منابع آب ایران

از آنچه گذشت این نتیجه به دست می‌آید که منابع آب در ایران به دو دسته عمده تقسیم میشوند آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی. منظور از آبهای سطحی آبهائی است که در رودخانه ها جریان دارند و آبهای زیرزمینی بهآبهائی می‌گوئیم که در اثر نفوذ در سفره‌های سطحی و یا عمقی ذخیره شده و بعدها به صورت چشمه و یا با حفر قنات و یا چاه از زمین استخراج و برای کشاورزی مصرف میگردد.

ذیلا" به شرح این منابع می‌پردازیم:

۵ - ۱ - آب های سطحی

حجم آبی که سالیانه در رودخانه‌های کشور جریان می‌یابد ۸۶ میلیارد متر مکعب تخمین زده شده است اصلا" رودخانه‌های‌ایران را میتوان به سه دسته تقسیم نمود:

۱- رودخانه‌های دائم

۲- رودخانه‌های فصلی (نیمه‌دائم)

۳- رودخانه‌های موقت (مسیل‌ها)

۱ - ۵ - ۱- رودخانه های دائم

در این رودخانه‌ها آب در تمام ایام سال جریان دارد. منتهی در فصل بارندگی بده آن زیادتر و به حداکثر مقدار سالیانه و در فصل پائیز بده آن به حداقل خود میرسد. در اصطلاح میگویند در بهار رودخانه طغیان نموده و در پائیز بده پایه و یا مبنا را دارد. منشاء رودخانه‌های دائم اغلب آب چشمه‌ها، و یا آب حاصله از ذوب برفهای دائم ارتفاعات زیاد، جریانهای سطحی

Scanned by CamScanner

و گاهی مخلوطی از همه است . بدلیل محدود بودن قلل پر برف در ایران رودخانه‌های دائم ایران معدودند . لذا اکثر رودخانه‌های ایران فصلی بوده تنها چندین رودخانه دائم وجود دارند .

آب رودخانه‌های دائم تا زمانی که از طبقات نمکدار میوسن عبور نکرده‌اند شیرین ولی پس از عبور از این طبقات شور و تلخ میشوند . گاهی میزان شوری آنقدر است که قابل استفاده برای آبیاری نیست . (در فصل دوم در کیفیت آبیاری در این باره مفصلا" صبحت خواهد شد)

از جمله رودخانه‌های دائم ایران میتوان :

در حوزه دریاچه‌ارومیه ــ رودخانه های لیقوان ، تلخه رود

در حوزه مرکزی ــ رودخانه‌های کرج و زاینده رود ، حبله‌رود

حوزه دریای خزر ــ سفید رود ، گرگان رود ، تجن

حوزه خلیج فارس ــ کارون ، مارون ، در خوزستان و سرباز در بلوچستان

را نام برد . آب این رودخانه‌ها مورد استفاده کشاورزی ایران است . برروی اغلب این رودخانه‌ها و یا انشعابات آنها سدهای مخزنی بزرگی ساخته شده و یا در دست مطالعه و یا ساختمان است (در این مورد در بخش مهار آبهای سطحی بحث خواهد شد)

۲ ـ ۵ ـ ۱ ـ رودخانه های نیمه دائم (فصلی)

جریان آب در رودخانه‌ها ممکن است چندماه از سال برقرار سپس قطع شود . اغلب باخاتمه فصل پائیز و شروع بارندگی‌های زمستانه جریان آب در این رودخانه‌ها شروع و تا آخر تیر ماه ادامه و با پایان ذوب برفهای قلل مرتفع ، قطع میگردد . به‌این رودخانه‌ها آبهای زیرزمینی خواه چشمه یا قنات وارد نشده و یا بده آنها اندک است و از یخچالها و برف دائم در حوزه آبریز این رودخانه‌ها خبری نیست . بنابراین در مقایسه با رودخانه‌های دائم ، به دلیل قطع جریان آب در فصول خشک ، غیر دائم ، ولی درمقایسه با رودخانه‌های موقتی که جریان آنها چندساعت تا چند روز بیشتر دوام نداشته و ممکن است چندین بار در سال اتفاق افتد و دربقیه مواقع خشک هستند ، جریان آب آنها تداوم بیشتری دارد . از نظر منابع آب آبیاری این رودخانه‌ها اغلب درکشت‌های بهاره مورد استفاده قرار گرفته و میتوان بر روی آب آنها حساب نمود . همچنین در مناطقی که امکان ذخیره سطحی آبهای بهاری وجود داشته باشد میتوان با ذخیره این آبها در بهار اقدام و در فصل گرما و خشک برای جبران کمبود آب منابع آبی از این ذخائر سطحی استفاده نمود . گاهی حجم آب این رودخانه در طول دوره آبدهی آنقدر زیاد است که احداث یک یا چند سد و ذخیره این آبها در دریاچه‌های آن اقتصادی خواهد بود . گاهی در کنار رودخانه میتوان از گودال‌ها و یا عوارض طبیعی دیگری جهت ذخیره سیلاب‌های بهاره استفاده نموده ، و در این خصوص بهترین نمونه چاه نیمه ، کنار هیرمند در زابل را میتوان نام برد . گودال تقریبا" مسدود وسیعی است که سابقا" به هیرمند راه نداشت . با حفر کانالی سیلاب‌های بهاری هیرمند بداخل این به اصطلاح محلی (چاه نیمه) هدایت و با ایجاد تاسیسات تنظیم کننده ، در فصل تابستان که آب هیرمند

Scanned by CamScanner

قطع ، کم و گاهی حتی خشک میشود ، برای آبیاری دشت زابل استفاده میشود . درآبیاری اراضی وقتی منابع آبی چنین رودخانه‌هائی باشند علاوه بر بحث درباره حق آبه که در رودخانه‌های دائم وجود داشته و در باره آن بموقع بحث خواهد شد مسائل دیگری وجود دارند که باید مد نظر داشت .

اولا" باید از میزان آبی که میتوان و یا امکان دارد از رودخانه شق نهر نمود اطمینان کافی داشت و برنامه کشت را بر مبنای دبی واقعی آب رودخانه قرار داد . بعلاوه دوران کشت نباید با ایام خشکی رودخانه مصادف شود .

ثانیا" دبی این رودخانه‌ها در طی فصل نقصان یافته تا به صفر میرسد و طبیعتا"همراه‌باآن مقدار آب استحصالی ما نیز کاهش خواهد یافت علیهذا نیاز آبی روزانه برنامه کشت ما باید با دبی استحصالی از رودخانه وفق داده و حتی مختصری کمتر از آن باشد . به زبان دیگر بهتر است آب تحت اختیار ما همواره کمی بیشتر از نیاز ما باشد .

ثالثا" ازنظرکیفیت آب برای آبیاری ،آب‌رودخانه را باید موردمطالعه‌قرارداد . درصورتیکه کیفیت آب برای کشت گیاه مورد نظر و یا دیگر گیاهان زراعی مناسب نباشد از سرمایه‌گذاری‌های مربوطه خودداری نمود .

۳ ـ ۵ ـ ۱ ـ رودخانه های موقت

مناطق مختلف ایران دارای اقلیم‌های بسیار متفاوتی هستند که آنها را میکروکلیما یا (خرد اقلیم) میگویند ولی بطور کلی اقلیم‌ایران را اقلیمی‌نیمه خشک تعیین کرده‌اند . بدلیل اقلیمی که در اکثر نقاط ایران حکمفرماست بارندگی در این مناطق اکثرا" بصورت رگبارهای کوتاه مدت و با شدت‌زیادبوده‌و بدلیل لختی زمین و نبودن پوشش‌گیاهی کافی دراندک‌مدتی‌جریانهای سطحی بصورت سیلاب‌های متمرکز جریان یافته و در مسیل‌هائی که تاچندلحظه‌قبل خشک بوده‌اند براه‌می‌افتد . و رودخانه‌ای را تشکیل میدهد که چند ساعت پس‌از قطع رگبار مجددا"خشک‌میشود. در این میان گاهی چندین صدهزار متر مکعب آب به صورت سیلاب‌هائی با بده‌چندصد ویا گاهی هزار مترمکعب در ثانیه ومتاسفانه اغلب مخرب که موجب فرسایش خاک سطح حوزه آبریز و بستر مسیل‌گردیده‌و موادجامدمعلق درآن‌خیلی‌زیاداست‌عبورمی‌نماید .ازنقطه‌نظرمنابع آبی درایران از این سیلاب‌ها استفاده چندانی و یا حداقل صحیح نمیشود . در استان خراسان (دشت‌جوین و اسفراین) با ایجاد دیواره‌های خاکی بنام محلی (بندسار) در جهت عمود بر جریان این سیلاب‌ها دریاچه‌های کم عمق وسیعی تشکیل میدهند که آب آنها بداخل نیمرخ خاک نفوذنموده و زمین را برای کشت دیم خصوصا" هندوانه آماده می‌نماید .

پاره‌ای‌ازدهات‌حاشیه کویر ازاین سیلاب‌ها برای آبشوئی اراضی و یایخ آب زمستانه ، تقویت اراضی‌و اصلاح خاکهای شنی استفاده می‌نمایند . استاد ارجمندمان مهندس منصور عطائی رحمه‌ـ الله علیه درکتاب زراعت خود از زله بندی در نواحی سمنان یاد میکند که برای استفاده ازاین آبها بوده است . ازاین سیلاب‌ها میتوان برای تغذیه سفره‌های زیر زمینی استفاده نمود به شرط

Scanned by CamScanner

اینکه قبل از ورود آب بداخل چاههای تغذیه از حوضچه‌های رسوب‌گیر عبور داده شده و پس از رسوب‌اعظم مواد جامد معلق در آن بداخل سیستم تغذیه (استخر ، چاه ، شبکه کانال) هدایت شوند .

عده‌ای از کارشناسان حفاظت آب و خاک معتقدند که باید نزولات آسمانی را درمحل ریزش خود نگهداشت و حتی‌الامکان از جریان ودر نتیجه تجمع آن درمسیل‌جلوگیری نمود . اجرای این سیاست احتیاج به‌تعداد زیادی مهندسین آبیاری و آبادانی متخصص درحفاظت آب وخاک دارد .

بعلاوه باید سرمایه‌گذاری‌های لازم برای تسطیح و یا حداقل آماده نمودن زمین انجام داد . سپس نسبت به انتخاب پوشش گیاهی مناسب برای خاک و اقلیم هر منطقه مطالعات گسترده‌ای انجام و برای کشت و توسعه و حفاظت اولیه آن اقدام لازم معمول داشت . بدین ترتیب میتوان از نزولات آسمانی برای تامین نیاز آبی گیاهان مرتعی که برای هرمحل انتخاب شده‌اند استفاده ، و مراتعی واقعا" مناسب برای دامپروری کشور تهیه‌نمودو (۲۱۵) میلیاردمترمکعب آبی که بی‌نتیجه از سطح حوزه‌های آبریز تبخیر میشود با کشت گیاه مناسب به تبخیر و تعریق مفید بدل نمود . در استفاده از سیلاب‌ها برای آبیاری اراضی باید توجه داشت در اراضی که خاک آن دارای بافت سنگینی است خطر غیر قابل نفوذ شدن کامل این خاکها وجود دارد . در هر حال دراستفاده از سیلاب‌ها برای آبیاری این قبیل خاکها باید جنبه احتیاط را کاملا" رعایت نمود . درصورتیکه‌قبل ازآبیاری این آبها رسوب‌گیری شوند ، خطر فوق مرتفع میگردد . بارندگی درارتفاعات وجریانهای سطحی سرازیر شده سیلاب‌های خطرناکی را بوجود می‌آورد که اگر در مخازن سطحی جمع‌آوری شوند در فصل کشت ازآن برای آبیاری مزارع استفاده می‌گردد . در هر حال خواه با تغذیه مصنوعی و جمع‌آوری سیلاب‌ها در مخازن خالی شده زیرزمینی و استخراج بعدی آن ، خواه با ساختن مخازن سطحی ، و یا جمع‌آوری سیلاب‌ها در دریاچه‌های پشت سد و یا هر راه حل مناسب دیگر وظیفه‌ای است بر عهده مهندسین آبیاری و آبادانی و عدم اجرای آن فرار از وظیفه‌ای‌است که نسل‌های گذشته ازآنجام آن سرباز زده و نسل انقلابی حاضر ، رسالت انجام آنرا برعهده دارد .

رویهمرفته باید از هدر رفتن این‌سیلاب‌ها و خسارت‌های ناشی‌ازآن‌جلوگیری‌نمود . همه‌ساله شاهد جریان سیل و خسارت ناشیه در گوشه و کنار مملکت خود و دیگر ممالک هستیم . موقع آن رسیده است که یکبار برای همیشه به فکر چاره افتاده و با مهار این سیلاب‌ها مسئله را برای همیشه حل نمائیم . و سرمایه‌گذاری انجام شده را از محل وجوهی که در آینده باید برای جبران خسارت سیل به سیل‌زده‌ها بپردازیم‌مستهلک نمائیم . در این راه میتوان از تجربیات جهاد سازندگی که ده‌ها سد و بند خاکی با وجوهی اندک و به کمک متخصصین ایرانی در سراسر مملکت ساخته است استفاده نمود . وآن بخشی از نزولات آسمانی را که نمیتوان در محل نگهداشت و درشرایط فعلی اجبارا" ازحوزه آبریز خارج می‌شوند مهار نموده و بمصرف مفید رساند .

Scanned by CamScanner

۴ ـ ۵ ـ ۱ ـ مهار آب های سطحی

اصطلاح مهار آبهای سطحی دیر زمانی نیست که در بین مهندسینی که به امر آبهای سطحی اشتغال دارند رایج شده است. ولی د رعمل دیر زمانی است که هموطنان ما به این فن به دیدهٔ تقدیس نگاه می‌کنند.

عبدالله‌بن‌مسلم معروف به ابن قتیبه دینه وری در کتاب عیو ن‌الاخبار خود وظیفه دبیران در (دیوان کاست فزود) را اینطور نقل می‌نماید:

((ایرانیان گفته‌اند: آنکه از روان ساختن آبها و کندن جوی‌ها و استخرها، و بستن راه بر سیلاب‌ها، تا بر زمین‌های گود آب چیره نشود وکاهش و افزایش آبها درروزهای سال وگردش ماه و حساب رویه سه گوش و چهارگوش و چند گوش و ساختن پل‌ها، جسرها و برنشاندن دولاب‌ها و چرخاب‌ها بر رودها و چاه و دشواری‌های حساب آگاهی ندارد در دبیری ناتوان است))

فعالیت‌های عمرانی از نصب یک کارگاه صنعتی گرفته تا به زیر کشت بردن اراضی وسیع، ایجاد شهرک‌های چندصد نفری تا اجتماعات بزرگ شهری. در همه جا آب عامل بزرگ و محدود کننده ترین آن محسوب میشود. فعالیت‌هائی که نسل‌های گذشته در جستجوی آب و انتقال آن متحمل شده اند گویای این حقیقت و قدمت این مسئله است. افزایش جمعیت ایجاب می‌کند که اراضی جدیدی به زیر کشت ببریم. در این راه احتیاج به آب داریم و منابع آبی ما جز اندکی‌که وارد مرزهای مملکت میشود محدود به نزولات آسمانی محلی است با توجه به فصل بارندگی مجبوریم آبهای‌سطحی‌را مهار نموده و بموقع مصرف نمائیم. بقای این مملکت در استقلال آن و استقلال در گرو پیروزی انقلاب اسلامی، و پیروزی متضمن پیشرفت و خودکفائی و در راس آن خودکفائی غذائی است که کشاورزی منبع اصلی آن است و به این مهم نخواهیم رسید مگر منابع آبی خود را دریابیم.

الف شرح مختصری در *تاریخچه سدسازی در ایران و جهان*

بارندگی‌های نامنظم و تقریبا" متمرکز در ۳ یا ۴ ماه از سال و کمی آب از یکطرف، نیاز به آبیاری برای‌برداشت محصول مناسب از طرف دیگر فکر مهار آبهای سطحی‌وبهره‌برداری ازآبهای زیرزمینی را ایجاد نمود. در اجرای آن دو راه حل صحیح احداث سد برای مهار آبهای سطحی و حفرقنات برای استخراج آبهای زیرزمینی برای آبیاری پیداشد که هردوبنوبه‌خوداز شاهکارهای عصر خود به شمار میروند. پاسخ به این سئوال که اولین سد جهان کدام و در کجا و چه تاریخی ساخته شد دقیقا" روشن نیست ولی قدیمی‌ترین سدی که در ذهن تاریخ مانده سدی است که در ۲۹۰۰ سال قبل از میلاد در مصر در محلی بنام کشیش* بوسیله منس * بر روی‌نیل بسته شده است. در ۲۳۰۰ ق ـ م سد موریس * در نایوم مصر ساخته و بوسیله کانالی بطول ۴۰۰ کیلومتر حدود ۱۲ میلیارد مترمکعب در سال آب طغیانی نیل را به دریاچه این سد که سطح آن حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع بوده (چهار برابر سد دز) منتقل می‌نموده است.

Scanned by CamScanner

هرودوت مورخ یونانی می‌نویسد پس از آنکه کورش بابل را فتح نمود درمحلی بنام گوندس سدی ساخت که آب آن بین ۶۰ کانال آبیاری‌تقسیم میشد . و برای تامین آب تخت جمشید سه سد بر رودخانه کر ساخت و بخت النصر به تقلید از کوروش سدی درمحل ابوحبه درجنوب بغداد بر دجله بنا نموده و آب مشروب بغداد را تامین نمود . در شکل (۴-۲) و جدول (۶) مهمترین سدهای جهان به ترتیب تاریخ بنا از کتاب (آب‌وفن آبیاری در ایران باستان) عینا" اقتباس شده است .

مطالعه این جدول نشان میدهد که ساختن سد از قدیم‌الایام مرسوم بوده و سدهای بزرگی چون سد موریس حدود ۴۲ قرن قبل بدست بشر ساخته شده و از سد بعنوان تنظیم کننده آب، مهار کننده طغیان‌ها استفاده میشد . ایرانی‌ها نیز در این فن‌استاد بوده وآثار آنها مانند بند میزان، و پل بند گرگر در شوشتر بعد از حدود ۱۷۰۰ سال و سد بهمن در شیراز بعد از ۲۰۰۰ سال هنوز در حال بهره‌برداری است .

ب *سدهای فعلی ایران*

دوره جدید سد سازی در ایران با ساختن سد انحرافی خیرآباد در سالهای ۱۹ ــ ۱۳۱۸ در محل شاوور در ۷۰ کیلومتری شمال اهواز شروع شد . در جدول (۷.) اسامی سدهای بزرگ مخزنی و در جدول (۸.) سدهای بزرگ انحرافی‌ایران همراه با مشخصات آنها آمده‌است .

آنچه مسلم است امروزه سدهای مخزنی و سدهای برگردان و بطور کلی سد ، نقش عمده‌ای در تامین آب کشاورزی ما داشته و خبر احداث یک سد درهر منطقه شادی بخش مردم آن منطقه است .

سالهاست که سرمایه‌های زیادی صرف احداث سدها در گوشه و کنار این مملکت شده است . حق آن است که بهره‌برداری از این‌سدها بدست مهندسین آبیاری وآبادانی انجام گیرد تا مشکلات گذشته و فعلی سدها و اراضی تحت پوشش آنها که صرفا" یک‌مسئله‌کشاورزی است پیش نیامده و با مدیریت صحیح و بهره‌برداری که بر مبانی علوم کشاورزی استوار باشد از تکرار این مشکلات جلوگیری گردد .

البته دروس جداگانه‌ای برای محاسبه و احداث سدهای خاکی دربرنامه‌درسی گنجانده شده است ولی دراینجا آنچه در ارتباط با بهره‌برداری‌از سد بعنوان یک منبع آبی است مختصرا"شرح داده میشود .

تعریف

سد دیواره‌ای است بتونی‌و یا خاکی که در عرض رودخانه و عمود برجهت جریان‌آب ساخته میشود .

اگرآب پشت دیواره سد جمع شده مخزن آبی بنام دریاچه تشکیل دهد سد را مخزنی و یا سد ذخیره می‌نامند .

Scanned by CamScanner

۳ - ۶ - ۱ - اهمیت آب های زیرزمینی

می‌گویند کل حجم آبهائی که در پوسته جامد زمین ذخیره شده‌اند ۶×۱۰^{۷} کیلومتر مکعب است که ۴/۱۲ درصد کل آب موجود در سطح جهان بوده و ۳/۲۱ درصد آن شیرین و ۰/۵۶ درصد آنها در مخازن زیرزمینی ذخیره شده‌اند. در ایران پتانسیل کل آبهای زیرزمینی که سالیانه قابل بهره‌برداری است ۳۶ میلیارد مترمکعب تخمین زده شده است که هم اکنون ۳۱/۸ میلیارد

Scanned by CamScanner

مترمکعب آن بهره‌برداری می‌شود و می‌توان آنها را به شرح زیر تفکیک کرد . (۱۰۱)

از ۹۸۴۱ چشمه	۸/۷ میلیارد مترمکعب
از ۱۹۴۴۲ رشته قنات	۷/۷ میلیارد مترمکعب
از ۱۰۷۶۰۲ حلقه چاه‌عمیق‌ونیمه‌عیمق	۱۵/۴ میلیارد مترمکعب
جمع	۳۱/۸ میلیارد مترمکعب

این ۳۱/۸ میلیارد مترمکعب آب در سطح مملکت پخش بوده و با بهره‌برداری از آنها در امور صنعتی ، کشاورزی و شرب استفاده می‌گردد .

ـ مخازن‌زیرزمینی برخلاف‌مخازن‌سطحی بی‌خطر و بدون هزینه نگهداری بوده و درصورتیکه بطور صحیح مورد بهره‌برداری قرار گیرند می‌توانند مطمئن‌ترین و مفیدترین منابع آبی محسوب شوند .

ـ گاهی‌آبهای زیرزمینی دارای مواد معدنی ویژه‌ای‌هستندکه‌برای درمان بعضی ازبیماریهای پوستی مفید می‌باشند . در ایران از این منابع بصورت چشمه‌های آب گرم و آب معدنی که‌در دامنه‌های البرز و در استان آذربایجان ، سمنان ، کردستان فراوان دیده می‌شوند ، مورداستفاده وسیع قرار می‌گیرند .

ـ از آبهای زیرزمینی میتوان‌بعنوان معرف و بمنظور شناخت جنس طبقات زیرزمینی‌استفاده کرد . با تجزیه آبهای زیرزمینی و مطالعه ترکیبات آن به جنس طبقات زمینی که این آبها درآنجا ذخیره بوده‌اند می‌توان پی‌برد .

ـ آنچه مربوط به کار ما است سفره‌های آب زیرزمینی منبع عظیمی برای آب آبیاری‌محسوب شده و در بهره‌برداری از آنها آنقدر افراط شده که در مناطق بزرگی مانند کرمان ، یزد ، ورامین، قزوین و حتی کرج برداشت از این سفره به مراتب بیشتر از تغذیه بوده و همه ساله شاهد پائین رفتن سطح آب زیرزمینی بوده و هستیم . واگر فکر اساسی برای این مسئله نشود بزودی شاهد فاجعه بزرگی خواهیم بود و این ذخائر قیمتی که طی قرن‌ها بوجود آمده یکباره بدست یک نسل به یغما رفته و دیر یا زود به سرنوشت کشورهائی نظیر حجاز و شمال افریقا دچار خواهیم شد .

رویهمرفته مطالعه و بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی مستلزم شناخت کافی اطلاعات و گسترده‌ای از بسیاری از علوم‌وابسته به‌آن مانند : هیدرولوژی آبهای سطحی ، هیدروژئولوژی، هیدرولیک جریان در محیط‌های متخلخل ، ژئوشیمی خواهد بود . اگر هدف کاربرد این آبهادر کشاورزی باشد باید از علوم آبیاری و زهکشی اطلاع کافی داشت .

دخالت و مدیریت افراد ناآگاه و غیر متخصص در این رشته و بهره‌برداری بی‌رویه و سود‌جویانه ضربه‌های مهلکی به‌این منابع ارزنده وارد نموده که جانشینی آنها اگر غیر ممکن نباشد بسیار مشکل است .

Scanned by CamScanner

۴ـ۶ـ۱ ـ انواع سفره های آب زیرزمینی

الف ـ تعریف

به کلیه آبهائی که در پوسته جامد زمین تا عمق ۱۵۰ یا ۲۰۰ متر ذخیره می‌گردند و با روشهای مختلف اعم از چاه عمیق، چاه نیمه عمیق، قنات، چشمه، می‌توان استخراج و مورد استفاده قرار داد آبهای زیرزمینی اطلاق می‌گردد. و به مخازنی که این آبها در آن ذخیره می‌شوند اصطلاحا" (سفره آب زیرزمینی) می‌گویند. سفره‌های آب زیرزمینی را از طریق عمق، فشار آب سفره، شکل سفره، جنس بستر، طبقه‌بندی می‌نمایند. ما ذیلا" به شرح مختصر آن پرداخته و برای اطلاع بیشتر خوانندگان به کتب تخصصی (۵) راهنمائی می‌نمائیم.

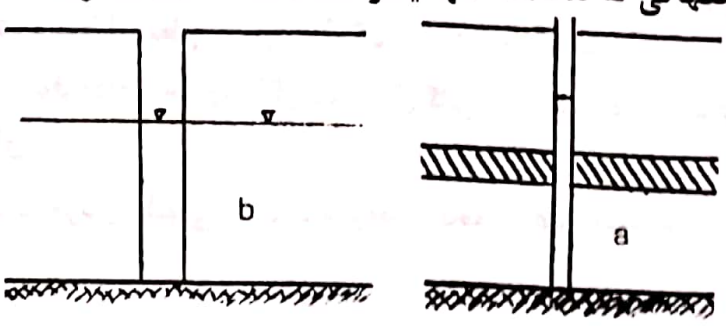
ب ـ *طبقه‌بندی برحسب عمق*

مکانیزم ذخیره و ترکیب آب در این سفره‌ها بر اساس حرکت آب در محیط های متخلخل استوار است و جریان امر بدین قرار است که آبهای نفوذ یافته بداخل خاک به حرکت خود ادامه داده و این حرکت در برخورد با طبقه غیر قابل نفوذ از خاک رس یا سنگ مادری متوقف میشوند، و در همانجا ذخیره می‌گردند. تداوم این جریان طی گذشت زمان موجب انباشته شدن هر چه بیشتر این آبها شده و تشکیل سفره‌ها یا آبانباشت‌هائی (یا آبخوان‌هائی) که فرانسه وانگلیسی به (Aquifire) موسوم هستند، میدهند. حال اگر طبقه نفوذناپذیر در اعماق کم باشد سفره‌های حاصله را سطحی واگر در اعماق زیاد باشند سفره‌های تشکیل‌شده را سفره عمقی گویند. پس از نظر عمق سفره آب‌زیرزمینی یا سطحی است (کمتر از ۳۰ متر) و یا عمقی. درعمق بیشتر از ۳۰ متر.

ج ـ *طبقه بندی سفره‌ها بر اساس فشار آب داخل آنها*

درتشکیل سفره گفتیم وقتی آب نفوذیافته به طبقه غیر قابل نفوذی رسید برروی آن انباشته شده و تشکیل سفره آب زیرزمینی را میدهد. حال بسته به اینکه موقعیت این لایه آبدار نسبت به لایه‌های فوقانی خود چگونه باشد سه نوع سفره تشخیص میدهند.

ـ سفره آزاد ـ سطح این سفره آزاد بوده وفشار آن برابر یک آتمسفر است. باافزایش آب به سفره، سطح سفره بالا آمده به سطح زمین نزدیکتر می‌شود. به سخن دیگر مرتبا" از عمق سطح ایستابی کاسته می‌گردد. اگر در این سفره، چاه آبی حفر شود، سطح آب در داخل چاه و داخل سفره در یک تراز خواهد بود. به‌عبارت دیگر سطح فشار آب (سطح پیزومتریک) بر سطح آب منطبق است. شکل(۱۸-۱)این سفره‌ها و در آبرفتهائی که ضخامت آنها یکنواخت باشد تشکیل میشوند.



شکل(۱۸-۱) سطح فشار در
a سفره تحت فشار
b سفره آزاد

Scanned by CamScanner

این فشار موجب میشود که آب از چاه تغذیه خارج و بداخل مواد بسترآبخوان تزریق گردد. گاهی در اثر پمپاژ بی‌رویه از سفره‌های ساحلی، آب شور دریا بداخل این سفره‌ها نفوذ نموده و شور شدن آب چاه‌های منطقه را موجب میشود. تزریق آب شیرین در این سفره و ایجاد مانعی در مقابل هجوم آب‌های شور دریا، شیرین شدن مجدد آب این چاه‌ها را موجب می‌گردد.

تغذیه درسفره‌های آزاد نیز از راه چاه‌های تغذیه امکان پذیر است. در این حالت با ایجاد آب کوههای از آب شیرین مانع از نفوذ آب شور دریا بداخل سفره‌های ساحلی خواهیم شد.

۸ ـ ۶ ـ ۱ ـ بهره برداری از آب زیرزمینی

در ایران آب‌های زیرزمینی را با حفر چاه‌های نیمه عمیق و یا عمیق، حفر قنات و چشمه بهره‌برداری می‌نمایند. از آنجائی که آب زیرزمینی یکی‌از مهمترین منابع آب آبیاری را تشکیل می‌دهند به شرح مختصر این منابع می‌پردازیم.

الف ـ چاه

قاعده علمی خاصی برای تشخیص چاه‌های نیمه عمیق و عمیق از یکدیگر وجود ندارد. ولی عامه مردم در عمل این اصطلاح را به چاهی که عمق آن کمتر از ۳۰ متر بوده و آب آن به کمک پمپ‌هائی که در سطح زمین واقع است استخراج می‌شود اطلاق می‌نمایند و بدین طریق چاه‌عمیق چاهی است که در سفره‌های واقع در عمق بیشتر از ۳۰ متر و بوسیله ماشین‌های حفاری حفر شده و آب آن بوسیله پمپ‌های شناور مستغرق در آب چاه استخراج می‌گردد. همانطوریکه ذکر شد این تعریف پایه‌های علمی ندارد.

۱ـ چاه‌های نیمه عمیق

چاه‌های نیمه عمیق انواع مختلفی داشته از چاه‌های دستی کوچکی که در مزارع حفر شده تا انواعی که آب آنها برای مصارف شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل می‌شوند. آب چاه‌های نیمه عمیق از جهات زیر برای مصارف عمومی قابل بحث است.

a ـ سطح ایستابی سفره‌های سطحی که در آنها چاه‌های نیمه عمیق حفر می‌گردند نوسان زیادی می‌نمایند از اینجهت بهادامه بهره‌برداری ازاینگونه‌چاه‌ها نبایداطمینان‌کامل داشت.

b ـ بهره‌برداری از چاه‌های شهر موجب پائین آمدن سطح ایستابی سفره‌های سطحی در نتیجه موجب پائین آمدن سطح آب در چاه‌های نیمه عمیق وگاهی خشک شدن آنها می‌گردد.

C ـ در اراضی ساحلی ادامه بهره‌برداری خارج از ظرفیت تعیین‌شده‌از چاه‌های نیمه‌عمیق موجب هجوم آب شور دریا بداخل سفره‌های ساحلی و در نتیجه شور شدن آب این چاه‌ها خواهد شد.

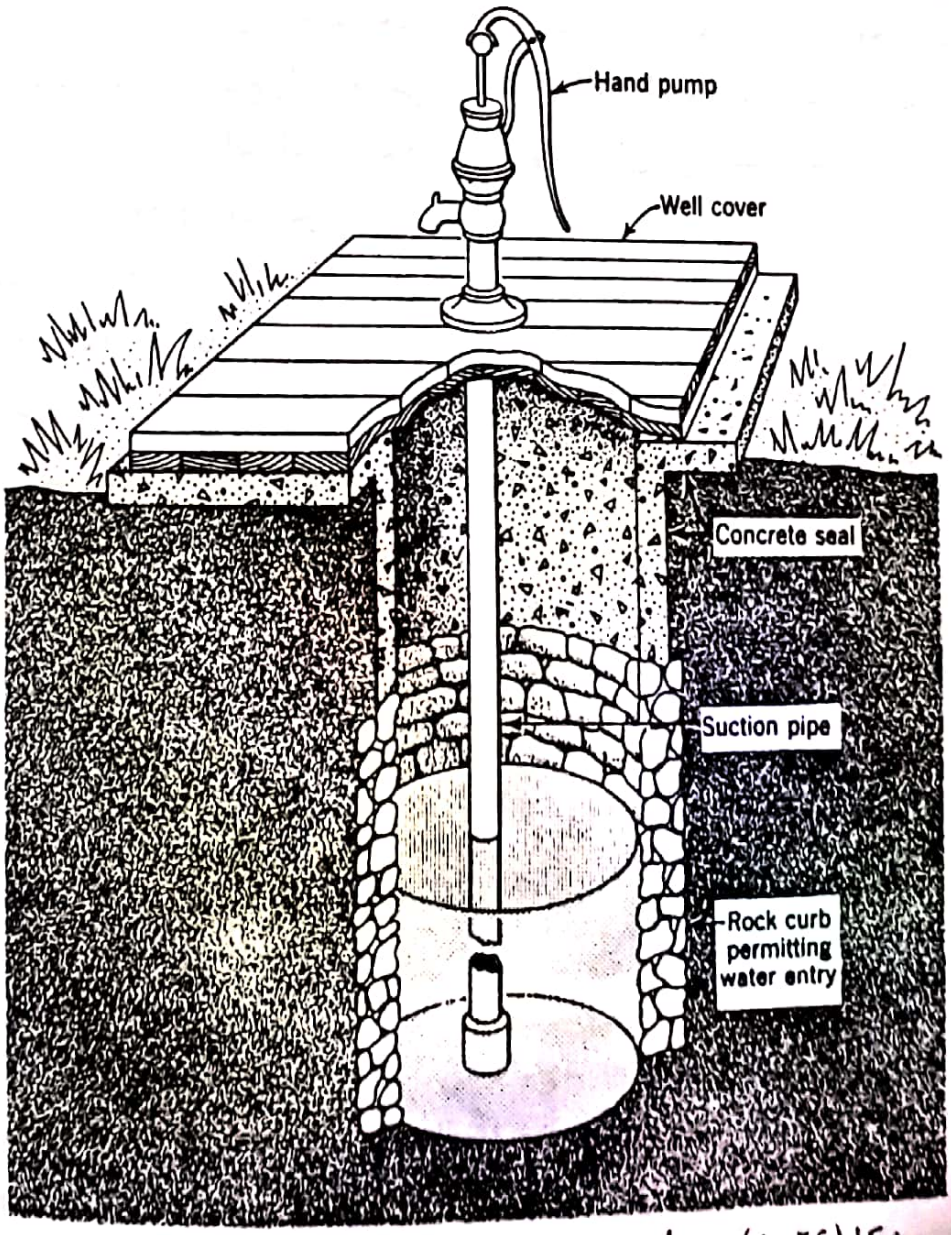
d ـ از نظر بهداشتی آب این چاه‌ها بدلیل احتمال تغذیه با آب‌های آلوده سطحی چندان قابل اعتماد نیست. از اینجهت بهره‌برداری از چاه‌های نیمه عمیق مستلزم مطالعات

Scanned by CamScanner

بوده و همواره نسبت به حفظ بهداشت آب این قبیل چاه‌ها باید نهایت دقت رانمود.
چاه‌های نیمه‌عمیق انواع زیادی دارند. در اینجا چندنوع از این‌چاه‌ها را ذکر می‌نمائیم:

چاه دستی:

همانطوریکه از اسم آنها پیداست چاههائی هستند که با نیروی کارگر (مقنی) و به وسیله بیل و کلنگ حفر می‌گردند. برای حفر این چاه‌ها گاهی از ماشین استفاده میشود ولی درایران معمول نیست. قطر این چاه‌ها از ۰/۵ متر بیشتر بوده و در چاه‌هائی که در مازندران حفر می‌گردد گاهی قطر آن به ۳ تا ۴ متر میرسد. قطروعمق چاه نابع ذخیره مورد نیاز است.
در سفره‌هائی که ضریب آبدهی کمی دارند قطر چاه را زیاد نموده تا حجم آب ذخیره‌شده در چاه کار مداوم پمپ را با دبی بیشتر و زمان زیادتر تضمین نماید.
عمق این چاه‌ها نابع عمق سطح ایستابی، کیفیت آب سفره‌های سطحی و میزان آبدهی آنها، همچنین جنس سازند آبدار بوده و در هر حال بیشتر از ۳۰ متر نخواهد بود.



