نشریه شماره ۲۰۰

کمیته ملی آبیاری و زهکشی

آبیاری بارانی

آبیاری افشان

تألیف

جلال گیوان فر

چاپ دوم

خرداد ۲۵۳۷

از انتشارات وزارت نیرو

نشریه شماره ۲۰

کمیته ملی آبیاری و زهکشی

آبیاری بارانی

آبیاری افشان

تألیف

جلال کیوان فر

چاپ دوم

خرداد ۲۵۳۷

از انتشارات وزارت نیرو

INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION & DRAINAGE

شناسنامه ☑
رونوشت ☑
فهرستگان ☑
تکراری ☐

۶۱۹
آ ۲۲
ب ۹
۱۳۵۷

نشریه شماره ۲۰

کمیته ملّی آبیاری و زهکشی

آبیاری بارانی

« آبیاری افشان »

تالیف

جلال کیوان فر

چاپ دوم

خرداد ۲۵۳۷

از انتشارات وزارت نیرو

چاپ اول

فروردین ۲۵۲۶

چاپ افست

از چاپخانه زندگی

رحمت بیدریغ الهی که موجب دوام حیات موجودات کارگاه آفرینش است به یاری علم و فن قابل محاسبه دقیق است و هر سال میتوان بارندگی و نزولات جوی را در هر سرزمین و اقلیمی تعیین و در نتیجه مصرف آنرا در موارد مختلف به صورت مفید ومعقول مشخص نمود .

در امر آبیاری از دیر باز روشهای غرقابی و نشتی معمول است لیکن دراغلب موارد بهترین طریق آبیاری بارانی یا افشان است که همچون باران طبیعی باناهمواریهای زمین و شیب آن سازگار بوده ازمسدودشدن خلل وفرج خاک که درسایرروشهای آبیاری اجتناب ناپذیر است جلوگیری میکند .

از مزایای آبیاری افشان میتوان صرفه جوئی در مصرف آب ــ افزایش بازده محصول عدم نیاز به تسطیح و احداث انهار روکرت بندی زمین و استفاده از تمام سطح زمین برای کشت را نام برد .

باشد که روزی این روش آبیاری جایگزین سایرروشهای آبیاری معمول درایران گردد و عموم کشاورزان از مزایای آن برخوردار گردند .

همکار ارجمند ما در وزارت آب و برق آقای دکتر مهندس کیوانفر کتابی در روش آبیاری افشان یا بارانی برشته تحریردرآورده است که حقاً قابل مطالعه برای کلیه افرادی که با امر کشاورزی سروکار دارند و افرادی که بامور مطالعاتی ذیعلاقه هستند میباشد .

توفیق ایشان و سایر دانش پژوهان را در طریق خدمت به شاهنشاه و ایران عزیز آرزومندم .

وزیر آب و برق

فهرست

فصل اول ــ کلیات	۱
مقدمه	۱
مزایا و معایب آبیاری بارانی	۲
الف ــ مقایسه با آبیاری سطحی	۲
مزایا	۲
معایب	۵
ب ــ مقایسه با آبیاری قطره‌ای	۶
مزایا	۶
معایب	۹
فصل دوم ــ برآورد آب موردنیاز	۱۱
۱ــ فرمول بلانی وکریدل	۱۲
۲ــ فرمول تورک	۲۲
فصل سوم ــ وسائل لازم برای آبیاری بارانی	۳۶

دستگاه مولد فشار ۳۶

موتور ۳۷

قدرت موتور ۳۸

پمپ ۴۰

خصوصیات مکانیکی پمپ ۴۲

انتخاب پمپ ۴۳

نصب پمپ ۴۵

لوله‌های آبرسانی ۴۷

سیستم ثابت ۴۷

سیستم نیم متحرک ۴۸

سیستم متحرک ۵۱

شرایط لوله‌های آبرانی ۵۱

ضمائیم شبکه لوله ۵۵

مراقبت و نگاهداری لوله‌ها ۵۷

آبپاشها ۵۸

آبپاشهای ثابت ۵۸

آبپاشهای لوله‌ای ۵۸

آبپاشهای گردان ۶۱

یکنواختی پخش آب ۶۹

فرم پخش آب بوسیله آبپاشها ۷۰

فاصله و طرز قرار گرفتن آبپاشها نسبت بیکدیگر ۷۲

مراقبت و نگاهداری آبپاشها ۷۵

دستگاههای خودکار آبیاری بارانی ۷۵

۱ــ تیفون ۷۶

۲ــ بوم ۷۹

۳ــ پیوو ۸۲

فصل چهــارم ــ طرح و تهیه پروژه آبیاری بارانی ۸۵

مقدمه ۸۵

وضع زمین ۸۶

نوع گیاه ۸۶

شرایط خاک ۸۷

وضع آب و موقعیت آن ۸۸

وزش باد ۹۰

نوع انرژی موتور ۹۱

طرح مسیر لولهها ۹۲

محاسبه و تهیه پروژه ۹۴

تعیین نوع آبپاش ۱۰۳

تعیین تعداد آبپاشها ۱۰۳

فاصله آبپاشها ۱۰۴

دوره آبیاری ۱۰۵

محاسبه افت بار و ارتفاع مانومتریک ۱۰۵

محاسبه قدرت موتور ۱۱۱

برآورد قیمت ۱۱۲
کودپاشی ۱۱۵
مبارزه با یخبندان ۱۱۷
آبیاری فضای سبز منازل ۱۱۸
فصل پنجم ــ هزینه آبیاری بارانی ۱۲۳

محاسبه هزینه ۱۳۴
ضمائـــم ۱۴۷

جداول تبدیل واحدهای اندازه گیری ۱۴۷

***

منابع مورد استفاده ۱۳۲

فصل اول

کلیات

مقدمـــــــه

درآبیاری بارانی آب به صورت قطرات ریز مانند باران روی گیاه پاشیده می‌شـود . مورد استعمال این روش آبیاری سابقا" منحصر بآبیاری باغچه‌ها و چمن کاریها و احیانـا" خزانه‌ها بوده و بتدریج به سبب مزایای آن توسعه یافته و امروزه در اکثر کشورهای اروپـا و قسمتی از آمریکا و اسرائیل در زراعت جایگزین سایر روشهای آبیاری‌صنعتی شده است . در کشورهای دیگر نیز اخیرا"این سیستم‌آبیاری موردتوجه قرار گرفته وروبه توسعه میباشد.

