از آبپاش‌های تفنگی بزرگ با فشار کار کرد پایین، البته در این مورد تجارب کمی موجود است و یکنواختی توزیع پایین‌تری نیز دارد.

در پایان، قبل از تصمیم‌گیری در مورد اصلاح و ترمیم فشار در شبکه آبیاری، هر مورد خاص باید به دقت مطالعه شود.

۵-۲ کیفیت آب

برای آب طبیعی (غیر فاضلاب)، سه کیفیت ممکن است در نظر گرفته شود:

- بیولوژیکی (زیست‌شناسی)، فیزیکی و شیمیایی

۱-۵-۲ کیفیت بیولوژیکی (زیست شناختی)

در آبیاری سطحی و بارانی، کیفیت زیست شناختی آب آبیاری به طور معمول مشکلی به همراه ندارد. در آبیاری میکرو (به خصوص آبیاری قطره‌ای) باکتری‌ها ممکن است که شرایط رشد خوبی را (سرعت کم آب، دمای بالا) در لوله‌های جانبی و بعضی قطره‌چکان‌ها بیابند. پس تمام شبکه باید به طور کامل و به طور متناوب و یا در موارد خاص به طور دائم سترون شود.

۲-۵-۲ کیفیت فیزیکی

دو جنبه کلی باید مورد توجه قرار گیرد:

- ماهیت و غلظت مواد معلق
- در مورد آب‌های زیرزمینی، چاهها به طور معمول به گونه‌ای تجهیز می‌شوند که مانع از ورود عوامل زیانبار شوند، لذا استفاده از صافی‌های ساده برای حذف شن کافی است (سایش پمپ با ذرات شن موجود در آب).
- در مورد آب‌های سطحی، خطرات از نظر زمان و مکان، بیشتر و متنوع‌تر بوده و به نظر می‌رسد که عملیات پیچیده‌تری را نیازمند است (توری‌ها، حوضچه‌های آرامش، صافی‌ها) که تنها از لحاظ اقتصادی در سیستم‌های تجمعی یا شبکه‌های وسیع انفرادی قابل اجرا است.
- روش‌های آبیاری می‌تواند به افزایش حساسیت نسبت به مواد معلق درجه‌بندی شود.
- آبیاری سطحی: مواد معلق مشکلی برای سیستم نداشته و حتی ممکن است برای خاک‌ها مفید باشند (غنى‌سازی خاک).
- آبیاری بارانی: در سطح گیاه ممکن است مشکلات کوچکی را بیارآورده (گل و لای بر روی میوه‌ها نشسته و به شستشو نیازمند است) ولی مشکلات اصلی برای آپیاش‌ها به وجود می‌آیند (فرسایش سریع اجزای چرخان ناشی از اثر ساینده‌گی برخی ذرات به خصوص ذرات سیلیسی و مسدود شدن کلی یا جزئی آپیاش‌ها به وسیله ذرات بزرگ).
- آبیاری میکرو: این روش تنها وقتی می‌تواند به کار گرفته شود که آب براساس نیاز

آب چکان‌هادر سیستم تصفیه شود. قطره چکان‌ها و همچنین آبغشانک‌های با دبی کم به صافی کامل نیاز دارند ولی روزنه‌های قابل تنظیم و آبغشانک‌های با دبی بالا به تصفیه خیلی کم تری نیاز دارند.

دماهی آب :

• مثلاً "استفاده از آب‌های خیلی گرم چاه‌های عمیق یا آب‌های خیلی سرد ممکن است از رشد گیاه کاسته یا آن را متوقف کند. این خطر در آبیاری بارانی، زیاد در آبیاری سطحی، کم و در آبیاری میکرو، ناچیز است.

۳-۵-۲ کیفیت شیمیایی

خطرات ممکن است در سه قسمت ظاهر شوند:

۱ - در مورد تجهیزات، به خصوص لوله‌ها و همچنین آبپاش‌ها (خوردگی به وسیله آب‌های خورنده) و برای آب چکان‌ها در آبیاری میکرو (جرم دار شدن یا مسدود شدن قطره چکان‌ها در اثر کلسیم زیاد و PH بیش از ۶).

۲ - در مورد خاک: زیادی سدیم (Na) در خاک باعث کاهش شدت نفوذپذیری می‌شود، زیرا ذرات رس با رطوبت پراکنده می‌شوند. سولفات‌ها و کلریدها در اراضی آبی خطرات جدی را بدنبال دارند (نه تنها Cl و Na). برای ارزیابی مناسب بودن خاک جهت آبیاری، طراحان باید نسبت جذب سدیم (SAR) را در نظر گرفته و یا از نمودار (Riverside) که کیفیت و قیایی بودن آب و خاک را در نظر می‌گیرد، استفاده نمایند.

۳ - در مورد گیاه به چند مطلب باید توجه شود:

الف - آبیاری میکرو به علت شیوه توزیع آب برای آبیاری با آب‌های شور از لحاظ نظری بر سایر روش‌ها برتری دارد. پیاز رطوبتی ایجاد شده در خاک امکان رشد گیاه را با مقدار شوری به نسبت بالا فراهم می‌کند. این موضوع برتری‌ها و کاستی‌هایی دارد.

برتری‌ها

با این روش می‌توان آب شور را مورد استفاده قرار داد و تا حدودی برخی درختان و بوته‌ها را (به طور مثال درختان خرما یا آتریپلکس نومولاریا که علوفه‌ای در مناطق نیمه بیابانی است) با آب شور یا حتی آب دریا آبیاری کرد.

کاستی‌ها

تجمع نمک در لایه سطحی خاک و حاشیه‌های پیاز رطبیتی به وجود می‌آید. این در واقع فرآیند شور شدن خاک است. به هر حال بعضی از متخصصین عقیده دارند که آبیاری میکرو خطر کم‌تری را داراست زیرا مقدار کمی آب در هر نوبت آبیاری به کار می‌رود. پیاز رطبیتی در هر آبیاری آبشویی شده و در نتیجه تنها مقدار کمی نمک در آن ناحیه باقی می‌ماند و نمک به بین ردیف‌ها که به طور معمول هیچ گیاهی وجود نداشته انتقال می‌یابد^(۱). به این دلیل در کشت سبزی‌ها، ردیف‌های باید همیشه در همان مکان قبلی باشند به طوری که کشت در نوارهای خاک غیرشور انجام پذیرد.

ب - ابتدا، بنظر می‌رسد که آبیاری سطحی حساسیت کمی به آب شور دارد اما موارد زیر توصیه می‌شود:

- محدود کردن مصرف آب برگشتی زهکشی شده که به آهستگی خاک را شور می‌کند.
- اجرای سیستم‌های زهکشی به منظور جلوگیری از شور شدن و ماندابی شدن در اثر بالا آمدن سطح آب. آبیاری اغلب بیش از حد نیاز انجام می‌شود. این کار دلایل زیادی می‌تواند داشته باشد: استفاده نامناسب از سیکل چرخش آب، تسطیح ضعیف مزارع، نفوذ عمقی از کانالها به مزارع پست‌تر وغیره^(۲).

۱- فواصل بین ردیف‌ها باید با سایر سیستم‌های آبیاری به تناب آبشویی شود (مانند آبپاش‌هایی که می‌تواند به سیستم نصب شود، یا آبیاری سطحی). این سیستم‌ها ممکن است برای مقاصد دیگر استفاده شوند (تسربیع جوانه‌زنی، جلوگیری از بخ زدن وغیره).