شکل(۲۶-۱) ـ چاه دستی اقتباس از (۱)

Scanned by CamScanner

دیواره چاه را به دو بخش مهم می‌توان تقسیم نمود :

الف ــ بخش فوقانی یا لایه سطحی که خارج از سطح ایستابی واقع بوده و از سطح آن هرگز آبی نراوش نمی‌شود . این بخش از سطح زمین شروع شده و تا بالاترین ارتفاع سالیانه سطح ایستابی ادامه می‌یابد و بنام (خشکه چاه) معروف است . معمولا" این بخش از چاه را با لوله‌های بتنی غیر مسلح به قطر ۲ متر و به ضخامت حداکثر ۱۰ سانتیمتر که اغلب در منطقه ساخته می ــ شوند (کول‌های بتنی) و یا آجر یا ملاط سیمان و یا کلا" با بتن سیمان می‌پوشانند . و بدین ترتیب با آب بندی کامل این بخش شکل(۲۶-۹) از نفوذ آبهای سطحی بداخل سفره جلوگیری می‌نمایند .

ب ــ بخش دوم لایه زیرین چاه را آب فراگرفته است در سفره‌های آزاد از تمامی ارتفاع دیواره این بخش آب بداخل چاه تراوش می‌نماید . در سفره‌های تحت فشار ممکن است این بخش از دیواره چاه نیز آبده نبوده حتی مقداری از آب چاه بداخل آن نفوذ نماید . در اینصورت پوشش این بخش تا عمق سازند آبدار ضروریست . شکل (۲۷-۱) در سازند آبدار پوشش دیواره‌های چاه نفوذپذیر بوده و جریان آب بداخل چاه را ممکن می‌سازد . این پوشش ممکن است از سنگ لاشه (شکل(۲۶-۱) و یا کول‌های بتنی سوراخدار شکل ۱(۲۷-۱)) باشند .

چاه‌های دستی بندرت برای آبرسانی شهرهای کوچک و مصارف عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرند . در صورت لزوم چاه‌هائی با قطر زیاد که تا لایه‌هائی شنی و ماسه‌ای و با نفوذپذیری زیاد ادامه می‌یابند حفر می‌گردند (شکل (۲۷-۱) این نوع چاه‌ها دارای این امتیاز هستند که آب زیادی را در خود ذخیره نموده در نتیجه پمپاژ با بده زیاد و زمان طولانی نیز را امکان‌پذیر می‌نمایند .

بهره‌برداری از این چاه‌ها در صورتیکه عمق سطح ایستابی کمتر از ۸ متر باشد بکمک پمپ‌های دستی شکل(۲۶-۱) و چنانچه عمق سطح ایستابی بیشتر از ۸ باشد بوسیله پمپ‌های شناور خواه الکترو پمپ و یا موتور پمپ انجام می‌گیرد . در هر صورت پمپ‌ها را باید با بار مکش مثبت مجهز نمود . بدین ترتیب آبگیری اولیه لوله مکش احتیاجی نخواهد بود .

حفر چاه نیمه عمیق

پس از تعیین محل چاه حفره‌ای استوانه‌ای شکل که قطر آن اندکی بیشتر از قطر لوله‌های بتنی است در بخش خشکه چاه حفر می‌نمایند . به‌محض رسیدن به سطح ایستابی (ظهور گل اشباع) بکمک جرثقیل یا کمک کارگر ، لوله‌ها را بداخل چاه منتقل نموده و بر روی هم مطابق شکل قرار ــ می‌دهند . دقت زیادی باید نمود تا لوله‌ها نشکنند . برای احتراز از شکستگی ، گاهی قبل از شروع حفاری لوله شماره (۱) را که جدار آن سوراخدار و نفوذپذیر نسبت به آب است در سطح خاک قرار داده و خاک داخل و اطراف آنرا خارج می‌نمایند . و بدین ترتیب با ادامه حفاری لوله در اثر وزن خود بتدریج بداخل چاه پائین می‌رود . پس از آنکه عمق چاه به ارتفاع لوله اول رسید لوله

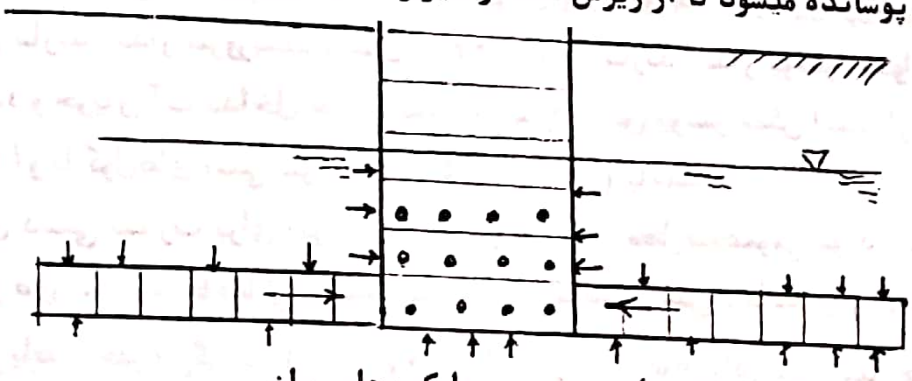
Scanned by CamScanner

دوم را در روی لوله اول قرار داده و حفاری را ادامه میدهند. بهمین ترتیب لوله سوم و چهارم بر روی یکدیگر قرارداده میشود. عیب این روش این است که ممکن است مجموعه‌لوله‌ها بحالت قائم درنیامده به یکسو متمایل گردند.

حفاری در داخل سفره آبده فقط به اندازه قطر خارجی لوله انجام می‌گیرد. پس از نصب لوله‌ها، اطراف آنرا در بخش خشکه چاه به ضخامت ۱۰ تا ۱۲ سانتیمتر بتن ریزی می‌نمایند تا از نفوذ آبهای سطحی به داخل چاه جلوگیری نمایند.

شکل (۲۷-۱)

برای ازدیاد آبدهی چاه‌های نیمه عمیق گالری‌هائی بنام (کوره) درجهت عمود برجهت جریان آب زیرزمینی حفر نموده و آنرا به چاه متصل می‌نمایند. تعداد این کوره‌ها ممکن است متعدد ولی اغلب دو عدد و در طرفین چاه آب میباشد. این کوره‌ها آب زیادی بداخل چاه آورده و ظرفیت ذخیره چاه را بالا میبرند. دیواره کوره مانند آنچه در بخش قنات گفته‌خواهد شد با کول پوشانده میشود تا از ریزش سقف و دیواره‌ها جلوگیری نماید.



شکل(۲۷-۱) چاه نیمه عمیق با کوره‌های جانبی

این نوع چاه‌هابا چاههائی که بنام چاه فلمن (پاراگراف) معروف‌اند قابل مقایسه است و در حقیقت تکنیکی که در ساخت این چاه‌ها بکار برده میشود نوع ایرانی آن بوده و با شرایط محیط و اقتصاد کشور ما سازگارتر است.

۲ـ چاه حبشه‌ای:

حفر این‌چاه در ایران معمول نیست. معذالک برای اطلاع ازتکنیک آن مختصرا" شرح‌داده میشود. تکنیک حفر این چاه مانند کوبیدن میخ در یک صفحه چوبی است. در این‌جا لوله‌ای که در یک انتهای خود جسم نوک تیزی بنام قلم چاه و در انتهای دیگر آن کلاهکی قرار دارد نقش میخ را برعهده می‌گیرد. قلم چاه در حکم نوک میخ و لوله اتصال بمثابه بدنه میخ و کلاهک بمنزله ته میخ است. وزنه‌ای نقش چکش را ایفا نموده و با ضربه‌های متوالی لوله و قلم انتهائی آنرا در زمین فرو می‌برد. شکل (۲۸-۱).

طرز کار ـ قطر قلم چاه مختصری بزرگتر از قطر لوله پوشش جدار چاه است. قلم چاه متصل به لوله سوراخدار و یا صافی چاه می‌باشد. آب از جدار سوراخ‌های لوله و یا روزنه‌های صافی‌وارد چاه می‌گردد. ورود قلم چاه بداخل خاک بوسیله ضربه‌های متوالی چکش و یا وزنه‌ای که به‌کلاهک انتهائی وارد میشود انجام می‌گیرد.

Scanned by CamScanner

تفاوت چاه رانی و فلمن در طرز لوله‌گذاری آن است . در چاه رانی لوله‌جدار کوره‌ها مشبک و مستقیما" پس از حفر کوره‌ها نصب می‌گردند و در حالیکه در چاه فلمن پس از حفر کوره‌ها لوله بدون روزنه‌ای نصب و در داخل آن لوله منفذداری وارد نموده و بین آن دو را از شن صافی پر کرده و سپس لوله بدون روزنه بیرونی را خارج می‌نمایند .

گرچه این چاه‌ها روزبروز توسعه بیشتری می‌یابند ولی در ایران بدلیل هزینه زیاد و تکنیک نسبتا" پیچیده چندان مورد استقبال عموم قرار نگرفته و در صورت نیاز به‌این قبیل چاه‌ها از نوع ایرانی آن استفاده میشود .

۶ـ چاه آرتزین

چاه‌های‌معمولی در سفره‌آزاد (پاراگراف) حفر شده‌اند . فشار در سطح‌آب برابر یک‌اتمسفر بوده و تراز سطح آب در چاه و تراز سطح فشار در داخل سازند آبدار یکی است .

با حفر چاه در سفره‌های تحت فشار آب در چاه بالا آمده و تراز سطح آب در داخل چاه و سفره یکسان نیست . بالا آمدن سطح آب در داخل چاه را آرتزین گویند . در ایران چاه آرتزین به چاهی اطلاق میشود که آب از دهانه چاه فوران نماید و آن موقعی اتفاق می‌افتد که ترازسطح فشار آب (سطح پیزومتریک) بالاتر از سطح زمین قرار گیرد . آرتزین نام اولین حفار این قبیل چاه‌ها بوده است .

۹ ـ ۶ ـ ۱ ـ تعریف چاه عمیـــق

گرچه از نظر علمی امتیاز این چاه‌ها این‌است که در سفره‌های عمیق (عمق بیشتراز ۳۰ متر) و وسیع حفر می‌گردند . درنتیجه نوسان شدید سطح ایستابی که در چاه‌های سطحی مسئله آفرین بود مصون بوده بعلاوه سطح فشار پیزومتریک کمترتغییر نموده و نتیجه نهائی اینکه بهره‌برداری از چاه با دبی یکنواختی صورت می‌گیرد .

ازنظرکیفیت آب ـ ازنظربهداشتی احتمال آلودگی خیلی کمترازچاه‌های نیمه‌عمیق است . مگر اینکه‌درآب‌بندی‌چاه‌دقت‌کافی‌نشده و آبهای سطحی بداخل چاه‌راپیدانمایند . ویا آب سفره‌های سطحی از راه درز و شکاف سنگ بستر لایه‌های فوقانی به سفره‌های زیرین نفوذ نمایند .

نامناسبی چاه‌های عمیق ـ هزینه‌های خیلی زیاد اولیه بوده، بعلاوه مسیر طولانی که آبهای زیرزمینی طی می‌نمایند ممکن است مواد شیمیائی سنگ‌ها را در خود حل نمایند ازاین جهت اغلب آب‌های زیرزمینی سخت ، و خورنده (اثر شیمیائی بر لوله‌ها) بوده و گاهی بدلیل شوری زیاد قابل استفاده نمی‌باشند . چاه‌های عمیق را به چندین طریق حفر می‌نمایند که ذیلا" مهمترین روش ها را مورد بحث قرار می‌دهیم .

۱۰ ـ ۶ ـ ۱ ـ روش های حفاری چاه عمیق

الف ـ روش ضربه‌ای

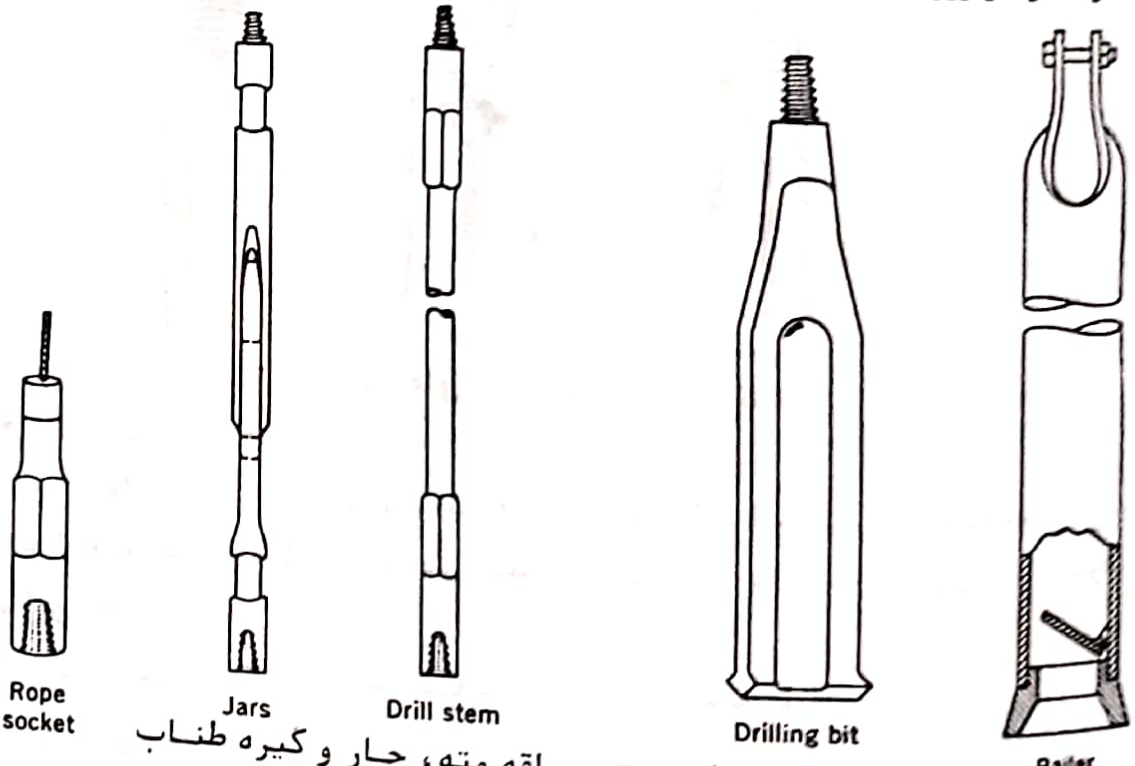
از قدیمی‌ترین روش های حفاری چاه عمیق محسوب شده و در تمامی اراضی قابل اجراست . اصول روش بر این روال است که کلنگ حفاری که در انتهای کابلی آویزان است مرتبا" بوسیله

Scanned by CamScanner

جرثقیل تا ارتفاع مشخصی بالا آورده شده رها می‌گردد . کلنگ با کف چاه برخورد نموده وزن زیاد آن مواد کف چاه را خرد می‌نماید . تکرار این حرکت موجب خرد شدن لایه‌های کف وعمیق‌تر شدن چاه می‌گردد . انجام کار بوسیله جرثقیل شکل (کاتالوگ) که در محل چاه مستقر شده و دارای دکل بلندی است که کابل دستگاه از قرقره انتهائی آن عبور نموده و مته حفاری درانتهای آن آویزان است انجام می‌گیرد و در ضمن لوله‌های جدار و دیگر وسائل بوسیله کابل بداخل چاه منتقل و گل حفاری و ذرات خرد شده معلق در آن بوسیله گل کش از چاه خارج میشود .

بمنظور سرعت بخشیدن به حفاری در صورت لزوم میتوان وزنه‌های فولادی به مته اضافه نموده و آنرا سنگین‌تر نمود . با پیشرفت کار و افزایش عمق چاه لازم است بر طول کابل اضافه شود . این عمل با چرخش هرچند دقیقه یکبار قرقره ذخیره کابل انجام می‌گیرد .

در شروع کار مته دستگاه بدلیل کمی فاصله نمیتواندکارکند . از اینجهت چند متراولیه‌چاه را بطریق دستی حفر می‌نمایند . بدین ترتیب فضای کافی برای بالا و پائین رفتن مته ایجاد می‌شود . بعد از مدتی با چرخش قرقره دستگاه کابل داخل چاه جمع‌آوری و مته حفاری ازآن‌جدا و وسیله دیگری بنام گل کش به‌آن متصل و ذرات خرد شده را که بصورت گل روانی است از چاه خارج می‌نمایند . گل کش استوانه‌ای است تو خالی که در قسمت زیرین آن مجهز به‌دریچه‌یکطرفه است . شکل(۳۱-۱)برخورد انتهای گل‌کش با کف چاه دریچه یکطرفه باز شده‌وگل‌روان به‌استوانه وارد میشود . پس از پر شدن گل‌کش، کابل دستگاه استوانه را بالا می‌آورد . در اینموقع دریچهٔ یکطرفه در اثر وزن گل درون استوانه بسته شده و از ریزش آن بداخل چاه جلوگیری می‌نماید . در



شکل(۳۱-۱)- بیلر ، مته ، ساقه مته ، جار و کیره طناب

خارج ازچاه‌دراثربرخورد دریچه یکطرفه باسطح زمین دریچه مجددا" بازشده و گل روان‌ازاستوانه خارج می‌گردد . بعد از تخلیه چاه از گل حفاری ممکن است احتیاج به تعویض سر مته باشد .

Scanned by CamScanner

فصل پنجم

نیاز آبی گیاهان

رابطه آب- خاک -گیاه - اتمسفر
تبخیر-تعرق
روشهای مستقیم
روشهای غیر مستقیم
روشهای ترکیبی
معادله‌های تجربی
محاسبه ضریب گیاهی
مقدار آب آبیاری
تبخیر-تعرق بعنوان متغیر احتمالاتی
برنامه‌ریزی آبیاری
تعیین زمان آبیاری
نمایه‌های گیاهی
نمایه‌های خاک
روش‌های بیلان آبی
مسائل
منابع

۵-۱ رابطه آب - خاک - گیاه - اتمسفر

رابطه بین آب ، خاک ، گیاه و اتمسفر را می‌توان به این صورت توصیف کرد که گیاه برای زنده ماندن نیاز به آب دارد و آب به صورت ذخیره در خاک موجود است. اتمسفر انرژی لازم برای گیاه را تأمین می‌کند تا بتواند آب مورد نیاز خود را از خاک دریافت کند. این فرایندهای به ظاهر ساده در یک سیستم بسیار پیچیده و مرتبط بهم صورت می‌گیرد که به آن زنجیره آب - خاک - گیاه - اتمسفر گفته می‌شود. هر یک از عناصر این زنجیره متأثر از اجزاء دیگر بوده و بر سایر عناصر نیز اثر می‌گذارد. بطوری‌که هیچ فرآیندی از آن را نمی‌توان به صورت ساده و مستقل در نظر گرفت و اگر عملاً گاهی اوقات از فرآیندهای جداگانه‌ای مانند تعرق، جذب، تبخیر و یا امثال آن بحث می‌شود فقط از نظر ساده کردن موضوع و تبیین آن می‌باشد.

گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک که مسأله کمبود آب یکی ازمعضلات کشاورزی می‌باشد تعرق اساسی‌ترین فرآیندی است که در زنجیره آب - خاک - گیاه - اتمسفر صورت می‌گیرد. حدود ۹۰ درصد اجزاءفعال‌گیاه‌ازآب تشکیل شده‌وبیش‌از ۹۹ درصدآب مصرفی گیاه صرف تعرق می‌شود. تعرق فرآیندی است که طی آن آب از طریق روزنه‌های گیاه تبدیل به بخار شده و از آن خارج می‌شود. تعرق زمانی انجام می‌شود که فشار بخار آب در داخل روزنه گیاه بیشتر از فشار

Scanned by CamScanner

بخار آب در هوای مجاور بوده و روزنه‌ها نیز باز باشند تا دی‌اکسیدکربن بتواند برای انجام عمل فتوسنتز وارد گیاه شود. بنابراین هر زمان که روزنه‌ها باز باشند ولو این‌که در داخل خود برگ و یا درحدّ فاصل برگ و هوای مجاور مقاومت‌هایی صورت بگیرد، عمل تعرق انجام می‌پذیرد.

همزمان با خروج آب از برگها، گیاه آب را از طریق ریشه‌ها جذب می‌کند تا آبی که در اثر تعرق از دست رفته است جبران شود. برای این منظور آب در داخل خاک به سمت ریشه‌ها حرکت نموده و پس از وارد شدن به داخل گیاه از طریق آوندها به برگها می‌رسد. حرکت آب از خاک به داخل ریشه و سپس از ریشه به برگ در اثر اختلاف پتانسیل بین خاک و برگ است. میزان جریان آب طی این فرآیند عبارت است از:

$$Q = \frac{\Phi_{leaf} - \Phi_{soil}}{r_{plant} + r_{soil}} \qquad (۱-۵)$$

که در آن:

Q = سرعت جریان آب از خاک بطرف برگها

Φ_{leaf} = پتانسیل کل آب در داخل برگ که مجموع پتانسیل فشاری سلولهای برگ و پتانسیل اسمزی در برگ است.

Φ_{soil} = پتانسیل کل آب در خاک، شامل ماتریک و اسمزی

r_{plant} = مقاومت در برابر جریان آب در داخل گیاه مشتمل بر مقاومت در داخل ریشه‌ها، مقاومت در داخل آوندها و مقاومت در برگها

r_{soil} = مقاومت در برابر جریان آب در داخل خاک

خاک در زنجیره «*آب - خاک - گیاه - اتمسفر*» خاک را می‌توان مخزنی دانست که آب را موقتاً در خود ذخیره کرده و سپس به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد. نیروهای موئینه‌ای و جاذبه خاک که به نام نیروهای ماتریک (matric) معروفند، مقدار قابل توجهی آب را در داخل منافذ خاک نگهداری می‌کنند. نیروی موئینه‌ای به دلیل چسبندگی ذرات خاک با آب و کشش سطحی مولکولهای آب بوجود می‌آید و نیروهای جاذبه‌ای به دلیل بار منفی سطح ذرات رس است که بخش مثبت مولکولهای قطبی آب را بخود می‌چسباند. برای این که آب بتواند در خاک جریان پیدا کند باید نیرویی که آب را به طرف ریشه می‌کشاند بر این نیروها غلبه نماید. حداقل نیروی لازم برای استخراج آب بستگی به رطوبت خاک و نوع خاک دارد. منحنی مشخصه رطوبتی خاک که رابطه بین درصد رطوبت خاک و پتانسیل آب می‌باشد نشان دهنده آن است که با یک نیروی معین چه مقدار آب می‌توان از خاک استخراج کرد.

اتمسفر انرژی لازم برای گیاه به منظور تأمین آب مورد نیاز از خاک توسط اتمسفر تأمین می‌شود. چنانچه روزنه‌ها باز باشند و آب نیز محدود نباشد وضعیت اتمسفر عامل کنترل کننده

Scanned by CamScanner

سرعت تعرق است. مهمترین پارامتر در این مورد دما و رطوبت است. بالا بودن دما باعث افزایش تعرق و مرطوب بودن هوا موجب کاهش آن می‌شود. عامل مهم دیگر سرعت باد است که باعث می‌شود بخار آب تجمع یافته در سطح برگها از محیط خارج شده و اختلاف فشار بخار بین گیاه و هوا را تشدید نماید. البته باید توجه داشت که اتمسفر خود فاقد انرژی است و کلیه انرژی های آن توسط تابش خورشید تأمین می‌شود که از طریق اتمسفر بر گیاه اعمال می‌گردد.

اگر یک دوره زمانی مشخص، مثلاً یک شبانه روز، را در نظر بگیریم معادله بیلان انرژی خورشید در آن بصورت زیر خواهد بود:

$$R_n = (1 - \alpha)R_s + I_1 - I_2 \qquad (۲-۵)$$

که در آن:

R_n = انرژی خالص وارد شده به سطح زمین

R_s = انرژی ورودی به سطح زمین بصورت طول موج کوتاه

I_1 = انرژی ورودی به سطح زمین بصورت طول موج بلند

I_2 = انرژی خارج شده از سطح زمین بصورت طول موج بلند

α = ضریب بازتاب تابش (albedo)

ضریب بازتاب تابش بستگی به خصوصیات فیزیکی سطح زمین و پوشش آن دارد. برای پوششهای گیاهی این مقدار معمولاً ۰/۲۵ در نظر گرفته می‌شود.

باتوجه به‌معادله فوق که در آن انرژي خالص خورشید توصیف گردید، مقدار تابش خالصی که به سطح زمین می‌رسد به سه قسمت اساسی تقسیم می‌شود. بخشی از این انرژی در صورت وجود آب و پوشش گیاهی صرف تبخیر (یا تبخیر-تعرق)، بخشی صرف گرم کردن هوا و بخش دیگر به‌مصرف گرم کردن زمین می‌رسد.

$$R_n = E + H + G \qquad (۳-۵)$$

که در این معادله:

R_n = تابش خالص خورشیدی

E = تبخیر یا تبخیر-تعرق

H = گرمای محسوس که صرف گرم کردن هوا می‌شود

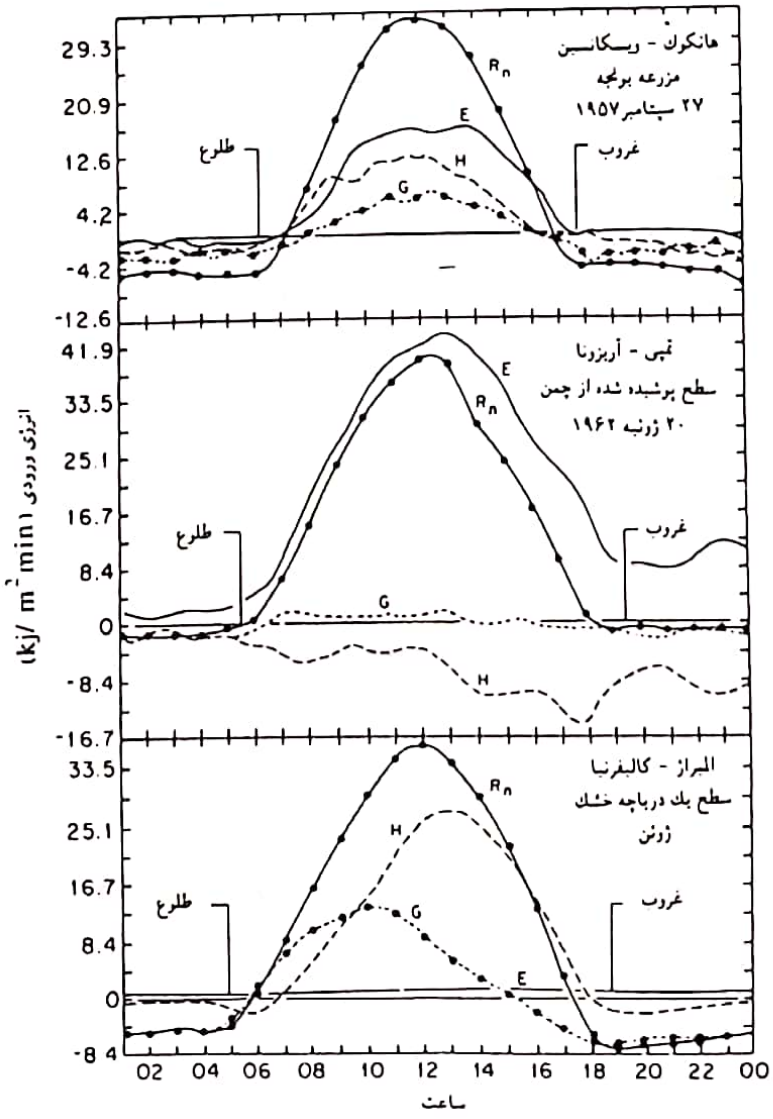
G = مقدار انرژی که صرف گرم کردن زمین می‌شود

این که چه مقدار از انرژی خالص به‌مصرف هرکدام از اجزاء سه‌گانه فوق گردد بستگی به شرایط آب و هوایی و موجودیت آب در سطح زمین دارد. در شکل ۵-۱ بیلان اندازه‌گیری شده انرژی در سه وضعیت آب و هوایی در طی یک شبانه روز، از طلوع خورشید تا طلوع روز دیگر، نشان داده شده است. قسمت بالای شکل مربوط به یک مزرعه یونجه در وضعیت آب و هوای معتدل است. در این‌جا مشاهده می‌شود که به دلیل وجود رطوبت برای تبخیر-تعرق، توزیع انرژی بین

Scanned by CamScanner

E، H و G بطور متعادل صورت می‌گیرد. مقدار بیشتری صرف تبخیر-تعرق، مقداری صرف گرم کردن هوا و بخش کمتری به‌مصرف گرم شدن زمین می‌شود. در یک سطح پوشیده از چمن در آب و هوای گرم و خشک آریزونا نه تنها تمام انرژی صرف تبخیر-تعرق می‌گردد بلکه به دلیل اثر واحه‌ای (oasis effect) که باعث انتقال گرما از اطراف نیز می‌شود، انرژی صرف شده برای تبخیر حتی بیش از مقدار انرژی خالص خورشیدی در منطقه است. حال آنکه در یک منطقه بدون آب مانند سطح دریاچه خشک المیراژ در جنوب کالیفرنیا کل انرژی خورشید باعث گرم شدن هوا و سپس گرم کردن خاک می‌گردد.

آنچه در روابط آب و خاک و گیاه از نظر ما حائز اهمیت است مقدار انرژی است که فرایند تبخیر-تعرق را موجب می‌گردد.



شکل ۵-۱ تغییرات روزانه اجزاء بیلان انرژی در سه شرایط آب و هوایی مختلف

Scanned by CamScanner

۵-۲ تبخیر-تعرق

در زنجیره آب - خاک - گیاه - اتمسفر آب مستقیماً از سطح خاک و یا توسط گیاه به داخل اتمسفر وارد می‌شود. انتقال آب از سطح خاک به هوا را *تبخیر* (evaporation) و خارج شدن آن از گیاه را *تعرق* (transpiration) گویند. این دو پدیده هر دو ماهیت تبخیری داشته و چون تفکیک آنها از یکدیگر امکان‌پذیر نمی‌باشد مجموعاً به نام *تبخیر - تعرق* (evapo-transpiration) در نظر گرفته شده و با علامت ET نشان داده می‌شود. در کشاورزی *آب مورد مصرف زراعت* (Consumptive Use, CU) به مجموع مقدار تبخیر از سطح خاک و مقدار آبی گفته می‌شود که توسط ریشه‌های گیاه از خاک جذب می‌شود. بنابراین اختلاف ET و CU تنها در مقدار آبی است که صرف فتوسنتز و انتقال مواد در داخل گیاه می‌شود و یا در ساختمان اسکلت گیاه بکار رفته است. چون این مقدار در قیاس با تعرق بسیار ناچیز است، عملاً تبخیر - تعرق با آب مورد مصرف در زراعت برابر در نظر گرفته می‌شوند.

منظور از تعیین تبخیر - تعرق *برآورد مقدار آبی است که باید به یک پوشش زراعی داده شود تا در طول دوره رویش صرف تبخیر و تعرق نموده و بدون آنکه با تنش آبی مواجه شود رشد خود را تکمیل نموده و حداکثر مقدار محصول را تولید کند*. ازجایی که عوامل بسیار زیادی در تبخیر-تعرق دخالت دارند برآورد دقیق تبخیر - تعرق اگر نتوان گفت که غیرممکن است کاری است بسیار مشکل. روشهایی که برای تخمین تبخیر - تعرق بکار برده می‌شود در دو گروه اصلی قرار می‌گیرند که عبارتند از: *روشهای مستقیم* و *روشهای محاسبه‌ای*. در روشهای مستقیم بخش کوچک و کنترل شده‌ای از مزرعه را مجزا کرده و مقدار تبخیر و تعرق در یک دوره زمانی مستقیماً اندازه‌گیری می‌شود. حال آنکه در روشهای محاسبه‌ای که می‌توان آنها را روشهای غیرمستقیم دانست از عوامل مختلف اقلیمی و گیاهی استفاده شده و از روی ارتباط آنها با تبخیر - تعرق و معادله‌هایی که قبلاً با روشهای مستقیم واسنجی شده‌اند تبخیر - تعرق پوشش گیاهی مورد نظر تخمین زده می‌شود. همانطور که گفته شد هیچکدام از این روشها نمی‌توانند تبخیر-تعرق را بطور دقیق برآورد نمایند ولی برخی از آنها در بعضی مناطق نتایجی را بدست می‌دهند که بیشتر با واقعیت مطابقت دارد. از نظر عملی روشی مطلوب است که اولاً آسان بوده و ثانیاً نتایج حاصله از آن واقعی‌تر باشد.

۵-۳ روشهای مستقیم تعیین تبخیر-تعرق

معمول‌ترین روش مستقیم تعیین تبخیر - تعرق استفاده از اصل بیلان جرمی در یک حجم کنترل شده از خاک است. براساس این اصل :

$$\Delta S = \text{جریان ورودی} - \text{جریان خروجی} = D_{rz}(\Theta_f - \Theta_i) \qquad (۴-۵)$$

Scanned by CamScanner

که در آن جریان ورودی و خروجی به مقدار کل آبی گفته می‌شود که طی یک دوره زمانی مشخص مثل یک ساعت یا یک روز و یا یک ماه به حجم معینی از خاک وارد و یا از آن خارج می‌شوند و معمولاً برحسب میلی‌متر توصیف می‌شوند. سایر علائم معادله عبارتند از:

ΔS = تغییر رطوبت در حجم کنترل شده خاک در طی دوره زمانی مشخص که برحسب سانتی‌متر یا میلی‌متر توصیف می‌گردد.