در بعضی کشورها مانند فرانسه این روش آبیاری تکامل بیشتری پیدا کرد ، و علاوه بر شبکه های خصوصی وفردی ، شبکه‌های آبیاری دسته‌جمعی نیزایجاد گردیده است‌بدین طریق که ابتدا آب در مخازن مرتفع که ارتفاع سطح آب همیشه درآنهاثابت میماند (برای داشتن فشار ثابت) هدایت میگردد ، و از آنجا بوسیله شبکه‌های لوله بین مزارع تقسیـم میشود . در ابتدای هر مزرعه آب بادبی و فشار معین بوسیله تنظیم کننده‌های مخصوصی برحسب احتیاج به زارع تحویل میگردد وحتی دربعضی مزارع وباغات وسیله دستگاههای الکترونیکی و با فشار تکمه‌هائی ، آبپاشهای یک قسمت از مزرعه برای مدت معینی محصول را آبیاری و سپس قسمت بعدی مزرعه آبپاشی میشودوبتدریج درمدت پیش‌بینی شده تمام مزرعه آبیاری میگردد . همچنین در بعضی نقاط از نیروی طبیعی سقوط‌آب کوهسارهـا و هدایت آن در شبکه تحت فشار آبپاشها را بکار انداخته و مزارع را آبیاری میکنند .

در اکثر کشورهائی که این روش آبیاری در حال حاضر رواج کامل دارد با توجه به اینکه میزان بارندگی سالانه و مقدار آب در آن کشورها بمراتب بیش از ایران و احتیاج به آبیاری در آنجا کمتر از ایران میباشد ، معذالک بخاطر صرفه جوئی در مصرف آب و سایر مزایائی که این روش آبیاری نسبت بسایر روشها دارد ، بآن متوسل شده اند . بنا بر این در کشورهائی مانند ایران که دارای اراضی وسیع ومستعد زراعت بوده وآب یکی ازعوامل اصلی محدود کننده زراعت و عامل مؤثر در عملکرد و کیفیت محصول میباشد و دراغلب نقاط آب با تحمل زحمات و صرف هزینه‌های گزاف بدست میآید ، جا دارد که باین طریق آبیاری توجه بیشتری بشود .

برای اینکه خوانندگان بیشتری بتوانند از این کتاب استفاده نمایند حتی‌الامکان سعی شده است که باختصار و با بیانی ساده این سیستم به علاقمندان معرفی گردد .

ضمنا" لازم میداند که مزایا ومعایب وعوامل مؤثر درآبیاری بارانی دراینجا توضیح داده شود تا حتی‌المقدور راهنمائی برای اتخاذ تصمیم و بکار بردن این سیستم آبیاری برای کشاورزان باشد .

مزایا و معایب آبیاری بارانی

الف ـ مقایسه با آبیاری سطحی

مزایا

1ـ این روش آبیاری احتیاجی به تسطیح و کرت بندی زمین ندارد . در نتیجه علاوه بر حذف هزینه کرت بندی در زمینهای ناهموار طبقه روئین خاک که مرغوبترین طبقه خاک زراعتی میباشد دست نخورده باقی خواهد ماند .

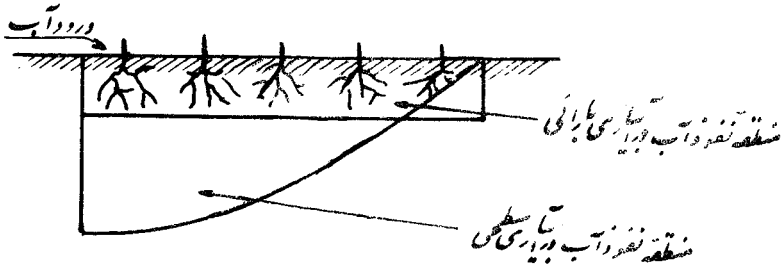
۲ــ در اراضی شیب‌دار که آب درپائین دست زمین واقع شده میتوان زمین راباا ین‌سیستم آبیاری نمود در صورتیکه در روشهای آبیاری سطحی این امکان وجود ندارد .

۳ــ در اراضی سست و شیب دار معمولا" آبیاری سطحی باعث شسته شدن سطح خاک‌وعدم یکنواختی سبز شدن محصول میگردد ، در روش آبیاری بارانی این عیب وجود ندارد .

۴ــ در آبیاری سطحی علاوه بر نفوذ آب در انها روجویچه‌ها در اوایل کرت آب بیش از حد لزوم در زمین نفوذ نموده و از دسترس ریشه گیاه خارج میشود و به همین جهت بسته بنوع آبیاری سطحی (غرقابی یا نشتی) وچگونگی جنس خاک وتهیه زمین راندمان‌آبیاری معمولا" بین ۱۵ تا ۵۵ دصد می‌باشد در حالیکه در روش آبیاری بارانی چون بتدریج و یکنواخت آب بزمین میرسد راندمان آبیاری بسته بشرائط جوی و جنس خاک وسایر عوامل غالبا" بین ۶۰ تا ۸۰ درصد میباشد .

ضمنا" در روش آبیاری سطحی بسبب نفوذ زیاد آب به اعماق زمین غالبا" سطح آب بالا آمده و مشکلات عمل زهکشی راایجاب مینمایدولی درروش آبیاری بارانی این‌مشکلات پیش نخواهد آمد .

شکل (۱) مقایسه تقریبی نفوذ آب در روشهای آبیاری بارانی و سطحی را نشـــان میدهد .



شکل (۱) مقایسه نفوذ آب در روشهای آبیاری بارانی و سطحی .