۲- آبیاری سطحی در هر حالتی به جهت زه آب خروجی به آبیاری بیش از نیاز می‌انجامد که جلوگیری از آن جزء

- در پیاده کردن روش‌های خاص خاک ورزی مانند ایجاد پشته، باید به خاطر داشت که تاثیرات این عمل پیچیده است. ایجاد پشته، مانع از تماس مستقیم آب با گیاه می‌شود اما آب شور به وسیله خاصیت مویینگی به قسمت‌های بالاتر حرکت کرده و در نتیجه باعث تجمع آن خواهد شد.
- ج - آبیاری بارانی به خصوص به کیفیت شیمیایی آب حساس است. استفاده از آب شور ممکن است باعث سوختگی برگ‌ها شود. اگر نمک‌های به خصوصی چون سدیم وجود داشته باشد، بعضی از گیاهان حساسیت بیشتری نسبت به شوری آب آبیاری از خود نشان می‌دهند.
- دوم - برای کاهش شوری، هنگامی که آبشویی طبیعی به وسیله باران کافی نباشد، از آبشویی مصنوعی استفاده می‌شود. این کار شامل مصرف آب بیشتر حتی گاهی تعداد دفعات زیاد آبیاری است تا نمک‌های لایه‌های سطحی خاک به لایه‌های عمیق‌تر رانده شوند، اما:
- الف - این روش باید به خوبی مدیریت شود، در غیر این صورت منافع آن به مقدار پیش‌بینی شده نخواهد بود. ضرورت دارد که عمق سفره آب زیرزمینی همچنین کیفیت آب زیرزمینی و سطحی کنترل شود. کنترل باید به مقدار بیشتری در پایین دست سیستم زهکشی صورت گیرد که کار ساده‌ای نیست.
- ب - همه روش‌های آبیاری در آبشویی یکسان عمل نمی‌کنند (به قسمت ۱ مراجعه شود).
- آبیاری میکرو برای آبشویی مناسب نیست، زیرا ورود موضعی آب باعث افزایش شوری ردیف‌ها می‌شود. پس از یک دوره مشخص، به طور معمول چند سال، آبشویی ضرورت داشته و اگر یک سیستم زهکشی خوب، طبیعی یا مصنوعی وجود داشته باشد، آبشویی باید با آبیاری سطحی یا بارانی به انجام رسد.

در نوارها یا فاروهای بسته مشکل است که آن هم احتیاج به نظارت زیادی دارد. نوارها یا فاروهای تراز هم ممکن است استفاده شوند اما در این صورت شبکه توزیع باید متراکم‌تر شده و در نتیجه گران‌تر خواهد بود.

- آبیاری سطحی به خوبی با آبشویی از طریق نفوذ عمقی و رواناب حاصل از زه آب در سیستم‌های نواری سازگاری دارد. آبشویی به وسیله آبیاری شیاری ممکن است به دلیل رسیدن آب آبیاری به پشت‌ها و تجمع نمک‌ها که به وسیله خاصیت مویینگی صورت می‌گیرد، سوال‌انگیز باشد.
- آبیاری بارانی به خصوص برای آبشویی، بسیار مناسب است زیرا امکان کنترل آب مصرفی وجود دارد (از نظر شدت و مقدار).

۶-۲ استفاده از فاضلاب در آبیاری

استفاده از فاضلاب در دهه‌های اخیر به علل زیر توسعه یافته است:

الف - برای بازیافت عناصر حاصلخیزکننده در فاضلاب.

- ب - برای جبران کمبود فصلی یا محلی منابع آب.
- ج - برای حفاظت محیط زیست به وسیله کاهش ورود فاضلاب به چرخه طبیعی آب.
- د - حداقل فاضلاب تولیدی در تابستان در مناطق گردشگری، همزمان با بالا بودن نیازهای آب آبیاری است. استفاده از فاضلاب در آبیاری، حجم تصفیه فاضلاب را کاهش می‌دهد.

استفاده از فاضلاب مسایل مشخصی را به وجود می‌آورد و موارد خاصی باید مدنظر قرار گیرند:

- الف - به جهت این‌که تصفیه‌های مختلف روی فاضلاب انجام می‌شود لذا، غلطت مواد معلق به طور معمول بسیار اندک است و صاف کردن به ندرت مورد نیاز است.
- ب - وجود نیترات‌ها در فاضلاب از دلایل اصلی استفاده از آن در آبیاری است، اما لازم است به آن کودهای بیشتری وارد شود تا تعادلی بین نیازهای گیاه و کودهای درون فاضلاب به وجود آید.

اما حتی پس از تصفیه نیز ممکن است، مواد بخصوصی برای گیاهان سمی بوده و

خواص سمی خود را در زنجیره غذایی حفظ نمایند.

فرآیند جذب عناصر کود وارد شده به خاک به وسیله آب آبیاری بسیار پیچیده است. تعیین بهترین روش آبیاری از این نظر مشکل است. وقتی که آب فاضلاب دارای مواد سمی است، خطرهای مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌ها در آبیاری بارانی بیشتر است زیرا به طور مستقیم روی علوفه، سبزیجات و میوه‌ها که ممکن است خام مصرف شوند، پاشیده می‌شود.

- آبیاری سطحی و میکرو خطی از جانب میکروب‌های بیماری‌زا به وجود نمی‌آورند (اما نگرانی کمی در مورد آبشانک‌ها وجود دارد). بر عکس در آبیاری بارانی نگرانی بیشتری وجود دارد. مواد سمی می‌توانند با پاشش به سطح برگ گیاهان رسیده در حالی که میکروب‌های بیماری‌زا می‌توانند در هوا به صورت معلق درآیند. این‌ها باعث بیمار شدن کشاورزان و هم‌چنین همسایگان ساکن اطراف مزارع که تحت تاثیر باد بوده، می‌شود. با این حال تحقیقات انجام شده در ممالک مختلف به خصوص در آمریکا و اسرائیل شدت تاثیر بیشتر بیماری را در بین آبیاران نسبت به مردم دیگر که با خطرات مشابهی مواجه بوده (کارگران تصفیه‌خانه‌های فاضلاب یا همسایگان اطراف) نشان نمی‌دهد.

۳- سایر محدودیت‌های مختلف خارجی

۷ محدودیت‌های فنی - تجاری

دو مورد از محدودیت‌های فنی - تجاری مهم عبارتند از:

- خدمات پس از فروش

- پویایی فروش و شرایط مالی

- الف - خدمات پس از فروش

عدم دسترسی به خدمات پس از فروش، صلاحیت فنی و هزینه خدمات ممکن است

به عدم پذیرش سیستم‌های جدید (یا نمونه‌های اولیه و تجهیزات ساخته شده محلی) بیانجامد (جز در مناطق اطراف کارخانه) و یا به داشتن خدمات نگهداری توسط خود مصرف کنندگان منجر شود، به خصوص در مواردی که خدمات پس از فروش ضعیف باشد. راه حل اخیر که می‌تواند در سطح تشکل‌ها به کار رود، باعث اطمینان بیشتر به تعمیرات و نگهداری شده لیکن هزینه‌ها را افزایش می‌دهد.

محدودیت تنوع تجهیزات، هزینه‌ها را کاهش خواهد داد و مهم‌تر از همه اینکه اعتماد به سیستم را بالا می‌برد و خدمات نگهداری را که ممکن است ضعیف باشد، تسهیل می‌بخشد.

ب - پویایی فروش و شرایط مالی

در شرایط کنونی بازارهای ملی و جهانی، رقابت امر مهمی است و پویایی فروش (پس گرفتن تجهیزات، تخفیفها، تسهیلات اعتباری و غیره) به اندازه شرایط مالی نقش مهمی را در تصمیم‌گیری توسط کشاورز ایفا نموده و حتی ممکن است سبب گمراهی او گردد. نتیجه اینکه یک انتخاب نادرست ممکن است در اقتصاد مزرعه و توسعه آینده آبیاری تاثیر زیادی داشته باشد.