D_{rz} = عمق توسعه ریشه‌ها (سانتی‌متر)

Θ_i = رطوبت حجمی خاک در شروع دوره مورد نظر (اعشار)

Θ_f = رطوبت حجمی خاک در انتهای دوره مورد نظر (اعشار)

در شکل ۵-۲ عواملی که ممکن است بر مقادیر جریان ورودی و خروجی از یک حجم کنترل شده خاک مؤثر باشند نشان داده شده است. براساس این شکل می‌توان نوشت:

$$\text{جریان ورودی} = I + P + SFI + LI + GW \qquad (۵-۵)$$

$$\text{جریان خروجی} = ET + RO + LO + L + DP \qquad (۶-۵)$$

در این معادله‌ها:

I = مقدار آبیاری (سانتی‌متر)

P = مقدار بارندگی (سانتی‌متر)

SFI = جریان سطحی ورودی به سطح خاک (سانتی‌متر)

LI = جریان زیرسطحی که وارد حجم خاک می‌شود (سانتی‌متر)

GW = مقدار آبی که از زیر زمین ممکن است وارد حجم خاک شود (سانتی‌متر)

ET = تبخیر-تعرق (سانتی‌متر)

RO = رواناب سطحی که از زمین خارج می‌شود (سانتی‌متر)

LO = جریان آب زیرسطحی که از زمین خارج می‌شود (سانتی‌متر)

L = نیاز آبشویی نمک (سانتی‌متر)

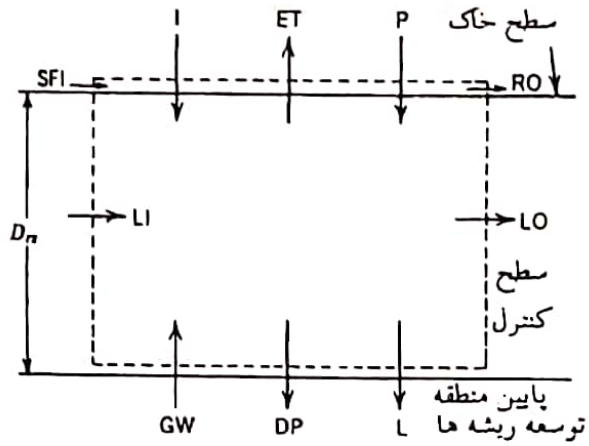
DP = نفوذ عمقی (جریان خروجی که مازاد بر نیاز آبشویی صورت می‌گیرد، سانتی‌متر)

همانطور که ملاحظه می‌شود در این معادله‌ها تمام عناصر دارای بعد طول بوده و از روی آنها می‌توان تبخیر - تعرق (ET) را بدست آورد.

$$ET = I + P + SFI + LI + GW - RO - LO - L - DP - D_{rz}(\Theta_f - \Theta_i) \qquad (۷-۵)$$

در معادله فوق الزاماً نباید برای هر کدام از عناصر عدد مشخصی وجود داشته باشد و اگر برخی از پارامترها وجود نداشته باشد بجای آن صفر منظور می‌شود. معادله مذکور را می‌توان در مقیاس بزرگ و در سطح مزرعه نیز بکار برد. برای این منظور رطوبت خاک در ابتدا و انتهای دوره معینی اندازه‌گیری و مقادیر آب ورودی و خروجی از زمین نیز اندازه‌گیری و از روی آنها بااستفاده از معادله ۵-۷ تبخیر-تعرق تخمین زده می‌شود. در مقیاس کوچک ساده‌ترین وسیله

Scanned by CamScanner



شکل ۵-۲ توصیف عناصر تشکیل دهنده بیلان آب در حجم مشخص شده‌ای از خاک

لایسی‌متر (lysimeter) است. لایسی‌متر یک تانک با ابعاد مشخص است که در داخل خاک قرار گرفته و لذا امکان اعمال معادله ۵-۷ در آن وجود دارد. لایسی‌متر از نظر هیدرولوژی بخش مجزا و کنترل شده‌ای از خاک است که پارامترهای SFI، LI و LO در آن حذف شده و GW، RO، L و DP یا قابل اندازه‌گیری بوده و یا حذف می‌شوند. بنابراین با اندازه‌گیری I، P، D، Θ_i، Θ_f می‌توان ET را بدست آورد. تعیین ΔS در لایسی‌مترها متفاوت است. برخی لایسی‌مترها وزنی بوده و می‌توان ΔS را از روی وزن کردن تانک بدست آورد. اما در لایسی‌مترهای غیروزنی تعیین ΔS با اندازه‌گیری رطوبت انجام می‌شود.

۵-۴ روشهای غیر مستقیم تعیین تبخیر-تعرق

در عملیات طراحی سیستم‌های آبیاری برای تعیین تبخیر-تعرق عملاً از روشهای غیرمستقیم یا روشهای محاسباتی استفاده می‌شود. این روش‌ها براساس فرمول زیر استوارند:

$$ET = K_c \ ET_o \qquad (۸-۵)$$

که در آن:

ET = تبخیر-تعرق گیاه مورد نظر

ET_o = تبخیر-تعرق پتانسیل (تبخیر - تعرق گیاه مرجع)

K_c = ضریب گیاهی

در فرمول فوق ET_o ممکن است ***تبخیر- تعرق پتانسیل*** و یا ***تبخیر- تعرق گیاه*** مرجع باشد. ***تبخیر- تعرق پتانسیل*** (potential ET) ***حداکثر مقدار آبی است که اگر بدون محدودیت وجود داشته باشدمی‌تواند توسط سطوح خاک وگیاه از خاک خارج شود.*** تبخیر-تعرق پتانسیل بستگی به مقدار انرژی موجود برای عمل تبخیر داشته و از روزی به روز دیگر متغیر است. ***تبخیر - تعرق گیاه***

Scanned by CamScanner

مرجع (reference ET) همان تبخیر- تعرق پتانسیل برای یک پوشش گیاهی بخصوص است که معمولاً چمن یا یونجه انتخاب می‌شود. تعریفی که برای گیاه مرجع چمن شده است این است که ارتفاع این گیاه ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر بوده، سطح وسیعی را دربرگرفته و بطور کامل و یکنواخت زمین را پوشش داده باشد، سبز و شاداب بوده و بدون محدودیت آب تبخیر- تعرق آن صورت گیرد. برای گیاه مرجع یونجه نیز تعریف مشابهی شده است. بدین معنی که بطور یکنواخت مساحت وسیعی را در برگرفته بوته‌ها سبز و شاداب و قائم با ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر باشند و بدون محدودیت آب تبخیر - تعرق نمایند. بنابراین تبخیر-تعرقی که از یک سطح پوشیده از گیاه فرضی فوق صورت می‌گیرد به نام تبخیر - تعرق گیاه مرجع معروف است. گرچه انتخاب یونجه از نظر مشابهت با گیاهان زراعی بیشتر مورد علاقه دانشمندان است اما در عمل هنوز هم چمن بعنوان گیاه مرجع کاربری بیشتری دارد. کاربری گیاه مرجع برای تعیین تبخیر-تعرق پتانسیل این است که تبخیر- تعرق پتانسیل به دلیل متفاوت بودن گیاهان مختلف از نظر زبری سطح پوشش و ضریب بازتاب انرژی و یا متغیر بودن مکانهای مختلف از نظر انرژی دریافتی از خورشید و گرمای نهان و محسوسی که از اطراف می‌رسد متفاوت است در صورتی که در گیاه مرجع نوع گیاه و شرایط محیطی آن ثابت در نظر گرفته شده است.

روشهایی که برای محاسبه ET_o پیشنهاد شده است هرکدام از نظر داده‌های مورد لزوم نیازهای متفاوتی دارند. در برخی از آنها لازم است آمار روزانه وجود داشته باشد حال آنکه برای تعدادی از روشها داشتن آمار ماهانه هواشناسی کفایت می‌کند. برخی از روشها علاوه بر دما به آمار رطوبت نسبی و سرعت باد نیز نیاز دارند و برای برخی از روشها باید آمار تابش خورشید یا ساعات آفتابی روز هم وجود داشته باشد. بطور خلاصه تعدادی از روشها اساس فیزیکی دارند و تعدادی فقط از روی تجربه بدست آمده‌اند. این روشها را می‌توان کلاً در ۴ گروه تقسیم کرد که عبارتند از:

(۱) - روش‌های موسوم به آیرودینامیک

(۲) - روش‌های موسوم به توازن انرژی

(۳) - روش‌هایی‌که‌از ترکیب دو روش فوق حاصل شده و به نام روشهای ترکیبی معروفند.

(۴) - روشهای تجربی

پس از آنکه ET_o با یکی از روشهای فوق محاسبه شد لازم است برای هر دوره‌ای که ET_o محاسبه شده است ضریب گیاهی K_c نیز محاسبه شده و با ضرب کردن آنها در یکدیگر ET برای گیاه مورد نظر محاسبه شود. در این‌جا ابتدا به شرح مختصر هرکدام از روشهای محاسبه ET_o پرداخته و سپس طرز بدست آوردن ضریب گیاهی شرح داده می‌شود. روش‌های آیرودینامیک و توازن انرژی بیشتر جنبه تحقیقاتی داشته و در عمل کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، لذا در اینجا فقط به ذکر روش‌های ترکیبی و تجربی می‌پردازیم.

Scanned by CamScanner

فصل اول – مطالعات پایه

در طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار، قبل از آغاز طراحی و کسب اطلاعات اولیه از قبیل: شرایط آب و هوایی، شرایط خاک، شرایط گیاه , شرایط پستی و بلندی زمین , راه‌های دسترسی , تجهیزات مورد نیاز, تجهیزات موجود در بازار و ... با توجه به محل در نظر گرفته شده برای اجرای طرح ضروری می‌باشد.

اطلاعات پایه مورد نیاز طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار (بارانی و موضعی) از قبیل: تعریف سیستم‌های آبیاری تحت فشار، جایگاه آبیاری تحت فشار در کشور، اصول کلی طراحی سیستم آبیاری، امکان سنجی برای اجرای سیستم آبیاری تحت فشار، تهیه نقشه گستره طرح، قطعه‌بندی، تبخیر و تعرق گیاه، بازده آبیاری، نیاز آبشویی، اندازه‌گیری آب در لوله‌ها، لوله‌ها و شیرآلات مورد استفاده، نقشه‌ها و عکس‌های مورد نیاز، نیاز آبی، برنامه‌ریزی آبیاری، داده‌های مورد نیاز طراحی، انتخاب روش آبیاری تحت فشار و ... که در طراحی انواع سیستم‌های آبیاری تحت فشار نیز مشترک می‌باشد, در فصل اول این دستورالعمل و به شرح زیر ارائه می‌گردد:

۱-۱ آبیاری تحت فشار

آبیاری تحت فشار به آن دسته از روش‌های آبیاری اتلاق می‌شود که آب در مجاری سیستم آبیاری، تحت فشار بیش از فشار اتمسفر جریان پیدا می‌کند. در سیستم های آبیاری تحت فشار با توجه به ماهیت این سیستم‌ها , استفاده از تجهیزات تأمین فشار در صورتی‌که فشار مورد نیاز سیستم به صورت طبیعی موجود نباشد, خطوط لوله به عنوان مجاری انتقال و توزیع آب و تجهیزات پخش آب در سطح خاک یا شاخ و برگ گیاهان, ضروری می‌باشد. شرح هر یک از این تجهیزات و نحوه انتخاب و طراحی آنها در فصل‌های بعدی این دستورالعمل ارائه گردیده و در اینجا فقط به تعریف کلی انواع سیستم‌های آبیاری تحت فشار اکتفا می‌گردد.

سیستم‌های آبیاری تحت فشار از لحاظ نحوه پخش آب در سطح خاک به دو دسته کلی سیستم های آبیاری بارانی و سیستم‌های آبیاری موضعی تقسیم‌بندی می‌شوند. تعریف هر یک از این سیستم‌ها به شرح زیر می‌باشد:

۱-۱-۱ سیستم های آبیاری بارانی

سیستم آبیاری بارانی[1]، روشی است که در آن آب تحت فشار هیدرولیکی، درون لوله‌های اصلی، نیمه اصلی و بال‌ها جریان پیدا کرده و توسط آبپاش‌ها در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. به علت شکل خاص روزنه خروجی آبپاش‌ها و همچنین فشار هیدرولیکی درون لوله‌ها، آب در هنگام خروج از آبپاش‌ها به صورت قطره‌های ریز شبیه باران درآمده و در هوا پخش می‌شود و در نهایت بر سطح خاک یا بر روی شاخ و برگ گیاهان ریخته می‌شود. علت نام گذاری این نوع از سیستم های آبیاری به[1]سیستم های آبیاری بارانی نیز، همین شباهت نحوه پاشش آب به بارش باران می‌باشد.

Scanned by CamScanner

این سیستم ها با توجه به نوع تجهیزات مورد استفاده و نوع حرکت آنها در حین عمل آبیاری به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند که شرح مفصل آن و نحوه طراحی هر یک از آنها در فصل دوم این دستورالعمل ارائه گردیده است.

۱-۱-۲ سیستم های آبیاری موضعی

سیستم آبیاری موضعی[۱]، روشی است که در آن آب تحت فشار هیدرولیکی درون لوله‌های اصلی، نیمه اصلی، رابط و آبده جریان پیدا کرده و توسط گسیلنده ها در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. به علت شکل خاص مجاری داخل گسیلنده‌ها و روش شکستن فشار هیدرولیکی آب توسط گسیلنده‌ها، آب در هنگام خروج از گسیلنده‌ها به صورت قطره‌های ریز، پیوسته و یا جریان باریک درآمده و در سطح یا زیر سطح خاک ریخته می‌شود. نام گذاری این نوع از سیستم های آبیاری به سیستم آبیاری موضعی نیز به این دلیل می‌باشد که در این سیستم ها فقط قسمتی از خاک , تحت آبیاری قرار گرفته وخیس می‌شود.

سیستم های آبیاری موضعی از لحاظ نوع تجهیزات و ادوات مورد استفاده برای توزیع و تخلیه آب به انواع مختلفی تفکیک می‌شوند که شرح آن در فصل سوم این دستورالعمل ارائه گردیده است.

۱-۱-۳ جایگاه آبیاری تحت فشار در کشور

با توجه به محوری بودن کشاورزی در برنامه توسعه اقتصادی کشور، دستیابی به بیشترین تولید و تأمین غذای کافی برای جمعیت روبه رشد کشورمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این ارتباط باید به زیربنایی بودن مسئله آب و خاک توجه نمود و برنامه‌ریزی‌های لازم مبتنی بر استفاده بهینه از توانایی‌های آب و خاک صورت پذیرد. بررسی توانایی‌های مذکور حاکی از این است که با توجه به میزان آب در دسترس، محدودیت زمین وجود نداشته، لیکن امکان توسعه منابع آب محدود می‌باشد. پس باید در مصرف آب صرفه‌جویی به عمل آید، در نتیجه این صرفه‌جویی می‌توان سطح اراضی تحت کشت آبی و درنهایت میزان تولیدات کشاورزی را بالا برد.

در ارتباط با توسعه منابع آب، اجرای پروژه‌های بزرگ تأمین آب نظیر احداث سدها سهم عمده‌ای در مهار و ذخیره آب‌های سطحی و استفاده از آن در بخش کشاورزی دارد.

در زمینه صرفه‌جویی در مصرف آب نیز احداث شبکه‌های آبیاری، پوشش انهار سنتی، استفاده از لوله و غیره از راه‌حل‌های معمول در کاهش تلفات آب در سیستم انتقال و توزیع است.

در خصوص میزان آب مصرفی در سطح مزرعه چاره‌ای جز مدرن کردن سیستم آبیاری و حتی‌الامکان کنترل آب گیاهان کشت شده در یک مزرعه نمی‌باشد. در این راستا، تجهیز و نوسازی مزارع و بالا بردن بازده سیستم‌های آبیاری ثقلی از یکسو و استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار متناسب با شرایط مربوط از سوی دیگر حائز اهمیت می‌باشد.

Scanned by CamScanner

کاربرد روش‌های آبیاری تحت فشار به عنوان یکی از راهکارهای استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی طی چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته و سیاستگزاری‌ها و تخصیص اعتبارات و تسهیلات بانکی و سایر پیش‌بینی‌های لازم به این سمت هدایت شده است. علاوه بر این تلاش‌های کارشناسی گسترده‌ای در خصوص برنامه‌ریزی و اجرای مراحل مختلف صورت پذیرفته است.مساحت اراضی زیرکشت آبیاری تحت فشار از سال ۱۳۷۲ تا سال ۱۳۷۶ به شرح جدول زیر می‌باشد:

جدول ۱-۱- سطح اراضی تحت پوشش پروژه‌های آبیاری تحت فشار (اجراشده در سال‌های ۱۳۷۲ - ۱۳۷٦) [1]

سال	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶ (تادیماه)
سطح‌اجراشده(هکتار)	۱۱۰۳۵	۱۰۳۲۲	۲۴۸۳۵	۷۵۳۱۲	۳۴۵۲۳

ارقام ارائه شده در جدول ۱-۱ نشان دهنده چگونگی توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار در کشور بوده و در این راستا باید برای رفع مسائل و موانع موجود در راه توسعه کوشش نمود. اهم این مشکلات عبارتند از: عدم آشنایی کافی زارعین با روش‌های آبیاری تحت فشار، پایین بودن کیفیت تولیدات برخی از تولیدکنندگان، طراحی و اجرای نامناسب، افزایش سریع هزینه‌ها و مشکلات در تأمین و پرداخت تسهیلات بانکی می‌باشد.

۱-۲ اصول کلی طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار

طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار که روش‌های بارانی و موضعی دو گروه عمده آنرا تشکیل می‌دهند، کاری علمی، هنری و تجربی است.

آنچه در این دستورالعمل به عنوان ضوابط طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار آمده است، مربوط به جنبه‌های علمی آن است که باید به عنوان اصول کلی در مورد هر طرحی به کار گرفته شود تا طراح تجارب و استعداد هنری خود را با آن تلفیق داده و به نتیجه مطلوبی دست یابد.

علاوه بر این هر طرح سیستم آبیاری باید منطبق بر واقعیات و امکانات موجود بوده و با توجه به اهداف استفاده کننده از سیستم و همچنین در نظر گرفتن وضعیت اقتصادی، فرهنگی و سطح دانش او قابل پیاده کردن و استفاده کامل باشد. در طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار اغلب عوامل زیر به طور مستقیم دخالت دارند.

- محاسباتی که ریشه در اصول فیزیکی دارند، مانند تعیین قطر لوله‌ها، افت ناشی از اصطکاک، ظرفیت پمپ و قدرت موتور و غیره،

Scanned by CamScanner

- محاسباتی که ریشه در اصول زیستی گیاه دارند، مانند تعرق، نیاز آبشویی و امثال آن، و
- محاسباتی که ریشه در اصول و احتمالات دارند، مانند تخمین دمای هوا، تبخیر، سرعت و جهت باد و غیره.

محاسبات فیزیکی را می‌توان با دقت زیاد انجام داد. اما محاسبه عوامل زیستی بسیار پیچیده و در پاره‌ای موارد ناشناخته است. استفاده از روش‌ها و مدل‌های محاسباتی اقلیمی نیز مقوله دیگری است که مشکلات مربوط به خود را دارند.

نمودارهای گردش کار ۱-۱، ۱-۲ و ۱-۳ به عنوان راهنما برای طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار ارائه شده است. بدیهی است قبل از طراحی باید عوامل اصلی مؤثر در آن را مورد توجه قرار داد. این عوامل به شرح زیر می‌باشد:

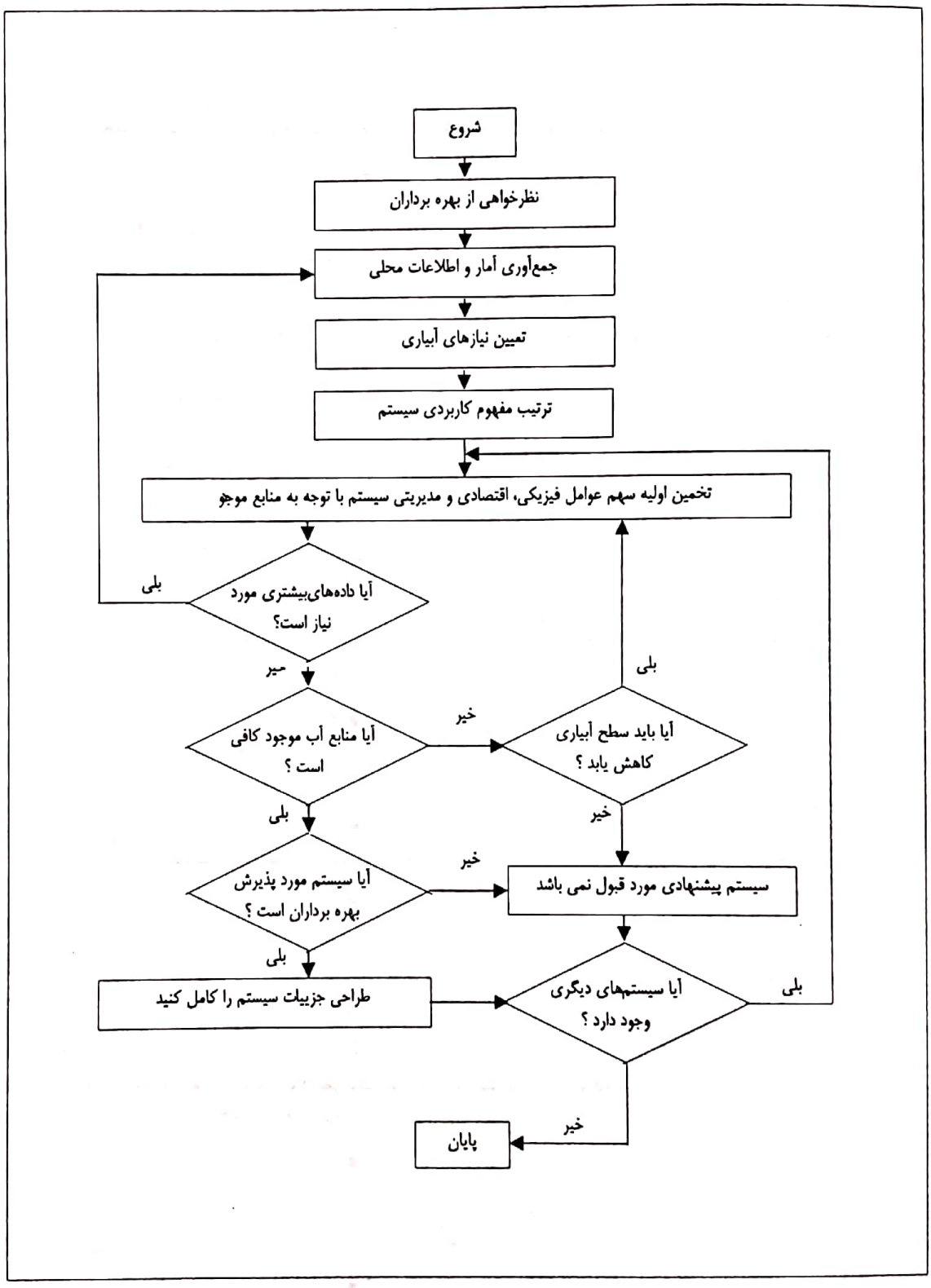
۱-۲-۱ عوامل هواشناسی[۱]

مهم‌ترین عوامل هواشناسی مؤثر در طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار عبارتند از: درجه حرارت , سرعت و جهت باد، رطوبت هوا , بارندگی , ساعات آفتابی , تابش خورشید که بعضی از آنها مانند سرعت وجهت باد به‌طور مستقیم در طراحی سیستم به‌کار برده می‌شوند و بعضی دیگر برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. شرح این عوامل و نحوه استفاده از آنها در طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار به شرح زیر می‌باشد:

۱-۲-۱-۱ درجه حرارت

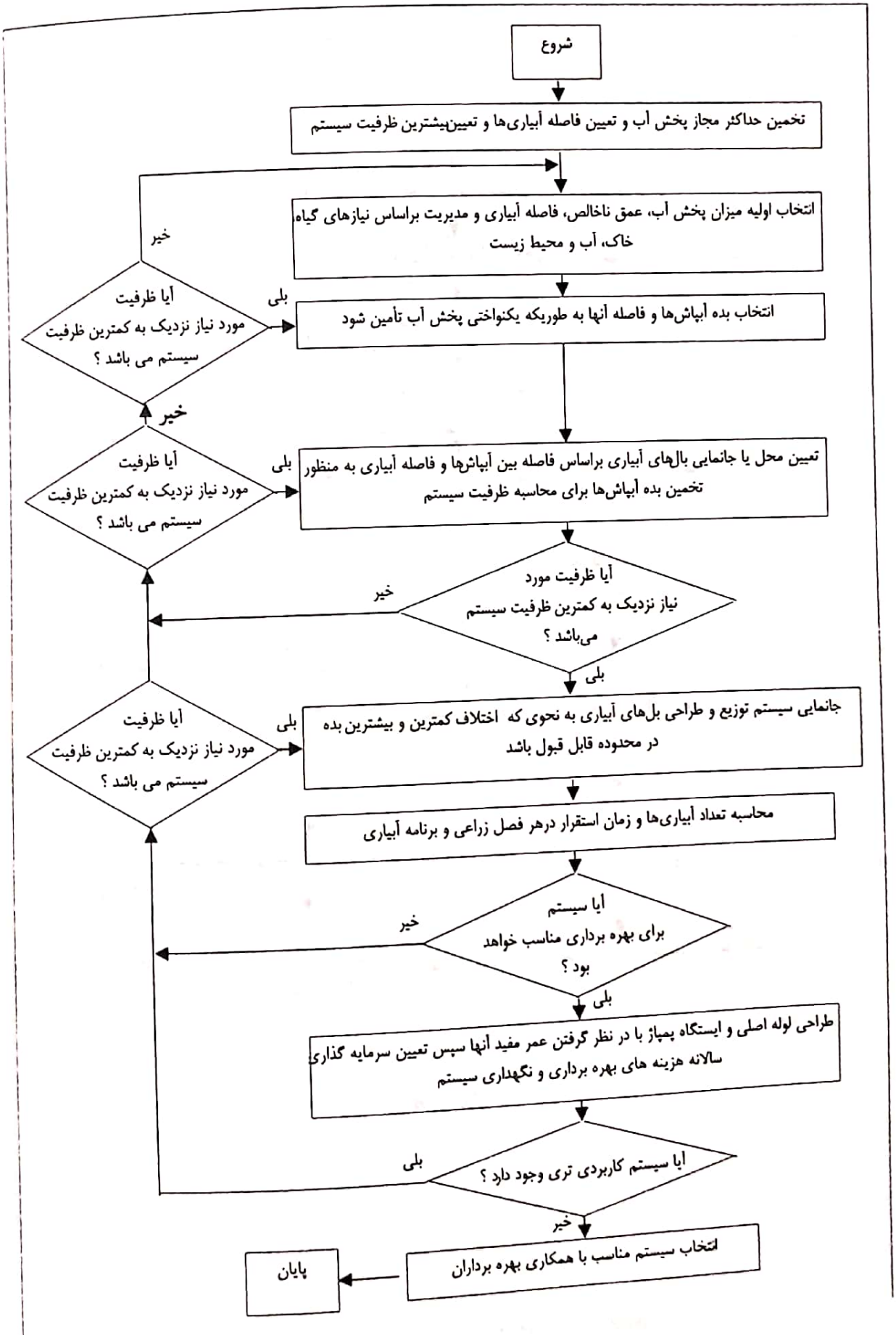
آمار متوسط ماهانه دما، بیشترین و کمترین روزانه، هفتگی و دوره‌های ۱۰ روزه و ماهانه برای طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار مورد نیاز می‌باشد. اطلاعات یاد شده که با احتمال ۷۵٪ محاسبه می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

Scanned by CamScanner



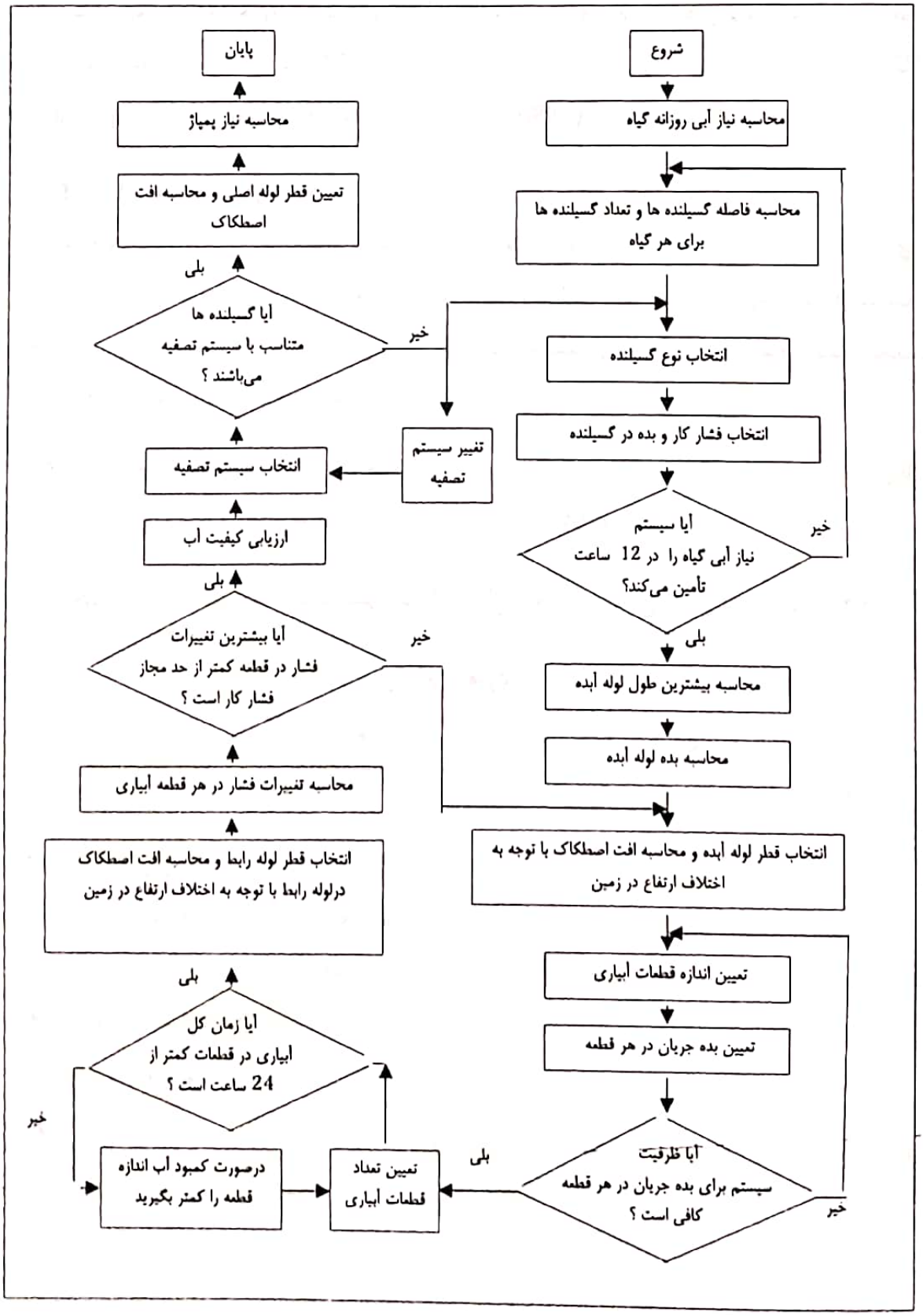
نمودار ۱-۱- گردش کار برای طراحی سیستم آبیاری

Scanned by CamScanner



نمودار ۱-۲- گردش کار برای طراحی سیستم بارانی

Scanned by CamScanner



نمودار ۱-۳- گردش کار برای طراحی سیستم موضعی

Scanned by CamScanner

دستیابی به آمار درجه حرارت بیشترین و کمترین روزانه نیز در پاره‌ای از روش‌های برآورد نیاز آبی و در موارد خاص مانند محاسبه شاخص رسوب‌گذاری کربنات در قطره‌چکان‌ها، تعیین لزجت آب و محاسبه افت اصطکاکی در لوله‌ها و تعیین قدرت پمپ و ارتفاع مکش خالص مثبت[۱] (NPSH) ضرورت دارد.

۱-۲-۲ سرعت و جهت باد

سرعت و جهت باد از عوامل بسیار مهم در طراحی سیستم آبیاری بارانی به لحاظ تعیین آرایش بال‌های آبیاری و لوله‌های اصلی و نیمه اصلی نیز محاسبه تلفات تبخیر می‌باشد. الگوی همپوشانی آبپاش‌ها تابعی از سرعت و جهت باد می‌باشد که فراوانی وقوع وزش آن در جهت‌های مختلف از طریق رسم گلبادهای مناسب به‌دست می‌آید. لذا توصیه می‌گردد، گلباد منطقه در ماه‌های رشد و یا در بیشترین نیاز آبی رسم شود.

برای تبدیل سرعت (متوسط ماهانه) باد در ارتفاع معین به سرعت باد در ارتفاع ۲ متری که در فرمول‌های تخمین نیاز آبی استفاده می‌شود، می‌توان از ضرایب جدول ۱-۲ استفاده نمود.

جدول ۱-۲- ضرایب تبدیل سرعت باد در ارتفاع Z از سطح زمین به سرعت باد در ارتفاع ۲ متری[۱۰]

ارتفاع Z متر از سطح زمین	۱۰	۸	۶	۵	۴	۳	۲	۱/۵	۱	۰/۵
ضریب تعدیل به ارتفاع ۲ متری	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۸	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۹۲	۱	۱/۰۶	۱/۱۵	۱/۳۲

۱-۲-۱-۳ رطوبت هوا

از آمار رطوبت هوا به طور مستقیم در محاسبه نیاز آبی و به طور غیرمستقیم در محاسبه کمبود فشار بخار برای تعیین تلفات تبخیر استفاده می‌شود. همچنین از میزان متوسط رطوبت نسبی[۲] و کمترین رطوبت نسبی[۳] نیز در محاسبه نیاز آبی استفاده می‌گردد.

۱-۲-۱-٤ بارندگی

اطلاعات و آمار متوسط سالانه، ماهانه، روزانه، تاریخ شروع و خاتمه و فاصله بین بارندگی‌ها در محاسبه باران مؤثر و نیاز آبیاری ضروری می‌باشد.

Scanned by CamScanner

۱-۲-۱-۵ سایر عوامل

سایر عوامل هواشناسی از قبیل تابش خورشید، طول ساعت‌های آفتابی، شروع یخبندان‌ها و خاتمه آنها و کمترین دمای هوا، بسته به روش‌های خاصی که در محاسبه تبخیر و تعرق به کار برده می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۲-۲ گیاه

اطلاع از خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی گیاهی که قرار است با سیستم آبیاری تحت فشار آبیاری شود، الزامی است. از جمله این اطلاعات عبارتند از:

- تاریخ کشت،
- طول دوره رویش اولیه تا زمانی که گیاه ۱۰ درصد سطح سایه‌انداز خود را کسب کند،
- طول دوره رشد شاخ و برگ[1]،
- طول دوره‌ای که گیاه در مرحله بلوغ[2] به سر می‌برد،
- طول دوره‌ای‌که گیاه رشد نزولی داشته و در انتهای این دوره محصول برداشت می‌شود،
- زمان برداشت محصول،
- تبخیر و تعرق گیاه در مراحل مختلف رشد،
- سطح سایه‌انداز گیاه و مقدار آن نسبت به سطح کل مزرعه در مرحله بلوغ،
- درجه تناسب و سازگاری گیاه با آب و هوای موجود،
- بیشترین ضریب آب سهل‌الوصول[3] عبارت است از بیشترین میزان رطوبت قابل تخلیه از محیط ریشه به صورتی که تولید بهینه کاهش نیابد،
- مقادیر ضریب گیاهی[4] در مراحل مختلف رشد،
- حساسیت گیاه نسبت به پاشش آب روی شاخ و برگ و بیماری‌های ناشی از مرطوب شدن اندام‌های هوایی،
- آب قابل جذب[5] عبارت‌است‌ازمیزان رطوبت قابل جذب‌گیاه که به نوع گیاه وابسته است،
- بیشترین عمق ریشه و تغییرات آن در طول دوره رشد،
- درجه مقاومت گیاه به شوری و آستانه رشد از نظر شوری و میزان افت محصول نسبت به شوری،
- درجه مقاومت گیاه به سدیم موجود در محلول خاک،
- حساسیت گیاه به آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول خاک، و

---

1 - Vegetative
2 - Mature
3 - Maximum Allowable Depletion , MAD
4 - Crop Factor , KC
5 - Crop Extractable Water , CWE

Scanned by CamScanner

- تناسب روش آبیاری تحت فشار با الگوی کشت.

۱-۲-۳ آب

وضعیت آب موجود در منطقه پروژه به لحاظ کمی، کیفی و موقعیت محلی حائز اهمیت است. در این رابطه باید اطلاعات زیر کسب شود.

- نوع منبع تأمین آب (آب‌های زیرزمینی و سطحی تنظیم شده یا نشده) و وضعیت حقابه‌ها،
- ارتفاع منبع آب نسبت به زمین،
- آب و اثر آن بر رشد محصولات،
- خصوصیات شیمیایی آب در رابطه با انسداد قطره‌چکان‌ها، و
- خصوصیات فیزیکی مانند مواد معلق، جلبک‌ها و دیگر ناخالصی‌های موجود در آب.

۱-۲-۳-۱ خصوصیات کیفی آب

کیفیت آب در آبیاری برحسب مقدار مواد معلق و موادی که به صورت محلول در آن وجود دارند، سنجیده می‌شود. با استفاده صافی‌های مختلف می‌توان ذرات معلق به اندازه ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون را جدا نمود. اما ذرات کوچکتر از آن در لوله‌ها رسوب کرده و باعث انسداد آنها می‌شود. به طور خیلی ساده در آبیاری موضعی معیارهای کیفی آب از نظر کمیت‌های فیزیکی همان معیارهای آب شرب است اما در آبیاری بارانی این معیارها قابل تعدیل می‌باشند.