۵ ــ معمولا" بازده محصول دراراضی که باروش بارانی آبیاری‌میشوندبیش ازبازده محصول در روشهای آبیاری سطحی است و علت این امر را بشرح زیر میتوان بیان نمود :

الف ــ آب که بصورت قطرات باران پاشیده میشود مقداری اکسیژن هوا را جذب ودر دسترس گیاه قرار میدهد که در رشد و نمو گیاه بسیار مؤثر است .

ب ــ در مناطق گرمسیر در ماههای گرم تابستان (تیر و مرداد) بعلت گرما وخشکی هوا غالبا" استوماتهای Stomate برگ برای جلوگیری از شدت تبخیر گیاهی بسته شده و رشد گیاه تقریبا" متوقف میشود . ولی چنانچه با وسائلی ،رطوبت نسبی هوای مجاور گیاه را زیاد نمائیم استوماتها ، باز شده و اعمال گیاهی از سر گرفته میشود و چون آبیاری بارانی‌بهترین عامل ازدیادرطوبت هوامیباشد اهمیت آن در رشد تابستانه گیاه و ازدیاد محصول آشکار میشود .

ج ــ بعلت شسته شدن برگهای گیاه جذب کلروفیلی و تنفس گیاه بهتر انجام گرفته وآفات و انگلها کمتر به گیاه صدمه میزنند .

د ــ چون آب بتدریج و یکنواخت بزمین داده میشود کلیه بذوربطوریکنواخت سبز میگردد .

هـ ــ نفوذ تدریجی آب در خاک که میزان آن کمتر از حد نفوذ پذیری خـاک باشد باعث تهویه خاک و محیط ریشه میشود .

۶ ــ در آبیاری بارانی بعلت عدم احتیاج به انهاروجویچه‌های آبیاری وکرت‌بندی‌میتوان از تمام زمین استفاده نمود ولی در روشهای آبیاری سطحی در حدود ۱۵ــ۱۰٪ زمین

برای احداث انهارو آرایش زمین تلف میشود و با این ترتیب مسئله لایروبی انهـار نیز در سیستم آبیاری بارانی مطرح نیست و همچنین بعلت عدم وجود مرز وانهاربه کار بردن ماشین آلات کشاورزی در این قبیل مزارع بسیار آسان میباشد .

۷ــ در روشهای آبیاری سطحی برای امکان آبیاری نباید دبی آب در نهر از حد معینـی کمتر باشد در حالیکه در این روش بادبی های کم نیز میتوان آبیاری کرد .

۸ــ کودها ، سموم و سایر مواد شیمیائی که برای دفع آفات و مبارزه با علف هرزه بهکـار میروندچنانچه قابل حل درآب باشندمیتوان وسیله شبکهآبیاری بارانی بطوریکنواخت در مزرعه پاشید .

۹ــ در مناطقی که سرمای بهاره ممکن است باعث آسیب درختان میوه شود می‌تـوان در شبهای سرد با آبپاشی درختان میوه بااین روش ، ازخسارت احتمالی جلوگیری نمود. همچنین برعکس برای مبارزه با گرمای زودرس بهاره و جلوگیری از باز شدن بی موقع شکوفه ها میتوان از این روش استفاده نمود .

۱۰ــ همچنین در مناطقی که گرمای شدید هوا اواسط تابستان ممکن است ایجاد خطراتـی برای گیاه نماید با آبیاری بارانی میتوان این خطر را از بین برد .

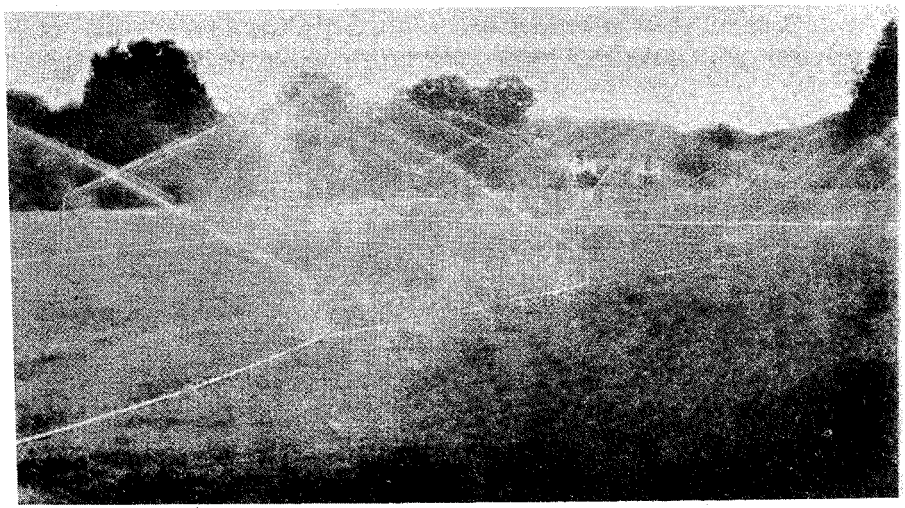
معـــایب

=======

۱ــ سرمایه گزاری اولیه برای خرید تأسیسات نسبتا" زیاد است بخصوص برای مزارعی کـه آب دائم در دسترس نبوده و آب بر حسب تناوب و گردش آب در اختیار زارع قـرار میگیرد چون درمدت کوتاهی بایدتمام مزرعه راآبیاری نمود (تا آنجا که قابلیت نفوذ خاک اجازه دهد) بنابراین ظرفیت تأسیسات و در نتیجه هزینه آن افزایش مییابد و

در عین حال مدتی که آبیاری نمیشود تأسیسات بلا استفاده میماند . برای احتراز از این موضوع بهتر است زارعینی که آب به تناوب بین آنها تقسیم میشود مشترکا"ازیک دستگاه (سیستم آبیاری بارانی دسته جمعی استفاده نمایند) .

۲ــ در نقاطی که بادهای شدید دائمی میوزد علاوه بر بالا رفتن سطح تبخیر نظم آبپاشی بهم میخورد . با اتخاذ تدابیر لازم در تهیه پروژه شبکه آبیاری میتوان تا اندازه ای این عیب را برای نقاط باد خیز مرتفع نمود .