۸-۲ محدودیت‌های انرژی

قیمت برق یا سوخت‌های فسیلی، هم‌چنین دسترسی به آن‌ها می‌تواند تاثیر مهمی در طراحی سیستم‌ها و شبکه‌ها داشته باشد. اگر برق ارزان و در دسترس باشد، دامنه سیستم‌های قابل استفاده، وسیع خواهد بود (سیستم بارانی ثابت، سیستم‌های تفنگی با پمپ‌های تقویت‌کننده، سیستم‌های توزیع کم فشار و غیره). اما در عمل انتخاب‌های خاصی ترجیح داده می‌شوند (سیستم‌های دوار مرکزی تمام برقی به جای سیستم‌های متحرک خطی).

اگر محدودیت انرژی وجود داشته باشد، سیستم‌های کم فشار بارانی (LEPA) به جای

آبیاری سطحی (اگر کمبود آب نباشد) یا آبیاری میکرو (اگر کمبود آب باشد) می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. به هر حال قیمت انرژی ممکن است نوسان داشته باشد و طراحی یک سیستم یا شبکه بر پایه قیمت‌های به نسبت پایین انرژی، می‌تواند در آینده مشکل‌ساز باشد.

برای اطلاعات بیشتر به بولتن مخصوص، تحت عنوان "تأثیر انرژی" که در مجموعه مقالات دوازدهمین کنگره‌ی ICID در سال ۱۹۸۴ در (Fort Collins) منتشر شده است، مراجعه شود.

ج - محدودیت‌های زراعی

برخی از مظاهر خاص محدودیت‌های زراعی در زیر تشریح شده‌اند:

ج-۱ محدودیت‌های ناشی از سیستم‌های زراعی

این محدودیت‌ها وابسته به چند ساله بودن کشت و یا انتخاب‌های فنی دیگر می‌باشند.

ج-۲ محدودیت‌های ناشی از چند ساله بودن گیاه

انتخاب سیستم آبیاری به مقدار زیادی بستگی به یک‌ساله بودن کشت یا چندساله بودن گیاه دارد.

ج-۳ گیاهان چندساله

سیستم‌های دائمی ممکن است برای گیاهان چندساله مثل نیشکر برای چندین سال یا برای درختان میوه یا موکه چندین دهه کشت می‌شوند، انتخاب گردند. هم‌چنین باید نوع کشت و کار نیز در انتخاب سیستم در نظر گرفته شوند. به همین جهت است که هیچ توصیه

قطعی برای یک کشت خاص ارایه نمی شود.

- برای باغات میوه، بیشترین روش مورد استفاده سیستم ثابت بارانی یا سیستم آبیاری میکرو است. در آبیاری میکرو اغلب از روزندهای تنظیم شده یا آبشانک هابه دلیل سادگی فنی، قابل اعتماد بودن (خرابی ناشی از رسوب با مشاهده قابل تشخیص است) و قیمت پایین نسبت به قطره چکانها، استفاده می شود (هر درخت به تعداد زیادی قطره چکان نیازمند است).
- برای تاکستان ها، سیستم ثابت بارانی یا بال آبیاری میکرو به صورت آویزان و بالای سطح زمین (در صورت امکان قطره چکانها به سیستم های پایین داریست آویخته می شوند) و یا در سطح زمین کار گذاشته می شوند (آبشانک های ویژه که خروجی آنها به طرف ردیف ها قرار گرفته اند).
- برای نیشکر، سیستم آبیاری بارانی آپاش تفنگی یا شلنگ پیچ (قرقره ای)، دوار مرکزی با ارتفاع زیاد، لوله های منفذدار و سیستم آبیاری قطره ای زیرزمینی، با طول عمر ۲ تا ۵ سال با توجه به دوره رشد گیاهی این نوع زراعت به کار گرفته شده اند.

۲-۹-۲ گیاهان یک ساله

برای گیاهان یک ساله، سیستم های ثابت مناسب نبوده و به طور معمول استفاده نمی شوند. دلیل اصلی آن وجود تناوب کشاورزی و این واقعیت است که به طور معمول تنها قسمتی از زمین در هر زمان آبیاری می شود.

آبیاری بارانی برای گیاهان یک ساله، مستلزم سهولت جابجایی تجهیزات بوده و در این رابطه موارد زیر ممکن است مطرح باشد.

الف - سیستم های ثابت

در اینجا انتخاب از سیستم های متحرک تا سیستم های ثابت وجود دارد. در مورد اخیر به طور معمول بال های آبیاری و آپاش ها در طول فصل آبیاری ثابت هستند. سیستم، بی درنگ پس از کاشت کار گذاشته شده و قبل از برداشت یا بلا فاصله پس از آن جمع می شود.

روش جدیدی در کشورهای اروپای شرقی، هلند و فرانسه در حال آزمایش است. این روش موسوم به سیستم پرشی (pop up) است. به این صورت که پس از اتمام آبیاری خروجی‌ها در داخل خاک فرو رفته (حدود ۴۵ سانتی‌متر از سطح خاک) و در آغاز دور بعد آبیاری، با فشار آب خروجی‌ها بیرون آمده و پایه‌های آپیاش با ارتفاع موردنیاز به آن‌ها وصل می‌شوند. این روش یک سیستم جمع و جور را فراهم آورده و استفاده کنندگان را از جابجایی بال‌ها آسوده ساخته و امکان انتخاب فاصله مناسب آپیاش‌ها را روی بال آبیاری و بین آن‌ها فراهم می‌سازد.

ب - دستگاه‌دار مرکزی یا سیستم‌های متحرک خطی ممکن است مورد استفاده قرار گیرند.

ج - سیستم‌های بارانی تفنگی شیلنگ پیچ.

هر یک از این مدل‌ها باید برای موارد زیر سازگار باشند:

- آبیاری سطحی برای گیاهان یک ساله استفاده می‌شود، اگر چه ممکن است که سازه‌های دائمی در ابتدای کار لازم داشته باشد. آبیاری سطحی اغلب یک انتخاب سنتی است به این صورت که در نواحی خاصی، حتی اگر مجهز به شبکه توزیع تحت فشار باشند، بعضی از گیاهان یک ساله ممکن است تحت سیستم‌های آبیاری سطحی قرار گیرند در حالی که سایر کشت‌ها ممکن است از سیستم‌های آبیاری بارانی استفاده نمایند.

- آبیاری میکرو برای مزارع هنوز دارای محدودیت است، اما استفاده از آن در حال توسعه می‌باشد:

- در زراعت‌های پرسود مانند سبزیجات، تولید بذر سبزی‌ها، خزانه‌ها، درختان جنگلی برای تولید دانه و تولیدات گلخانه‌ای مانند سبزی‌ها و گل‌ها.

- در جنگل‌های محافظت شده.

- در زمین‌های ناهموار و برای کاربردهای ویژه همچون فضای سبز میان بزرگراه‌ها.

۳-۰ محدودیت‌های ناشی از مولفه‌های فنی

این محدودیت‌ها از یک سو وابسته به تراکم کشت و مدیریت بوده و از طرف دیگر وابسته به عملیات ضروری کشاورزی است.

۱-۰-۳ تراکم گیاهی و مدیریت

حالات مختلف زیر ممکن است مشاهده شوند:

الف - کشت ردیفی که به آسانی نمی‌توان از میان آن‌ها عبور کرد (درختان میوه، تاکستان‌ها و غیره که تراکم آن‌ها روی ردیف زیاد است). در این موارد حرکت افقی تجهیزات یا ممکن نبوده (مانند تاکستان داربست شده) و یا مشکل است (مثل نیشکر).