موادی که در آب حل می‌شوند و غلظت آنها برحسب میزان یون‌های موجود سنجیده می‌شوند، سه اثر عمده بر سیستم آبیاری دارند که عبارتند از:

- اثر شوری بر رشد گیاه،
- اثر تخریبی سدیم بر ساختمان خاک، و
- اثر سمی برخی یون‌ها بر رشد گیاه.

سدیم و کلر و براز معمولی‌ترین انواع عناصر مسمومیت‌زای گیاهی هستند که در آب آبیاری مشاهده می‌شود. به خصوص اگر آب آبیاری از پساب‌های تصفیه شده تأمین شده باشد. این عناصر در آب بیشتر وجود خواهد داشت. آثار میزان سدیم قابل جذب[1] و یون کلر و شوری در آب آبیاری در جدول ۱-۳ خلاصه شده است.

Scanned by CamScanner

جدول ۱-۳- راهنمای تعیین کیفیت آب آبیاری [۲۱]

مسائل کیفیت آب		واحد	درجه محدودیت		
			بدون‌محدودیت	محدودیت‌کم‌تا متوسط	محدودیت‌شدید
شوری	EC_w *	دسی‌زیمنس‌برمتر	< ۰/۷	۰/۷-۳/۰	> ۳/۰
	TDS	میلی‌گرم‌بر لیتر	< ٤٥٠	٤٥٠-۲۰۰۰	> ۲۰۰۰
فوذپذیری	SAR=۰-۳ ** و EC_w	دسی‌زیمنس‌برمتر	> ۰/۷	۰/۷-۰/۲	< ۰/۲
	SAR=۳-٦ و EC_w	دسی‌زیمنس‌برمتر	> ۱/۲	۱/۲-۰/۳	< ۰/۳
	SAR=٦-۱۲ و EC_w	دسی‌زیمنس‌برمتر	> ۱/۹	۱/۹-۰/۵	<۰/۵
	SAR=۱۲-۲۰ و EC_w	دسی‌زیمنس‌برمتر	> ۲/۹	۲/۹-۱/۳	< ۱/۳
	SAR=۲۰-٤۰ و EC_w	دسی‌زیمنس‌برمتر	> ۵/۰	۵/۰-۲/۹	< ۲/۹
مسمومیت یونی	سدیم *** (Na)	میلی‌اکی‌والان‌برلیتر	< ۳/۰	> ۳/۰	
	کلر *** (Cl)	میلی‌اکی‌والان‌برلیتر	< ۳/۰	> ۳/۰	
	برم **** (B)	میلی‌گرم بر لیتر	< ۰/۷	۰/۷-۳/۰	> ۳/۰
اثرات متفرقه	نیتروژن ***** (No_3-N)	میلی‌گرم بر لیتر	< ۵	۵-۳۰	> ۳۰
	بیکربنات (Hco_3)	میلی‌اکی‌والان‌برلیتر	< ۱/۵	۱/۵-۸/۵	> ۸/۵
	PH	-	محدوده مناسب ٦/۵-۸/٤		

* -EC_w به معنی هدایت الکتریکی، اندازه‌ای از شوری آب بوده و براساس دسی‌زیمنس برمتردر ۲۵ سانتی‌گراد یا واحد میلی‌موس درسانتی‌متر بیان می‌شود. که هردو با هم برابرند. T.D.S به معنی کل مواد حل شده براساس میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

** - SAR به معنی نسبت سدیم جذب شده می‌باشد. SAR گاهی اوقات با نماد RNa نشان داده می‌شود. برای محاسبه آن به بند ۱-۸ مراجعه شود. در یک SAR مشخص نفوذپذیری با افزایش میزان شوری، افزایش پیدا می‌کند. سنجش پتانسیل مشکل نفوذپذیری با SAR و Ecw برگرفته از Rhoades(1977) و Oster and Schroer(1979) می‌باشد.

*** - برای آبیاری سطحی، اغلب درختان و گیاهان چوبی به مصرف مقادیر نشان داده شده سدیم و کلر حساس هستند. در حالی‌که اغلب گیاهان یک‌ساله به این مقادیر حساس نیستند(به جدول ۱-۲۰ و ۱-۲۱ مراجعه شود). برای آبیاری بارانی و رطوبت نسبی کم (٪۳۰>)، سدیم و کلر ممکن است از طریق برگ گیاهان حساس جذب شود. برای گیاهان حساس به جذب جدول (۱-۲۲) ملاحظه گردد.

**** - برا ی مقاومت به برم به جدول ۱-۲۲ مراجعه شود

***** - No_3-N به معنی نیترات نیتروژن می‌باشد که با واژه ماده غذایی نیتروژن گزارش می‌شود (وقتی که پساب مورد آزمایش قرار می‌گیرد باید شامل NH4-N و N آلی نیز شود)

Scanned by CamScanner

۱-۲-۳-۲ ناخالصی‌های آب

ناخالصی های آب شامل موارد زیر می‌باشد :

الف – مواد معلق: ذرات جامد معلق موجود در آب شامل خاک رس، شن و موجودات زنده‌ای مانند باکتری و جلبک است که اگر اندازه این ذرات از حد معینی بیشتر باشد، تصفیه اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. بنابراین اطلاع از مقدار وزنی این مواد در هر واحد حجم آب به‌طور عمده در آبیاری موضعی الزامی است.

ب – شوری: در مورد شوری و آثار آن بر خاک و گیاه در بند ۱-۸ این دستورالعمل بحث شده است.

ج – pH آب: آب‌هایی که برای آبیاری تحت فشار به کار می‌روند، اغلب اسیدیته بین ۶/۵ تا ۸/۴ داشته و از این بابت به ندرت ایجاد اشکال می‌کند. اما از جایی که pH در کنش‌های شیمیایی که در آب صورت می‌گیرد، نقش اساسی دارد. لذا تعیین pH آب یکی از عوامل تعیین‌کننده در میزان رسوبگذاری در قطره‌چکان‌ها است. همچنین pH در کاربرد کلر برای کنترل رشد موجودات ذره‌بینی مؤثر است.

د – کلسیم: کلسیم به مقدار زیادی در اکثر آب‌ها وجود دارد. خاک‌هایی که حاوی یون کلسیم باشند از نظر نفوذپذیری کمتر مشکل پیدا می‌کنند. به همین دلیل در صورت عدم وجود کلسیم در آب یا خاک لازم است آن را به صورت گچ به زمین اضافه نمود. به طور کلی آب‌هایی که از نظر کلسیم غنی باشند آب‌های مطلوبی به شمار می‌روند.

هـ – منیزیم: نقش منیزیم همانند کلسیم است. به همین دلیل آزمایشگاه در بیشتر مواقع این دو عنصر را از همدیگر جدا ننموده و جمع Ca+Mg را در گزارش‌ها ارائه می‌نماید.

و – سدیم: نمک‌های سدیم به صورت محلول در آب بوده و لذا در اکثر آب‌هایی که در آبیاری مصرف می‌شوند وجود دارد. نقش سدیم در آب و خاک و تأثیر آن بر رشد گیاه و خصوصیات فیزیکی خاک در بند ۱-۸ این مجموعه بحث شده است.

ز – پتاسیم: پتاسیم به مقدار خیلی کم در آب‌ها وجود داشته و نقش آن مشابه سدیم است.

ح – آهن: آهن ممکن است در آب به صورت محلول (فرو) باشد که غلظت‌های بالاتر از ۰/۱ قسمت در میلیون آن باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌شود. رسوب آهن ممکن است به دلیل تغییرات دما یا فشار، افزایش pH و یا در اثر عمل باکتری‌ها باشد. در هر صورت مواد لزجی[1] در داخل لوله‌ها ایجاد می‌نماید که باعث گرفتگی و رسوب داخل لوله‌ها و مجاری قطره‌چکان‌ها می‌گردد.

ط – منگنز: در آب‌های زیرزمینی منگنز اغلب کمتر از آهن یافت می‌شود. این عنصر نیز همانند آهن در اثر عمل باکتری‌ها یا کنش‌های شیمیایی در داخل لوله‌ها و قطره‌چکان‌ها رسوب می‌کند. رسوبات منگنز قهوه‌ای تیره رنگ است.

Scanned by CamScanner

ی – بی‌کربنات: بی‌کربنات در بیشتر آب‌ها وجود دارد. بی‌کربنات سدیم و پتاسیم به صورت نمک‌های محلول و بی‌کربنات کلسیم و منیزیم به صورت جامداست. با کاهش رطوبت در خاک که در اثر تبخیر و تعرق انجام می‌شود، دی‌اکسید کربن خارج شده و نمک غیرمحلول آهک (Co3Ca) به جا گذاشته می‌شود. در مورد بی‌کربنات منیزیم نیز فرآیند مشابهی انجام و رسوب کربنات منیزیم ایجاد می‌شود. رسوب کربنات‌ها در دهانه قطره‌چکان‌ها باعث گرفتگی آنها می‌شود.

ک – کربنات‌ها: آب‌های حاوی کربنات‌های سدیم و پتاسیم پس از وارد شدن به خاک، کلسیم را جذب نموده و باعث قلیایی شدن خاک می‌گردد.

ل – کلر: کلر به عنوان یکی از عناصر سمی در آب مطرح است و نقش آن در سیستم آبیاری در بند ۱-۸ بحث شده است.

م – سولفات‌ها: سولفات در بیشتر آب‌ها وجود دارد. نمک‌های سدیم، منیزیم و پتاسیم آن محلولند اما سولفات کلسیم کمتر محلول است. سولفات بر خصوصیات خاک اثر چندانی ندارد.

ن – نیترات‌ها: نیترات به مقدار زیادی در آب‌ها وجود دارد. اگر آب آبیاری حاوی پساب باشد این یون به مقدار فراوان و به صورت یکی از آلاینده‌ها در آن وجود خواهد داشت. نیترات تأثیر منفی بر خاک ندارد اما جذب آن توسط گیاه می‌تواند زیان‌آور باشد.

س- بر: بر از عناصر سمی آب بوده و در مورد آن در بخش خصوصیات کیفی آب بحث شده است.

۱-۲-۳-۳ مقدار آب

مقدار آبی که برای یک طرح آبیاری تحت فشار در نظر گرفته می‌شود باید جوابگوی نیازهای آبیاری در طول فصل رشد و بیشترین نیاز روزانه باشد. مواقعی که مقدار آب موجود کمتر از حد گفته شده باشد باید روش‌هایی مانند کم آبیاری[1] را به کار برد.

۱-۲-٤ خاک

اهمیت خاک در طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار به قدری است که می‌تواند نه تنها ابعاد و اندازه‌های طرح، بلکه نوع سیستم آبیاری را تغییر دهد. در این رابطه لازم است اطلاعات زیر از خاکی که قرار است سیستم آبیاری در مورد آن اجرا شود در دست باشد:

- بافت و نوع ساختمان خاک،
- نقاط پتانسیلی مهم خاک مانند ظرفیت زراعی[2] و نقطه پژمردگی دایم[3] و موقت که به ترتیب عبارتند از

Scanned by CamScanner

میزان رطوبت خاک در فشار ۰/۱ اتمسفر و میزان رطوبت خاک در فشار ۱۵ آتمسفر، آب قابل دسترس[1] که عبارت است از میزان رطوبت موجود بین دو حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دایم،

- خصوصیات نفوذپذیری آب در خاک،
- نیاز خاک به آبشویی،
- قابلیت فرسایش خاک، و
- خصوصیات رطوبتی خاک در رابطه با پتانسیل.

۱-۲-٤-۱ آب موجود در خاک

مقادیر ظرفیت زراعی، آب قابل جذب گیاه و مقدار آبی که می‌تواند در هر متر عمق خاک ذخیره شود، بستگی به بافت خاک داشته و در هر طرح آبیاری تحت فشار باید مشخصاً تعیین شود. جدول ۱-۴ این مقادیر را برای برخی از انواع بافت‌های خاک نشان می‌دهد.

جدول ۱-٤- ظرفیت زراعی، حدآب قابل جذب و آب قابل دسترس درهرمترعمق خاک [۱۰]

خصوصیات / بافت خاک	وزن مخصوص (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	ظرفیت زراعی (درصد)	دامنه آب قابل جذب گیاه (درصد)	آب قابل دسترس	
				درصد حجمی	میلی‌متربرهر متر عمق
شنی	۱/۶۵ (۱/۸۰-۱/۵۵)	۱۵ (۲۰-۱۰)	۷ (۱۰-۳)	۸ (۱۰-۶)	۸۰ (۱۰۰-۶۰)
لومی شنی	۱/۵ (۱/۶-۱/۴)	۲۱ (۲۷-۱۵)	۹ (۱۲-۶)	۱۲ (۱۵-۹)	۱۲۰ (۱۵۰-۹۰)
لومی	۱/۴ (۱/۵-۱/۳۵)	۳۱ (۳۶-۲۵)	۱۴ (۱۷-۱۱)	۱۷ (۲۰-۱۴)	۱۷۰ (۲۰۰-۱۴۰)
لومی رسی	۱/۳۵ (۱/۴-۱/۳)	۳۶ (۴۲-۳۱)	۱۸ (۲۰-۱۵)	۱۹ (۲۲-۱۶)	۱۹۰ (۲۲۰-۱۶۰)
رسی سیلتی	۱/۳۵ (۱/۴-۱/۳)	۴۰ (۴۵-۳۵)	۲۰ (۲۲-۱۷)	۲۰ (۲۳-۱۸)	۲۰۰ (۲۳۰-۱۸۰)
رسی	۱/۲۵ (۱/۳-۱/۲)	۴۴ (۴۹-۳۹)	۲۱ (۲۴-۱۹)	۲۳ (۲۵-۲۰)	۲۳۰ (۲۵۰-۲۰۰)

یادآوری: دامنه تغییرات در داخل پرانتز نوشته شده است.

[1]- Avaliable Water , AW

Scanned by CamScanner

۱-۹ اندازه‌گیری آب در لوله‌های تحت فشار

به منظور اعمال مدیریت مؤثر بر روی آب استحصال شده و همچنین آبیاری صحیح، لازم است که آب تحویلی قابل اندازه‌گیری باشد. روش‌های قابل استفاده در سیستم تحت فشار به منظور اندازه‌گیری آب در قسمت‌های مختلف سیستم به شرح ذیل توصیه می‌گردند:

۱-۹-۱ لوله وانتوری

لوله وانتوری[1] از یک لوله تشکیل یافته که در گلوی آن قطر به تدریج کم می‌شود و هنگام جریان آب در قسمت گلویی سرعت آن زیاد و فشار کم می‌گردد که بر همین اساس بده آب در لوله اندازه‌گیری می‌گردد.

$$Q = C_d \left[\frac{A_2}{\sqrt{1-(A_2/A_1)^2}} \sqrt{2g\Delta h} \right] \qquad (۱-۲۸)$$

Q = بده جریان (متر مکعب بر ثانیه)،

---

1 - Venturi Tube

Scanned by CamScanner

C_d = ضریب جریان (از ۰/۸۷ تا ۰/۹۹ متغیر است و بستگی به عدد رینولدز و اندازه لوله دارد)،

γ = وزن مخصوص آب (نیوتن بر مترمکعب)،

g = شتاب ثقل (متر بر مجذور ثانیه)،

A1 = مساحت لوله نرمال (مترمربع)،

A2 = مساحت لوله در محل گلویی (مترمربع)، و

Δh = اختلاف ارتفاع هیدرولیکی در قبل و بعد از لوله وانتوری (متر).

۱-۹-۲ روزنه‌های صفحه‌ای

این روزنه‌های صفحه‌ای[1] از صفحه ضخیمی که در میان آن سوراخی تعبیه شده تشکیل یافته و در سیستم تحت فشار یکی از وسایل اندازه‌گیری بده جریان می‌باشد که در داخل لوله نصب می‌شود.

(۱-۲۹)

$$Q = Cd \times A_o \sqrt{2g\Delta h}$$

Q = بده جریان (مترمکعب بر ثانیه)،

Cd = ضریب جریان (از ۰/۶۰ تا ۰/۹۵ متغیر است که بستگی به عدد رینولدز و نسبت قطر روزنه به قطر لوله دارد)،

Ao = سطح روزنه (مترمربع)،

Δh = اختلاف ارتفاع هیدرولیکی در بعد و قبل از روزنه (متر)، و

g = شتاب ثقل (متر بر مجذور ثانیه).

۱-۹-۳ جریان‌سنج‌های زانویی

جریان‌سنج زانویی[2] وسیله دیگری است که با استفاده از اصل ضربه اندازه حرکت، میزان سرعت جریان در لوله را اندازه‌گیری می‌نماید. راستای سرعت در لوله زانویی متناسب با اختلاف فشار آب بین دیواره خارجی و داخلی تغییر می‌کند و یک نیروی ضربه‌ای تولید می‌نماید که در انحناء رو به خارج زانویی وارد می‌شود. با اندازه‌گیری تفاوت فشار بین انحناء رو به خارج و انحناء رو به داخل زانویی می‌توان تأثیر نیروی ضربه‌ای را سنجید و سپس جریان را محاسبه نمود. برای این منظور می‌توان از همان رابطه (۱-۲۹) استفاده نمود با این تفاوت که بجای A_o سطح مقطع لوله در محل زانویی قرار می‌گیرد. همچنین ضریب **C** معادل ۰/۵۶ تا ۰/۸۸ منظور می‌گردد.

Scanned by CamScanner

۱-۹-٤ جریان‌سنج مکانیکی دوار[1]

این دستگاه متداول‌ترین وسیله اندازه‌گیری آب بوده و بر اساس چرخش پروانه‌ای که در داخل محفظه‌ای قرار دارد و با جریان آب به دوران درمی‌آید، میزان بده را نشان می‌دهد (کنتور).

۱-۹-٥ لوله پیتو

لوله پیتو[2] از دو لوله هم محور که یکی در داخل دیگری قرار گرفته، تشکیل یافته است. با قرار دادن لوله پیتو در مسیر جریان و با توجه به اختلاف فشار لوله داخلی و خارجی می‌توان سرعت و در نهایت بده را تعیین نمود.

$$V = CK\sqrt{h} \qquad (۳۰-۱)$$

V = سرعت جریان (متر بر ثانیه)

C = ضریب جریان

h = اختلاف ارتفاع نظیر فشار بین لوله داخلی و خارجی (سانتی‌متر)

K = ضریب ثابت

مقدار K درصورتی که V برحسب متر بر ثانیه و h برحسب سانتی‌متر باشد، برابر ۰/۴۴۳ خواهد بود. پس از محاسبه سرعت مقدار بده با استفاده از سطح مقطع لوله از رابطه کلی Q = VA محاسبه می‌گردد.

۱-۹-٦ جریان‌سنج کولین

برای استفاده از جریان‌سنج کولین[3] لازم است که در روی لوله و در ۲ نقطه قرینه هم، ۲ سوراخ تعبیه گردیده و روی آن درپوش گذاشته شود و در زمان اندازه‌گیری، لوله کولین داخل لوله نصب گردد. برای اندازه‌گیری با جریان‌سنج کولین سرعت آب در چندین نقطه اندازه‌گیری می‌شود و متوسط آن در محاسبات استفاده می‌شود.

۱-۹-۷ جریان‌سنج مغناطیسی

جریان‌سنج مغناطیسی[4] از یک لوله غیر فلزی دو سر فلنج تشکیل شده که در دو طرف داخلی آن دو سیم پیچ نصب گردیده است که با عبور جریان الکتریسیته از داخل آن یک میدان مغناطیسی در اطراف لوله ایجاد می‌گردد. اساس کار این دستگاه استفاده از اصل القاء مغناطیسی (فاراده) می‌باشد , بدین صورت که با عبور آب از این میدان مغناطیسی یک میدان الکتریکی عمود بر صفحه بردار جریان آب و میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود.

---

1 - Current Meter
2 - Pitot Tube
3 - Collin Flow Meter
4 - Electromagnetic Flowmeter

Scanned by CamScanner

قدرت این میدان الکتریکی متناسب با سرعت سیال است و با یک مبدل که در قسمت فوقانی دستگاه نصب می‌شود، آشکار گردیده و به سیگنال مناسب برای اندازه گیری جریان آب تبدیل می‌شود.

۱-۹-۸ جریان‌سنج القایی

جریان سنج القایی[1] بر روی لوله نصب شده و فقط سنسور آن داخل لوله وارد می‌شود. سنسور این دستگاه از یک روتور تشکیل گردیده که دارای شش پره می‌باشد و با عبور جریان آب به چرخش در می‌آید. با چرخش روتور میدان مغناطیسی واقع در نوک هر پره تغییر کرده و پالسی بر روی یک قطعه حساس الکترونیکی ایجاد می‌کند. تعداد پالس‌های ایجاد شده متناسب است با سرعت سیال در نقطه اندازه گیری. از آن‌جا که سرعت سیال در تمام مقطع لوله یکسان نمی باشد , بهتر است پره های سنسور دستگاه در یک هشتم قطر داخلی دستگاه قرار گیرد تا خطای دستگاه به کمترین مقدار ممکن برسد.

۱-۹-۹ جریان‌سنج صوتی[2]

این دستگاه در روی سطح خارجی لوله‌ها نصب می‌شود و با استفاده از پدیده دوپلر و اندازه گیری مدت زمان رفت و برگشت امواج صوتی در مسیر حرکت سیال درون لوله، مقدار جریان را اندازه گیری می‌کند. اساس کار دستگاه بدین صورت می‌باشد که دو عدد سنسور (فرستنده – گیرنده) امواج ما فوق صوت در خارج لوله و در مقابل یکدیگر (بازاویه مناسب نسبت به راستای لوله) نصب می‌گردد. از هریک از این سنسورها، سیگنالی به طور هم‌زمان به سمت سنسور دیگر ارسال می‌گردد و اختلاف زمان دریافت سیگنال‌ها توسط یک تایمر بسیار حساس اندازه گیری می‌شود.این زمان طبق رابطه ای متناسب است با سرعت سیال.

علیرغم حساسیت بسیار زیاد این دستگاه به جنس سیال و شرایط فیزیکی محیط، جریان سنج صوتی به دلیل ارزان بودن، عدم نیاز به قطع لوله، سادگی تنظیم وعدم نیاز به سرویس ونگهداری از رایج ترین روش‌های اندازه‌گیری جریان می‌باشد. جریان‌سنج‌های صوتی قادرند سرعت جریان تا ۱۰ متر بر ثانیه را در لوله‌هایی به قطر ۶ میلی‌متر تا ۱۰ متر اندازه‌گیری کنند.

۱-۱۰ لوله‌ها و شیرآلات مورداستفاده درآبیاری تحت‌فشار (تولید داخل کشور)

استفاده از لوله‌ها در آبیاری تحت فشار به منظور انتقال و توزیع آب امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. از مهم‌ترین مسائل طراحی، انتخاب اقتصادی نوع و قطر لوله‌های مورد نیاز می‌باشد. در انتخاب نوع لوله‌های آبیاری تحت فشار توجه به عوامل مؤثری که مهم‌ترین آنها به‌شرح زیر است، ضرورت دارد:

- مشخصات هیدرولیکی،

---

1 - Inductive Flowmeter
2 - Ultrasonic

Scanned by CamScanner

- هزینه‌های تهیه، نگهداری و بهره‌برداری،
- امکان تولید آن در داخل کشور،
- سهولت حمل و نقل،
- سهولت و سرعت کارگذاری،
- مقاومت لوله در برابر بارهای خارجی و فشارهای داخلی،
- عمر مفید،
- مقاومت در برابر خوردگی جدار داخلی و خارجی،
- سازگاری با شرایط خاص پروژه، و
- سهولت در بهره‌برداری.

۱-۱۰-۱ انواع لوله‌ها

به‌طور کلی در پروژه‌های آبیاری از لوله‌های مختلف به‌شرح ذیل استفاده می‌شود:

۱-۱۰-۱-۱ لوله‌های فولادی

لوله‌های فولادی تا قطر ۳۰۰۰ میلی‌متر و طول ۶ تا ۱۲ متر برای فشارهای مختلف در داخل کشور تولید می‌شوند و اغلب در خطوط اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقاومت بالا در مقابل نیروهای داخلی و خارجی، سهولت حمل و نقل، تحمل فشار بالا ازجمله مزایا و مقاومت کم در برابر زنگ‌زدگی و خورندگی در تماس با خاک و نیاز به حفاظت داخلی و خارجی ازجمله معایب آنها محسوب می‌شوند.

۱-۱۰-۱-۲ لوله‌های بتنی

لوله‌های بتنی به‌صورت مسلح برای خطوط آبرسانی و انتقال آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. امکان ساخت برای فشار کارهای مختلف، تولید در داخل کشور، مقاومت در مقابل بارها و نیروهای داخلی و خارجی و خوردگی از جمله محاسن و سنگینی و شکنندگی آنها در حمل و نقل و عدم سهولت نصب از معایب آنها محسوب می‌شود.

۱-۱۰-۱-۳ لوله‌های چدنی

لوله‌های چدنی به دو صورت معمولی و داکتیل تولید و در طرح‌های آبرسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقاومت مکانیکی و شیمیایی مناسب، آب‌بندی خوب اتصالات و تحمل بالای فشارهای داخلی و خارجی ازجمله محاسن و هزینه بالای تولید، مقاومت متوسط در برابر خوردگی‌های خاک و مواد اسیدی از معایب آنها محسوب می‌شود.

۱-۱۰-۱-٤ لوله‌های آزبست سیمان

این لوله‌ها از الیاف پنبه نسوز و سیمان در اقطار ۸۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌متر در داخل کشور تولید می‌شود و قادر به تحمل فشارهای مختلف می‌باشند. سبکی وزن، آب‌بندی خوب، مقاومت در مقابل خوردگی، عدم نیاز به حفاظت

Scanned by CamScanner

کاتدی ازجمله محاسن و شکنندگی در موقع حمل و نصب، مقاومت کمتر در مقابل بارهای خارجی از معایب آنها محسوب می‌شود.

۱-۱۰-۱-۵ لوله‌های پی‌وی‌سی

این لوله‌ها از جنس ترموپلاستیک بوده و برای فشارهای مختلف ساخته می‌شوند. سهولت حمل و نقل، سبکی، انعطاف‌پذیری، مقاومت در مقابل خوردگی ازجمله محاسن و مقاومت کم در مقابل فشارهای خارجی، حساس بودن در مقابل حرارت و آتش‌سوزی و نور آفتاب از معایب این لوله‌ها محسوب می‌شود.

۱-۱۰-۱-٦ لوله‌های پلی‌اتیلن

این لوله‌ها به‌صورت نرم، متوسط و سخت بوده و از قطر ۶ تا ۱۶۰۰ میلی‌متر در داخل تولید می‌شوند و در آبرسانی و آبیاری تحت فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقاومت در مقابل خوردگی و تغییرات درجه حرارت و فرسایش در قسمت داخل لوله، ضریب زبری کم، ساده بودن حمل و نصب، قابلیت انعطاف و هزینه کم ازجمله محاسن و مشکلات اتصال به‌خصوص در مواقعی که جنس نامتجانس در آن به‌کار رفته باشد، سوراخ شدن در برخورد با موانع و اشیاء نوک تیز، حساس بودن در مقابل حرارت و آتش‌سوزی، غیرمقاوم بودن در مقابل نور آفتاب در درازمدت و مقاومت کم در مقابل بارهای خارجی و فشار داخلی از معایب این لوله‌ها محسوب می‌شود.

۱-۱۰-۱-۷ لوله‌های فایبرگلاس (جی‌آرپی)[1]

این لوله‌ها در قطرهای ۲۵۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر و طول ۶ و ۱۲ متر و فشار تا ۳۰ اتمسفر تولید می‌شوند. سبکی وزن، سهولت حمل و نقل، مقاومت در مقابل خوردگی داخلی و خارجی، عدم نیاز به پوشش، سهولت لوله‌گذاری، هزینه کم تعمیر و نگهداری از جمله محاسن و غیرمقاوم بودن در مقابل فشارهای خارجی، تولید محدود در داخل کشور، شکنندگی، شناور شدن آنها در مواقعی که سطح آب زیرزمینی بالادست، حساس بودن در مقابل حرارت و آتش‌سوزی از جمله معایب آنها محسوب می‌شود.

شناخت خصوصیات هر یک از لوله‌های فوق نقش مهمی در انتخاب آنها برای هر پروژه دارد.

۱-۱۰-۲ انواع شیرآلات

انواع شیرآلات مورد استفاده در آبیاری تحت فشار شامل شیرهای کنترل جریان، شیرهای کنترل فشار، شیرهای یکطرفه، شیرهای کنترل هوا، شیرهای تخلیه آب و غیره می‌باشد. مشخصات، نحوه انتخاب و محل استقرار شیرآلات در شبکه‌های آبیاری تحت فشار به‌شرح زیر می‌باشد.

Scanned by CamScanner

۱-۱۰-۲-۱ شیرهای قطع و وصل جریان

شیرهای قطع و وصل جریان به شیرهایی گفته می‌شود که قادر به قطع و وصل کامل جریان یا تنظیم جریان می‌باشند. در شبکه‌های آبیاری تحت فشار، این شیرها به منظور جدا کردن قسمتی از شبکه و یا در ابتدای خط لوله و یا هر انشعاب و همچنین در طول خطوط لوله طویل به فواصل مناسب (یک تا پنج کیلومتر) نصب می‌شوند. مهم‌ترین شیرهایی که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند، شیرهای کشویی[۱]، شیرهای پروانه‌ای[۲]، شیرهای سوپاپی[۳]، شیرهای مخروطی[۴]، شیرهای گویی[۵] و شیرهای توپی می‌باشد.

شیرهای کشویی و پروانه‌ای از رایج‌ترین انواع شیرهای قطع و وصل جریان می‌باشند که به‌طور عمده به‌دلیل نوع خاص طراحی آنها بهتر است فقط جهت قطع و وصل کامل جریان مورد استفاده قرار گیرند. چون در غیراین‌صورت دچار فرسودگی شدید می‌شوند. این شیرها در حالت کاملاً باز دارای افت اصطکاکی کمی می‌باشند (ضریب افت ۰/۱ تا ۰/۶) و نمی‌توان از این شیرها در جهت کنترل فشار نیز استفاده کرد.

شیرهای کشویی در اندازه‌های بزرگ بسیار حجیم بوده و برای باز و بسته کردن آنها نیاز به نیروی زیاد می‌باشد. لذا در این مواقع استفاده از شیرهای پروانه‌ای که حجم کمتری را اشغال می‌کند. ارجح می‌باشد.

شیرهای سوپاپی قادر به تنظیم جریان و یا قطع و وصل کامل جریان می‌باشند ولی بعلت نوع خاص طراحی آن فرسودگی آن شدید تر از انواع دیگر می‌باشد.این شیرها دارای افت اصطکاکی زیادی می‌باشد و می‌توان از آنها جهت کاهش فشار نیز استفاده نمود (ضریب افت ۴ تا ۶ در حالت کاملاً باز).

شیرهای مخروطی، گویی و توپی با یک حرکت ۹۰ درجه باز و بسته می‌شوند و بهتر است فقط جهت قطع و وصل کامل جریان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این شیرها به‌طور عمده برای جداسازی قسمتی از تجهیزات شبکه نظیر مجاری تخلیه، تجهیزات ایستگاه تصفیه، فشارسنج و غیره از سایر قسمت‌های شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۱۰-۲-۲ شیرهای کنترل فشار

این شیرها عموماً به منظور تنظیم فشار موجود در خطوط لوله مورد استفاده قرار می‌گیرند. شیرهای کنترل فشار با توجه به روش تنظیم فشار به دو گروه شیرهای تخلیه فشار[۶] و شیرهای کاهنده فشار (فشارشکن)[۷] تقسیم می‌شوند.

---

1 - Gate Valves
2 - Butterfly Valves
3 - Globe Valves
4 - Cone Valves
5 - Ball Valves
6 - Pressure Relief Valves
7 - Pressuer Reducing Valves

Scanned by CamScanner

شیرهای تخلیه فشار عموماً از نوع شیرهای سوپاپی بوده و روش کار آنها بدین صورت می‌باشد که با افزایش فشار داخل خط لوله به میزان بیش از حد مجاز، شیر به‌صورت خودکار باز شده و با تخلیه آب به خارج از خط لوله از میزان فشار موجود در خطوط لوله می‌کاهد. بعد از کاسته شدن از فشار داخل خطوط لوله، دوباره شیر به‌صورت خودکار بسته می‌شود. این شیرها عموماً پس از ایستگاه پمپاژ و بعد از شیر یکطرفه به منظور تخلیه فشار اضافی ایستگاه پمپاژ و همچنین در نقاط کم ارتفاع پروفیل طولی خطوط لوله و انتهای خطوط لوله که احتمال بروز فشار اضافی خصوصاً به‌دلیل ضربه قوچ وجود دارد و به‌علاوه در انتهای سیفون معکوس و یا قسمت‌هایی از خطوط لوله که لوله در مواقع تخلیه به‌صورت کامل تخلیه نمی‌شود و در مواقع آبگیری مجدد احتمال افزایش فشار به‌دلیل تجمع هوا وجود دارد، نصب می‌شود. در هنگام انتخاب این شیرها، باید دقت شود که حساسیت شیر انتخاب شده متناسب با فشار کاری خطوط لوله باشد و از لحاظ اندازه نیز بزرگتر و یا کوچکتر از اندازه لازم نباشد، چون ممکن است که سرعت باز و بسته شدن شیر زیاد و کمتر از حد مورد انتظار باشد و خود باعث بروز مشکلاتی در خطوط لوله گردد.

شیرهای فشارشکن نوع دیگری از شیرهای تنظیم فشار می‌باشند که با ایجاد افت فشار در مسیر جریان آب از میزان فشار خطوط لوله می‌کاهند. این شیرها در واقع نوع به‌خصوصی از شیرهای سوپاپی می‌باشند که توسط مکانیسم تعریف شده‌ای میزان بازشدگی آنها تنظیم می‌شود. از لحاظ مکانیسم تنظیم فشار این شیرها به دو نوع شیرهای خودکار[1] و شیرهای پایلوت‌دار[2] تقسیم می‌شوند. شیرهای فشارشکن نوع اول برای کنترل دامنه کمی از فشار و شیرهای فشارشکن نوع دوم برای کنترل دامنه وسیعی از فشار کاربرد دارند.

در هنگام انتخاب شیرهای فشارشکن مشابه شیرهای تخلیه فشار باید به دامنه مجاز بهره‌برداری از آنها که توسط کارخانه سازنده مشخص شده است توجه نمود. همچنین قطر شیر انتخاب شده نیز باید متناسب خطوط لوله باشد.

۱-۱۰-۲-۳ شیرهای یکطرفه

این نوع شیرها اساساً جهت جلوگیری از جریان معکوس آب در خطوط لوله مورد استفاده قرار می‌گیرند. مشکل خاص این نوع شیرها، امکان جریان آب از یک جهت را فراهم می‌کند و به محض تغییر جهت جریان آب بلافاصله شیر بسته شده و باعث قطع جریان می‌گردد.

شیرهای یکطرفه[3] به‌طور کلی بیشتر پس از ایستگاه پمپاژ قرار گرفته و پس از خاموش شدن پمپ از ایجاد فشار معکوس بر روی پمپ و همچنین تخلیه لوله‌ها به طرف ایستگاه پمپاژ جلوگیری می‌کند. همچنین در لوله

---

1 - Self - Operated Pressure
2 - Pilot - Operated Perssure
3 - Check Valves

Scanned by CamScanner

مکش پمپ نیز از این نوع شیرها استفاده می‌شود تا در هنگام خاموش شدن پمپ از تخلیه لوله مکش جلوگیری کند.

از شیرهای یکطرفه به منظور کوتاه کردن طول مسیر حرکت موج ناشی از ضربه قوچ نیز استفاده می‌شود و به‌طور کلی هر جا که احتمال وارد شدن خسارت به تأسیسات مرتبط با شبکه در اثر فشار معکوس یا ضربه قوچ وجود دارد از این نوع شیرها استفاده می‌شود.