عکس(۱) شبکه آبیاری بارانی در حال کار

ب ـ مقایسه با آبیاری قطره‌ای

مـــــزایا

======

۱ــ همانطوری که در مقایسه با آبیاری سطحی گفته شد با استفاده ازآبیاری بارانی‌میتوان از خطرات گرما و سرمای زودرس‌بهاره وهمچنین گرمای شدیداواسط تابستان جلوگیری نمود در حالیکه در آبیاری قطره‌ای چنین امکانی وجود ندارد .

۲ــ استفاده از آبیاری قطره‌ای به آبیاری درختان و نباتات بوته‌ای مانند گوجه فرنگی و غیره محدود میشود درصورتیکه ازآبیاری بارانی درکلیه زراعتها میتوان استفاده‌نمود .

۳ــ سرمایه گزاری اولیه در آبیاری قطره‌ای بیش ازآبیاری‌بارانی باروشهای متحرک ــ نیمه ثابت و دستگاههای آبپاشی است .

۴ــ در آبیاری قطره‌ای بعلت شکننده بودن لوله‌های حامل قطره چکانها که در تمام‌مزرعه پراکنده است همچنین گاهی جویده شدن آنها وسیله موشها مراقبت ودقت بیشتری‌از لحاظ ورود احشام و تعمیر و تعویض لوله‌های شکسته و قطره چکانها باید اعمال‌گردد .

۵ــ در آبیاری قطره‌ای احتمال مسدود شدن قطره‌چکانها در اثر رسوب مواد موجود درآب اعم ا ز مواد محلول و غیر محلول همواره وجود دارد در حالیکه درآبیاری بارانی‌این احتمال بسیار کم است . بهمین سبب اخیرا" در امریکا در طرحهای جدید بجای‌قطره چکان از آبپاشهای نسبتا" کوچکی استفاده مینمایند که با آبدهی نسبتا" کم (حدود یکصد لیتر درساعت) وشعاع آبپاشی حدودچهارمترعمل مینماید . هر آبپاشی معمولا" بین دو درخت قرار میگیرد و با فشاری معادل ۲ تا ۲/۵ اتمسفردودرخت طرفین‌خود را آبیاری مینماید . در واقع برای احتراز از مسدود شدن آبپاشها اخیرا" روش بارانی با سیستم ثابت جایگزین روش قطره‌ای شده است .

۶ــ برای مناطق خشک که معمولا" غلظت املاح محلول آب نسبتا" زیاد است در آبیاری قطره‌ای خطر شور شدن آب وجود دارد و همانطور که میدانیم گیاهان در مقابل‌شوری تا حدی میتوانند مقاومت نمایند که بستگی به نوع گیاه و املاح محلول داردوچنانچه شوری آب وخاک ازاین حدتجاوز نماید درعمل جذب موادغذائی وسیله ریشه‌اختلال ایجاد شده و باعث ضعف و پژمردگی تدریجی گیاه میگردد و بخصوص چنانچه‌گیاه‌در

حال جوانه زدن و مراحل اولیه رشد و نمو باشد اثر شوری بمراتب شدیدتر و خطرات آن زیادتر خواهد بود .

در روشهای آبیاری سطحی و بارانی معمولا" مقداری از املاح محلول همراه با آب به اعماق زمین نفوذ مینماید ولی در آبیاری قطره‌ای چون آب کاملا" تدریجی به زمین داده میشود لذا نفوذ عمقی چندانی وجود ندارد و این امر بخصوص در مناطقی که بارندگی قابل ملاحظه‌ای‌ندارد باعث تجمع و افزایش تدریجی املاح در اطراف ریشه میگردد . بنا براین باید در مصرف آب برای آبیاری قطره‌ای بخصوص درموردگیاهانی مانند چای ــ سیب ــ گلابی ــ مرکبات + توت فرنگی ــ لوبیا ــ تربچه ــ کرفس و درختانی که دارای میوه هسته‌دار هستند و به شوری حساس ترند دقت بیشتری‌معمول داشت در این قبیل موارد با شستشوی خاک از طریق آبیاری بارانی می‌توان تا حد نسبتا" زیادی اثر شوری آب روی ریشه گیاه را از بین برد .

این عمل بدین طریق انجام میگیرد که سالانه یک یا دو مرتبه (در مناطق معتدل اوایل بهار و در مناطق گرم در زمستان) با آبیاشی نسبتا" شدید ولی ناحیه‌ی که ازنفوذپذیری خاک تجاوز نکند زمین را آبیاری مینماید تانمکهای موجود در اطراف ریشه درآب حل وبه اعماق زمین نفوذ نماید .

گرچه در آبیاری بارانی نیز ممکن است شوری بیش از حد آب بویژه درمواقع گرم تابستان که تبخیر شدید است باعث تجمع نمک روی برگها شده و منجر به سوختگی‌برگ گرددولی با اتخاذ تدابیری مانند آبیاری درختان از زیر شاخ و برگ و احتراز‌ازآبیاری درساعتهای گرم روز این نقیصه را میتوان به حداقل رسانید .

در آبیاری قطره ای چون تجمع نمک در خاک تدریجی بوده و پس از گذشت ۱۰ــ۲۰ سال (بسته به میزان املاح محلول آب) ممکن است اثرات زیان آورتجمع نمک درخاک اطراف ریشه آشکار گردد لذا درموردآزمایشهائی که روی آبیاری قطره‌ای انجام میشود متخصصین فن توصیه مینمایند که فقط بخاطر رضایت بخش بودن نتایج آزمایش از لحاظ افزایش

محصول در چند سال اول ازاعلام نظرقطعی خودداری‌نموده ونتیجه‌گیری نهائی راموکول بانجام آزمایش مداوم نمایند و یا حد اقل پس از انجام تعداد کافی آزمایش در یک خاک معین مقدارنمک خاک محیط ریشه رابامقداراولیه آن (قبل ازآزمایش) مقایسه نمایند .