- اگر از آبیاری بارانی استفاده شود باید یا سیستم‌های ثابت دائمی (بارانی یا تفنگی) و یا تجهیزات متحرک ردیفی (متحرک خطی یا سیستم شلنگی) کار گذاشته شوند. در حقیقت انتخاب، بستگی به نوع کشت دارد.

- از آبیاری سطحی و میکرو ممکن است به خوبی استفاده شود.

ب - زراعت‌هایی که به آسانی می‌توان از روی آن‌ها عبور کرد (باغات میوه داربست نزده و تا حدودی تمام کشت‌های معمول حتی انواع بلند آن). در این حالات، سادگی حرکت، ارتباطی به تصمیم‌گیری درمورد نوع تجهیزات بکار برده شده در مزرعه ندارد، بلکه به سایر محدودیت‌های فنی مربوط می‌شود. (تلفات محصول ناشی از حرکت تجهیزات از جمله این محدودیت‌ها نیست اما باید در نظر گرفته شود).

۲-۰-۰ عملیات ضروری کشاورزی

کanal‌های آبیاری و بال‌های آبیاری موجود در مزرعه، کم و بیش می‌توانند (با توجه به نوع تجهیزات آبیاری) با سایر عملیات کشاورزی تداخل ایجاد کنند.

عملیات زراعی: تلاش هایی که به تازگی در جهت تقلیل عملیات زراعی مانند شخم حداقل انجام گرفته، این محدودیت‌ها را کاهش داده است. اگر سیستم آبیاری پس از کاشت مستقر شود و قبل از برداشت جمع آوری گردد، بین عملیات کشاورزی و آبیاری تداخل کمی به وجود می‌آید. به هر حال نکات زیر خاطرنشان می‌شود:

الف - آبیاری سطحی: سیستم تحویل آب به صورت دائمی بوده و با نوع خاک (توبوگرافی، شدت نفوذ) و کشت مشخص می‌شود. بنابراین سیستم ثابت بوده و عملیات کشاورزی باید با توجه به آن انجام شود.

ب - آبیاری بارانی: این چنین محدودیتی فقط می‌تواند در مورد سیستم نیمه ثابت یا سیستم‌های ثابتی که دست کم در مدت آبیاری ثابت هستند، رخ دهد.

- خطوط لوله‌های اصلی به طور معمول در داخل خاک کار گذاشته می‌شوند (مدفون)، در غیراین صورت موجب محدودیت‌های قابل ملاحظه‌ای خواهد شد.

- بالهای آبیاری به دلایل اقتصادی و مشکلات ناشی از نشت آب، در روی مزرعه کار گذاشته می‌شوند (نشت آب به آسانی قابل رویت است). وقتی که عملیات کشاورزی زیاد بوده و یا گیاهان پرسود کشت می‌شوند، بالهای تواند با استفاده از سیستم مخفی شونده که پیش از این توضیح داده شد، در خاک دفن شوند.

ج - آبیاری میکرو: لوله‌های اصلی به طور معمول دفن می‌شوند. لوله‌های جانبی می‌توانند آویزان باشند (به طور مثال به داریست) اما به طور معمول در روی زمین قرار می‌گیرند. از روش‌های سریع برای باز و جمع کردن لوله‌های جانبی نیز می‌توان استفاده نمود.

یکی از مزایای آبیاری میکرو این است که نوارهای خشک در داخل مزرعه به جا مانده و محدودیت‌های ناشی از آبیاری را برای عملیات کشاورزی برطرف می‌کند. **عملیات مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی:** زمانی که تکرار عملیات زیاد بوده مسائل متفاوتی

وجود داشته و باید در زمان‌های بسیار دقیق و معین و در مدت کوتاه بهره‌برداری صورت پذیرد، این مسایل حادتر شده و به طور معمول این عملیات با برنامه آبیاری تداخل پیدا می‌کند.

در چنین مواردی، سیستم‌هایی که در آن‌ها خطوط آبده عمود بر ردیف‌ها هستند، توصیه نمی‌شوند. بنابراین نباید از سیستم‌های نیمه ثابت با بال‌های آبیاری سخت (صلب) و آپاش‌های غیرثابت یا بال‌های انعطاف‌پذیر با خطوط کششی استفاده نمود. بر عکس، سیستم‌هایی توصیه می‌شوند که به سرعت برچیده شده و هم‌چنین امکان آبیاری همزمان قطعات وجود داشته باشد.

آبیاری سطحی و میکرو از نظر موارد زیر بسیار عملی هستند:

- **آبیاری سطحی:** در این سیستم دور آبیاری، متناسب با میزان جریان دائمی (هیدرومدول) امکان آبیاری چندین هکتار یا ده‌ها هکتار را به طور هم‌زمان فراهم می‌آورد. پس از نفوذ آب و خشک شدن زمین عملیات کشاورزی به آسانی قابل انجام است.

- **آبیاری میکرو:** عملیات حفاظت‌گیاه می‌تواند در هر زمانی حتی در حین آبیاری بجز در مواردی که آبفشارنک‌ها در حال کار بوده انجام شود^(۱)

برای آبیاری بارانی می‌توان گفت که:

- سیستم‌های متحرک خطی با توجه به نوع تجهیزات، در یک زمان تمام یا نصف مزرعه را آبیاری می‌کنند. فقط مشکل زهکشی و خشک شدن خاک قبل از عملیات زراعی باقی می‌ماند. راه دیگر این است که سیستم متحرک خطی عمود بر جهت ردیف‌ها حرکت کند. بنابراین قطعات متواالی در طول ردیف‌ها می‌توانند بطور مستقل عمل نمایند.

۱- این بحث در مورد برداشت نیز صادق است، زیرا ممکن است برداشت در چند مرحله انجام گیرد و نیاز باشد که بقیه باغ و مزرعه همزمان با برداشت، آبیاری شود.

- سیستم‌های تفنگی شلنگ پیچ قطعه‌های به نسبت بزرگ را در مدت زمان کم‌تری آبیاری می‌کنند. استفاده از آن‌ها محدودیت زیادی را برای عملیات حفاظت گیاهان ایجاد نمی‌کند.

ج- ۲ برخی محدودیت‌های خاص زراعی

در این بخش محدودیت‌های خاصی که مرتبط با ارتفاع گیاه، حساسیت اجزای خاصی از گیاه به بارش آب، وجود دوره‌های بحرانی و اهمیت توسعه ریشه‌ها است خاطرنشان خواهد شد.

۱-۳ ارتفاع گیاه

برای گیاهان کوتاه، آپاش‌ها بدون پایه کار گذاشته می‌شوند. از آنجایی که به طور معمول این نوع کشت‌ها به ویژه در طی مراحل خاصی از رشد گیاهی حساس بوده از (به طور مثال هریچ‌های جوان) آپاش‌ها یا بال‌های آبیاری، هم‌چنین آبیاری سطحی یا میکرو استفاده می‌شود.

برای گیاهان بلند (ذرت، مو، نیشکر، بوته‌های میوه کوتاه و غیره)، بلندی پایه‌ها (برای سیستم‌های ثابت) و ارتفاع آپاش‌ها از سطح خاک (برای بال‌های آبیاری) در هر مورد باید مناسب انتخاب شوند. به خصوص در شرایط بادزا لازم است آپاش‌ها تا حد ممکن در ارتفاع پایین نصب شوند.

پاشش آب ممکن است از زیر شاخ و برگ به وسیله آپاش‌هایی با زاویه کم یا بروی سطح درختان انجام شود. برخورد دستگاه با شاخ و برگ و میوه درختان مانع استفاده از آپاش‌های تفنگی می‌شود. آپاش‌های تفنگی کوچک با فشار پایین، چون صدمه چندانی بر میوه‌ها نزده، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۳ حساسیت اجزای مختلف گیاه به آپاشی

از سوختگی برگ گیاهان به علت استفاده از آب‌های خیلی شور گزارش‌های متعددی در دست است.