متداول‌ترین انواع شیرهای یکطرفه عبارتند از: شیرهای یکطرفه نوع لولایی[۱] که با ایجاد جریان بلافاصله باز شده و با قطع جریان بلافاصله بسته می‌شوند، شیرهای یکطرفه نوع بالارونده [۲]که شبیه شیرهای سوپاپی بوده و بیشتر برای فشارهای بالای ۷۰ اتمسفر مورد استفاده قرار می‌گیرند، شیرهای پایاب[۳] که مخصوص لوله مکش پمپ‌ها می‌باشد و از تخلیه لوله مکش جلوگیری می‌کنند و شیرهای یکطرفه فنرداری[۴] که باز شدن آن منوط به ایجاد فشار لازم در بالادست جریان می‌باشد. این نوع شیرهای یکطرفه پس از قطع جریان به سرعت بسته می‌شوند.

در انتخاب شیرهای یکطرفه دو معیار مدنظر قرار می‌گیرد: یکی ضریب افت شیر مناسب و قابل قبول باشد و دوم در هنگام بسته شدن جریان گذرا ایجاد نکند. ضریب افت در شیرهای یکطرفه نوع لولایی کمتر از سایر شیرها می‌باشد. جریان گذرا نیز متناسب با سرعت جریان برگشتی در هنگام بسته شدن شیر می‌باشد. هرچه این سرعت بیشتر باشد باید از شیرهایی که عکس‌العمل سریع‌تری دارند استفاده شود.

۱-۱۰-۲-٤ شیرهای کنترل هوا

به‌طور کلی شیرهای کنترل هوا[۵] به منظور تخلیه هوای موجود در خطوط لوله و یا ورود هوا به داخل خطوط لوله مورد استفاده قرار می‌گیرند. خطوط لوله در انتهای فصل آبیاری از آب تخلیه می‌شوند. جهت آبگیری مجدد این لوله‌ها در ابتدای فصل آبیاری بعدی لازم است که هوای موجود در خطوط لوله تخلیه شود. هم‌چنین هوای محلول در آب ممکن است در اثر تغییر فشار یا سرعت آب از محلول آب خارج گشته و در نقاط مرتفع تجمع نماید و باعث انسداد لوله‌ها شود. علاوه بر این در خطوط لوله ممکن است خلاء و یا جدایی ستون آب در هنگام تخلیه خطوط لوله و یا به علت عملکرد هیدرولیکی نامناسب خطوط لوله ایجاد گردد. در این مواقع نیز شیرهای کنترل هوا از خسارت‌های احتمالی جلوگیری می‌کنند.

شیرهای کنترل هوا به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- Swing Check Valves

Scanned by CamScanner

- شیر هوای روزنه کوچک[1] که به علت کوچکی روزنه آن فقط قادر به تخلیه حجم کمی از هوای داخل خطوط لوله می‌باشد.
- شیر هوای روزنه بزرگ[2] : که به علت بزرگی روزنه آن قادر به تخلیه و یا ورود حجم زیادی از هوا به داخل یا خارج لوله می‌باشد.
- شیر هوای دو روزنه[3] : که دارای یک روزنه کوچک و یک روزنه بزرگ بوده و وظیفه شیرهای روزنه کوچک و روزنه بزرگ را به‌طور هم‌زمان انجام می‌دهد.

به‌طور کلی شیرهای هوای روزنه بزرگ در فواصل ۴۵۰ تا ۱۰۰۰ متری در طول خطوط لوله، در انتهای خطوط لوله واقع در سرازیری‌ها نصب می‌گردد تا امکان خروج هوا در ابتدای آبگیری لوله‌ها و امکان ورود هوا در هنگام تخلیه لوله‌ها را فراهم کنند. شیرهای روزنه کوچک نیز در لوله‌های رو به پایین وقتی شیب افزایش پیدا می‌کند و در لوله‌های رو به بالا وقتی شیب کاهش پیدا می‌کند، نصب می‌گردند تا امکان خروج هوای محبوس شده در طول فصل آبیاری فراهم آورند. شیرهای دو روزنه نیز در مواقعی که هر دو وظیفه گفته شده در بالا (ورود یا خروج هوا در هنگام آبگیری و یا تخلیه کامل لوله‌ها و همچنین تخلیه هوا درحین فصل آبیاری) مورد انتظار باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر موارد بالا از شیرهای روزنه کوچک بعد از تبدیل‌ها، زانویی‌ها، شیرهای تنظیم جریان و شیرهای یکطرفه بعد از ایستگاه پمپاژ نیز استفاده می‌شود.

برای تعیین اندازه شیرهای هوا که به‌طور ناپیوسته عمل می‌کند می‌توان از جدول ۱-۲۵ استفاده نمود. اندازه شیرهای هوای روزنه کوچک که به‌صورت پیوسته عمل می‌کنند می‌تواند خیلی کوچک انتخاب شود چون حجم زیادی از هوا قادر به تخلیه از یک روزنه کوچک می‌باشد. در نصب شیرهای کنترل هوا باید توجه داشت که قبل از شیر هوا یک شیر قطع و وصل جریان نیز نصب شود.

۱-۱۰-۲-۵ شیرهای تخلیه آب

شیرهای تخلیه آب[4] به منظور تخلیه آب موجود در خطوط لوله در انتهای فصل آبیاری و یا تخلیه آب قسمتی از خطوط لوله به منظور انجام تعمیرات ضروری درحین فصل بهره‌برداری مورد استفاده قرار می‌گیرند. شیرهای مورد استفاده جهت تخلیه آب به‌طور عمده از همان نوع شیرهای قطع و وصل جریان می‌باشند و اغلب در محل نقاط کم ارتفاع خطوط لوله نصب می‌شوند. همراه با این شیرها یک خط انشعابی که آب تخلیه شده را به یک زهکش مناسب هدایت کند نیز در نظر گرفته می‌شود.

---

1 - Small Orrifice Air Valves

Scanned by CamScanner

جدول ۱-۲۵- اندازه حداقل شیر هوای روزنه بزرگ

قطر لوله (اینچ)	٦	۷	۸	۸	۹	۱۰	۱۰	۱۲
ضخامت دیواره لوله (اینچ)	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۱٤	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰٦٤	۰/۰٦٤
شیب (٪)	قطر روزنه ورود هوا (اینچ)							
۱	۱	۱/۵	۱/۵	۱	۲	۲	۲	۲
۲	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۲	۲/۵	۲	۲/۵
۳	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۲/۵	۲/۵	۲	۵/۳
۴	۱	۱/۵	۲	۱/۵	۲/۵	۳	۲	۴
۵	۱	۱/۵	۲	۱/۵	۲/۵	۳	۲	۴
۶	۱	۱/۵	۲	۱/۵	۲/۵	۳	۳	۴
۷	۱	۱/۵	۲	۱/۵	۲/۵	۳	۳	۴
۸	۱	۱/۵	۲	۱/۵	۳	۴	۳	۴
۹	۱	۱/۵	۲	۲	۳	۴	۳	۴
۱۰	۱	۱/۵	۲	۲	۳	۴	۳	۵
۱۵	۱/۵	۲	۲/۵	۲	۴	۴	۴	۵
۲۰	۱/۵	۲	۳	۲	۴	۴	۴	۵
۲۵	۱/۵	۲	۳	۲/۵	۴	۵	۴	۶

۱-۱۰-۳ فشارسنج

میزان فشار نقش مهمی در توزیع یکنواخت آب در آبیاری تحت فشار و در نتیجه در بازده آن ایفا می‌کند، لذا نصب دستگاه فشارسنج در سیستم برای کنترل فشار و آگاهی از نحوه عملکرد سیستم و تشخیص عیوب در نقاط مختلف شبکه ضروری است. نقاط نصب فشارسنج در شبکه به‌صورت زیر توصیه می‌گردد:

- نصب بلافاصله بعد از پمپ جهت کنترل فشار ایستگاه پمپاژ در سیستم آبیاری تحت فشار،
- قبل و بعد از صافی‌های توری و شن برای کنترل اختلاف فشار و تشخیص زمان شستشوی صافی‌ها در سیستم آبیاری تحت فشار،
- بعد از واحد کنترل مرکزی برای کنترل فشار در ابتدای شبکه آبیاری موضعی، و
- در یکی دو نقطه از شبکه و ترجیحاً در انتهای شبکه و یا محل‌های مهم انشعاب برای آگاهی از وضعیت فشار در انتهای شبکه آبیاری تحت فشار.

Scanned by CamScanner

۱-۱۱ نقشه‌ها و عکس‌های مورد نیاز در طرح‌های آبیاری تحت فشار

نقشه‌ها و عکس‌های هوایی مورد نیاز و همچنین نقشه‌های لازم جهت ارائه در گزارش در مراحل مختلف طراحی شبکه‌های آبیاری تحت فشار به‌شرح زیر می‌باشد:

۱-۱۱-۱ مقیاس عکس‌های هوایی مورد نیاز

عکس‌هایی که در مراحل مختلف مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد به‌شرح زیر است:

- مرحله شناسایی: در این مرحله از مطالعات عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و یا حداقل ۱:۵۰۰۰۰ لازم می‌باشد.
- مرحله یک (توجیهی): عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ یا ۱:۱۰۰۰۰ و درصورت کوچک بودن منطقه طرح (کم‌تر از ۲۰۰۰ هکتار) مقیاس ۱۰۰۰۰: ۱ و یا در صورت وجود ۶۵۰۰: ۱
- مرحله دو (تفصیلی): برای این مرحله کمترین مقیاس عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰ و یا ۱:۶۵۰۰ لازم می‌باشد و درصورت عدم وجود از عکس‌های با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ نیز در حالات خاص می‌توان استفاده نمود.

۱-۱۱-۲ مقیاس نقشه‌های پایه مورد نیاز

مقیاس نقشه‌های مورد نیاز مربوط به نقشه‌های مبنا و یا پایه است و برای مراحل مختلف به‌شرح زیر است و برای مقاصد مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- مرحله شناسایی: ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۵۰۰۰۰ درصورت وجود ۱:۲۰۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰.
- مرحله یک (توجیهی): ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۵۰۰۰۰، ۱:۲۵۰۰۰ (و یا ۱:۲۰۰۰۰) طبق استاندارد سازمان نقشه‌برداری کشور و در سیستم U.T.M[1] و خطوط تراز در مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰ و۱:۲۵۰۰۰۰ موجود که طبق استاندارد سازمان جغرافیایی ارتش جمهوری اسلامی ایران تهیه شده است. ذکر مشخصات فنی نقشه ضرورت ندارد لیکن در نقشه‌های۱:۲۵۰۰۰ یا ۱:۲۰۰۰۰ و سایر نقشه‌هایی که در زیر اشاره می‌گردد، ذکر مشخصات فنی ضرورت دارد.
- مرحله دو (تفصیلی): ۱:۵۰۰۰ با خطوط تراز ۰/۵متری برای شیب‌های ۰/۵ در هزار و بیشتر و با خطوط تراز ۰/۲۵ متری در اراضی با شیب مساوی و یا کمتر از ۰/۵ در هزار و طبق استانداردهای سازمان نقشه‌برداری کشور و در سیستم U.T.M توصیه می‌شود.

در صورت کوچک بودن سطح پروژه یا نیاز به احداث شبکه فرعی، تسطیح اراضی و یا زهکش زیرزمینی با موافقت کارفرما از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ (به‌عنوان نقشه‌ها مبنا) با خطوط تراز ۰/۵ متری برای شیب‌های بیش از ۱ در

Scanned by CamScanner

هزار و یا ۰/۲۵ متری برای شیب‌های مساوی و یا کمتر از یک در هزار که در هر ۴۰ متر یک نقطه ارتفاعی وجود داشته باشد و طبق استانداردهای سازمان نقشه‌برداری کشور باشد، می‌توان استفاده نمود.

۱-۱۱-۳ مقیاس نقشه‌های قابل ارائه در گزارش

نقشه‌هایی که در گزارش‌های مراحل مختلف ارائه می‌شود به‌شرح زیر است:

- شناسایی:۱:۵۰۰۰۰
- مرحله یک: ۱:۵۰۰۰ یا ۱:۲۰۰۰۰
- مرحله دو: ۱:۵۰۰۰- (شبکه فرعی): ۱:۲۰۰۰

در صورت استفاده از نوار برای پلان و پروفیل مقیاس۱:۲۰۰۰.

۱-۱۲ محاسبه نیاز آبی و ظرفیت شبکه آبیاری تحت فشار

در قسمت‌های قبل توضیحات لازم درخصوص نحوه محاسبه ET_o (تبخیر و تعرق پتانسیل) و K_C (ضریب رشد گیاهی) و در نهایت ET_C (تبخیر و تعرق محصول) یا Tc (تعرق محصول) ارائه گردید. در این قسمت نیاز آبی و ظرفیت مورد نیاز شبکه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۱۲-۱ نیاز خالص آبی

منظور از نیاز خالص آبی[۱] قسمتی از آب مورد نیاز گیاه می‌باشد که از طریق آبیاری تأمین می‌گردد. بقیه آب مصرفی نیز از طریق بارندگی مؤثر[۲]، رطوبت اولیه خاک[۳] و آثار آب زیرزمینی[۴] قابل حصول می‌باشد که رابطه این عوامل را به‌صورت زیر می‌توان خلاصه نمود:

$$NWR = ETc - Pe - Wb - Ge \qquad (۳۱-۱)$$

NWR = نیاز خالص آبی (میلی‌متر)،

ETc = تبخیر و تعرق محصول (در آبیاری موضعی، تعرق محصول می‌باشد - میلی‌متر)،

Pe = بارندگی مؤثر (میلی‌متر)،

Wb = رطوبت اولیه خاک (میلی‌متر)، و

Ge = آثار آب زیرزمینی (میلی‌متر) .

Scanned by CamScanner

۱-۱۴ اطلاعات مورد نیاز طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار

در سیستم آبیاری تحت فشار، طراحی ابتدا بر اساس اطلاعات مقدماتی که در اختیار بوده و یا می‌توان کسب نمود، انجام می‌شود و نتایج به‌دست آمده به تدریج و در طی مراحل بعدی طراحی و زمان اجرای سیستم که اطلاعات دقیق‌تر و عملی‌تری اخذ می‌شود، اصلاح می‌گردد. روش قدم به قدم در طراحی تکمیل جدول اطلاعات مطابق جدول ۱-۲۸ می‌باشد. در این جدول ۵ قسمت اطلاعاتی و محاسباتی به‌شرح زیر مندرج است:

- اطلاعات مربوط به گیاه،
- اطلاعات مربوط به خاک،
- محاسبات نیاز آبی،
- اطلاعات مربوط به آبیاری،
- محاسبات ظرفیت سیستم،

Scanned by CamScanner

جدول ۱-۲۸- عوامل مؤثر در طراحی اولیه سیستم آبیاری بارانی وموضعی [۴۲]

الف- گیاه				
۱ – عمق ریشه (میلی‌متر)				
۲ – فصل رشد (روز)				
۳ – نیاز آبی روزانه (میلی‌متر بر روز)				
۴ - نیاز آبی فصلی (میلی‌متر)				
ب- خاک				
۱ – بافت خاک سطحی و ضخامت آن (سانتی‌متر)				
۲- ضریب آب سهل‌الوصول (میلی‌متر بر متر)				
۳ – بافت خاک عمقی و ضخامت آن (سانتی‌متر)				
۴ - آب قابل دسترسی در خاک (میلی‌متر بر متر)				
۵ – ظرفیت رطوبتی (میلی‌متر)				
۶ – تخلیه مجاز (میلی‌متر)				
۷ – نفوذپذیری (میلی‌متر بر ساعت)				
ج- نیاز آبی				
۱ – نیاز خالص فصلی (میلی‌متر)				
۲ – باران مؤثر (میلی‌متر)				
۳ – رطوبت ذخیره شده (میلی‌متر)				
۴ – عمق خالص آبیاری فصلی (میلی‌متر)				
۵ – عمق ناخالص آبیاری فصلی (میلی‌متر)				
۶ – تعداد آبیاری‌ها				
د- آبیاری				
۱ – دور آبیاری (روز)				
۲ – عمق خالص آبیاری (میلی‌متر)				
۳ – بازده (درصد)				
۴ – عمق ناخالص آبیاری (میلی‌متر)				
هـ- ظرفیت سیستم				
۱ – شدت پخش (میلی‌متر بر ساعت)				
۲ – زمان استقرار (ساعت)				
۳ – تعداد استقرار بر روز				
۴ – تعداد روزهای کاری بر هر نوبت				
۵ – ظرفیت اولیه سیستم (لیتر بر ثانیه)				

Scanned by CamScanner

- ابعاد مزرعه، شکل مزرعه، آرایش مزرعه، وضعیت مرزهای زمین، مالکیت زمین، مالکیت اراضی اطراف، نوع زراعت در اراضی مجاور،
- موانع از قبیل دیوارها، درخت، تیرهای برق، کابل‌های زیرزمینی، جاده‌ها، پلها و راه‌آهن،
- محل چاه، مختصات و موقعیت ارتفاعی آن در زمین،
- کیفیت آب، نوع و مقادیر املاح و محدودیت‌های آن،
- کمیت آب، حجم آب در طول سال، بده، بیشترین بده، کمترین بده، زمان وقوع بیشترین و کمترین بده،
- شرایط آب و هوایی و عوامل مؤثر در نیاز آبیاری از قبیل دما، رطوبت، ساعات آفتابی، سرعت باد و غیره، و
- خاک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن.

اطلاعات پیش گفته همان‌طور که قبلاً ذکر شد منتهی به تعیین بیشترین نیاز آبی، ظرفیت نفوذپذیری خاک، مقدار آب آبیاری در هر نوبت، شدت پخش و سرانجام ظرفیت سیستم خواهد شد.

۱-۱۴-۱ مراحل طراحی اولیه سیستم‌های آبیاری تحت فشار

با توجه به این اطلاعات و داده‌های قبلی طراح باید نوع سیستم آبیاری تحت فشار را انتخاب کند و بر آن اساس آرایش و سپس طراحی هیدرولیکی انجام پذیرد. برای رسیدن به این هدف اقدامات زیر انجام می‌شود:

جدولی از کلیه منابع آب و خاک و گیاه و نیروی انسانی و غیره تهیه شود. در این جدول نوع خاک، پستی و بلندی، منبع آب و نیروی مکانیکی موجود، نوع گیاه و برنامه عملیات مزرعه باید ذکر شود. علاوه بر اطلاعات یاد شده طراح باید درخصوص توان مالی زارع، منبع تأمین نیازهای مالی و سود بانکی، وجود کارگران ماهر، نیمه ماهر و معمولی و توان مدیریتی زارع نیز اطلاعاتی کسب کند،

با استفاده از اطلاعات بند فوق و کسب اطلاعات محلی و روش‌های تجربی عمق و مقدار آب آبیاری در هر نوبت معلوم می‌گردد،

- متوسط دوره‌ای که نیاز آبی در آن بیشترین است، تعیین گردد. نیاز آبی روزانه و فصلی گیاهان موردنظر محاسبه شود،
- فاصله بین آبیاری‌ها محاسبه شود،
- ظرفیت سیستم به‌دست آید،

پس از مقایسه گزینه‌های مختلف، گزینه برتر بانظر کارفرما انتخاب شود،

- فشار کاری سیستم، متوسط شدت پخش و همچنین فاصله، بده و اندازه سر آبپاش‌ها و خروجی‌ها تعیین شود،
- تعداد آبپاش‌ها یا خروجی‌هایی که باتوجه به ظرفیت سیستم هم‌زمان کار خواهندکرد،
- انتخاب بهترین آرایش لوله اصلی و بال که در آن تعدادی آبپاش یا خروجی هم‌زمان کار خواهند کرد،
- تغییرات لازم در آرایش لوله‌ها انجام شود،

Scanned by CamScanner

- اندازه و طول لوله‌های بال تعیین گردد،
- میزان بیشترین فشار لازم در هر لوله بال مشخص شود،
- متوسط شدت پخش آب به‌دست آید،
- قطر لوله اصلی محاسبه شود،
- کنترل اقتصادی قطر لوله اصلی با توجه به قدرت مورد نیاز،
- مقادیر بیشترین و کمترین فشار کار و آبده تعیین شود،
- تنظیم برنامه آبیاری با توجه به آرایش لوله‌ها، و
- تعیین نوع پمپ با توجه به بیشترین فشار کاری و بازده آن در دامنه شرایط کاری توصیه شده توسط کارخانه.

۱-۱۵ نحوه انتخاب روش مناسب آبیاری تحت فشار

یکی از موارد مهم در مطالعه و طراحی شبکه‌های آبیاری انتخاب روش آبیاری مناسب می‌باشد. در این ارتباط پارامترهای متعددی دخالت دارند که مهم‌ترین آنها وضعیت اقلیمی، وضعیت پستی و بلندی زمین، مشخصات آب و خاک، نوع محصول، شرایط تأمین انرژی، زمینه‌های فرهنگی، وضعیت نیروی انسانی، وضعیت بهره‌برداری و نگهداری و بالاخره هزینه‌ها و ملاحظات اقتصادی در هر طرح می‌باشد. میزان تأثیر و یا به‌عبارتی نوع محدودیتی که هر یک از این عامل‌ها در انتخاب روش آبیاری مناسب ایجاد می‌کند، ممکن است به یکی از سه حالت زیر باشد.

۱- میزان محدودیت‌ها درحدی باشد که فقط استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار پاسخگو بوده و سایر روش‌های آبیاری غیرعملی و یا غیراقتصادی باشد.

۲- میزان محدودیت‌ها به نحوی باشد که استفاده از روش‌های مختلف آبیاری میسر بوده و باید در شرایط فنی یکسان بین آبیاری تحت فشار و آبیاری ثقلی هر کدام را که عملی‌تر و اقتصادی‌تر باشد برگزید.

۳- محدودیت‌های خاص مربوط به اهداف برخی پروژه‌ها که در واقع ارتباط مستقیم به امر آبیاری نداشته بلکه کاربرد سیستم آبیاری تحت فشار را برای منظورهای خاص ضروری می‌سازد (نظیر استفاده از آبیاری بارانی برای کنترل یخبندان).

بنابراین پس از بررسی‌های اولیه در خصوص شرایط مشخصه طرح و ویژگی‌های سیستم‌های آبیاری، ممکن است به‌کارگیری بعضی از سیستم‌های آبیاری از لحاظ فنی امکان‌پذیر نباشد. در این شرایط به منظور انتخاب روش مناسب آبیاری در بین روش‌هایی که از لحاظ فنی امکان‌پذیر می‌باشند باید مقایسه اقتصادی انجام پذیرد.

Scanned by CamScanner

۱-۱۵-۱ روش مقایسه اقتصادی انتخاب روش آبیاری

از روش‌های مناسب مقایسه اقتصادی گزینه‌های مختلف یک طرح استفاده از معیار درآمده[۱] به هزینه‌ها[۲] (B/c) ، معیار سود خالص (B-C) و هزینه متر مکعب آب استحصالی می‌باشد. برای این منظور در طرح‌های آبیاری و زهکشی درآمدها و هزینه به‌شرح زیر محاسبه می‌شود:

۱-۱۵-۱-۱ درآمدها

در طرح‌های آبیاری، درآمد ناشی از طرح به‌طور عمده درآمد ناشی از فروش محصول می‌باشد که از حاصلضرب عملکرد محصول (با توجه به نوع سیستم آبیاری موردنظر) در قیمت فروش محصول به‌دست می‌آید.

۱-۱۵-۱-۲ هزینه‌ها

در طرح‌های آبیاری، هزینه موردنیاز طرح، به‌طور عمده هزینه استحصال، انتقال تا مزرعه و توزیع آب در سطح قطعه آبیاری می‌باشد. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های ثابت سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های جاری بهره‌برداری و نگهداری، نیروی انسانی و انرژی مصرفی می‌باشد . نحوه محاسبه هر یک از این هزینه‌ها به شرح زیر می‌باشد :

۱-۱۵-۱-۲-۱ هزینه‌های سرمایه‌گذاری سالیانه

به منظور امکان محاسبه مجموع هزینه‌های سالیانه یک طرح لازم است که هزینه‌های ثابت سرمایه‌گذاری اولیه به هزینه‌های جاری تبدیل شود. برای این منظور باید هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه سیستم آبیاری با توجه به عمر مفید هر یک از اجزای سیستم آبیاری محاسبه شود. درصورتی که عمر مفید هر یک از اجزای سیستم آبیاری (جدول ۱-۲۹) کمتر از عمر مفید پروژه باشد، باید هزینه آن جزء پس از اتمام عمر مفید آن تجدید شود و همچنین لازم است که در انتهای عمر مفید پروژه درآمد ناشی از فروش اسقاطی اجزاء سیستم از هزینه سرمایه‌گذاری کسر گردد. سپس با تنزیل هزینه‌های سیستم به سال مبدا هزینه سرمایه‌گذاری اولیه محاسبه شود. با ضرب کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه در ضریب بازگشت سرمایه (CRF) این هزینه‌ها به هزینه‌های سرمایه‌گذاری سالانه تبدیل خواهد شد. ضریب بازگشت سرمایه از رابطه ۱-۴۱ قابل محاسبه می‌باشد:

$$CRF = (i(1+i)^n) /(1+i)^n-1) \qquad (۱-۴۱)$$

CRF = ضریب بازگشت سرمایه‌گذاری (اعشار)

i = نرخ بهره (اعشار)

n = عمر مفید پروژه (سال)

Scanned by CamScanner

۱-۱۵-۱-۲-۲ هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری

برای محاسبه هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری از سیستم آبیاری از ضریب بهره‌برداری و نگهداری سالیانه استفاده می‌شود، به‌طوری که با اعمال ضریب در هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه می‌توان هزینه بهره‌برداری و نگهداری سالیانه را با یک تخمین قابل قبول محاسبه نمود. این ضرایب در جدول ۱-۲۹ ارائه گردیده است.

۱-۱۵-۱-۲-۳ هزینه نیروی انسانی سالیانه

در هریک از روش‌های آبیاری، نیروی انسانی مورد نیاز برای انجام عمل آبیاری متفاوت باشد. برای محاسبه هزینه نیروی انسانی مورد نیاز در هر یک از روش‌های آبیاری تحت فشار می‌توان از جدول ۱-۳۰ استفاده نمود.

۱-۱۵-۱-۲-٤ هزینه انرژی مصرفی

در سیستم‌های آبیاری تحت فشار که به منظور تأمین فشار از ایستگاه‌های پمپاژ استفاده می‌شود، باید هزینه انرژی مصرفی را به ازای تأمین فشار آب مورد نیاز سالیانه محاسبه نمود.هزینه انرژی مصرفی سیستم آبیاری تحت فشار از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$Pf = P \times Pu \times Ts \qquad (۱-۴۲)$$

Pf = هزینه تأمین انرژی (ریال)

P = توان مصرفی ایستگاه پمپاژ (کیلو وات)

Pu = قیمت واحد سوخت (ریال بر کیلو وات ساعت)

Ts = زمان کارکرد سالیانه سیستم آبیاری (ساعت)

Scanned by CamScanner

جدول ۱-۲۹- عمر مفید و ضریب نگهداری سالیانه در سیستم‌های آبیاری تحت فشار [۴۲]

نوع سیستم		عمر اقتصادی* (سال)	ضریب نگهداری** (درصد)
بارانی	متحرک دستی	۱۵	۲
	کشش انتهایی	۱۰	۳
	آبفشان غلتان	۱۵	۲
	بال متحرک	۱۵	۴
	بال آبیاری	۵/۲۰	۳
	آبفشان قرقره‌ای	۱۰	۶
	آبفشان دوار		
	– استاندارد	۱۵	۵
	– با گوشه پاش	۱۵	۶
	آبفشان خطی	۱۵	۶
	ثابت		
	– قابل حمل	۱۵	۲
	– دائمی	۲۰	۱
موضعی	پخش نقطه‌ای		
	– قطره‌ای	۱۰/۲۰	۳
	– افشان	۱۰/۲۰	۳
	– حبابی	۱۵	۲
	پخش خطی		
	– چند بار مصرف	۱۰/۲۰	۳
	– یک بار مصرف	۱/۲۰	۳
سایر اجزاء	خطوط لوله پی‌وی‌سی مدفون	۲۰-۴۰	۱
	خطوط لوله فولادی	۱۰-۲۰	۱
	خطوط لوله آلومینیومی	۱۰-۲۰	۲
	پمپ الکتریکی	۱۵	۳
	پمپ دیزلی	۱۰	۶
	چاه‌ها	۲۵	۱

*- در مواردی که دو عمر مفید با علامت (/) نشان داده شده است، اولین عدد مربوط به تجهیزات روی زمینی و دومین عدد مربوط به تجهیزات زیرزمینی می‌باشد

**- این اعداد تقریبی هستند و از Keller (1990) و Bliesner and Merrion (1988) گرفته شده‌اند. در صورت امکان باید از تجارب محلی استفاده شود.

Scanned by CamScanner

جدول ۱-۳۰- نیروی انسانی موردنیاز در سیستم‌های آبیاری تحت فشار [۴۲]

نوع سیستم		پیش‌آبیاری و اولین آبیاری* (نفر-ساعت بر هکتار)	آبیاری‌های بعدی (نفر-ساعت بر هکتار)
بارانی	آبفشان دوار	۰/۱۲	۰/۰۵**
	آبفشان خطی		
	– تغذیه از کانال	۰/۱۲	۰/۱
	– تغذیه با شیلنگ	۰/۱۵	۰/۱۵
	– تغذیه از لوله	۰/۱۲	۰/۰۷
	بال متحرک	۰/۴۹	۰/۶۲
	آبفشان غلتان	۰/۲۵	۰/۸۶
	آبفشان قرقره‌ای	۰/۲۵	۰/۶۲
	متحرک دستی	۰/۲۵	۱/۷۳
	بال آبیاری شیلنگی	۰/۲۵	۱/۲۵-۲
	ثابت		
	– قابل حمل	۲/۴۷***	۰/۱۵
	– دائمی	۰/۲۵	۰/۱۵
موضعی	پخش نقطه‌ای		
	– قطره‌ای	۰/۲۵	۰/۰۵****
	– افشان	۰/۲۵	۰/۰۵
	پخش خطی		
	– چند بار مصرف	۳/۴۰	۰/۰۵
	– یک بار مصرف	۲/۰۰*****	۰/۰۵

*- مقادیر نشان داده شده برای پیش آبیاری و یا اولین آبیاری می‌باشد که برای هر کدام باید به‌طور جداگانه منظور گردد.

**- با فرض عمق خالص آبیاری ۲۵ میلی‌متر یا بیشتر می‌باشد.

***- برای هر جابه‌جایی میان فصل ۲/۴۷ ساعت اضافه می‌شود .

****- محاسبه شده با فرض یک ساعت در روز برای هر ۶۰ هکتار و دور آبیاری دو روز.

*****- فرض می‌شود که لوله‌ها در زمان کاشت توسط ماشین خوابانیده می‌شوند.

Scanned by CamScanner

فصل دوم – ضوابط طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی

در طراحی سیستم‌های آبیاری پس از انجام مطالعات پایه و مشخص شدن عوامل مؤثر در طراحی ، باید ابتدا نوع سیستم آبیاری بارانی مناسب را تشخیص داد و سپس به طراحی اجزای سیستم پرداخت. برای این منظور در این فصل ابتدا یک شرح کلی در خصوص انواع روش‌های آبیاری بارانی و ویژگی‌های هر یک از آنها ارائه می‌شود و سپس خصوصیات هر یک از اجزای سیستم آبیاری بارانی از قبیل آبپاش ، بال آبیاری و لوله اصلی مطرح و روش محاسبه و طراحی مربوط بیان می‌گردد.

۲-۱ طرح کلی و اجزاء سیستم‌های آبیاری بارانی

در روش آبیاری بارانی ، آب پس از عبور از شبکه لوله‌های توزیع آب از آبپاش‌ها خارج شده و شبیه قطره‌های باران بر سطح زمین یا شاخ و برگ گیاهان فرو می‌ریزد. در این روش آبیاری، به‌دلیل امکان کنترل آب و جلوگیری از هدر رفتن آن ، در صورتی که اصول فنی طراحی و همچنین مدیریت بهره‌برداری مناسب رعایت گردد ، می‌توان بازده کاربرد و توزیع بالایی را انتظار داشت.

سیستم‌های آبیاری بارانی را می‌توان برای آبیاری بیشتر گیاهان ، در شرایط مختلف آب و هوایی از مرطوب تا خشک (بجز مناطق با باد شدید) ، انواع مختلف خاک‌های نسبتاً شنی تا رسی ، خاک‌های کم عمق و شیب‌های مختلف زمین به کاربرد. علاوه بر این از سیستم‌های آبیاری بارانی می‌توان برای جلوگیری از سرمازدگی شاخ و برگ درختان ، جلوگیری از گرمازدگی گیاهان و همچنین پخش کودهای محلول در آب استفاده نمود. اجزاء و پیکره اصلی سیستم‌های آبیاری بارانی به شرح زیر می‌باشد :

۲-۱-۱ آبپاش‌ها

آبپاش‌ها از مهم‌ترین اجزاء یک سیستم آبیاری بارانی هستند. متداول‌ترین آبپاش‌ها که با انواع گیاهان زراعی و خاک‌های مختلف تطبیق دارند ، آبپاش‌های ضربه‌ای[1] می‌باشند که از قسمت‌های مختلف شامل پایه اتصال ، لوله اتصال ، بدنه آبپاش ، فواره (نازل) ، فنر انبساطی ، چرخاننده دهانه ، چکش و محور چرخش تشکیل می‌گردد. انواع دیگر آبپاش‌ها، آبپاش زیردرختی و لوله‌های سوراخدار می‌باشد.انواع مختلف آبپاش‌ها (جدول ۲-۱) برحسب میزان فشار آب لازم به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌گردند :

Scanned by CamScanner

جدول ۲-۱- دسته‌بندی آبپاش‌ها و خصوصیات و سازگاری آنها [٤۲]

نوع آبپاش	آبپاش با فشار کم ۰/۳۵ تا ۲ اتمسفر	آبپاش با فشار ملایم ۱ تا ۲ اتمسفر	آبپاش با فشار متوسط ۲ تا ٤ اتمسفر	آبپاش با فشار زیاد ٤ تا ۷ اتمسفر	آبپاش با بده زیاد ۵/۵ تا ۸/۵ اتمسفر	آبپاش زیر درختی ۰/۷ تا ۳/۵ اتمسفر	لوله‌های سوراخدار ۰/۲ تا ۱/٤ اتمسفر
خصوصیات کلی	دارای بازوی فنری یا واکنشی	اغلب یک روزنه یا با لوله نازل بلند	فواره آبپاش دارای یک یا دو روزنه خروج آب	فواره آبپاش دارای یک یا دو روزنه خروج آب	یک فواره آبپاش بزرگ به همراه یک فواره کوچک یا فواره آبپاش ضربه‌ای	زاویه پراکنش طوری است که آب در زیر شاخ و برگ درخت ریخته می‌شود	لوله‌های آبپاش قابل انتقال با سوراخ‌هایی در یک سوم محیط بالای لوله
حدود قطر پراکنش (متر)	۶ تا ۱۵	۱۸ تا ۲۴	۲۳ تا ۳۷	۳۴ تا ۹۰	۶۱ تا ۱۲۲	۱۲ تا ۳۷	۳ تا ۱۵
کمترین سرعت پخش پیشنهاد شده (سانتی متر بر ساعت)	۱۰/۰	۰/۳	۲/۵	۱۰	۱۵	۵	۱۳۰
خصوصیات قطره‌های آب (با فرض اینکه فشار متناسب با روزنه آبپاش انتخاب‌شده باشد)	به علت فشار کم اندازه قطره‌های آب بزرگ است	قطره‌های آب به نسبت خوب شکسته می‌شوند	ذرات آب خوب شکسته شده در تمام سطح دایره خیس‌شده توزیع می‌گردد	ذرات آب خوب شکسته شده در تمام سطح دایره خیس شده توزیع می‌گردد	ذرات آب فوق‌العاده زیاد شکسته می‌شوند	قطره‌های آب نسبتاً خوب شکسته می‌شوند	به علت فشار کم ، قطره‌های آب بزرگ هستند.
یکنواختی توزیع آب (با فرض اینکه فاصله آبپاش‌ها و رابطه فشار و قطر روزنه آبپاش‌ها با هم متناسب باشد)	متوسط	متوسط تا خوب در حد بالایی محدوده فشار	خیلی خوب	در صورتیکه سرعت باد کمتر از ۶/۵ کیلومتر در ساعت باشد یکنواختی خوب است	بسیار حساس نسبت به باد در هوای آرام قابل قبول	نسبتاً خوب	خوب
سازگاری و محدودیت‌ها برای سیستم‌های متحرک دوره‌ای یا ثابت	مناسب زمین‌های کوچک و خاک‌های با نفوذ پذیری بیشتر از ۱۳ میلی‌متر بر ساعت	مناسب محصولات زراعی، سبزیجات و سیستم آبیاری باغی زیر درختی	مناسب بیشتر گیاهان و خاک‌های قابل آبیاری سازگاری زیاد با آبیاری بالای درختی دارد	مناسب بیشتر گیاهان و بیشتر خاک‌های قابل آبیاری با آبیاری بالای درختان سازگاری دارد. بجز در مواقعی که باد شدید بوزد	سازگار با گیاهانی که پوشش سبز فشرده دارند مناسب زمینهایی که شکل هندسی نامعین دارند محدود به خاک‌هایی که سرعت نفوذ زیاد دارند	مناسب باغات میوه ، مناسب باغاتی که باد با فشار کم موجود اجازه استفاده از آبپاش‌های بالای درختی را نمی‌دهد	مناسب‌گیاهان‌کوتاه، محدود به خاک‌هایی با سرعت‌نفوذ زیاد، فشار مورد نیاز کم اجازه می‌دهد که از نیروی ثقل یا لوله آب شهری به عنوان منبع فشار استفاده شود.
سازگاری و محدودیت‌ها برای سیستم‌های متحرک	نازل‌های افشان برای سیستم آبفشان دوار و خطی مناسب است	مناسب آبفشان دوار و خطی در خاک‌های با نفوذ پذیر زیاد	مناسب آبفشان دوار و خطی در اغلب خاک‌ها	مناسب آبفشان دوار و قرقره‌ای	مناسب آبفشان دوار و قرقره‌ای	نامناسب	نامناسب

Scanned by CamScanner

۲-۱-۱-۱ آبپاش‌های با فشار کم

این نوع آبپاش‌ها در فشار بین ۰/۳۵ تا ۲ اتمسفر کار می‌کنند . اندازه قطره‌های آب خروجی از آبپاش درشت بوده و قطر پراکنش آب کم است. این آبپاش‌ها اغلب برای آبیاری سبزیجات و درختان میوه به ویژه مرکبات استفاده می‌شوند.