ذکر این موضوع در اینجا بی مناسبت نیست که در کشور اسرائیل که حدودچهارده سال است که آبیاری قطره‌ای رواج دارد در سالهای اخیر متوجه شده‌اندکه تجمع تدریجی نمک در محیط ریشه گیاهان بحدی رسیده است که خارج از تحمل گیاهان بویژه مرکبات میباشد و برای حل این مشکل ناچار شده‌اند که اراضی این قبیل باغات را سالانه یکی‌دو بار با استفاده از آبیاری بارانی تا حدی شستشو نمایند و باغات جدید مرکبات رابا روش بارانی آبیاری نمایند .

۷ــ در درختکاریها در سالهای اول کشت درختان چنانچه باغ باروش بارانی آبیاری‌شود چون آب در تمام سطح زمین پاشیده میشود امکان کشت و بهره‌برداری از زراعتهای فصلی بویژه کشت کود سبز در سطح باغ وجود دارد ولی درآبیاری قطره‌ای انجام‌این کار ممکن نیست .

معایب

=======

۱ــ بازده آبیاری در روش قطره‌ای نسبتا" بیشتر است (حدود ۸۰ تا ۹۵ درصد) درحالی که بازده آبیاری بارانی بیش از ۸۰ درصد نیست و علاوه بر این چون آبیاری‌قطره‌ای تمام سطح مزرعه را خیس نمیکند میزان مصرف آب در آن کمتراز آبیاری بارانی است .

۲ــ سرمایه گزاری اولیه در آبیاری بارانی با سیستم تمام ثابت که معمولا" در چمن کاریها **اعمال میشود بیش از آبیاری قطره‌ای است .**

۳ـ در روش آبیاری بارانی با سیستم متحرک و نیمه ثابت برای جابجاکردن لوله‌هاپس‌از هر نوبت آبیاری نیروی انسانی یانیروی‌ماشینی موردنیازاست ولی درآبیاری قطره ای مانند سیستم ثابت آبیاری بارانی چنین نیازی وجود ندارد . بدیهی است در مورد آبیاری بارانی با ماشینهای آبپاشی نیز به سبب خودکار بودن دستگاهها این نیاز به حد اقل میرسد .

۴ـ درآبیاری قطره‌ای رویش علفهای هرز بمراتب کمتر است .

فصل دوم

برآورد آب مورد نیاز

مقدار آب مورد مصرف در آبیاری بستگی بعوامل متعددی ازقبیل نوع‌گیاه ــ سیستم آبیاری ــ درجه حرارت محل ــ تابش آفتاب ــ رطوبت هوا ــ جنس خاک ــ عوارض زمین وزش باد ــ کود ــ وضع سفره آب زیر زمینی ــ میزان بارندگی ــ فصل رویش و مدت رشد گیاه ــ کیفیت آب ــ امراض و آفات نباتی و غیره دارد .

در آبیاری بارانی چون ظرفیت لوله ها و قدرت موتور بایستی متناسب با حد اکثر دبی آب باشد لذا اطلاع از حد اکثر مقدار آب مورد نیاز زراعت که معمولا" مربوط به ماه تیر یا مرداد میباشد ضرورت دارد . میزان آبی که به زمین داده می‌شود معمولا" برحسب میلیمتر (ارتفاع آب روی سطح زمین) یا برحسب متر مکعب در هکتار بیان میشود (هر یک میلیمتر آب معادل ده متر مکعب آب در هکتار میباشد) .

فرمولهائی تنظیم شده که در صورت عدم اطلاع از مقدار حقیقی آب مورد نیاز گیاه ، در هرمحل با دانستن نوع گیاه و مشخصات جوی و جغرافیائی محل میتوان مقدار تقریبی‌آب مورد احتیاج ماهانه گیاه را برآورد نمود . برای روشن شدن مطلب بذکر دو فرمول‌متفاوت می‌پردازیم :

۱ــ فرمول بلانی و کریدل

این فرمول توسط دو دانشمند آمریکائی بنام Blaney و Criddle براساس آزمایشات متعددی که در مناطق خشک و نیمه خشک آمریکا که آب و هوائی تقریبا" مشابه ایران دارند تنظیم گردیده است . اساس این آزمایشات مبتنی براندازه‌گیری تبخیر و تعرق Evapo-transpiration میباشد . یعنی با اندازه گیری مقدارآبی که گیاه اززمین گرفته و بوسیله تعرق از خود دفع مینماید و همچنین مقدار آبی که از سطح خاک تبخیر میشود میزان آب مورد نیاز گیاه تعیین میگردد .

این فرمول عبارتست از :

$$ET = \frac{K}{۱۰۰} \times t \times P$$

که در آن :

ET = میزان تبخیر و تعرق یا مقدار آب مصرفی ماهانه گیاه بر حسب اینچ .

K = ضریب مخصوص برای گیاهان مناطق مختلف .

t = متوسط درجه حرارت ماهانه محل بر حسب فارنهایت .

P = درصد مدت روشنائی هر ماه در سال

میباشد

درسیستم متریک فرمول فوق بصورت زیر در میآید :

در این فرمول : $$ET = \frac{K}{۱۰۰} P(۴۵,۷t + ۸۱۳)$$

ET = مقدار آب مصرفی ماهانه گیاه بر حسب میلیمتر .

t = متوسط درجه حرارت ماهانه محل بر حسب سانتیگراد .

و با این ترتیب میتوان میزان آب مصرفی گیاه را برای گرمترین ماه سال به دست آورد .

در اینجا ذکر این نکته بسیار ضروری است که برطبق آزمایشهای متعددی که ازطرف خود آقای کریدل در مناطق غربی آمریکا که وضع نسبتا" مشابهی با ایران داردبعمل آمده

چنین نتیجه گیری شده است که باید مقدار تبخیر و تعرق (ET) که ازطریق فوق بدست آمده با توجه بمیزان آبی که درهرنوبت آبیاری به گیاه داده میشودبه نسبت ارقام جدول شماره ۲ افزایش داد تا مقدار آب مصرفی گیاه درگرمترین روزهای این ماه نیزبدست آید .