ممکن است مواردی نیز، از حساسیت‌های ویژه به پاشش، برای مثال خطر لک زدن غوزه‌های پنبه وجود داشته باشد. این کشت‌ها به طور سنتی با آبیاری سطحی آبیاری می‌شوند اما در ایالات متحده آزمایش‌های زیادی با آبیاری میکرو نیز به انجام رسیده است. هم‌چنین امکان استفاده از آبیاری بارانی تا پیش از بازشدن غوزه‌ها وجود دارد.

۳-۳ وجود دوره‌های بحرانی

در تمام گیاهان زراعی، دوره جوانه‌زنی بحرانی است زیرا محصول نهایی ارتباط مستقیمی به درصد جوانه‌زنی دارد.

از نقطه نظر کلی، گیاهان به ویژه کشت‌های آبی در دوره‌های خاصی به عواملی چون ازت، نور و آب حساسیت نشان می‌دهند. هم‌چنین دوره‌های بحرانی بسیار مشخص (مانند مرحله ظهور گل نر در ذرت) در بعضی از گیاهان وجود دارد که به خصوص در رابطه با آبیاری گیاه باید مدنظر قرار بگیرند.

بعضی از زراعتها چون چغندر قند می‌توانند کاهش محصول ناشی از یک دوره طولانی تنش آب را جبران کنند، ولی به دلیل این‌که مکانیسم جبران کم آبی به خوبی شناخته شده نبوده، تهیه دستورالعملی در این زمینه مشکل است.

تمامی این پدیده‌ها اثر مهمی بر محصول نهایی دارند. از آنجایی که این موارد به صورت کلی تمام قطعه تحت آبیاری را در یک دوره زمانی کوتاه تحت تاثیر قرار می‌دهند، کنترل آن‌ها مشکل بوده مگر آنکه سیستم آبیاری به خوبی ایجاد و مدیریت شود.

۴-۳ اهمیت توسعه ریشه

به علت این‌که حرکت آب در خاک، در جهات عمودی یا افقی متفاوت است، لذا گیاهان با ریشه‌های توسعه یافته، واکنش متفاوتی در مقابل عدم یکنواختی کاربرد آب، نسبت به گیاهان با ریشه‌های توسعه یافته نشان می‌دهند. مثلاً درختان که سیستم ریشه آنها درجهات افقی و عمودی توسعه کاملی یافته باشند، عدم یکنواختی توزیع آب را به خوبی تحمل می‌کنند، زیرا آب در جهات افقی نیز در خاک حرکت نموده و ردیف‌های مجاور را تغذیه می‌کند. علاوه بر آن هر چه ریشه‌ها عمیق‌تر باشند، امکان جذب بیشتر رطوبت خاک را فراهم می‌کنند. عمق سیستم ریشه‌ها از گونه‌ای به گونه دیگر تغییر می‌کند. (به عنوان مثال مو دارای ریشه عمودی استثنایی است) و این امر بستگی به مدیریت باغ یا مزرعه درگذشته دارد. سیستم ریشه‌ها به ویژه زمانی عمیق‌تر است که برنامه کم - آبیاری کنترل شده به خوبی در دوران کاشت درختان اعمال شده باشد.

سیستم ریشه‌های توسعه یافته به یکنواختی کاربرد آب بالاتری نیاز دارند. همانند قبل، سیستم ریشه‌ها در گونه‌های مختلف بسیار متفاوت است (برای مثال سیستم ریشه گندم در حدود ۱ متر عمق دارد). علاوه بر آن، قدرت جذب آب خاک در گونه‌های مختلف، متفاوت است (برای مثال قدرت جذب آب در گندم از ذرت بیشتر است).

ضریب یکنواختی کاربرد آب دارای دو مقدار است. اولین آن را می‌توان "مقدار عددی" نامید که به نوع سیستم آبیاری مورد استفاده بستگی دارد. دومین آن مقدار نسبی است که به نوع گونه گیاهی بستگی دارد.

الف - مقدار عددی ضریب یکنواختی کاربرد آب با توجه به روش مورد استفاده و سیستم آبیاری متفاوت می‌باشد.

۱ - در آبیاری سطحی سنتی، مقدار آن بستگی به عوامل متعددی چون دبی و شکل و طول جویچه‌ها، نوارها، کرت‌ها و تسطیح مزرعه و غیره دارد.

۲ - ضریب یکنواختی کاربرد آب در آبیاری میکرو به طور معمول در سطح عالی می‌باشد، اما در عمل دلایل زیادی باعث عدم یکنواختی می‌شوند. به طور مثال

تاثیر تلاطم جریان بر فشار آب در قطره‌چکان‌های مختلف، و عمود قرار نگرفتن آبغشانک‌ها را می‌توان نام برد.

علاوه بر آن، چون قسمت فعال سیستم ریشه‌ها تنها حجم محدودی را اشغال می‌کند، بنابراین موقعیت قطره‌چکان نسبت به گیاه از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است. تاثیر این موضوع از سایر تاثیرات منفی بیشتر است.

-۳

در آبیاری بارانی (تحت شرایط عدم وجود باد):

- سیستم‌های متحرک خطی بهترین یکنواختی کاربرد آب را دارند.
- آپاش‌های تفنگی متحرک (شنگ کششی - شلنگ پیچ) در صورت مناسب بودن هر دو عامل (قطعه \times فاصله نوارهای آبیاری) و هم‌چنین در صورتی که آپاش تفنگی تحت شرایط معمولی (فشار \times دبی) کار کند، نتایج بسیار خوبی نشان می‌دهد.
- سیستم‌های نیمه ثابت و ثابت نتایج خوبی می‌دهند اما زمانی که دبی آپاش‌ها افزایش یابد، یکنواختی آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.
- سیستم‌های بارانی پیکانی بدترین یکنواختی کاربرد را دارا هستند.

ب - از طرف دیگر، یکنواختی کاربرد به دو دلیل زیر جنبه نسبی دارد:

۱- در رابطه با دقت اندازه‌گیری، مقدار آن با توجه به شبکه نصب قوطی‌ها (قوطی‌های جمع‌آوری کننده باران) و اندازه آنها تفاوت می‌دارد.

۲- یکنواختی کاربرد یکسان، در کشت متراکم با سیستم ریشه‌ای محدود و درختان با ریشه‌های عمیق اثرات زراعی مشابهی ندارد (کاهش محصول ناشی از کم آبی).

تحقیقات در مورد تعریف راندمان یکنواختی آب تصحیح شده برای گونه‌های مختلف کشاورزی به خصوص توسط "O. Cogels" در دانشگاه لونن - بلژیک در حال انجام است.

۵- سایر محدودیت‌ها

۵-۳ آبیاری چند منظوره

این محدودیت‌ها ناشی از مصارف غیر آبیاری است. در بخش‌های گذشته در مورد کترل یخ‌زدگی با آبیاری و مشکلات ناشی از آن بحث شده است: آیا سیستم چندمنظوره که به ناچار دارای محدودیت‌های خاص خود می‌باشد، باید انتخاب گردد؟ و یا انتخاب دو سیستم مجزا ولی با هزینه بیشتر که همه نیازها را برآورده نماید، ترجیح داده شود؟

حالت دیگر کوددهی و سماشی است، به این صورت که سیستم‌های آبیاری، به خصوص سیستم‌های آبیاری بارانی و میکرو ممکن است برای کوددهی یا عملیات سم پاشی مورد استفاده قرار گیرند.