۲-۱-۱-۲ آبپاش‌های با فشار ملایم

این نوع آبپاش‌ها در فشارهای ۱ تا ۲ اتمسفر کار می‌کنند و اغلب دارای یک دهانه هستند . به‌دلیل شکسته شدن مناسب قطره‌های آب ، مناسب محصولات زراعی ، سبزیجات و آبیاری زیردرختی باغ‌ها می‌باشند.

۲-۱-۱-۳ آبپاش‌های با فشار متوسط

این آبپاش‌ها تحت فشار ۲ تا ۴ اتمسفر کار می‌کنند و ممکن است دارای یک یا دو دهانه باشند. قطر پراکنش آب بزرگتر از آبپاش‌های کم فشار است و هر آبپاش قطری حدود ۲۳ تا ۳۷ متر را خیس می‌کند. این نوع آبپاش‌ها برای آبیاری اغلب گیاهان و در انواع خاک‌ها قابل استفاده است.

۲-۱-۱-٤ آبپاش‌های با فشار زیاد

این آبپاش‌ها تحت فشار بین ۴ تا ۷ اتمسفر کار می‌کنند و در بادهای با سرعت کمتر از ۱۳ کیلومتر بر ساعت توزیع آب با این نوع آبپاش و با یکنواختی زیاد صورت می‌گیرد. قطر آبپاشی آنها بین ۳۴ تا ۹۰ متر است و برای انواع گیاهان قابل استفاده می‌باشد.

۲-۱-۱-۵ آبپاش‌های بزرگ با بده زیاد

این نوع آبپاش‌ها که بیشتر مواقع تفنگی نامیده می‌شوند در فشارهای حدود ۵/۵ تا ۸/۵ اتمسفر و با بده حدود ۲۰ تا ۶۰ لیتر بر ثانیه کار می‌کنند. قطر آبپاشی در آنها بین ۶۱ تا ۱۲۲ متر می‌باشد. این آبپاش‌ها برای آبیاری تکمیلی محصولات و آبیاری مراتع و به طور کلی اراضی با پوشش گیاهی متراکم قابل استفاده هستند. لازم به ذکر است که اخیراً آبپاش‌های تفنگی با فشار کارکرد و آبدهی کمتر از حدود بالا نیز تولید شده است که جهت کاربرد آنها در طراحی‌ها می‌توان به مشخصات فنی ارائه شده توسط کارخانه سازنده مراجعه نمود.

۲-۱-۲ بال‌های آبیاری

بال آبیاری ، لوله‌ای است که آبپاش‌ها بر روی آن قرار گرفته و آب را در بین آنها توزیع می‌نماید. بال آبیاری بسته به نوع سیستم آبیاری دارای قطر و جنس‌های مختلفی می‌باشد. جنس این لوله‌ها آلومینیوم ، پلی‌اتیلن و یا آهن گالوانیزه می‌باشد. از لحاظ قطر نیز از ۵۰ میلی‌متر تا ۱۲۵ میلی‌متر متغیر می‌باشد. از لحاظ نوع نصب نیز بال‌های آبیاری ممکن است در زیرزمین ، روی زمین و یا بالای سطح زمین قرار گیرد.

Scanned by CamScanner

مهم‌ترین عوامل مؤثر در آرایش این لوله‌ها توپوگرافی زمین ، سرعت و جهت باد غالب منطقه می‌باشد. از لحاظ توپوگرافی زمین سعی می‌شود این لوله‌ها در جهت خطوط تراز قرار گیرد ، در مواردی که این‌کار امکان‌پذیر نباشد قرار دادن بال در جهت سرازیری نیز مشکل چندانی ایجاد نخواهد کرد. مگر در سیستم‌های مکانیزه نظیر آبفشان غلتان، دوار و خطی که وجود شیب یک مانع بر سر حرکت دستگاه می‌باشد. در این سیستم‌ها بیشترین شیب در جهت بال ۲ تا ۳ درصد و در جهت عمود بر شیب (جهت حرکت دستگاه) ۴ تا ۵ درصد می‌باشد. از لحاظ باد غالب منطقه نیز تا سرعت باد ۶ کیلومتر بر ساعت تأثیری بر روی آرایش لوله‌ها نخواهد داشت. ولی در سرعت‌های بیشتر بهتر است بال‌های آبیاری عمود بر جهت باد غالب قرار گیرد.

۲-۱-۳ لوله‌های اصلی و نیمه اصلی

لوله‌های اصلی و نیمه اصلی در سیستم‌های آبیاری بارانی، لوله‌هایی هستند که آب را در بین بال‌های آبیاری توزیع می‌نمایند. این لوله‌ها اغلب از جنس پلی‌اتیلن ، سیمان آزبست ، پی‌وی‌سی و در بعضی موارد آلمینیوم و یا جنس‌های دیگر می‌باشد. در آرایش این لوله‌ها سعی می‌شود بیشترین تعداد بال آبیاری با کمترین طول لوله‌های اصلی و نیمه اصلی تغذیه شود. برای این منظور سعی می‌شود لوله اصلی یا نیمه اصلی در وسط مزرعه قرار گرفته و بال‌های آبیاری را دو طرفه تغذیه کند.

با توجه به این‌که بال‌های آبیاری در جهت خط تراز قرار می‌گیرند، لوله‌های اصلی یا نیمه اصلی که بال‌های آبیاری را تغذیه می‌کنند در جهت شیب قرار می‌گیرند. برای توزیع بهتر فشار در بین بال‌های آبیاری بهتر است که لوله‌های اصلی یا نیمه اصلی حتی‌المقدور در خط‌الرأس و در جهت شیب سرازیری قرار گیرند. در صورت عدم امکان با رعایت ضوابط هیدرولیکی مربوط قرار دادن آنها در وضعیتی غیر از این نیز ممانعتی نخواهد داشت. طول لوله‌های اصلی و نیمه اصلی نیز تابعی از تعداد بال‌های تحت پوشش و شرایط بهره‌برداری می‌باشد.

۲-۲ طبقه‌بندی انواع سیستم آبیاری بارانی

سیستم‌های آبیاری بارانی به دو گروه عمده (نمودار ۲-۱) طبقه‌بندی می‌شوند:

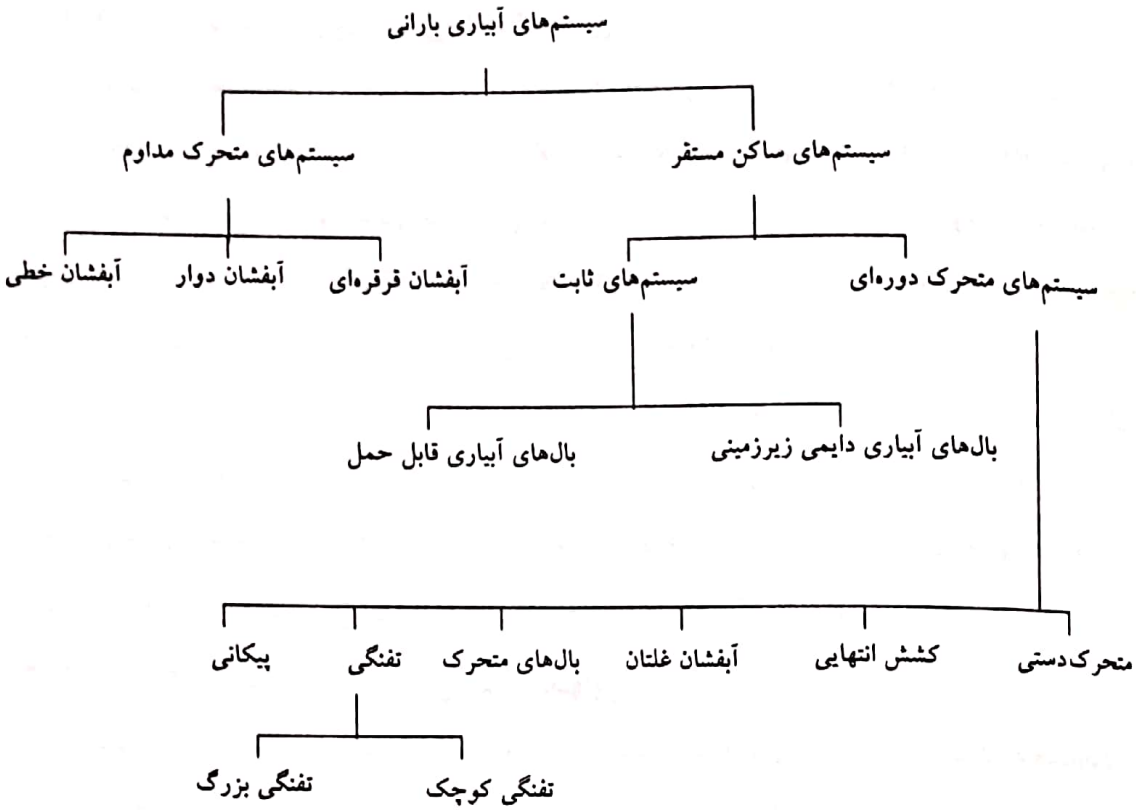
۱- سیستم‌های ساکن یا مستقر[1]

۲- سیستم‌های متحرک مداوم[2]

در سیستم‌های ساکن آبپاش‌ها حداقل تا زمانی که زمین به اندازه نیاز آبیاری نشود تغییر مکان نمی‌یابند. در سیستم‌های متحرک مداوم آبپاش‌ها همیشه در حرکت بوده و آبیاری می‌کنند. بنابراین کلمه ساکن فقط دلالت به زمان حین آبیاری دارد که به طور ثابت انجام می‌گیرد.

1- Set System
2- Continious – Move System

Scanned by CamScanner



نمودار ۲-۱- انواع سیستم‌های آبیاری بارانی

۲-۲-۱ سیستم آبیاری ساکن یا مستقر

سیستم‌های ساکن خود به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- سیستم‌های متحرک دوره‌ای[1]

۲- سیستم‌های ثابت[2]

۳- سایر سیستم‌های ساکن

در سیستم‌های متحرک دوره‌ای آبپاش‌ها تنها زمانی که نیاز است در محل خود مستقر می‌گردد و پس از آبیاری به‌محل دیگری نقل مکان داده می‌شوند. در سیستم‌های ثابت، آبپاش‌ها در یک محل ثابت‌بوده وجابه‌جا نمی‌شوند.

۲-۲-۱-۱ سیستم‌های متحرک دوره‌ای

سیستم‌های متحرک دوره‌ای دارای انواع زیر می‌باشند:

1- Periodic – Move System
2- Fixed System

Scanned by CamScanner

۲-۲-۱-۱-۱ سیستم آبیاری بارانی متحرک دستی[۱]

در این سیستم لوله‌های اصلی به صورت متحرک ، در روی زمین و یا زیر خاک ثابت هستند اما بال‌های آبیاری با دست جابه‌جا می‌شوند. این سیستم برای انواع گیاهان و شرایط آب و هوایی و پستی و بلندی به‌کار رفته و به سادگی قابل تعمیم به سایر سیستم‌های بارانی می‌باشد. قطعات بال‌های آبیاری که از جنس آلومینیوم می‌باشند از طریق اتصالات نوع سریع به یکدیگر متصل می‌شوند. اتصال بال‌های آبیاری به لوله اصلی نیز از همین نوع می‌باشد. بال‌های آبیاری از طریق اتصال خرطومی و یا سفت به لوله اصلی وصل می‌گردد.

مهم‌ترین عیب این سیستم به‌کارگیری نیروی کارگری زیاد جهت جابه‌جایی لوله‌ها و باز و بسته کردن آنها در زمان آبیاری است. اما از طرف دیگر این نیروهای کارگری نقش نظارت بر عملکرد سیستم آبیاری را نیز به عهده دارند. این سیستم نسبت به سایر سیستم‌های بارانی کم هزینه و ساده‌تر بوده و از پیچیدگی‌های فنی به دور است. زمان لازم برای جابه‌جایی لوله‌ها در ۲۴ ساعت آبیاری حدود ۲ ساعت می‌باشد.

۲-۲-۱-۱-۲ سیستم آبیاری بارانی کشش انتهایی[۲]

این سیستم مشابه سیستم‌های متحرک دستی بوده با این تفاوت که بال‌های آبیاری دارای اتصال سخت بوده و از یکدیگر جدا نمی‌شوند و در جابه‌جایی ، بال‌های آبیاری به صورت یک‌جا منتقل می‌شوند. بدین منظور توصیه می‌گردد که لوله اصلی در این سیستم در مرکز زمین پیش‌بینی شود تا برای جابه‌جایی بال‌های آبیاری نیاز به وقت زیادی نباشد. یک تراکتور کوچک به راحتی ۴۰۰ متر لوله بال آبیاری را می‌تواند جابه‌جا نماید.

این سیستم در زمین‌های کوچک و یا غیرمنظم و نیز اراضی دارای پستی و بلندی به کار گرفته نمی‌شود، هزینه این سیستم گرانتر از سیستم‌های متحرک دستی است. این سیستم تنها در زراعت یونجه و غلات تا قبل از به ساقه رفتن گیاه و نیز در چمن‌کاری‌ها کاربرد دارد.

۲-۲-۱-۱-۳ سیستم آبیاری بارانی آبفشان غلتان[۳]

این سیستم مشابه نوع متحرک دستی است. با این تفاوت که اتصالات در بال‌های آبیاری از نوع سخت بوده و بر روی چرخ‌های با قطر ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متری تعبیه شده‌اند. چرخ‌ها ممکن است در محل غیر اتصالات نیز قرار گیرند. جابه‌جایی بال‌های آبیاری توسط یک یا چند موتور که در وسط یا در دو سر این لوله قرار دارد، حول محور لوله بر روی چرخ‌ها صورت می‌گیرد.

این سیستم برای زمین‌های صاف و دارای ابعاد منظم مستطیلی و در زراعت‌های غیرردیفی مانند غلات و گندم انتخاب می‌شود. اگر برای گیاهانی مانند چغندرقند و یا اراضی شیبدار استفاده شود باید طول بال آبیاری از

Scanned by CamScanner

۴۰۰ متر تجاوز نکند. قطعات بال آبیاری اغلب ۱۲ متری است و اگر چرخ در وسط لوله باشد آبپاش بر روی یک پایه کوتاه نصب و محل آن در یکی از دو انتهای لوله خواهد بود. در هنگام استفاده از این سیستم باید توجه داشت که شعاع چرخ‌های بال آبیاری از ارتفاع گیاه بیشتر باشد.

برای اتصال بال آبیاری به شیر آبگیر[1]، از اتصالات خرطومی استفاده شود تا جابه‌جایی آن ساده باشد. قطر بال‌های آبیاری نیز برای طول‌های استاندارد (تا ۴۰۰ متر) حدود ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلی‌متر است.

۲-۲-۱-۱-٤ سیستم آبیاری بارانی بال متحرک[2]

این سیستم همانند سیستم آبفشان غلتان است با این تفاوت که در این سیستم خود بال آبیاری محور چرخ‌ها نبوده بلکه شاسی‌هایی بشکل A مجهز به چرخ هستند و بال آبیاری در بالای آنها قرار گرفته است. بال آبیاری حدود ۱/۵ متر بالای سطح زمین قرار دارد و فاصله چرخ‌ها از یکدیگر ۱۵ متر می‌باشد و آبپاش‌های تفنگی بر روی لوله تعبیه گردیده است. در این سیستم اگر طول لوله ۴۰۰ متر به شکل استاندارد باشد سطح آبیاری در هر نوبت حدود ۲ هکتار خواهد بود. چون میزان پخش آب از آبپاش‌ها زیاد است (حدود ۱۳ میلی‌متر بر ساعت) بدین لحاظ این سیستم بیشتر برای اراضی شنی و سبک مناسب می‌باشد.

۲-۲-۱-۱-۵ سیستم آبیاری بارانی تفنگی[3]

در سیستم‌های آبیاری بارانی تفنگی از آبپاش‌هایی که به آبپاش تفنگی موسوم می‌باشند ، استفاده می‌شود. این نوع آبپاش‌ها با دهانه‌ای به قطر ۱۶ میلی‌متر یا بیشتر که اغلب بر روی یک غلتک یا ارابه چرخدار نصب می‌شوند می‌تواند، با ردیف‌های مختلف یا فاصله‌های متفاوت بین گیاهان و ارتفاع آنها هماهنگ شوند.

جنس آبپاش‌های تفنگی بسیار مقاوم بوده و در مقابل نیروهای ناشی از بده و فشار کار زیاد مقاومت کافی دارند . آبپاش‌های تفنگی براساس چرخش به دو نوع تفکیک می‌شوند :

الف- آبپاش تفنگی با بازوی متحرک: این نوع آبپاش‌ها مانند آبپاش‌های کوچک کار می‌کنند. در این سیستم آبپاش تفنگی به وسیله قاشقک متحرکی که در انتهای بازوی متحرک قرار دارد می‌چرخد. بین ۲ تا ۵ دقیقه طول میکشد تا آبپاش تفنگی یک چرخش را انجام دهد.آبپاش‌های تفنگی قطاعی که تنها قسمتی از یک دایره واقـع درپشت ماشیـن را آبیاری می‌کنند رایج‌تر از آبپاش‌های تفنگی با دایره کامل آبیاری هستند زیرا همیشه ماشین روی یک مسیر خشک حرکت می‌کند. مواضع تنظیم‌کننده‌های آبپاش‌های تفنگی قابل تنظیم است و قوس آبیاری به اندازه دلخواه تنظیم می‌شود. مثلاً می‌توان یک قوس ۲۷۰ درجه‌ای را آبیاری نمود. همچنین سرعت برگشت آبپاش تفنگی به ابتدای قطاع نیز قابل تنظیم می‌باشد.

1- Hydrant

Scanned by CamScanner

ب- آبپاش تفنگی با توربین آبی : این نوع آبپاش تفنگی به ظاهر مشابه نوع بازوی متحرک است اما حرکت آن نرمتر از یک سری حرکات ضربه‌ای تند است. آبپاش تفنگی توربینی را می‌توان برای آبیاری به صورت قطعه‌بندی نیز مورد استفاده قرار داد. در این آبپاش‌های تفنگی دو نوع فواره نصب می‌شود، یکی فواره‌هایی که روزنه داخلی آنها مخروطی است و دیگری فواره‌هایی که روزنه داخلی آنها حلقوی است. فواره‌های مخروطی آب را بهتر پخش می‌کنند و کمتر تحت تأثیر وزش باد قرار می‌گیرد و فاصله پرتاب آنها بیشتر از حلقوی است. اما فواره‌های حلقوی در فشار آب کم بهتر آب را پخش می‌کنند که این موضوع در محصولات ظریف و با مقاومت کم بسیار مهم است. اندازه انواع فواره‌ها (قطر داخلی روزنه) بین ۱۵ تا ۱۵۰ میلی‌متر است. زاویه پرتاب آب نسبت به افق در آبپاش‌های تفنگی بین ۱۵تا ۲۷ درجه است. در شرایطی که فشار کار مناسب باشد انتخاب زاویه بسته بهتر است چون الگوی خیس شده بارانی کمتر تحت تأثیر وزش باد قرار می‌گیرد. هر گونه تلاطم در فوران آب، فاصله پرتاب را کاهش می‌دهد این تلاطم ناشی از طراحی نامناسب سیستم لوله‌کشی ، تغییرات ناگهانی در اندازه لوله‌ها و زبری قسمت داخلی آنها می‌تواند باشد. امروزه در فواره آبپاش‌های تفنگی پره‌هایی نصب می‌شود که جریان خروج آب از فواره را تنظیم و از ایجاد تلاطم جلوگیری می‌کنند. این سیستم‌ها سرعت پخش زیاد و قطره‌های درشت آب تولید می‌کنند که موجب فشرده شدن سطح خاک و تشدید مسئله هرزآب می‌شود. به همین دلیل این سیستم‌ها بیشتر برای خاک‌های سبک با سرعت نفوذ زیاد و گیاهان زراعی نسبتاً بالغ که تنها نیاز به آبیاری تکمیلی دارند مناسب می‌باشد.

۲-۲-۱-۱-۶ سیستم آبیاری بارانی پیکانی[1]

نوع دیگر از سیستم آبیاری بارانی ، لوله‌های چرخان[2] یا سیستم پیکانی می‌باشد. قسمت اصلی این سیستم از یک دکل لوله‌ای با طول حداکثر ۸۰ متر تشکیل شده که روی آن سوراخ‌هایی به قطر ۴ تا ۸ میلی‌متر تعبیه گردیده و آب را به طور یکنواخت پخش می‌کنند. این دستگاه که بر روی ارابه قرار گرفته با نیروی یک موتور درون سوز یا یک تراکتور حرکت می‌کند. لوله‌های چرخان با فشاری معادل ۵ تا ۶ اتمسفر و با بده ۴۰ تا ۷۵ مترمکعب بر ساعت کار می‌کنند با هر چرخش سطحی به وسعت ۱/۲ هکتار آبیاری می‌شود و میزان پخش آب اغلب کم و در حدود ۷ تا ۱۰ میلی‌متر بر ساعت است. در این سیستم با توجه به میزان پخش آب اغلب به کارگیری ۵۰ میلی‌متر آب ۵ تا ۷ دقیقه طول می‌کشد. علاوه بر مطالبی که در مورد سایر سیستم‌ها گفته شد در آبیاری با لوله‌های چرخان پیکانی باید به نکات زیر توجه داشت :

Scanned by CamScanner

- موقع انتقال دستگاه از یک محل به محل دیگر لزومی ندارد لوله‌ها از یکدیگر جدا شوند.
- موقع جابه‌جایی ماشین روی اراضی شیبدار بهتر است دستگاه در جهت شیب حرکت داده شود تا عمود بر شیب قرار گیرد.

۲-۲-۱-۲ سیستم‌های آبیاری بارانی ثابت

در این سیستم به اندازه کافی بال آبیاری و آبپاش بر روی زمین وجود دارد و نیازی به جابه‌جایی آنها برای آبیاری نیست. این سیستم‌ها انواع مختلف دارند که عمده‌ترین آنها عبارتند از :

۲-۲-۱-۲-۱ بال‌های آبیاری قابل حمل[1]

در سیستم بال‌های آبیاری قابل حمل ، بال‌ها بر روی زمین استقرار دارند و تا زمانی که به آبیاری نیاز باشد. در جای خود ثابت هستند. این سیستم برای زراعت‌هایی که در نظر باشد جوانه زدن آنها تسریع گردد، استفاده می‌شود، سپس سیستم جمع‌آوری می‌شود و عمل آبیاری با روش دیگری مانند شیاری انجام می‌پذیرد.

در بعضی زراعت‌ها مانند سیب‌زمینی تا برداشت محصول سیستم قابل استفاده است، از معایب این سیستم هزینه کارگری زیاد آن برای باز و بسته کردن لوله‌ها ، تعداد زیاد لوله و آبپاش می‌باشد. از مزیت‌های سیستم این است که امکان تغییر روش آبیاری هر چند با مشکل وجود دارد.

۲-۲-۱-۲-۲ بال‌های آبیاری دایمی زیرزمینی[2]

در روش بال‌های آبیاری ثابت زیرزمینی ، تمام لوله‌ها در عمق ۴۰ تا ۷۰ سانتی‌متری زیر خاک کارگذاری می‌شوند و تنها پایه‌های آبپاش از سطح خاک بیرون است. این سیستم مناسب باغات میوه است که درخت به مدت چندین سال در جای خود باقی می‌ماند و سیستم به لحاظ اقتصادی مستهلک می‌گردد. در بعضی شرایط از آبپاش‌های بزرگ در فواصل ۲۵ تا ۵۰ متر به کار می‌رود و آبپاش‌ها در طول بال آبیاری جابه‌جا می‌شوند (سیستم آبیاری بارانی آبپاش متحرک). در این حالت به دلیل شعاع زیاد پاشش آبپاش از تعداد بال‌های آبیاری و آبپاش مورد نیاز کاسته شده و در نتیجه از هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه به مقدار زیادی کم خواهد شد. به طور کلی سیستم‌های ثابت برای گیاهانی که فاصله آبیاری در آنها کم است و یا در شرایطی که بخواهیم از آبیاری بارانی برای خنک کردن گیاه و یا جلوگیری از یخزدگی استفاده کنیم، کارآیی بیشتری دارد ولی سیستم‌های ثابت آبپاش متحرک در انواع زراعت‌ها کاربرد دارد. ظرفیت این سیستم‌ها بین ۵ تا ۱۰ درصد کمتر از سیستم‌های دیگر است، زیرا برای تعویض بال‌های آبیاری زمانی لازم نخواهد بود.

1- Portable Solid Set
2- Permanent buried lateral

Scanned by CamScanner

۲-۲-۱-۳ سایر سیستم‌های آبیاری بارانی ساکن

این سیستم‌ها که شامل سیستم لوله‌های سوراخدار[1]، سیستم‌آبپاش با لوله‌های شیلنگی[2] و سیستم باغی[3] می‌باشد به دلیل قابلیت حمل و نقل و همچنین مصرف کمتر انرژی ساخته شده‌اند. این سیستم ها به‌طور عمده در فشارهای ۳/۵ تا ۱۴ متر کار می‌کنند. به طوری‌که در بسیاری از موارد فشار ناشی از اختلاف ارتفاع سطح زمین این فشار را تأمین می‌کنند و نیازی به استفاده از پمپ نخواهد بود. با این وجود به دلیل شعاع پاشش کم آبپاش‌ها و در نتیجه فاصله کم استقرار بال‌های آبیاری که ۶ تا ۹ متر می‌باشد در صورت نیاز به جابه‌جایی این لوله‌ها ، نیروی انسانی زیادی نیاز خواهد بود.

۲-۲-۲ سیستم‌های متحرک مداوم

این سیستم برخلاف سیستم ثابت در حین آبیاری بر روی زمین حرکت می‌کند و مکان ثابت ندارد. سه نوع عمده آن عبارتند از :

۲-۲-۲-۱ سیستم آبفشان قرقره‌ای[4]

در این سیستم آبپاش سوار بر یک ارابه می‌باشد. شیلنگی قوی و نرم به قطر ۵۰ تا ۱۱۰ میلی‌متر که به لوله اصلی متصل می‌شود آب را به آبپاش رسانده و روی زمین پخش می‌کند. نوع آبپاش اغلب تفنگی بزرگ و با ظرفیت زیاد است. بده خروجی آبپاش بیش از ۳۰ لیتربرثانیه و فشار آب در محل خروجی تفنگی فواره بیشتر از سایر سیستم‌های بارانی بوده و حدود ۴۰ تا ۷۰ متر است. فشار آب در لوله با در نظر گرفتن سایر تلفات انرژی به ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر می‌رسد. بیشترین کاربرد این سیستم در آبیاری‌های تکمیلی است اما برای آبیاری گیاهان بلند مانند ذرت ، نیشکر و حتی باغات میوه نیز می‌توان استفاده کرد. محدوده آبپاشی این سیستم در قطاعی از دایره با زاویه ۲۷۰ درجه است و جلو ارابه همیشه خشک است ، عرض نوار آبپاشی بستگی به فشار آب دارد و تا ۱۲۰ متر می‌رسد. طول شیلنگ تا ۲۰۰ متر است و اگر لوله اصلی در وسط زمین قرار گرفته باشد قطعه‌ای به طول ۴۰۰ متر قابل آبیاری است. مسیر حرکت دستگاه در یک نوع آن توسط کابل فولادی که تا انتهای مزرعه کشیده شده ودر آن‌جا محکم بسته شده است و در نوع دیگر توسط خود شیلنگ تعیین می‌شود.

فشار آبپاش میزان پخش آب را کنترل می‌کند. سرعت ارابه به طرف جلو ، ارتفاع آب پخش شده روی زمین را تنظیم می‌نماید و اغلب مقدار آن ۱۰ تا ۵۰ متر بر ساعت است. بنابراین هر چه ماشین سریع‌تر حرکت کند، ارتفاع آب پخش شده کمتر خواهد بود. نحوه کار با ماشین به گونه‌ای است که نیازی به کنترل ندارد و در خاتمه هر مرحله از آبیاری به طور خودکار متوقف می‌شود.

1- Perforated Pipe
2- Hose – fed Sprinkers
3- Other

Scanned by CamScanner

۲-۲-۲-۲ سیستم آبفشان دوار[1]

این نوع ماشین‌ها یک بال آبیاری از جنس آهن گالوانیزه دارند که حول یک نقطه ثابت در وسط مزرعه می‌چرخد. این لوله روی پایه‌های فلزی A شکل با حدود ۳ متر ارتفاع از زمین قرار گرفته است. فاصله پایه‌ها از یکدیگر حدود ۳۰ متر و هر پایه نیز به چرخ مجهز است. طول بال آبیاری بین ۱۵۰ تا ۶۰۰ متر متغیر است.

در این سیستم سطح آبپاشی دایره‌ای است که وسعت آن با توجه به طول لوله تا ۱۰۰ هکتار می‌رسد و با توجه به مقدار آب مورد نیاز زمان چرخش بین یک تا ۱۰۰ ساعت متغیر است. هر چه سرعت چرخش کمتر باشد مقدار پخش آب بیشتر است. در این سیستم برای حصول یکنواختی توزیع آب میزان پخش آب به طرف انتهای لوله به تدریج افزایش می‌یابد. این کار را می‌توان به دو طریق انجام داد : یکی تغییر اندازه آبپاش‌ها و دیگری تغییر فاصله آبپاش‌ها. اغلب میزان پخش آب نزدیک به نقطه مرکزی ۵ میلی‌متر بر ساعت و در انتهای لوله بیش از ۳۰ میلی‌متر بر ساعت است. خاک‌های شنی بهترین نوع خاک برای آبیاری با این سیستم می‌باشد و در اراضی مسطح و ناهموار قابل استفاده است.

از مزایای عمده این سیستم این است که تمام عملیات به طور خودکار صورت می‌گیرد و می‌توان عملیات را از راه دور کنترل نمود. از عمده معایب سیستم سطح آبیاری به شکل دایره است که کناره‌های زمین آبیاری نمی‌شود که باید به کمک آبپاش‌های مخصوص و بزرگ در انتهای بال مشکل را برطرف نمود.

۲-۲-۲-۳ سیستم آبیاری آبفشان خطی[2]

این سیستم در اراضی بزرگ با شکل مربع یا مستطیل به‌کار برده می‌شود و مشابه سیستم آبیاری بارانی آبفشان دوار است و می‌توان آنرا مانند سیستم آبیاری آبفشان دوار به صورت خودکار تبدیل نمود. این روش در اراضی شنی مناسب است ولی در خاک‌های رسی برج‌های آن در گل فرو می‌رود و نیاز به خشک شدن زمین می‌باشد. می‌توان با تقسیم کردن زمین به دو بخش کاربرد سیستم را فعال‌تر نمود. به نحوی که هر بار در یک بخش از زمین و در یک راستا آبیاری انجام شود.

۲-۲-۳ سایر طبقه‌بندی‌ها

در بندهای قبلی طبقه‌بندی رایج سیستم‌های آبیاری بارانی تشریح شد. در این قسمت طبقه‌بندی دیگری براساس خصوصیات فیزیکی انجام گرفته است که عبارتند از :

- سیستم قابل حمل یا متحرک[3]

1- Center Pivot
2- Linear – moving Lateral
3- Portable - System

Scanned by CamScanner

- سیستم نیمه متحرک[1]
- سیستم نیمه ثابت[2]
- سیستم ثابت[3]

در سیستم متحرک لوله اصلی ، بال آبیاری ، پمپ و متعلقات آن قابل حمل بوده و می‌تواند از مزرعه‌ای به مزرعه‌ای دیگر نقل مکان یابد.در سیستم‌های نیمه متحرک ، پمپ‌ها و محل تأمین آب در آنها ثابت است. در سیستم نیمه ثابت ، فقط بال‌های آبیاری قابل حمل است. در سیستم ثابت آبیاری بارانی ، تمام اجزاء سیستم ثابت می‌باشند ، کاربرد این سیستم به‌دلیل هزینه زیاد چندان مورد توجه زارعین نیست.

۲-۳ طراحی سیستم‌های آبیاری ساکن

در سیستم‌های آبیاری بارانی ساکن یا مستقر با توجه به آن‌که در حین آبیاری ، آبپاش‌ها ساکن می‌باشند، اصول حاکم بر طراحی مجموعه انواع روش‌های آبیاری بارانی ساکن یکسان می‌باشد ، فقط در بعضی موارد ممکن است نوع دستگاه آبیاری یا آبفشان مورد نظر شرایط و یا محدودیت خاصی را از لحاظ طراحی ایجاد کند که در جای خود به آن اشاره خواهد شد. مراحل طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی ساکن به شرح زیر می‌باشد:

۲-۳-۱ آرایش سیستم‌های آبیاری ساکن

آرایش‌سیستم‌های آبیاری ساکن به مفهوم نحوه قرار گرفتن بال‌های آبیاری و لوله‌های اصلی در روی زمین و نسبت به یکدیگر می‌باشد. عوامل مؤثر در آرایش سیستم‌های آبیاری بارانی ساکن، توپوگرافی زمین، سرعت و جهت باد غالب، مسائل اقتصادی، مسائل بهره‌برداری و موقعیت منبع آب می‌باشد. نحوه آرایش بال‌های آبیاری و خطوط لوله اصلی به شرح زیر می‌باشد:

۲-۳-۱-۱ آرایش بال‌های آبیاری

در آرایش بال‌های آبیاری رعایت ضوابط زیر ضروری می‌باشد:

- از لحاظ توپوگرافی زمین سعی شود بال‌های آبیاری در جهت خطوط تراز قرار گیرند. در صورتی‌که قرار دادن بال‌های آبیاری در جهت خطوط تراز امکان‌پذیر نباشد، قرار دادن بال‌های آبیاری در جهت سرازیری مشروط بر آن‌که اضافه فشار ناشی از اختلاف ارتفاع با افت اصطکاکی خنثی شود امکان‌پذیر می‌باشد.
- از لحاظ باد غالب نیز تا سرعت باد ۶ کیلومتر بر ساعت تأثیری بر روی آرایش بال‌های آبیاری نخواهد داشت ولی در سرعت‌های بیشتر باد باید بال‌های آبیاری عمود بر جهت باد غالب قرار گیرند.