جدول شماره (۲) میزان افزایش ET برای بدست آوردن حداکثردبی

مقدارآب هرنوبت آبیاری بمیلیمتر	درصدآب که بایداضافه شود
۳۰	%۶۰
۵۰	%۴۰
۱۰۰	%۲۰
۱۴۰	%۱۰
۱۸۰	۰

چنانچه در عرض این مدت بارندگی شودمیزان بارندگی رابایستی ازمقدارفوق کسر نمود .

عوامل اشاره شده در فرمول بلانی و کریدل را بشرح زیر میتوان تهیه نمود :

الف ـ T یا متوسط درجه حرارت ماهانه هر محل را می‌توان با استفاده از آمارهای هوا شناسی تعیین کرد در جدول شماره (۳) متوسط درجه حرارت ماه ژوئیه (دهم تیر ماه تا دهم مرداد ماه) که معمولا" گرمترین ماه سال میباشد برای چند نقطه ایران ذکر شده است .

ب ـ P یا میزان درصدروشنائی ماهانه هرمحل درسال رابادانستن عرض جغرافیائی محل میتوان از روی جدول شماره (۴) بدست آورد ،

جدول شماره (۳) متوسط گرمای ماه ژوئیه تعدادی ازشهرهای ایران

نام محل	متوسط درجه حرارت	نام محل	متوسط درجه حرارت
آبادان	۳۵/۵	آباده	۲۵/۱
اراک	۲۷/۰	اردبیل	۱۸/۶
آستارا	۲۵/۲	اصفهان	۲۸/۶
اهواز	۳۶/۵	ایرانشهر	۳۶/۸
بابل	۲۵/۳	بابلسر	۲۶/۲
بجنورد	۲۵/۰	بروجرد	۲۶/۹
بم	۳۱/۸	بندرپهلوی	۲۵/۶
بندرعباس	۳۴/۶	بوشهر	۳۲/۷
بهبهان	۳۴/۷	بیجار	۲۳/۷
بیرجند	۲۸/۱	تبریز	۲۵/۷
تربت جام	۲۷/۲	تربت‌حیدریه	۲۶/۸
مهرآباد تهران	۲۷/۲	جهرم	۳۱/۶
جیرفت	۳۵/۱	چاه بهار	۳۰/۴
خرم آباد	۳۰/۷	خوی	۲۵/۰
داراب	۳۳/۳	دامغان	۲۵/۱
دزفول	۳۷/۷	رامسر	۲۵/۰

دنباله جدول شماره (۳)

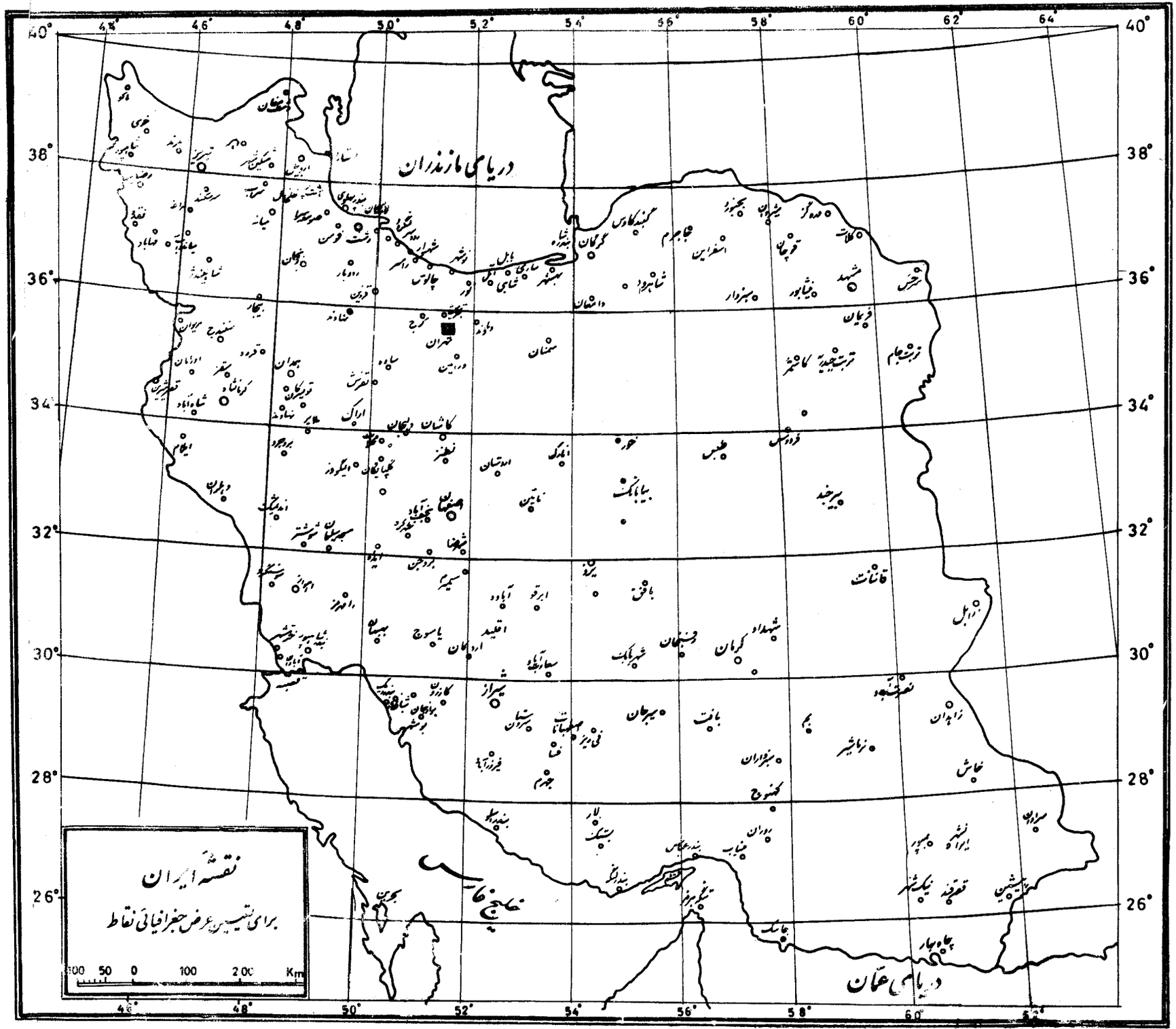
نام محـــل	متوسط درجه حرارت	نام محـــل	متوسط درجه حرارت
رشت	۲۴/۶	رضائیه	۲۴/۱
رفسنجان	۳۲/۵	رودبار	۲۶/۳
زابل	۳۴/۱	زاهدان	۲۸/۱
زنجان	۲۳/۷	ساری	۲۷/۰
ساوه (فره‌چای)	۳۰/۰	سبزوار	۲۹/۴
سراوان	۳۰/۴	سرخس	۲۸/۲
سقز	۲۵/۷	سمنان	۳۱/۳
سنندج	۲۷/۳	سیرجان	۲۷/۷
شاهرود	۲۵/۱	شاهی	۲۶/۱
شبانکاره	۳۴/۲	شوشتر	۳۸/۲
شهرضا	۲۲/۶	شهر کرد	۲۳/۸
شهسوار	۲۵/۰	شیراز	۲۸/۱
طبس	۳۴/۵	فریمان	۲۲/۰
فسا	۳۲/۷	فومن	۲۵/۰
قائنات (میم‌دشت)	۲۳/۲	قزوین	۲۶/۸
قـــم	۳۱/۰	قصرشیرین	۳۰/۰
قوچان	۱۹/۵	کازرون	۳۳/۶
کرج	۲۵/۶	کرمان	۲۶/۷