همانگونه که ذکر شد یکنواختی کاربرد آب در آبیاری، کم و بیش باید وجود داشته باشد ولی مصرف کودها و آفتکش‌ها باید همواره با یکنواختی بیشتری همراه باشد. در گذشته بر روی این مسئله که مکانیزم‌های انتقال آب و نمک در درون خاک مشابه نبوده و نمکها تحت تأثیر پدیده انتقال (مثل آب) مجددًا توزیع نشده، تأکید کردیم. (به بخش ۴-۳ درباره سیستم‌های ریشه مراجعه شود). بنابراین میزان کود (یا آفتکش‌ها) در برخی نقاط مزرعه از مقدار موثر کمتر شده و بر عکس در نقاطی، از آستانه معینی، که می‌تواند جنبه اقتصادی نیز داشته باشد، فزونی می‌یابد. نتیجه این‌که غیر یکنواختی به وجود آمده از حرکت مواد حاصلخیز کننده (کود) یا آفتکش‌ها متغیر بوده و باید مدنظر قرار گیرد.

در این موارد دو نوع سیستم آبیاری باید با هم مقایسه شود: یکی سیستم آبیاری چندمنظوره و دیگری یک سیستم پخش مناسب آب (هوایی یا سطحی) نظیر یک سیستم کامل آبیاری کلاسیک. انجام چنین مقایسه‌ای آسان نیست زیرا مقایسه باید بر طبق دو طرح متفاوت صورت گیرد. یا از طریق تعیین هزینه‌ها با یکنواختی کاربرد مشابه و یا مقایسه هزینه‌ها با مقادیر متعدد ضرائب یکنواختی کاربرد آب.

در پایان تا جایی که می‌دانیم، اغلب تحقیقات جاری در جهت حل مشکلات فنی

تاسیسات بالادست انجام گرفته است و کمتر به مشکلات اقتصادی - کشاورزی پایین دست (تأثیرات عدم یکنواختی بر گیاهان و نتایج حاصل از آنها بر روی محصولات زراعی) پرداخته شده است.

آخرین حالت، بذرپاشی است و آن پخش دانه‌ها بر روی خاک توسط آب آبیاری است. این روش جدید تنها با سیستم آبیاری بارانی و در کشت‌هایی که نیاز به شخم ندارد، انجام پذیر است.

در تمام موارد به طور معمول مقدار کود یا آفتکش مخلوط شده با آب بسیار زیاد است و لذا نکات مربوط به یکنواختی کاربرد آب از اهمیت خاصی برخوردار است.

اطمینان از کیفیت تجهیزات

انتخاب کیفیت تجهیزات آبیاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پیوست (۳) در مورد اهداف اجرای سیستم کنترل کیفی و پیاده کردن استانداردهای مورد قبول بین‌المللی بحث می‌کند. این پیوست هم چنین چگونگی کنترل و تضمین کیفی تجهیزات آبیاری را پیشنهاد نموده و اطلاعات موجود درباره استانداردهای مختلف جهانی را ارایه می‌کند.

ضمیمه ۱

جداول مقایسه‌ای نشان دهنده زمان‌های کارکارگری برای آبیاری بارانی

مسائل و مشکلات مربوط به جابجایی لوازم و تجهیزات در فصل آبیاری

جدول ۱-۱ آپاشها و سیستم‌های تفنگی

جدول ۱-۲ سیستم‌های تفنگی متحرک

جدول ۱-۳ زمان نصب (دراابتدا فصل) و زمان جابجایی (در انتهای فصل) سیستم آبیاری

یادآوری

. این سه جدول از مدارک زیر استخراج شده است.

- *Matériels et installations d'irrigation par aspersion - Etude*

technico économique

- *IGER/BCMA (MM.J.Dubalen and J.Bassez) REND / Hydraulique*

Agricole (1987)

جدول ۱-۱ مسائل و مکلاکت مربوط به جایگاهی لوازم و تجهیزات در فعل آبیاری
زان خوش آبیارهار سیستم هایی در مطلع زرده (زان انتقال به مروه و شروع کارداد بهاره در ظرف نهاده است)

سازمان مشاهدات	مشتی کار	تعداد نظرات	مودعه دنیار	مشتی کار آبیاری (برحسب ساخت)	زمان قدرتی برای آبیاری (برحسب ساخت)	نازدیکی زمان گردش سیستم	سطح خیس شده بوسیله هر آبیار	وادی زمان برازی هر آبیار	سیستم آبیاری با افقی هر آبیار	سیستم قابل حل ۳۲x۳۲ متر
سیستم قابس	+++	۳۶۲	۳۶۲	یک نفر برای انتقال	۱۰ آبیار	۱۱۶ متروم	۱۲۰ دققه	۴۷ متر	۲۵ میلی متر	۷ دققه
نمایاد آبیارها در صورتی که سیستم را در روز ازدست بخواهم	++				۱۱۶	۶	۵ دققه	۶	۵۶ متروم	۸/دققه
باید در پریز گردند.	++				۱۱۶	۷	۶ دققه	۷	۴۳ متروم	۶/دققه
موارد اضافه زیادی نمایاد (خطیان به افدامات زیادی دارد)	++				۱۱۶	۷	۸ دققه	۷	۵۶ متروم	۶/دققه
شیوه هایی که به صورت دستی کار می کنند	+				۱۱۶	۷	۱۰ دققه	۷	۴۳ متروم	۱۰ دققه
مشترکی منور										مشترکی منور
مشترکی در سایر محدوده های دانش										مشترکی در سایر محدوده های دانش
مشترکی از دور										مشترکی از دور
مشترکی ثابت										مشترکی ثابت
مشترکی ۱۸x۱۸ متر										مشترکی ۱۸x۱۸ متر

سبسته های آن پیشنهاد نمی کرد و سپس زمان متوسط در سطح توزع (زمان انتقال به مردوده و زمان شروع) بسته به دقت گرفته شده است.

(۱) م براي ماشين هاي آبياري و م براي نوهداي آبيه - زمان متوجه د سطح مزروع با ادوات و تجهيزات بكاره بوده شده مطابقت دارد.

(۲) با فرض اینکه ابعاد مزمع به گونه‌ای است که هر خشی دستگاه را ممکن پذیر می‌سازد.

(۳) فرض انجام کامل چرخش مستگاه بدون به حساب آوردن تغییرات

جدول ۱-۳ زمان نصب (در شروع فصل) و زمان جایگزین (در انتهای فصل) می‌ششم آبادی

۲ ضمیمه

مثال ارائه شده برای شرایط خاص: سیستم آبیاری بارانی برای جلوگیری از یخ‌زدگی

- برای داشتن یک سیستم ضد یخ‌زدگی کارآ و مؤثر، آپاشها باید دارای ویژگیهای زیر باشند.
- قطر دهانه آپاش بین $4/5$ تا 4 میلیمتر باشد (در این حالت خطرگرفتگی نیز کمتر است).
 - سرعت چرخش آپاش حدود یک دور در دقیقه باشد. (آزمایشات انجام گرفته در کشور سوئیس نشانگر این مطلب است که با سرعت چرخش یک دور در مدت 30 ثانیه، تفاوت درجه حرارت در داخل جوانه نیم تا یک درجه سانتی‌گراد بوده حال آن که با سرعت چرخش یک دور در مدت 180 ثانیه درجه حرارت بین $2/5$ تا 2 درجه سانتی‌گراد خواهد بود. اندازه هندسی قطرات نباید بیش از حد بزرگ یا کوچک بوده (خطر تبخیر قبل از برخورد با سطح خاک وجود دارد) و ضریب کریستیانسن^۱ (یکنواختی پخش) نیز باید حداقل 85 درصد باشد.
 - با توجه به شدت پخش آب (توصیه شده بوسیله ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی فدرال در سوئیس) برای محافظت از محصولات اصلی (مراجعةه به جدول زیر)، موارد زیر توصیه می‌شوند:
 - دبی آپاشها باید بین $1/4$ تا $1/7$ مترمکعب در ساعت در فشار $4/5$ تا 4 بار باشد (در محل دهانه آپاش).
 - آپاشها باید به یکی از صور زیر کارگذاری شوند.
 - به صورت مثلثی یا مربعی با فواصل 15×15 متر یا 18×21 متر
 - به صورت مستطیلی با فواصل 18×15 متر یا 21×18 متر