---

1. Semi-Portable

Scanned by CamScanner

- از لحاظ اقتصادی نیز آرایش‌هایی که منجر به طول بلند و یا کوتاه بال‌های آبیاری می‌شود مناسب نمی‌باشد.
- از لحاظ بهره‌برداری طول بلند بال‌های آبیاری مناسب نمی‌باشد. از این لحاظ در سیستم‌های متحرک دستی طول‌های تا ۱۵۰ متر، در سیستم‌های آبپاش متحرک طولهای تا ۲۵۰ متر و در سیستم‌های آبفشان غلتان طول‌های تا ۴۰۰ متر مناسب می‌باشند.

۲-۳-۱-۲ آرایش لوله‌های اصلی و نیمه اصلی

در آرایش خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی باید نکات زیر مد نظر قرار گیرد:

- مسیر خطوط لوله‌های اصلی و نیمه اصلی به نحوی انتخاب شود که کوتاهترین فاصله بین آبگیر مزرعه و بال‌های آبیاری یا قطعات آبیاری باشد.
- مسیر خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی به نحوی انتخاب شود که بیشترین قطعات آبیاری یا بال‌های آبیاری را تحت پوشش قرار دهد.
- با توجه به وظیفه آبرسانی این لوله‌ها به بال‌های آبیاری و نحوه آرایش بال‌های آبیاری، اغلب لوله‌های اصلی و نیمه اصلی در وسط قطعه زراعی و در جهت شیب و بر روی خطالرأس قرار می‌گیرند.
- از لحاظ اقتصادی آرایش‌هایی که منجر به طول‌های بلند و یا کوتاه خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی می‌شود مقرون به صرفه نمی‌باشد.
- از لحاظ بهره‌برداری استفاده از طول‌های بلند لوله‌های اصلی و نیمه اصلی مناسب نمی‌باشد، از این نظر طول لوله های اصلی و نیمه اصلی که آب را در بین بال‌های آبیاری توزیع می‌کنند تا ۵۰۰ متر مناسب‌تر می‌باشد.
- آرایش لوله‌های اصلی و نیمه اصلی به نحوی صورت پذیرد که از لحاظ هیدرولیکی وضعیت مناسبی داشته باشد و بتوان فشار مناسب را در ابتدای بال‌های آبیاری تأمین نمود.

۲-۳-۲ انتخاب آبپاش

مهم‌ترین عواملی که در انتخاب آبپاش باید در نظر گرفت به شرح زیر است:

۲-۳-۲-۱ سرعت نفوذ آب در خاک و بیشترین شدت پخش آب توسط آبپاش

به منظور جلوگیری از ایجاد رواناب در سطح زمین، شدت پخش آب باید کمتر از سرعت نفوذ آب در خاک باشد. کمترین سرعت نفوذ آب برای دستیابی به توزیع نسبتاً خوب و بازدهی قابل قبول برابر ۰/۳۸ سانتی‌متر در ساعت تحت شرایط آب و هوایی مناسب می‌باشد. این رقم در شرایط دمای زیاد و باد شدید افزایش می‌یابد.

Scanned by CamScanner

بیشترین شدت پخش آب توسط آبپاش‌ها با توجه به بافت و وضعیت فیزیکی خاک و شیب اراضی به شرح جدول ۲-۲ پیشنهاد شده است. برای طرح‌های با اهمیت، لازم است که آزمایش‌های لازم به عمل آمده و بیشترین سرعت نفوذ آب معین گردد.

جدول ۲-۲- شدت پخش حداکثر آب در آبپاش‌ها با توجه به مشخصات خاک و شیب اراضی (سانتی‌متر در ساعت) [۴۲]

ردیف	بافت در نیمرخ خاک	شیب اراضی (درصد)			
		۰-۵	۵-۸	۸-۱۲	۱۲-۱۶
۱	خاک شنی درشت تا عمق ۱/۸ متری	۵/۰۸	۳/۸۱	۲/۵۴	۱/۲۷
۲	خاک‌های شنی درشت روی خاک‌های فشرده‌تر	۳/۸۱	۲/۵۴	۱/۹۱	۱/۰۲
۳	لوم‌های شنی سبک تا عمق ۱/۸ متری	۲/۵۴	۲/۰۳	۱/۵۲	۱/۰۲
۴	لوم‌های شنی سبک روی خاک‌های فشرده‌تر	۱/۹۱	۱/۲۷	۱/۰۲	۰/۷۶
۵	لوم‌های سیلتی تا عمق ۱/۸ متری	۱/۲۷	۱/۰۲	۰/۷۶	۰/۵۱
۶	لوم‌های سیلتی روی خاک‌های فشرده‌تر	۰/۷۶	۰/۶۴	۰/۳۸	۰/۲۵
۷	رس‌های بافت ریز با لوم‌های رسی	۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۵

۲-۳-۲-۲ محاسبه شدت پخش آب

شدت پخش آب ، میزان آب باریده شده به زمین توسط آبپاش در واحد زمان می‌باشد. این میزان آب برابر است با عمق ناخالص آبیاری (dg) برای تأمین آب مورد نیاز گیاه در یک دور آبیاری و یا معادل بخشی از آن در مدت زمانی پخش آب از رابطه زیر بررسی می‌شود:

$$Ig = \frac{dg}{T\alpha} \qquad (۱-۲)$$

Ig = سرعت پخش ناخالص آب از طریق آبپاش (میلی‌متر بر ساعت)

dg = عمق ناخالص آبیاری (میلی‌متر)

$T\alpha$ = زمان آبیاری در هر نوبت یا هر استقرار (ساعت)

Scanned by CamScanner

با توجه به آن‌که قسمتی از آب پخش شده توسط آبپاش‌ها به علت تلفات تبخیر و باد از دسترس گیاه خارج می‌گردد ، بنابراین مقدار خالص سرعت پخش که نشان‌دهنده سرعت پخش آبی است که واقعاً به زمین می‌رسد از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$Ia = Ig \times Re \qquad (۲-۲)$$

Ia = سرعت پخش خالص آب (میلی‌متر بر ساعت)

Ig = سرعت پخش ناخالص آب (میلی‌متر بر ساعت)

Re = قسمت مؤثر آب پخش شده از آبپاش (اعشاری)

در طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی باید به گونه‌ای عمل شود که مقدار خالص سرعت پخش آب از میزان نفوذپذیری نهایی خاک کمتر باشد تا از بروز تلفات رواناب سطحی جلوگیری به عمل می‌آید.

۲-۳-۲-۳ زمان آبیاری آبپاش

برای محاسبه زمان آبیاری در قدم اول می‌توان سرعت پخش آب را معادل سرعت نهایی نفوذ خاک در نظر گرفت و زمان آبیاری را با توجه به رابطه ۲-۱ محاسبه نمود. زمان آبیاری در سیستم‌های آبیاری بارانی باید یک عدد صحیح و یا حداکثر دارای اعشار ۳۰ دقیقه‌ای باشد. علاوه بر این در سیستم‌های آبیاری بارانی متحرک دوره‌ای که بعد از آبیاری هر موضع برای جابه‌جایی بال آبیاری به محل استقرار بعدی زمان و نیروی کارگری صرف می‌شود ، تعداد جابه‌جایی‌ها در روز به حداکثر ۳ جابه‌جایی و زمان آبیاری در هر شبانه روز نیز به ۲۲ ساعت (با توجه به زمان جابه‌جایی بال یا ماشین آبیاری) محدود می‌شود. بنابراین در این نوع از سیستم‌های آبیاری زمان آبیاری باید ۷ ، ۱۱ و یا ۲۲ ساعت باشد. در صورتی که زمان آبیاری در سیستم‌های آبیاری بارانی متحرک دوره‌ای یکی از این مقادیر نباشد و یا آن‌که در سایر سیستم‌های ساکن عدد صحیح نباشد می‌توان با تغییر عمق ناخالص آبیاری و یا سرعت پخش به زمان آبیاری مطلوب دست یافت.

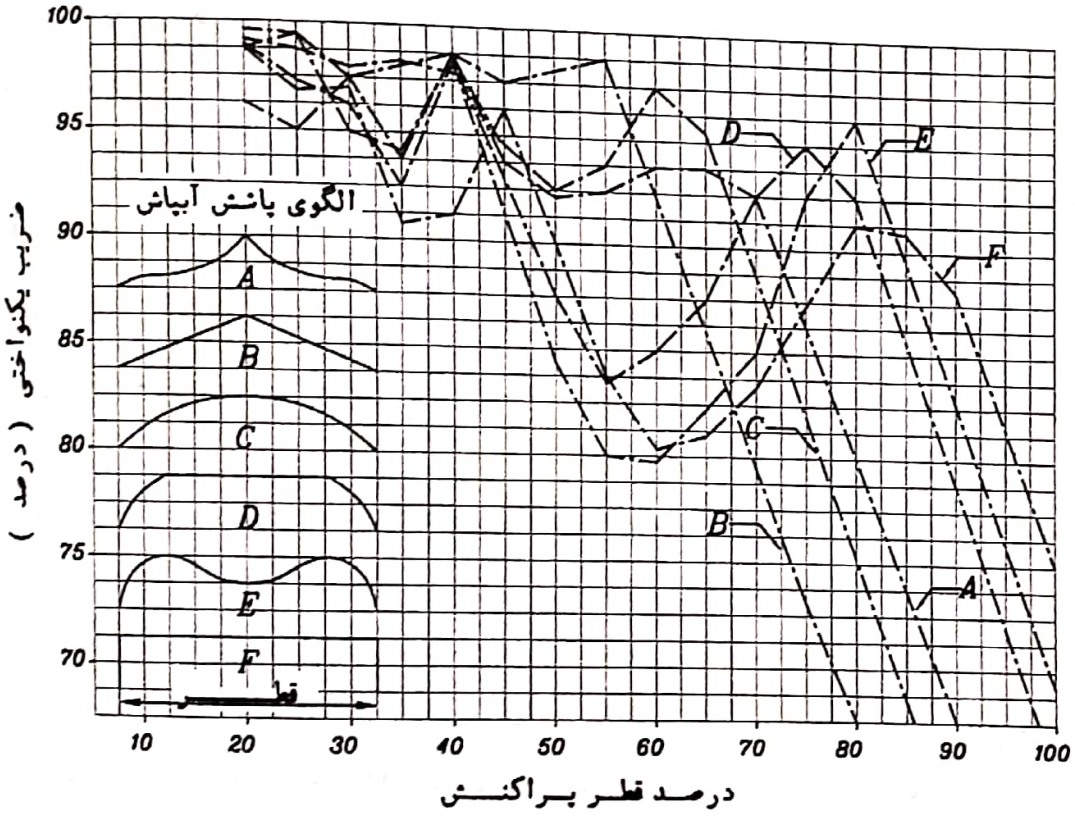
۲-۳-۲-٤ آرایش آبپاش‌ها

آرایش آبپاش‌ها به سه صورت مربع ، مستطیل و مثلثی امکان‌پذیر می‌باشد. الگوی مربعی و مثلثی از لحاظ یکنواختی پخش آب بهتر از الگوی مستطیلی می‌باشد. اما به‌دلایل اقتصادی الگوی مستطیلی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. الگوی مثلثی نیز در سیستم‌های آبیاری بارانی آبپاش متحرک بیشترین کاربرد را دارد. این الگو علیرغم آن‌که در مناطق بادخیز همپوشانی بهتری نسبت به سایر الگوها دارد برای سایر سیستم‌های متحرک دوره‌ای به دلیل مشکل بهره‌برداری کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Scanned by CamScanner

۲-۳-۲-۵ فاصله آبپاش‌ها

منظور از فاصله آبپاش‌ها ، فاصله آبپاش‌ها روی بال آبیاری (Sl) و فواصل استقرار بال‌های آبیاری بر روی لوله اصلی (Sm) می‌باشد. در تعیین فاصله آبپاش‌ها ، به نحوی عمل می‌شود که ضریب یکنواختی مورد نظر طراحی به‌دست آید (در خصوص ضریب یکنواختی مناسب در فصل اول توضیح لازم ارائه گردیده است). برای این منظور می‌توان از شکل ۲-۱ استفاده نمود.



شکل ۲-۱- ضریب یکنواختی برای آبپاش‌های مختلف با توجه به منحنی توزیع آب از آن‌ها

برای این منظور ابتدا فاصله آبپاش‌ها حدس زده می‌شود. سپس با توجه به نوع آبپاش مورد نظر و قطر پاشش آن درصد قطر برای بال آبیاری و برای لوله اصلی به طور جداگانه و از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$\%Dia = \frac{Sm \quad یا \quad Sl}{Dw} \qquad (۳-۲)$$

Sm = فاصله بال‌های آبیاری بر روی لوله اصلی (متر)

Sl = فاصله آبپاش‌ها بر روی بال آبیاری (متر)

Dw = قطر پاشش آبپاش (متر)

%Dia = درصد قطر برای لوله اصلی یا بال آبیاری (اعشاری)

Scanned by CamScanner

سپس با توجه به درصد قطر محاسبه شده برای بال آبیاری و لوله اصلی و استفاده از شکل ۲-۱ با توجه به نوع الگوی پاشش آبپاش (الگوهای A و B برای آبپاش‌های دو نازله ، الگوهای C و D برای آبپاش‌های تک نازله و الگوی F برای آبپاش تفنگی می‌باشد) . دو ضریب یکنواختی به‌دست می‌آید. حاصلضرب ضریب یکنواختی بال آبیاری و لوله اصلی ضریب یکنواختی آبیاری می‌باشد. در صورتی که این ضریب یکنواختی از مقدار مورد نظر طراحی کمتر باشد لازم است که با تغییر فاصله آبپاش‌ها یا تغییر نوع آبپاش انتخابی محاسبات تکرار شود.

همچنین باید توجه داشت که قطر پاشش آبپاش‌ها ارائه شده در دفترچه راهنمای کارخانه‌ها، مربوط به شرایط بدون باد می‌باشد. در شرایط مزرعه (سرعت باد تا ۵ کیلومتر بر ساعت) ۱۰ درصداز قطر پاشش کم می‌شود .علاوه براین در شرایط بادخیز بودن منطقه به ازای هر ۱/۶ کیلومتر بر ساعت بیش از ۵ کیلومتر بر ساعت سرعت باد نیز ۲/۵ درصد از قطر پاشش کم می‌شود .

علاوه بر این باید توجه داشت که در سیستم‌های آبیاری بارانی متحرک دستی یا سایر سیستم‌هایی که از لوله‌های آلومینیومی استفاده می‌کنند ، فاصله آبپاش‌ها باید مضربی از عدد سه باشد . همچنین در سیستم‌های آبفشان غلتان علاوه بر اینکه فاصله آبپاش‌ها بر روی بال آبیاری مضربی از عدد سه می‌باشد. فاصله آبپاش‌ها بر روی لوله اصلی (Sm) نیز تابعی از محیط چرخ دستگاه آبفشان می‌باشد.

همچنین به عنوان یک دستورالعمل کلی باید در نظر داشت که در صورت انتخاب آرایش مستطیلی به‌دلیل مزیت‌های اقتصادی ، همواره فاصله Sl کوچکتر از **Sm** انتخاب شود.

۲-۳-۲-۶ بده و فشار آب در آبپاش

چون آبپاش‌ها به شکل روزنه عمل می‌کنند ، رابطه بده و فشار در آبپاش‌ها تابع رابطه هیدرولیکی روزنه و به شرح زیر است :

$$q = Kd\sqrt{Pa} \qquad (۴-۲)$$

Pa = فشار متوسط برای کارکرد مطلوب آبپاش‌ها (متر)

Kd = ضریب آبپاش (ضریب آبپاش که بستگی به نوع آبپاش و نازل دارد و از طریق جداول تهیه شده توسط شرکت سازنده برای محدوده تغییرات فشار کارکرد و یا از جدول ۲-۳ به‌دست می‌آید.

q = بده آبپاش (لیتر بر ثانیه)

تغییرات فشار موجب کاهش یا افزایش میزان بده آبپاش می‌شود و در نهایت بازده آبیاری را تغییر می‌دهد.در این ارتباط سعی می‌شود که تغییرات فشار در طول لوله آبده از ۲۰ درصد فشار کارکرد آبپاش تجاوز ننماید تا تغییرات بده آبپاش کمتر از ۱۰ درصد باشد . چنانچه تغییرات فشار بیش از حد مذکور باشد نیاز به تمهیداتی نظیر تنظیم‌کننده فشار در پایه آبپاش و یا کنترل‌کننده جریان در داخل آبپاش می‌باشد.

Scanned by CamScanner

بده آبپاش باید به گونه‌ای باشد که سرعت پخش آب مطلوب با فواصل تنظیم شده ، برای آبپاش حاصل شود . بدین منظور در سیستم‌های آبیاری بارانی ساکن برای محاسبه بده آبپاش از رابطه ۲-۵ استفاده می‌شود.

$$q = \frac{Ig \times Sm \times Se}{3600} \quad (۲-۵)$$

q = بده آبپاش (لیتر بر ثانیه)

Ig = سرعت پخش ناخالص آب از طریق آبپاش (میلی‌متر بر ساعت)

Sl = فاصله آبپاش‌ها بر روی بال آبیاری (متر)

Sm = فاصله استقرار بال‌های آبیاری بر روی لوله اصلی (متر)

۲-۳-۲-۷ زاویه پرتاب آبپاش

طرز قرار گرفتن دهانه آبپاش و زاویه‌ای که نسبت به افق تشکیل می‌دهد ، زاویه پرتاب آب از آبپاش می‌باشد. شدت، جهت و وزش باد از مهم‌ترین عامل‌های توزیع مطلوب آبپاش به شمار می‌آید .

در سرعت‌های باد کم، آبپاش‌های دارای زاویه پرتاب بالا، در شرایط فشار حداقل ، بهترین نتایج را به دست می‌دهند. در سرعت‌های زیاد باد، زاویه پرتاب باید کمتر از ۲۲ درجه انتخاب شود . دامنه تغییرات سرعت باد به شرح زیر دسته‌بندی شده است:

- سرعت باد کم (صفر تا ۶/۴ کیلومتر بر ساعت)
- سرعت باد ملایم (۶/۴ تا ۱۶ کیلومتر بر ساعت)
- سرعت باد زیاد (۱۶ تا ۲۴ کیلومتر بر ساعت)
- سرعت باد بسیار زیاد (۲۴ تا ۳۲ کیلومتر بر ساعت)

۲-۳-۲-۸ تعیین قطر نازل و مشخصات هیدرولیکی آبپاش

مشخصات هیدرولیکی آبپاش با توجه به شدت پخش مورد نیاز ، فواصل استقرار و بده مورد نیاز آبپاش تعیین می‌گردد . از آن‌جا که تعیین بده مورد نیاز و فواصل استقرار نیز بستگی به مشخصات هیدرولیکی دارد، فرآیند انتخاب آبپاش یک فرآیند رفت و برگشتی می‌باشد . بدین نحو که ابتدا چند نوع آبپاش مناسب با توجه به عوامل اقتصادی و فنی در نظر گرفته می‌شود سپس مشخصات هیدرولیکی آنها تعیین و از میان آنها بهترین آبپاش که بیشترین تطابق را با معیارهای طراحی داشته باشد انتخاب می‌شود. برای انتخاب آبپاش‌هایی که بیشترین تطابق را با معیارهای طراحی داشته باشند از جدول ۲-۴ نیز می‌توان به عنوان یک راهنمای کلی استفاده نمود. نحوه استفاده از این جدول بدین صورت است که ستون شدت پخش آب را براساس نزدیک‌ترین ارقام به شدت پخش محاسبه شده انتخاب نموده و با ردیف مربوط به فاصله آبپاش انتخابی تقاطع داده و مشخصات آبپاش مناسب

Scanned by CamScanner

فصل سوم – ضوابط طراحی سیستم‌های آبیاری موضعی

در این فصل مطالبی از قبیل طرح کلی، اجزاء سیستم، انواع گسیلنده‌ها[۱] و معیارهای انتخاب آن، طراحی لوله‌های آبده[۲]، رابط[۳]، نیمه اصلی[۴]، اصلی[۵] و واحد کنترل مرکزی[۶] در سیستم‌های آبیاری موضعی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۱ طرح کلی و اجزاء سیستم آبیاری موضعی

در آبیاری موضعی آب پس از عبور از صافی (گاهی نیز به همراه کود مورد نیاز گیاه) به‌طور مستقیم به روی خاک و یا زیر خاک و در پای گیاه جاری می‌شود. چنانچه این روش با مدیریت صحیح همراه شود و در طراحی هیدرولیکی اصول فنی مراعات و در انتخاب نوع گسیلنده و آرایش آنها نیز دقت لازم به عمل آید، می‌توان بالاترین بازده آبیاری را با توجه به شرایط منطقه کسب نمود.

با محاسبه دقیق مدت و دور آبیاری با توجه به نیاز آبی گیاه و بده خروجی آب از گسیلنده‌ها و نیز کنترلی که در این نوع سیستم قابل اعمال می‌باشد، می‌توان از نفوذ عمقی آب، تشکیل رواناب سطحی، تبخیر از سطح خاک و همچنین مصرف آب توسط علف‌های هرز به نحو مطلوبی جلوگیری نمود.

در این روش آبیاری امکان استفاده از آب لب شور با افزایش دفعات آبیاری و رقیق نگهداشتن محلول خاک نسبت به روش‌های دیگر بیشتر وجود دارد، به شرطی که تجمع و تمرکز نمک از حد آسیب رسانی گیاه تجاوز ننماید. برای کمک به شسته شدن نمک‌های تجمع یافته در اطراف گیاه در مواقع بارندگی بهتر است سیستم در حال کار باشد.

از طریق نصب دستگاه های حساس به رطوبت در نقاط مختلف مزرعه و ارسال اطلاعات به دستگاه کنترل مرکزی می‌توان با استفاده از نرم‌افزارهای موجود در هر لحظه نیاز آبی را محاسبه و دستگاه پمپاژ را راه‌اندازی نمود. خودکار یا نیمه خودکار عمل کردن سیستم می‌تواند برمبنای حجمی (حجم آب خروجی)، زمانی (مدت زمان کارکرد سیستم) و عکس‌العملی (عکس‌العمل در مقابل وسائل حساسی که در مزرعه نصب و نسبت به رطوبت حساس می‌باشند) تنظیم گردد.

اجزاء اصلی و پیکره عمومی یک شبکه آبیاری موضعی به شرح زیر می‌باشد:

Scanned by CamScanner

۳-۱-۱ گسیلنده‌ها

گسیلنده‌ها وسائل و تجهیزاتی هستند که حکم خروجی‌های سیستم را داشته و آب را در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. این تجهیزات از حساس‌ترین قسمت‌های شبکه محسوب می‌گردند به طوری‌که طراحی مناسب شبکه، مستلزم شناخت انواع گسیلنده‌ها و انتخاب گسیلنده مناسب می‌باشد. انواع گسیلنده‌ها براساس روش‌های متفاوت طبقه‌بندی آنها به شرح زیر می‌باشند:

۳-۱-۱-۱ انواع گسیلنده‌ها از لحاظ روش استهلاک فشار

در شبکه‌های آبیاری تحت فشار، وظیفه اصلی گسیلنده‌ها و یا خروجی‌ها، کاهش انرژی فشاری و خروج جریان ثابت آب می‌باشد. این عمل در انواع مختلف خروجی‌ها به چهار روش زیر انجام می‌پذیرد:

۱- گسیلنده‌های طولانی مسیر[۱] : در این روش مجاری باریک و طولانی افت لازم را جهت کاهش فشار ایجاد می‌کند. در این نوع از گسیلنده‌ها یک رابطه خطی بین بده و فشار وجود دارد. به همین دلیل این گسیلنده‌ها نسبت به تغییرات فشار بسیار حساس می‌باشند. از طرف دیگر، احتمال رسوبگذاری مواد معلق داخل آب در طول مجاری این گسیلنده‌ها وجود دارد.

۲- گسیلنده‌های روزنه‌ای[۲] : در این دسته از گسیلنده‌ها استهلاک فشار توسط روزنه کوچکی که در محل خروجی گسیلنده وجود دارد ایجاد می‌گردد. رژیم جریان در این نوع از گسیلنده‌ها آشفته و فشار تغییرات بده با جذر فشار متناسب می‌باشد. بنابراین حساسیت این گسیلنده‌ها نسبت به تغییرات فشار کم می‌باشد. تنها عیب این گسیلنده‌ها احتمال مسدود شدن روزنه توسط مواد معلق داخل آب می‌باشد. برای رفع این عیب نیز روزنه‌هایی ساخته شده است که حالت ارتجاعی داشته و قابلیت شستشوی خودکار گسیلنده‌ها را فراهم می‌سازد.

۳- گسیلنده‌های گردابی[۳] : در این دسته از گسیلنده‌ها، به‌دلیل وجود یک محفظه مخروطی مدور، آب پس از وارد شدن به داخل این گسیلنده‌ها دارای حرکت چرخشی شده و به‌دلیل همین حرکت چرخشی دارای افت فشار زیادی می‌گردد. در این نوع از خروجی‌ها حساسیت نسبت به تغییرات فشار کمتر از انواع طولانی مسیر و روزنه‌ای می‌باشد. مشکل عمده این خروجی‌ها حساسیت آنها نسبت به گرفتگی به‌دلیل کوچک بودن مجرای عبور آب می‌باشد.

Scanned by CamScanner

۴- گسیلنده‌های مسیر کوتاه پیچ در پیچ[1] : در این نوع از گسیلنده روش استهلاک فشار توسط مسیرهای کوتاه ولی پیچ در پیچ همراه با زانوهای تند و انقباض و انبساط مسیر صورت می‌پذیرد. اگرچه شکل ظاهری آنها شبیه به گسیلنده‌های بلند مسیر به نظر می‌رسد ولی غالباً دارای مجاری با قطر بیشتر بوده و حساسیت کمتری نسبت به گرفتگی و رسوبگذاری دارند. در ضمن رابطه بده و فشار آنها نیز بهتر از انواع بلند مسیر بوده و بیشتر به قطره‌چکان‌های روزنه‌ای شباهت دارد.

۳-۱-۱-۲ انواع گسیلنده‌ها از لحاظ چگونگی اتصال به لوله آبده

از لحاظ روش نصب گسیلنده‌ها برروی لوله‌های آبده،گسیلنده‌ها به دو نوع داخل خط[2] و روی خط[3] تقسیم می‌شوند. گسیلنده‌های داخل خط به انـواعی اتـلاق می‌شود که گسیلنده داخل لوله آبده قرار می‌گیرد. برای این منظور یا لوله‌های آبده را بریده و گسیلنده را بین دو قطعه نصب می‌کنند یا در محل کارخانه، گسیلنده‌ها را به صورت یکپارچه با لوله تولید می‌کنند ولی انواع روی خط به گسیلنده‌هایی اتلاق می‌شود که بر روی لوله آبده نصب می‌شوند.

۳-۱-۱-۳ انواع گسیلنده‌ها از لحاظ نحوه خیس کردن خاک

گسیلنده‌ها از لحاظ نحوه خیس کردن خاک به دو نوع پخش نقطه‌ای[3] و پخش خطی[4] تفکیک می‌شوند. گسیلنده‌های پخش نقطه‌ای، خروجی‌هایی هستند که آب را به یک سطح مشخص می‌ریزند. این گسیلنده‌ها طیف وسیعی ازانواع قطره چکان‌ها[5]، حباب سازها[6]، ریزپاش‌ها[6] و افشانه‌ها[7] را شامل می‌شوند. در صورتی‌که گسیلنده‌های با پخش خطی شامل لوله‌های روزنه‌دار و لوله‌های متخلخل می‌باشند که آب از خروجی‌های متعدد آنها که در طول لوله آبده واقع گردیده، خارج شده و یک نوار ممتد در طول لوله آبده را خیس می‌کنند.

۳-۱-۲ لوله‌های آبده

اغلب لوله‌های آبده از جنس پلی‌اتیلن با قطر بین ۱۲ تا ۳۲ میلی‌متر (۰/۵ تا ۱/۳ اینچ) انتخاب می‌گردند. این لوله‌ها وظیفه تغذیه گسیلنده‌ها را به عهده دارند که در بعضی موارد این وظیفه را به‌طور مستقیم و گاهی اوقات توسط یک لوله انشعابی انجام می‌دهند. از لحاظ نوع نصب نیز امکان نصب لوله‌های آبده هم در سطح زمین و هم در بالاتر و یا در زیر سطح زمین امکان‌پذیر می‌باشد.

1- Tortuous Emitters
2- In - Line
3- On - Line
3- Point Source
4- Line Source
5- Dripper
6- Bubbler
6- Microjet
7-Sprayer

Scanned by CamScanner

۳-۱-۳ لوله‌های رابط

لوله‌های رابط که نقش تغذیه‌کننده لوله‌های آبده را به عهده دارند ممکن است در سطح و یا زیر خاک نصب گردند. لوله‌های آبده به‌طور معمول از یک و یا هر دو طرف به لوله‌های رابط متصل می‌شوند. این لوله‌ها اغلب از جنس پلی‌اتیلن و یا PVC می‌باشند.

۳-۱-٤ لوله‌های اصلی و نیمه اصلی

لوله‌های اصلی و نیمه اصلی، لوله‌های رابط را تغذیه می‌نماید. این نوع لوله‌ها به‌طور معمول از جنس PVC سخت، پلی‌اتیلن و آزبست می‌باشند و باید به گونه‌ای طراحی شوند که با افت فشار مناسب بده مورد نیاز قطعه‌های آبیاری را که هم‌زمان آبیاری می‌شوند، تأمین نمایند.

۳-۱-۵ واحد کنترل مرکزی

واحد کنترل مرکزی که اغلب در محل منبع آب و یا ایستگاه پمپاژ قرار دارد، به مجموعه وسایل اندازه‌گیری آب و کنترل فشار، شیرآلات مختلف، دستگاه تزریق، وسایل کنترل کننده خودکار و صافی‌ها اتلاق می‌گردد. گاهی وسایل کنترل فشار و یا صافی‌های درجه دو نیز در ورودی لوله‌های رابط و یا آبده برای اطمینان بیشتر نصب می‌شوند. صافی‌ها که از نوع شنی و گردابی و مشبک می‌باشند، فقط قادرند از ورود مواد جامد معلق در آب به سیستم جلوگیری نمایند. صافی‌ها به طور مرتب نیاز به تمیز کردن دارند، مگر اینکه دستگاه خودکار شستشو در داخل آنها تعبیه شده باشد. برای تشخیص میزان گرفتگی و تعیین زمان تمیز کردن صافی، نصب فشارسنج در قبل و بعد از صافی‌ها ضروری است. محلول کود با استفاده از پمپ کوچک و یا از طریق تانک فشار به تدریج به سیستم تزریق می‌گردد.

۳-۲ انتخاب گسیلنده‌ها

انتخاب گسیلنده مناسب عامل بسیار مؤثر در موفقیت طرح آبیاری موضعی است. برای انتخاب گسیلنده مناسب معیارهای زیر باید مورد توجه کامل قرار گیرد.

۳-۲-۱ استحکام

گسیلنده باید در مقابل گرما، سرما و اشعه ماوراء بنفش خورشید مقاوم باشد و رابطه بین بده و فشار در آنها پایدار بوده و در اثر مرور زمان تغییر چندانی نداشته باشد.

۳-۲-۲ تغییرات در ساخت

ضریب یکنواختی ساخت، نشان دهنده یکنواختی بده گسیلنده‌های ساخته شده توسط یک کارخانه و کیفیت محصول می‌باشد. عدم یکنواختی ساخت توسط کارخانه سازنده نباید موجب تغییرات قابل ملاحظه در بده گسیلنده باشد. در ساخت گسیلنده‌ها هر چه ضریب یکنواختی ساخت کوچکتر باشد، گسیلنده مطلوبتر است. نحوه

Scanned by CamScanner

محاسبه ضریب یکنواختی ساخت در زیر ارائه شده است. در ضمن استاندارد درجه‌بندی گسیلنده‌ها براساس تغییرات در ساخت آنها در جدول ۳-۱ ارائه شده است. برای کمی کردن معیار تغییرات ساختمانی در ساخت گسیلنده‌ها ضریبی به نام ضریب یکنواختی ساخت V (برحسب صدم) معرفی می‌گردد، که مقدار آن از رابطه ۳-۱ تعیین می‌شود :

$$V = \frac{S}{qa} \qquad (۳-۱)$$

V = ضریب یکنواختی ساخت

qa = بده متوسط گسیلنده‌ها (لیتر بر ساعت)

S = انحراف معیار بده نمونه‌های گسیلنده

در رابطه ۳-۱ انحراف معیار بده نمونه‌های گسیلنده، S از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$S = \sqrt{\frac{(q1^2 + q2^2 + \ldots + qn^2 - n \times qa^2)}{(n-1)}} \qquad (۳-۲)$$

q1 , q2 , ... , qn = بده گسیلنده‌ها از ۱ الی n (لیتر بر ساعت)

qa = بده متوسط گسیلنده‌ها (لیتر بر ساعت)

n = تعداد نمونه گسیلنده‌ها

جدول ۳-۱- استاندارد درجه‌بندی گسیلنده‌ها براساس تغییرات در ضریب یکنواختی ساخت آنها(V) [۴۲]

انواع گسیلنده‌های مجرادار و منفذدار				
عالی	متوسط	خوب تا متوسط	ضعیف	معمولاً غیرقابل‌قبول
V < ۰/۰۴	۰/۰۴< V < ۰/۰۷	۰/۰۷ < V < ۰/۱۱	۰/۱۱ <V< ۰/۱۵	۰/۱۵ < V
لوله‌های سوراخ‌دار (لوله‌های دو جداره) *				
عالی	متوسط	ضعیف	غیرقابل قبول	
V < ۰/۱	۰/۱ < V < ۰/۲	۰/۲ < V < ۰/۳	۰/۳ < V	

*- به دلیل اینکه در لوله‌های سوراخ‌دار فواصل ریزش آب کم بوده و تغییرات بده سوراخ‌ها اثر یکدیگر را تا اندازه‌ای تعدیل می‌کند، بنابراین با توجه به جنبه‌های اقتصادی، مقدار v در این نوع گسیلنده‌ها به‌طور نسبی بزرگ منظور گردیده است.

Scanned by CamScanner

۳-۲-۳ اندازه قطر گسیلنده‌ها

از لحاظ مصرف مواد و در نتیجه قیمت، سهولت استقرار روی لوله‌های آبده، جمع‌آوری و جابه‌جایی باید در حد معقول باشد.

۳-۲-٤ رابطه فشار با بده تخلیه

رابطه بین فشار و بده تخلیه در گسیلنده‌ها یکی از معیارهای مهم درانتخاب نوع گسیلنده می‌باشد. شکل عمومی معادله این رابطه به صورت $q=kh^x$ می‌باشد. دراین معادله ضریب x (توان معادله) و مربوط به شیب منحنی است که به‌طور عمده بستگی به رژیم جریان دارد و بین ۰ تا ۱ متغیر است. هر چه مقدار x به صفر نزدیک‌تر باشد بده گسیلنده کمتر تحت تأثیر تغییرات فشار قرار گرفته و امکان فراهم شدن افت مجاز بیشتر در لوله‌های آبده را فراهم می‌آورد. در جدول ۳-۲ استاندارد و درجه‌بندی x داده شده است.