دنباله جدول (۳)

نام محـــل	متوسط درجه حرارت	نام محـــل	متوسط درجه حرارت
کرمانشاه	۲۷/۱	کرند	۲۷/۹
گرگان	۲۷/۷	گرمسار	۳۰/۵
گلپایگان	۲۴/۶	گنبدکاوس	۲۸/۰
لاهیجان	۲۳/۷	ماکو	۲۵/۶
مشهد	۲۹/۹	مهاباد	۲۳/۷
نوشهر	۲۴/۸	ورامین	۲۸/۹
همدان	۲۴/۳	یزد	۳۱/۵

توضیح : ۱ــ برای تهیه آمار فوق از متوسط درجه حرارت ماه ژوئیه کـه غالبا" گرمترین ماه سال در ایران میباشد معدل ده سالـه گرفته شده است .

۲ــ آمارفوق بااستفاده ازآمارهواشناسی کل کشورتهیه شده‌است.


دریای مازندران
خلیج فارس
دریای عمان
نقشه ایران
برای تعیین عرض جغرافیائی نقاط
100 50 0 100 200 Km
40°
38°
36°
34°
32°
30°
28°
26°
44°
46°
48°
50°
52°
54°
56°
58°
60°
62°
64°

شکل ۲

ضمنا" از روی نقشه ایران که پیوست میباشد (شکل ۲) می‌توان عرض جغرافیائی تقریبی نقاط مختلف کشور را تعیین نمود .

ج ـ K یا ضریب مخصوص هر گیاه از طرف بلانی و کریدل طبق آزمایشات متعدد بـرای مناطق مرطوب و خشک مغرب آمریکا به دست آمده که در جدول شماره (۵) منعکس میباشد ولی چون این ارقام بر اساس آزمایشات انجام شده در شرایط آب و هوا و روی گیاهان بومی محل بدست آمده لذا معمولا" در هر کشور برای تعیین رقم دقیق روی گیاهان مختلف محل ، آزمایشاتی بعمل میآید . در ایران نیز درسالهای اخیر آزمایشهائی در این زمینه شروع گردیده و ضریب K برای پنبه در منطقه ورامین و نقاط مشابه آن ۰/۶۲ و برای چغندر قند در منطقه کرج و نقاط مشابه آن ۰/۷۰ به دست آمده است .

برای سهولت محاسبه مقدار آب مصرفی گیاه یا ET از روی فرمول فوق Guyon مهندس فرانسوی این فرمول را در سیستم متریک بصورت گرافیک (شکل شماره ۳) تنظیم و ترسیم نموده که با دانستن مقادیر t و P برای هر منطقه بسرعت میتوان مقدار ET ماهانه هر گیاه را تعیین نمود .