جدول - شدت پخش آب توصیه شده (از آپیاش‌ها) برای محصولات مختلف

شدت متوسط پخش آب (mm/hr)	محصولات محافظت شده
۴	باغات میوه - مورستان‌ها با ارتفاع زیاد
۳/۵ تا ۳	مورستان‌های با ارتفاع متوسط
۳ تا ۲	مورستان‌های با ارتفاع کم
۲/۵ تا ۲	گوجه فرنگی، سیب زمینی
۲ تا ۱/۵	توت فرنگی

کاربرد استانداردهای بین‌المللی برای حصول اطمینان از کیفیت تجهیزات آبیاری

قابل استفاده (ISO/TC 23/SC 18 N 315)

۱- کلیات

همان‌گونه که در قسمت پیشگفتار نیز ذکر گردید، وظیفه «دستورالعمل یا راهنمای» تعیین آن دسته از معیارهای انتخاب سیستم آبیاری است که به استفاده کنندگان کمک نموده تا تصمیمات خود را در رابطه با انتخاب بهترین سیستمی که احتیاجاتشان را برآورده نماید، اخذ کنند.

وظیفه «دستورالعمل ها» تشریح کامل معیارها و ضوابط فنی می‌باشد. ضمیمه حاضر بر روی یکی از فاکتورهای مهمی که باید در زمان انتخاب ادوات و تجهیزات آبیاری مدنظر قرار گیرد (با عنوان "کیفیت ادوات و تجهیزات" مورد استفاده)، تمرکز یافته است.

این پخش اختصاصاً به سیستم‌های آبیاری تحت فشار (به طور مثال: سیستم‌های بارانی، میکرو و ماشینهای آبیاری) مربوط می‌شود.

۲- اهداف حاصله از کاربرد استانداردها، به کارگیری سیستم‌هایی است که دارای ضمانت کیفی می‌باشند.

سازگاری تجهیزات آبیاری با استانداردهای بین‌المللی و ملی موارد زیر را تضمین می‌کند:

- یکنواختی بالای کاربرد آب که یکی از فاکتورهای اصلی در تعیین سطوح عملکرد محصول می‌باشد.
- دستیابی به راندمان بالای استفاده از آب با حداقل تلفات، بویژه در جایی که آب محدود بوده یا قیمت آن بالاست.
- استفاده مؤثر از انرژی
- تشریک مساعی در امر مدیریت سیستم آبیاری با حداقل هزینه نگهداری و حداقل ضرر و زیان
- عمر واقعی سیستم از عمر پیش‌بینی شده بیشتر گردیده که در این صورت سبب کاهش هزینه‌ها می‌گردد.

۳- روش‌های تضمین کیفی ادوات و تجهیزات آبیاری

۳-۱- فرموله کردن استانداردهای تجهیزات آبیاری

اولین گام در حصول اطمینان کیفی ادوات آبیاری فرموله کردن استانداردها و یا مشخصات فنی بوده که شامل نیازهای کلی و خاص تک‌تک یا تمام مؤلفه‌های سیستم می‌باشد. سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) با فرموله نمودن استانداردهای بین‌المللی که بیشتر مؤلفه‌های سیستم‌های آبیاری بارانی را نیز تحت پوشش قرار داده، پیشرفت قابل توجهی در جهان کرده است. کشورهایی که به حصول اطمینان از کیفیت تولیدات محلی یا استانداردهای وارداتی خود علاقمند بوده، می‌توانند استانداردهای بین‌المللی را با استانداردهای ملی تطبیق دهند. سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) در زمینه ادوات و

تجهیزات آبیاری، سه تیپ مختلف از استانداردهای بین‌المللی را به فرمول درآورده است. استانداردهای مورد استفاده برای مؤلفه‌های سیستم آبیاری تحت فشار در قسمت‌های ۱ تا ۳ جدول ارائه شده در انتهای ضمائم فهرست شده‌اند. علاوه بر این، نشریات استاندارد در حال تهیه نیز در بخش ۴ فهرست گردیده‌اند.

سه نوع استاندارد مذکور عبارتند از:

- استانداردهای تولید: این استانداردها مربوط به تمام ویژگیهای فنی اجزاء سیستم‌های آبیاری و روشهای آزمون ویژگیهای آنها می‌باشد. (مراجعه به بخش ۱ جدول).
 - استانداردهای مربوط به آزمون روشهای: این استانداردها روشهای استاندارد آزمایش اجزا مختلف سیستم را مشخص می‌سازند (بخش دوم جدول).
 - استانداردهای کلی: این استانداردها با سیستم‌های کترل، روشهای نصب لوله، روشهای محاسبه افت‌بار و غیره سروکار دارند (مراجعه به قسمت ۳ جدول).
- استانداردهای تولید از اهمیت خاصی در انتخاب وسیله آبیاری داشته زیرا این استانداردها، خصوصیات و نیازهای آزمایشی را که عملکرد صحیح اجزای سیستم را در شرایط بهره‌برداری از مزرعه برای مدت زمان طولانی تضمین نموده، مشخص می‌سازند (به شرطی که سیستم به خوبی طراحی گردیده و به طرز صحیحی بهره‌برداری شود). استانداردهای تولید، نیازهای مربوط به تجهیزات آبیاری و امکان دستیابی به تولید خاص یا حمل و نقل تولیدات را براساس استانداردهای بین‌المللی مشخص می‌سازند. علاوه بر این، استانداردهای تولید، اطلاعاتی را که سازندگان کالا باید در زمان عرضه وسایل به استفاده کنندگان و بازاریابی با هدف مشخص کردن تجهیزات مورد تقاضای استفاده کننده در اختیار او قرار دهند را مشخص می‌نماید.

۳-۴- اطمینان از سازگاری ادوات و تجهیزات آبیاری با استانداردهای موجود

دومین گام در تضمین کیفی ادوات آبیاری، ایجاد مکانیزمی جهت تعیین میزان سازگاری وسیله آبیاری با نیازهای ذکر شده در استانداردها می‌باشد. در انتهای، بعضی از کشورها، با برپایی سیستم نظارت کیفی که به صورت بنیاد مستقل عمل نموده، به سازندگان ادوات مجوزی را اهداء نموده تا محصولات خود را بایک علامت کیفیت کالا که نشانگر مطابقت محصول با استانداردهای بین‌المللی بوده، عرضه نمایند. برای انواع مختلف کالاها که علامت کیفیت (استاندارد) نداشته، اعم از اینکه تولید داخلی بوده یا وارداتی، تطبیق وسیله آبیاری با مشخصات استاندارد بوسیله آزمایش محصولات برآساس روش‌های مشخص شده، در خدمت استفاده کنندگان قرار می‌گیرند.

مهندسين طراح باید سازگاری مؤلفه‌های موجود طرح را با استانداردهای بین‌المللی (یا ملی) مشخص نمایند. علاوه براین، کلیه اسناد مناقصه مربوط به ادوات و تجهیزات آبیاری باید مطابق با استانداردها باشند. توجه به این نکته که مؤسسات بین‌المللی یا سازمانهای مسئول امر آبیاری و کشاورزی چه در سطح منطقه و چه در سطح ملی باید از سازگاری وسایل و تجهیزات با استانداردهای موجود اطمینان حاصل نموده از اهمیت خاصی برخوردار است.