جدول ۳-۲- استاندارد و درجه‌بندی توان معادله بده با فشار(X)[٤١]

عالی	خوب	متوسط	ضعیف
x = ۰	۰ < x < ۰/۵	۰/۵ < x < ۱	x = ۱

۳-۲-۵ درصد سطح خیس شده (Pw)

وسعت سطح خیس شده در انتخاب نوع و بده گسیلنده مؤثر می‌باشد. هر چه پیاز رطوبتی تشکیل شده پهن و بزرگ باشد مقدار سطح خیس شده بیشتر است. سطح خیس شده بستگی به نوع خاک، بده گسیلنده حجم کل آب داده شده توسط گسیلنده، شیب زمین، تعداد نقاط ریزش و انواع آرایش گسیلنده در روی لوله‌های آبده دارد. مساحت استاندارد سطح خیس شده معادل[1] برای خاک‌های مختلف تا عمق ۷۵ سانتی‌متری توسط گسیلنده با بده ۴ لیتر بر ساعت در جدول ۳-۳ ارائه شده است.

در این جدول یادآوری نکات زیر ضروری می‌باشد:

۱- Sw عرض نوار خیس شده و Se فاصله گسیلنده‌ها بر روی لوله آبده

۲- بافت درشت شامل بافت شنی درشت تا متوسط، متوسط شامل بافت‌های شن لومی، بافت ریز شامل بافت‌های لوم رسی شنی تا رسی می‌باشد (اگر بافت رسی ترک خورده باشد جزء بافت‌های درشت تا متوسط به حساب می‌آید).

۳- خاکی همگن است که نفوذپذیری آن در جهت افقی و عمودی به‌طور تقریب برابر باشد. خاکی دارای لایه‌بندی کم می‌باشد که دارای بافت به‌طور نسبی یکنواخت بوده و نفوذپذیری عمودی به علت فشردگی لایه‌های خاک یا ریزتر شدن ذرات خاک در لایه‌های پایینی از نفوذپذیری افقی کمتر است. در خاک‌های

1-Equivalent Wetted Soil Area

Scanned by CamScanner

با لایه‌بندی زیاد اختلاف نفوذپذیری در جهت عمودی و افقی به دلیل تفاوت بافت در لایه‌های مختلف، قابل ملاحظه می‌باشد.

٤- در خاک‌هایی که لایه‌بندی آنها خیلی شدید است ارقام (Sw × Se) جدول دو برابر شود.

جدول ۳-۳- مساحت استاندارد سطح خیس شده برای خاک‌های مختلف با بده گسیلنده ٤ لیتر بر ساعت [٤٢]

عمق خاک‌یاعمق ریشه (سانتی متر)	بافت خاک	درجه لایه‌بندی خاک		
		همگن	لایه‌بندی کم	لایه‌بندی زیاد
		مساحت خیس شده معادل (سانتی‌مترمربع)		
		Se×Sw (Cm×Cm)	Se×Sw (Cm×Cm)	Se×Sw (Cm×Cm)
< ۷۵	بافت درشت	۴۰ × ۵۰	۶۰ × ۸۰	۹۰ × ۱۱۰
	بافت متوسط	۷۰ × ۹۰	۱۰۰ × ۱۲۰	۱۲۰ × ۱۵۰
	بافت ریز	۹۰ × ۱۱۰	۱۲۰ × ۱۵۰	۱۵۰ × ۱۸۰
۷۵ — ۱۵۰	بافت درشت	۶۰ × ۸۰	۱۱۰ × ۱۴۰	۱۴۰ × ۱۸۰
	بافت متوسط	۱۰۰ × ۱۲۰	۱۷۰ × ۲۱۰	۲۲۰ × ۲۷۰
	بافت ریز	۱۲۰ × ۱۵۰	۱۶۰ × ۲۰۰	۲۰۰ × ۲۴۰

۳-۲-٦ کیفیت آب آبیاری

املاح موجود در آب آبیاری در گرفتگی و انسداد گسیلنده‌ها مؤثر بوده و به عنوان معیاری در انتخاب نوع گسیلنده باید مد نظر باشد. برای تعیین استانداردهای کیفی آب آبیاری موضعی با توجه به نشریه ۲۹ – FAO از جدول ۳-۴ استفاده می‌شود.

۳-۲-۷ توپوگرافی زمین

پستی و بلندی زمین در عدم توزیع یکنواخت فشار مؤثر می‌باشد. بدین لحاظ گسیلنده‌هایی با قابلیت تنظیم فشار انتخاب می‌شوند.

۳-۲-۸ نوع گیاه

نوع گیاه از لحاظ نحوه کاشت، نیاز آبی و فصلی یا دائمی بودن در انتخاب گسیلنده تأثیر دارد به عنوان نمونه در گیاهان با کشت ردیفی از گسیلنده‌های داخل خط یا روی خط با اندازه کوچک و یا لوله‌های سوراخدار استفاده

Scanned by CamScanner

می‌شود. همچنین در درخت‌کاری از گسیلنده‌های چند شاخه‌ای استفاده شده و در زراعت نیشکر به دلیل سوزاندن بوته‌ها پس از برداشت محصول از لوله‌های آبده سوراخدار به صورت یکبار مصرف استفاده می‌شود.

جدول۳-٤- تأثیرکیفیت‌آب برروی پتانسیل گرفتگی گسیلنده‌هادرسیستم‌های‌آبیاری موضعی [۲۱]

کیفیت آب		واحد	درجه محدودیت مصرف		
			بدون محدودیت	محدودیت کم تا متوسط	محدودیت شدید
فیزیکی	مواد معلق	میلی‌گرم بر لیتر	< ۵۰	۵۰ – ۱۰۰	> ۱۰۰
شیمیایی	PH		< ۷/۰	۷/۰ – ۸/۰	> ۸/۰
	مواد حل شده	میلی‌گرم بر لیتر	< ۵۰۰	۵۰۰ – ۲۰۰۰	> ۲۰۰۰
	منگنز*	میلی‌گرم بر لیتر	< ۰/۱	۰/۱ – ۱/۵	> ۱/۵
	آهن**	میلی‌گرم بر لیتر	< ۰/۱	۰/۱ – ۱/۵	> ۱/۵
	سولفیدهیدروژن	میلی‌گرم بر لیتر	< ۰/۵	۰/۵ – ۲/۰	> ۲
بیولوژیکی	آلودگی‌های‌باکتریایی	تعداد بر میلی‌لیتر	< ۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰ – ۵۰۰۰۰	> ۵۰۰۰۰

*- برای آبیاری موضعی ممکن است حساسیت در این غلظت‌های منیزیم واقع نشود. چون ممکن است مسمومیت گیاه در غلظت‌های پایین‌تر اتفاق بیفتد. (براساس جدول شماره ۲۱ نشریه (۱۹۸۵) FAO-۲۹ بیشترین غلظت توصیه شده برای منیزیم در آب آبیاری ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

** - غلظت آهن بیشتر از ۵/۰ میلی‌گرم بر لیتر ممکن است باعث عدم تعادل مواد غذایی در بعضی از محصولات شود (براساس جدول شماره ۲۱ نشریه (۱۹۸۵) FAO-۲۹ بیشترین غلظت توصیه شده برای آهن در آب آبیاری ۵/۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. این مقدار آهن در حالت‌های خشک برای گیاهان مسموم‌کننده نیست. اما می‌تواند برای اسیدی کردن خاک مشکل‌ساز شده و قابلیت دسترسی به فسفر و مولیبدوم ضروری خاک را کاهش بدهد. در آبیاری بارانی نیز ممکن است باعث آسیب دیدن گیاه، لوازم و تجهیزات سیستم آبیاری شود).

۳-۳ طراحی اولیه

در طراحی اولیه پس از انتخاب مقدماتی گسیلنده‌ها، باید مساحت و برنامه آبیاری قطعه آبیاری را طراحی و بهینه نمود. برای این منظور در قدم اول با توجه به مطالعات پایه انجام گرفته مطابق با فصل اول این دستورالعمل و گسیلنده انتخاب شده، اطلاعات مورد نیاز طراحی مطابق با جدول ۳-۵ گردآوری و تنظیم می‌گردد (ستون دوم جدول ۳-۵)، سپس براساس این اطلاعات یک طراحی مقدماتی انجام می‌گیرد و در مرحله بعد با توجه به نیازهای واقعی طرح و دیدگاه‌های فنی و اقتصادی، طراحی مقدماتی اصلاح می‌گردد. (ستون‌های بعدی جدول ۳-۵)

Scanned by CamScanner

جدول ۳-۵- اطلاعات مورد نیاز طراحی قطعه آبیاری [۴۲]

الف – اطلاعات مربوط به آب و زمین				
۱- شماره مزرعه				
۲- مساحت مزرعه (هکتار)				
۳- باران مؤثر (میلی‌متر)				
۴- رطوبت باقیمانده از قبل (میلی‌متر)				
۵- بده منبع تأمین آب (لیتر بر ثانیه)				
۶- ذخیره آب (مترمکعب)				
۷- کیفیت آب				
۸- طبقه‌بندی کیفی آب				
ب – اطلاعات مربوط به گیاه و خاک				
۱- بافت خاک				
۲- ظرفیت آب قابل دسترس (میلی‌متر)				
۳- عمق خاک (متر)				
۴- محدودیت‌های خاک				
۵- تخلیه مجاز رطوبتی (درصد)				
۶- گیاه				
۷- فاصله بین گیاهان (متر)				
۸- عمق توسعه ریشه (میلی‌متر)				
۹- درصد سطح سایه‌انداز (درصد)				
۱۰- متوسط تعرق در دوره حداکثر (میلی‌متر)				
۱۱- نیاز آبی فصل (میلی‌متر)				
۱۲- نیاز آبشویی (میلی‌متر)				
ج – اطلاعات مربوط به گسیلنده				
۱- نوع گسیلنده				
۲- تعداد خروجی هر گسیلنده				
۳- فشار (متر)				
۴- بده (لیتر بر ساعت)				
۵- توان معادله بده – فشار (x)				
۶- ضریب معادله بده – فشار (k)				
۷- ضریب تغییرات ساخت (v)				
۸- افت معادل اصطکاک در اتصالات(fe)				

۳-۳-۱ تعیین آرایش گسیلنده‌ها

به‌طور کلی آرایش گسیلنده‌ها به پنج روش امکان‌پذیر می‌باشد. این روش‌ها عبارتند از : آرایش مستقیم یک ردیفه، آرایش مستقیم دو ردیفه، آرایش شاخه‌ای، آرایش حلقوی و آرایش زیگزاگی (شکل ۳-۱). انتخاب هر

Scanned by CamScanner

یک از این روش‌ها بستگی به نوع گسیلنده، بافت خاک و نوع یا فاصله و عمر گیاه دارد ولی به عنوان یک دستورالعمل کلی و در شرایط معمولی انتخاب آرایش گسیلنده‌ها باید به نحوی صورت پذیرد که درصد مساحت خیس شده خاک (سطح خیس شده خاک در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری) از ۳۳ درصد کمتر و از ۶۶ درصد بیشتر نباشد. البته در شرایط غیرمعمول که فاصله گیاهان خیلی زیاد باشد، درصد ساخت خیس شده می‌تواند از ۳۳ درصد کمتر و در مواردی که فاصله گیاهان خیلی متراکم باشد می‌تواند از ۶۶ درصد بیشتر باشد. انتخاب آرایش‌های مختلف گسیلنده‌ها و نحوه محاسبه سطح خیس شده خاک به شرح زیر می‌باشد :

۳-۳-۱-۱ آرایش مستقیم یک ردیفی

در آرایش مستقیم یک ردیفی[1] برای هر ردیف کاشت یک ردیف لوله آبده اختصاص می‌یابد و گسیلنده‌ها با فواصل مشخص روی لوله‌ها قرار می‌گیرند. در این روش میزان درصد سطح خیس شده، وقتی که فاصله گسیلنده‌ها روی لوله آبده، کوچکتر یا مساوی با Se، (Se = ۰/۸ × Sw) باشد از رابطه زیر تعیین می‌گردد :

$$Pw = \frac{100 \times Se \times Sw \times e}{Sp \times Sr} \qquad (۳-۳)$$

Pw = درصد سطح خیس شده (درصد)

e = تعداد گسیلنده‌های تخصیص یافته برای هر گیاه

Sp = فاصله گیاهان در ردیف کاشت (متر)

Sr = فاصله ردیفهای کاشت (متر)

Se = فاصله گسیلنده‌ها بر روی لوله آبده (متر)

Sw = عرض نوار خیس شده (متر)

به طور کلی آرایش مستقیم یک ردیفه بیشتر برای گیاهانی که فاصله کاشت آنها کم (کمتر از ۴-۶ متر) و یا به یک نوار مرطوب پیوسته در طول ردیف کاشت احتیاج باشد، مناسب‌تر است.

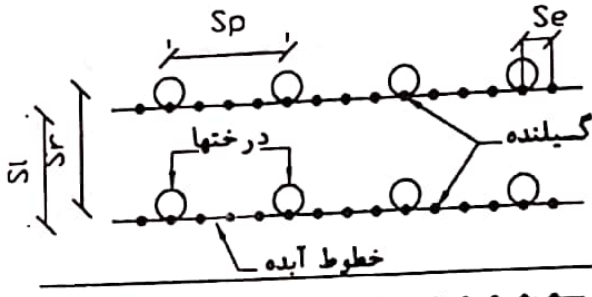
۳-۳-۱-۲ آرایش مستقیم دو ردیفی

در آرایش مستقیم دو ردیفی[2] دو ردیف لوله در دو طرف هر ردیف کاشت در نظر گرفته می‌شود. فاصله لوله‌ها در طرفین ردیف کاشت باید به حدی زیاد باشد که میزان Pw به بیشترین حد خود برسد. در این روش درصد سطح خیس شده از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

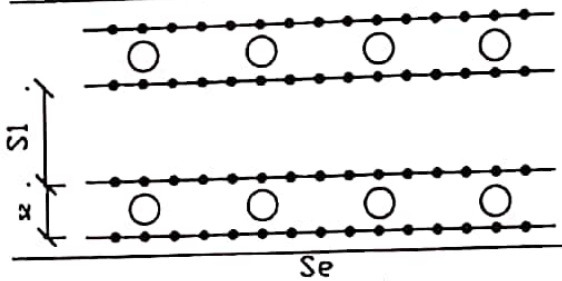
$$Pw = \frac{Pw1 \times S1 + Pw2 \times S2}{Sr} \qquad (۳-۴)$$

1- Single lateral
2- Double laterals

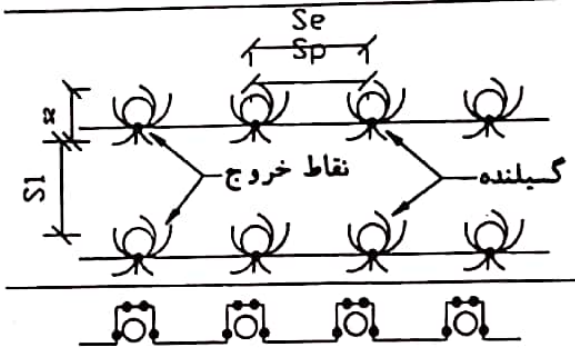
Scanned by CamScanner



الف) آرایش مستقیم یک ردیفی

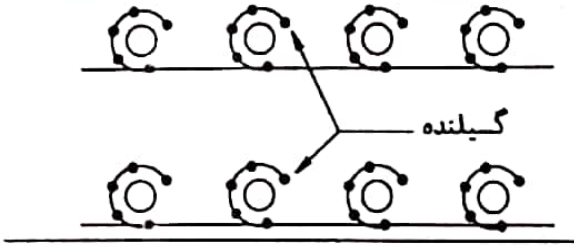


ب) آرایش مستقیم دو ردیفی



ج) آرایش مستقیم با قطره چکانهای چند شاخه ای

ه) آرایش زیگزاگی



د) آرایش حلقه ای

Scanned by CamScanner

فصل چهارم – ضوابط طراحی ایستگاه پمپاژ سیستم‌های آبیاری تحت فشار

همه طرح‌های آبیاری تحت فشار (بارانی و موضعی) برای انتقال آب توسط شبکه لوله‌های توزیع و همچنین خروج آب با بده مناسب احتیاج به انرژی دارند. در بعضی حالات این انرژی ممکن است از طریق نیروی ثقل (اختلاف ارتفاع) تأمین گردد ولی در اکثر موارد این انرژی از طریق پمپ که خود انرژی لازم را از برق یا موتورهای دیزلی می‌گیرد، تأمین می‌شود. در این فصل مطالبی در خصوص اطلاعات مورد نیاز برای تهیه پمپ، پمپ‌های مورد استفاده در سیستم‌های آبیاری تحت فشار، نحوه انتخاب پمپ مناسب، ارتفاع مکش و پدیده خلاءزایی، ضربه قوچ، ملاحظات کلی راجع به ساختمان ایستگاه پمپاژ و برق ایستگاه پمپاژ مطرح می‌گردد:

٤-١ اطلاعات مورد نیاز برای تهیه پمپ

پمپ‌هایی جهت آبیاری تحت فشار به‌کار گرفته می‌شود که استاندارد باشد. اصطلاح پمپ استاندارد به پمپی اتلاق می‌گردد که مطابق یک استاندارد مشخص ساخته شده باشد. استاندارد شدن پمپ بدین منظور می‌باشد که پمپ‌های سازندگان مختلف را که دارای ابعاد و اندازه‌های یکسان هستند بتوان به جای یکدیگر به کاربرد و لوازم یدکی کمتری برای یک مجموعه پمپ در انبار نگهداشت و صرفه‌جویی در وقت و قیمت ناشی از استاندارد بودن طرح لوله‌کشی‌های مکش و رانش پمپ و کاهش لوازم مربوط به دست آورد.

علاوه بر موارد بالا به‌کار بردن پمپ‌های استاندارد، روند طراحی‌ها و برگزاری مناقصه‌ها را بسیار ساده می‌کند. برای مثال استاندارد معروف DIN ۲۴۲۵۵ دربرگیرنده موارد بالا است.

زمانی که پمپی برای کار در یک سیستم تهیه می‌گردد، باید اطلاعات زیر در مورد آن اعلام شده باشد :

- طبیعت کار و یا کاربرد پمپ،
- تعداد پمپ مورد نیاز دایمی و یا منقطع بودن کار آن،
- نوع پمپ مورد نیاز و یا نوع پمپ مرجع (انتخاب خریدار)،
- ارتفاع مکش مثبت خالص یا NPSH[1] و خاصیت هواگیری خودبخود در صورت نیاز،
- طبیعت سیال مورد جابه‌جایی،
- آرایش و استقرار پمپ : ثابت، قابل حمل، افقی و یا عمودی،
- شرایط محل نصب، فضای موجود، داخلی یا خارجی، ارتفاع محل از سطح دریا (اگر از ۱۵۰ متر بیشتر باشد) درجه حرارت،

Scanned by CamScanner

- ضوابط پی که باید توسط سازنده تعیین گردد،
- نوع موتور محرک و نوع اتصال به پمپ (مستقیم، یا دنده‌ای)،
- ابزار استارت و سیستم کنترل مورد نیاز،
- ضوابط آزمایش بازرسی، حمل و نقل، و
- زمان مناقصه، تاریخ حمل و سایر موارد.

٤-٢ طبقه‌بندی پمپ‌ها

پمپ‌ها دارای انواع مختلفی می‌باشند و با معیارهای مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند ولی رایج‌ترین طبقه‌بندی پمپ‌ها برمبنای نحوه انتقال انرژی به سیال می‌باشد. براین اساس پمپ‌ها به دو دسته پمپ‌های جابه‌جایی و دینامیکی تفکیک می‌گردند. پمپ‌های جابه‌جایی آن گروه از پمپ‌ها می‌باشند که در آنها سیال به طور فیزیکی توسط قسمت متحرک پمپ جابه‌جا می‌شود ولی پمپ‌های دینامیکی، پمپ‌هایی هستند که با اعمال انرژی به سیال باعث حرکت آن می‌شوند. در بین این دو دسته از پمپ‌ها، پمپ‌های جابه‌جایی به دلیل آن‌که یا بده یکنواخت ندارند یا آن‌که دارای بده کمی می‌باشند، کاربرد چندانی در آبیاری تحت فشار ندارند. ولی پمپ‌های دینامیکی به‌دلیل دامنه وسیع بده و فشاری که تولید می‌کنند در آبیاری تحت فشار کاربرد وسیعی پیدا کرده‌اند.

پمپ‌های دینامیکی خود به انواع گوناگونی تفکیک می‌شوند ولی رایج‌ترین نوع آنها که در آبیاری تحت فشار نیز کاربرد دارد پمپ‌های گریز از مرکز می‌باشد در این گروه از پمپ‌ها سرعت سیال در اثر نیروی گریز از مرکز ایجاد شده توسط پروانه افزایش پیدا کرده و در اثر برخورد با پوسته پمپ تبدیل به فشار می‌شود. این دسته از پمپ‌ها از لحاظ نوع جریان سیال به سه نوع : شعاعی، مختلط و محوری تقسیم‌بندی می‌شوند.

در پمپ‌های گریز از مرکز شعاعی سیال از طرف محور پمپ وارد شده و در جهت شعاع پروانه‌ها خارج می‌شود. پوسته این پمپ‌ها از لحاظ شکل ظاهری شبیه حلزون می‌باشد و اغلب یک طبقه می‌باشند. این پمپ‌ها قادر به ایجاد فشار ۵ تا ۹۵ متر و بده تا ۱۸۰۰ مترمکعب در ساعت می‌باشند. این پمپ‌ها به‌دلیل ایجاد محدوده مناسبی از فشار و بده و داشتن راندمان مناسب کاربرد فراوانی در آبیاری تحت فشار پیدا کرده‌اند.

نوع دیگر پمپ‌های گریز از مرکز، پمپ‌های جریان مختلط می‌باشند که در آنها سیال در جهت محور پمپ وارد پروانه شده و در جهت مایل نسبت به محور پمپ از پروانه خارج می‌گردد. پمپ‌های جریان مختلط که به پمپ‌های توربینی نیز معروف هستند دارای فشار و بده متوسط می‌باشند ولی به‌دلیل قابلیت استفاده از آنها به صورت سری (چند طبقه) قادر به ایجاد فشارهایی تا ۲۰۰ متر نیز می‌باشند. پمپ‌های توربینی چند طبقه که به صورت افقی یا عمودی نصب می‌شوند در آبیاری تحت فشار، کاربرد فراوانی دارند.

Scanned by CamScanner

نوع سوم پمپ‌های گریز از مرکز، پمپ‌های جریان محوری می‌باشند که در آنها سیال در جهت محور پمپ وارد شده و درجهت محور نیز خارج می‌شود. این پمپ‌ها که به پمپ‌های ملخی نیز معروف می‌باشند به‌دلیل ایجاد بده زیاد و فشار کم در آبیاری تحت فشار کاربرد ندارند.

٤-٣ منحنی مشخصه سیستم

منحنی مشخصه سیستم نشان دهنده تغییرات فشار مورد نیاز به ازاء مقادیر مختلف بده سیستم می‌باشد. ارتفاع کل مورد نیاز سیستم که باید از طریق ایستگاه پمپاژ تأمین شود متشکل از یک بخش فشار استاتیک و یک بخش فشار دینامیکی می‌باشد. فشار استاتیکی آن قسمت از فشار مورد نیاز سیستم می‌باشد که مستقل از تغییرات بده بوده و به‌طور عمده شامل اختلاف ارتفاع بین ورودی سیستم و نقطه خروجی سیستم می‌باشد. ولی فشار دینامیکی آن قسمت از فشار مورد نیاز سیستم می‌باشد که وابسته به مقدار بده سیستم می‌باشد و به‌طور عمده شامل افت اصطکاکی و فشار کارکرد سیستم می‌باشد. در ترسیم منحنی سیستم باید مقدار فشار مورد نیاز به ازای بده‌های مختلف مورد نیاز سیستم محاسبه و در یک نمودار مشابه شکل ۴-۱ رسم گردد. فشار مورد نیاز سیستم از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

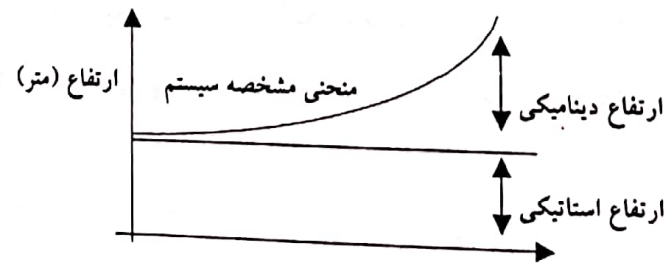
$$Ht = Hl + Hf + He \qquad (۱-۴)$$

Ht = کل فشار مورد نیاز (متر)

Hl = فشار مورد نیاز در ابتدای بال آبیاری یا قطعه آبیاری (متر)

Hf = افت اصطکاکی و افتهای جزئی از لوله مکش تا ابتدای بال آبیاری یا قطعه آبیاری (متر)

He = اختلاف ارتفاع استاتیکی از سطح آب در حوضچه مکش تا ابتدای بال آبیاری یا قطعه آبیاری (متر)



شکل ٤-۱- منحنی مشخصه سیستم و اجزای تشکیل دهنده آن

در ترسیم منحنی مشخصه سیستم باید توجه داشت که نقاط بحرانی سیستم معیار انتخاب پمپ می‌باشند، بنابراین باید فشار مورد نیاز این نقاط ملاک ترسیم منحنی مشخصه سیستم باشد. لذا با دقت باید بررسی کرد که نقاط بحرانی کدام نقاط می‌باشند و سپس اقدام به ترسیم منحنی مشخصه سیستم نمود. همچنین باید توجه

Scanned by CamScanner

داشت که در بعضی از سیستم‌ها ممکن است مشخصات سیستم اعم از افت اصطکاکی یا بده آنها در طی زمان تغییر کند. یا اینکه پمپ‌ها به مرور زمان کارآیی خود را از دست دهند. در چنین مواردی نیز باید منحنی مشخصه سیستم با توجه به نیاز آینده طرح و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان مناسب طراحی ترسیم گردد.

٤-٤ مشخصات فنی پمپ‌ها

قبل از انتخاب پمپ، لازم است اطلاعات و مفاهیمی از قبیل دور پمپ، توان پمپ، بده پمپ، منحنی‌های مشخصه، بازده و غیره که توسط کارخانه سازنده تعیین می‌شود در اختیار طراح قرار گیرد. این اطلاعات به شرح زیر است :

٤-٤-١ دور پمپ

تعداد چرخش محور (شافت) پمپ در واحد زمان دور نامیده می‌شود و برحسب دور در دقیقه (RPM) بیان می‌شود. پمپ‌های گریز از مرکز حلزونی و توربینی مورد استفاده در آبیاری تحت فشار به‌طور عمده با دورهای ۱۴۵۰ و ۲۹۰۰ دور در دقیقه تولید می‌شوند و کلیه اطلاعات ارائه شده در خصوص این پمپ‌ها از طرف کارخانه سازنده مربوط به همین دورها می‌باشد و باید توجه داشت که با تغییر دور چرخش پمپ‌ها، کلیه مشخصات هیدرولیکی پمپ تغییر می‌کند.

٤-٤-٢ بده پمپ

بده پمپ به مفهوم حجم آب عبور کرده از دهانه خروجی پمپ در واحد زمان می‌باشد. با توجه به آن‌که پمپ‌ها قادر به ایجاد مقادیر متنوعی از بده می‌باشند از نقطه نظر طراحی چهار نوع بده قابل تعریف می‌باشد :

- بده بهینه (Q_{opT}) : مقدار بده پمپ در بازدهی حداکثر
- بده طراحی (Qdes) : بده که پمپ براساس آن انتخاب می‌شود.
- بیشترین بده (Qmax) : بیشترین بده که باعث آسیب دیدن پمپ می‌شود و اغلب ۱۲۰ درصد بده بهینه در نظر گرفته می‌شود.
- کمترین بده (Qmin) : کمترین بده که باعث آسیب دیدن پمپ می‌شود و اغلب ۵۰ درصد بده بهینه در نظر گرفته می‌شود.

برای اهداف طراحی باید سعی کرد که بده طراحی با بده بهینه منطبق شود.

٤-٤-٣ ارتفاع فشار تولیدی پمپ

ارتفاع تولیدی پمپ، مقدار انرژی است که پمپ به واحد وزن سیال اعمال می‌کند. از نقطه‌نظر طراحی سه ارتفاع فشار قابل تعریف است :

- ارتفاع بهینه (HOPT) : ارتفاعی که در آن بازده بیشترین است.

Scanned by CamScanner

- ارتفاع طراحی (Hdes) : ارتفاعی که پمپ براساس آن انتخاب می‌شود.
- ارتفاع قطع جریان (Ho) : ارتفاعی که در آن بده صفر است.

٤-٤-٤ بازده و توان پمپ

توان مقدار کاری است که در واحد زمان انجام می‌گیرد و اغلب به‌صورت کیلووات یا اسب بخار تعریف می‌شود. توان مفید یا توان خروجی پمپ ارتباط مستقیم با بده و ارتفاع پمپاژ داشته و از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$P_{out} = \gamma \times Q \times H \times 10^{-6} \quad (۴-۲)$$

Pou_T = توان مفید یا توان خروجی پمپ (کیلووات)

γ= وزن مخصوص آب (نیوتن بر مترمکعب)

Q = بده پمپ (لیتر بر ثانیه)

H = ارتفاع فشار پمپ (متر)

توان مصرفی یا ورودی پمپ به علت وجود تلفات انرژی داخل پمپ از توان خروجی بزرگتر می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$P_{in} = P_{out} / \eta_p \quad (۴-۳)$$

P_{in} = توان ورودی به پمپ (کیلووات)

PouT = توان خروجی پمپ (کیلووات)

ηp = بازده پمپ (اعشاری)

٤-٤-٥ جنس بدنه و پروانه پمپ

پمپ‌های گریز از مرکز به‌طور عمده در دو جنس برنزی و چدنی تولید می‌شوند. جنس برنزی در مقابل خوردگی مقاوم‌تر از جنس چدنی می‌باشد ولی با این وجود در خصوص خوردگی و فشار قابل تحمل پمپ به‌خصوص وقتی که از آنها به عنوان پمپ بوستر استفاده می‌شود باید با کارخانه سازنده مشورت لازم صورت پذیرد.

٤-٤-٦ مشخصات هیدرولیکی پمپ‌ها

کارخانه‌های سازنده پمپ، مشخصات هیدرولیکی پمپ‌های تولیدی را به صورت معادلات ریاضی، جداول یا نمودار ارائه می‌کنند. در این میان نمودارها که به منحنی‌های مشخصه پمپ معروف هستند کاربرد بیشتری پیدا کرده‌اند. این منحنی‌های مشخصه به چهار گروه تقسیم می‌شوند:

- منحنی‌های مشخصه بده – ارتفاع که رابطه بده و ارتفاع فشار را نشان می‌دهد.
- منحنی‌های مشخصه بده – توان که رابطه بده و توان مصرفی پمپ را نشان می‌دهد.

Scanned by CamScanner

٤-٥ انتخاب پمپ

در انتخاب پمپ، هدف پیدا کردن نوع پمپی است که ضمن رعایت کیفیت از نظر اقتصادی مقرون به صرفه بوده و بتواند بده مورد نیاز و فشار لازم برای سیستم آبیاری تحت فشار را تأمین نماید و در عین حال در بالاترین سطح بازدهی، عملکرد داشته باشد. در راستای چنین هدفی موارد زیر در مورد انتخاب پمپ باید رعایت گردد :

٤-٥-١ بده و فشار طراحی

بده و فشار طراحی از روی منحنی‌های مشخصه سیستم و با در نظر گرفتن ماه اوج مصرف آب که بیشترین نیاز آبی وجود دارد تعیین می‌گردد. همانطور که قبلاً در ترسیم منحنی مشخصه سیستم ذکر شد، در این خصوص باید ضریب اطمینان لازم به علت استهلاک پمپ، الکتروموتور، خطوط لوله و همچنین افزایش تقاضای آب در آینده نیز در نظر گرفته شود.

٤-٥-٢ انتخاب نوع و کارخانه سازنده پمپ

پمپ‌های مورد استفاده در طرح‌های آبیاری تحت فشار به‌طور عمده به دو نوع گریز از مرکز حلزونی و گریز از مرکز چند طبقه (فشار قوی) محدود می‌شود. کارخانه سازنده نیز با توجه به کیفیت جنس تولیدی و انطباق آن با استاندارد تولید انتخاب می‌گردد.

٤-٥-٣ انتخاب مدل پمپ

انتخاب مدل پمپ با توجه به منحنی مشخصه سیستم و منحنی‌های مشخصه پمپ انجام می‌گیرد. در این خصوص باید توجه داشت که نقطه کار پمپ که نقطه تلاقی منحنی مشخصه سیستم و منحنی مشخصه بده – فشار پمپ می‌باشد با بده و فشار طراحی انطباق داشته باشد. در انتخاب پمپ علاوه بر انطباق نقطه کار پمپ با بده و فشار طراحی رعایت نکات زیر نیز ضروری است :

- پمپ مورد نظر با بیشترین بازده کار کند و در صورت عدم امکان، بازده نقطه کار در سمت راست بیشترین بازده باشد.
- در حد امکان از پمپ‌هایی که تراش پروانه نیاز دارند کمتر استفاده شود و در صورت نیاز از تراش کم استفاده شود.

Scanned by CamScanner

- در صورت عدم انطباق کامل نقطه کار با بده و فشار طراحی، بده و فشار تولیدی پمپ فقط کمی بیشتر از بده و فشار طراحی باشد تا بتوان توسط شیرهای کنترل فشار، فشار را تنظیم کرد.
- سعی شود از دورهای کمتر پمپ استفاده شود (۱۴۵۰ دور در دقیقه)، چون در دورهای بالاتر، استهلاک پمپ و نیروی محرکه بیشتر می‌باشد.
- در مورد پمپ‌های چند طبقه باید تعداد طبقات پمپ نیز تعیین شود و باید توجه داشت در کتابچه راهنمای پمپ‌های چند طبقه، فشار ایجاد شده توسط پمپ فقط برای یک طبقه ذکر گردیده و با توجه به تعداد طبقات، فشار ایجاد شده توسط یک طبقه باید در تعداد طبقات پمپ ضرب گردد.

٤-٥-٤ تعداد پمپ‌ها

اغلب در موارد زیر بجای استفاده از یک پمپ بزرگ در ایستگاه پمپاژ از تعداد بیشتری پمپ‌های کوچکتر که به صورت موازی در کنار هم قرار می‌گیرند استفاده می‌شود:

- بده طراحی زیاد باشد و یک پمپ قادر به تأمین آن نباشد.
- به علت مسائل بهره‌برداری، بده مورد نیاز ایستگاه پمپاژ در طی ماه‌های سال متفاوت باشد. در این صورت تعداد و مدل پمپ‌ها به نحوی انتخاب می‌گردد که متناسب با تغییرات بده مورد نیاز سیستم، بتوان با خارج کردن پمپ‌ها از مدار یا وارد کردن آنها به مدار بده ایستگاه پمپاژ را با بده مورد نیاز سیستم هماهنگ نمود.
- برای جلوگیری از آسیب دیدن محصولات به علت خرابی یک پمپ، ترجیح داده می‌شود که از پمپ‌های بیشتری استفاده شود.
- پمپ‌های کوچکتر، نیروی محرکه کوچکتری نیاز دارند که هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ بهره‌برداری بهتر می‌باشد.
- با این وجود باید در نظر داشت که افزایش تعداد پمپ‌ها اغلب منجر به افزایش هزینه ایستگاه پمپاژ می‌شود، لذا انتخاب پمپ‌ها همیشه باید با در نظر گرفتن گزینه بهینه‌ای باشد که هم مسائل اقتصادی و هم مسائل بهره‌برداری را در نظر گرفته باشد.

٤-٥-٥ پمپ رزرو

با توجه به اهمیت ایستگاه پمپاژ در شبکه‌های آبیاری تحت فشار و خسارتی که در اثر خرابی آن به محصولات وارد می‌شود و همچنین به منظور کاهش استهلاک ایستگاه در شرایطی که قرار باشد ۲۴ ساعته کار کند، در نظر گرفتن پمپ رزرو ضروری می‌باشد. برای این منظور به عنوان یک قاعده کلی ۲۰ تا ۳۰ درصد تعداد پمپ‌های ایستگاه پمپاژ به عنوان پمپ رزرو در نظر گرفته می‌شود.

Scanned by CamScanner