در مورد خرید مستقیم ادوات و تجهیزات آبیاری توسط بنگاه بارزگانی یا توسط تک تک کشاورزان (چه به صورت یک موافقت نامه خرید کالا و چه به صورت قراردادهای متفرقه)، بنگاه یا کشاورزان باید در جهت کنترل سازگاری وسایل خریداری شده با استانداردهای بین‌المللی (یا ملی) ترغیب شوند.

جدول ۱ - استانداردهای انتشار یافته (ISO) برای آبیاری تحت فشار

بخش ۱ : استانداردهای تولید

ISO/DIS 4422	مشخصات لوله‌ها و اتصالات PVCU برای آبرسانی
ISO/DIS 4427	مشخصات لوله‌ها و اتصالات پلی‌اتیلن (PE) برای آبرسانی
ISO 8779	مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن (PE) برای لوله‌های جانبی آبیاری
ISO 9625	اتصالات مکانیکی مورد استفاده در لوله‌های تحت فشار پلی‌اتیلن (PE) برای مقاصد آبیاری
ISO 160	لوله‌های تحت فشار آزیست سیمانی و اتصالات آنها
ISO 7749/1	آپاشهای چرخان - بخش ۱: نیازهای طراحی و راهبری
ISO 8026	آفسانها - نیازهای عمومی و روش‌های آزمون
ISO 9260	آبچکانها - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
ISO 9261	سیستم‌های آبچکان لوله‌ای - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
ISO 7714	شیرهای حجمی - نیازهای کلی و روش‌های آزمون
ISO 9635	شیرهای هیدرولیکی آبیاری
ISO 10522	شیر تنظیم فشار (با عمل مستقیم)
ISO 9911	شیرهای پلاستیکی کوچک دستی
ISO 9952	شیرهای کنترل جریان (یکسو-کننده جریان)
ISO 4064/1	اندازه‌گیری جریان آب در مجاري بسته؛ کنتورهای آب
ISO 9912/1	صفی‌ها - بخش ۱ - نوع شبکه‌ای
ISO 9912/2	صفی‌ها - بخش ۲ - صافی‌هایی که به صورت خودکار تمیز می‌شوند
ISO 9912/3	صفی‌ها - بخش ۳ - صافی‌های شبکه‌ای خودکار - روش‌های آزمون ویژه
ISO 8224/2	ماشین‌های آبیاری متحرک - بخش ۲: کوبیلینگها و لوله‌های آبده
ISO / DIS 10361	شیرهای فلزی پروانه‌ای برای مقاصد کلی
ISO / DIS 11545	تجهیزات آبیاری کشاورزی - سیستم دور مرکزی و ماشین‌های آبیاری سیار با آفسانها یا نازلهای آپاشی - تعیین یکنواختی توزیع آب

بخش ۲ : استانداردهایی برای روش‌های آزمون

لوله‌های پلی‌اتیلن ۲۵ برای لوله‌های جانبی آبیاری - حساس در برابر تنفس‌های زیست‌محیطی ISO 8796	ترک خوردنگی در اثر نصب انواع اتصالات داخلی - روش‌های آزمون و ویژگی‌ها
ISO 4483	لوله‌های آزبست سیمانی - آزمایش فشار در محل نصب
ISO 7749/2	آپاشهای چرخان - بخش ۲ : یکنواختی توزیع - روش‌های آزمون
ISO 4482	لوله‌های آزبست سیمانی - راهنمای انودکردن
ISO 9644	افت فشار در شیرهای آبیاری - روش‌های آزمون
ISO 8224/1	ماشین‌های آبیاری متحرک - بخش ۱ - روش‌های آزمون صحرایی و آزمایشگاهی تعیین یکنواختی توزیع آب در سیستم دور مرکزی و ماشین‌های آبیاری
ISO 11595	متحرک خطی که با آفشنانها یا آپاشها تجهیز شده‌اند - مراحل آزمون

بخش ۳ : استانداردهای کلی

سیستم‌های اتوماتیک آبیاری - کنترل هیدرولیکی ISO TR 8059	لوله‌های ترمoplastیک برای انتقال مایعات تحت فشار - محاسبات افت بار ISO TR 10501
لوله‌های پلی‌اتیلن (PE) برای انتقال آب تحت فشار، نصب و توصیه‌های عملی ISO/DIS 7426	لوله‌های آزبست سیمانی - راهنمای انودکردن
لوله‌های آزبست سیمانی - راهنمایی برای محاسبات هیدرولیکی ISO 4482	لوله‌های آزبست سیمانی - راهنمایی برای محاسبات هیدرولیکی ISO 7336

بخش ۴ : استانداردهای بین‌المللی در دست تهیه

لوله‌های آلومینیومی آبیاری
تجهیزات آبیاری : سیم‌کشی و تجهیزات برقی لازم برای ماشین‌های آبیاری
صافی برای آبیاری میکرو - طبقه‌بندی
پمپ هیدرولیکی پخش کود

مخازن تزریق کود

شیرهای تخلیه هوا از نوع شناور

ایستگاه کنترل مرکزی

اتصالات پلاستیکی برای لوله های پلی اتیلن (PE)

ماشین های آبیاری سیار - روش های آزمون توزیع آب

تجهیزات آبیاری - قطره چکانها - مشخصات فنی - آرایش استاندارد سیستم - جزئیات ساخت

تجهیزات آبیاری - دوار مرکزی - مشخصات فنی - آرایش استاندارد سیستم - جزئیات ساخت

تجهیزات آبیاری - قرقوهای - مشخصات فنی - آرایش استاندارد سیستم - جزئیات ساخت

تجهیزات آبیاری - قرقوهای - مشخصات فنی - آرایش استاندارد سیستم

تجهیزات آبیاری - قرقوهای - مشخصات فنی - آرایش استاندارد سیستم

تراکتورها و ماشین آلات کشاورزی و جنگل داری - استاندارد فرانسوی - وسایل فنی برای تأمین اینمنی :

بخش ۱۳، ماشین آبیاری بر روی شاخ و برگ درختان (از بالای سر)

انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

ردیف	نام انتشارات
۱	فرهنگ فنی آبیاری و زهکشی
۲	تحلیلی بر راندمان‌های آبیاری
۳	سالنامه سال ۱۳۷۳
۴	سالنامه سال ۱۳۷۴
۵	دستورالعمل‌های کم آبیاری
۶	مجموعه مقالات ششمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۷	مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۸	مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۹	ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی و عوامل موثر در آن
۱۰	آبیاری موجی
۱۱	آشنایی با آبیاری کابلی
۱۲	مدیریت محلی سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۱۳	راهنمای ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح‌های آبیاری و زهکشی
۱۴	مجموعه مقالات کارگاه‌فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۱۵	راهنمای احداث زهکش‌های زیرزمینی
۱۶	معرفی جهات نظری و کاربردی روش پنمن - ماتیس
۱۷	Water and Irrigation Technics in Ancient IRAN
۱۸	تلاش ایرانیان در تامین و مدیریت توزیع آب
۱۹	تحلیلی بر ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح‌های آبیاری و زهکشی
۲۰	تجارب جهانی مشارکت کشاورزان در مدیریت آبیاری
۲۱	مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۲۲	مفاهیم زهکشی و شوری آب و خاک
۲۳	مجموعه مقالات کارگاه مسائل و مشکلات اجرای شبکه‌های زهکشی

SELECTION CRITERIA FOR IRRIGATION SYSTEMS

By:

Robert Hlavek

Former Vice Chairman, ICID Working Group on Mechanized Irrigation

Translated by:

S. Nairizi & A.R. Salamat

Working Group on "On - Farm Irrigation Systems"

Iranian National Committee on Irrigation and Drainage

(IRNCID)