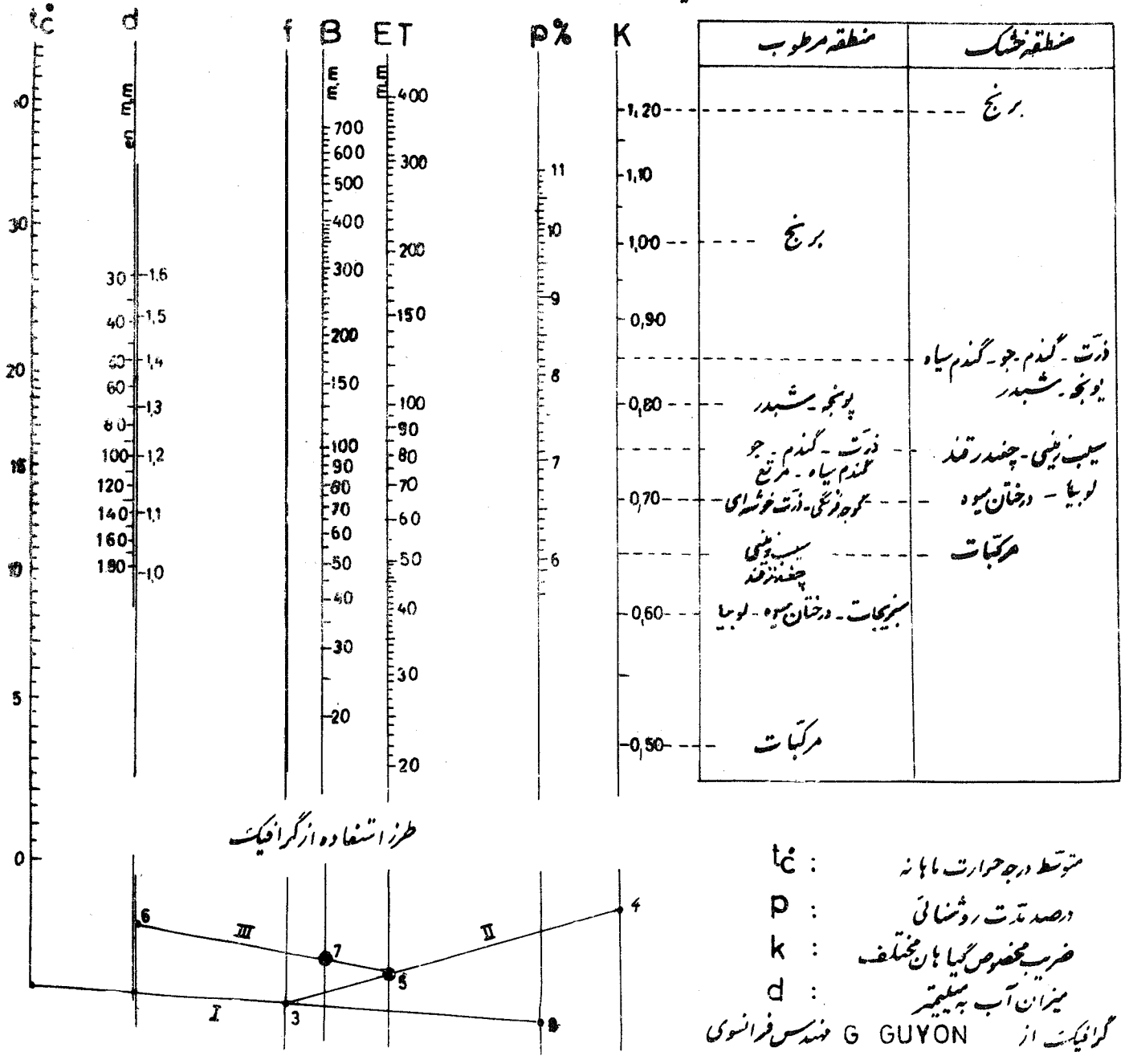
طریق استفاده از این گرافیک در ذیل آن نشان داده شده است .

جدول شماره (۴) درصد مدت روشنائی هرماه درسال P

عرض جغرافیائی / ماهها	۲۴°	۲۶°	۲۸°	۳۰°	۳۲°
ژانـــویه	۷/۵۸	۷/۴۹	۷/۴۰	۷/۳۰	۷/۲۰
فـــوریه	۷/۱۷	۷/۱۲	۷/۰۷	۷/۰۳	۶/۹۷
مارس	۸/۴۰	۸/۴۰	۸/۳۹	۸/۳۶	۸/۳۷
آوریل	۸/۶۰	۸/۶۴	۸/۶۸	۸/۷۲	۸/۷۵
مـــه	۹/۳۰	۹/۳۸	۹/۴۶	۹/۵۳	۹/۶۳
ژوئـــن	۹/۲۰	۹/۳۰	۹/۳۸	۹/۴۹	۹/۶۰
ژوئیه	۹/۴۱	۹/۴۹	۹/۵۸	۹/۶۷	۹/۷۷
اوت	۹/۱۵	۹/۱۰	۹/۱۶	۹/۲۲	۹/۲۸
سپتامبر	۸/۳۱	۸/۳۱	۸/۳۲	۸/۳۴	۸/۳۴
اکتبر	۸/۰۹	۸/۰۶	۸/۰۲	۷/۹۹	۷/۹۳
نوامبر	۷/۴۳	۷/۳۶	۷/۲۷	۷/۱۹	۷/۱۱
دسامبر	۷/۴۶	۷/۳۵	۷/۲۷	۷/۱۴	۷/۰۵

تخمین آب مورد احتیاج گیاهان

طریقه BLANEY و CRIDDLE



طرز استفاده از گرافیک

t_c : متوسط درجه حرارت ماهانه

p : درصد مدت روشنائی

k : ضریب مخصوص گیاهان مختلف

d : میزان آب به میلیمتر

گرافیک از G GUYON مهندس فرانسوی

دنباله جدول شماره (۴)

عرض جغرافیائی ماهها	۳۴°	۳۶°	۳۸°	۴۰°	۴۲°
ژانویه	۷/۱۰	۶/۹۹	۶/۸۷	۶/۷۶	۶/۶۲
فوریه	۶/۹۱	۶/۸۶	۶/۷۹	۶/۷۳	۶/۶۵
مارس	۸/۳۶	۸/۳۵	۸/۳۴	۸/۳۳	۸/۳۱
آوریل	۸/۸۰	۸/۸۵	۸/۹۸	۸/۹۵	۹/۰۰
مه	۹/۷۲	۹/۸۱	۹/۹۲	۱۰/۰۲	۱۰/۱۴
ژوئن	۹/۷۰	۹/۸۳	۹/۹۵	۱۰/۰۸	۱۰/۲۱
ژوئیه	۹/۸۸	۹/۹۹	۱۰/۱۰	۱۰/۲۲	۱۰/۳۵
اوت	۹/۳۳	۹/۴۰	۹/۴۷	۹/۴۵	۹/۹۲
سپتامبر	۸/۳۶	۸/۳۶	۸/۳۸	۸/۳۸	۸/۴۰
اکتبر	۷/۹۰	۷/۸۵	۷/۸۰	۷/۷۵	۷/۷۰
نوامبر	۷/۰۲	۶/۹۲	۶/۸۲	۶/۷۲	۶/۶۲
دسامبر	۶/۹۲	۶/۷۹	۶/۶۶	۶/۵۲	۶/۳۸

جدول شماره (۵) ضریب K درفرمول بلانی کریدل

طبق آزمایشهای انجام شده درایالات غربی آمریکا

نوع محصول	مقدار	نوع محصول	مقدار
یونجه	۰٫۸۰ـ۰/۹۰	توتون	۰٫۷۰ـ۰٫۸۰
شبدر	۰٫۸۰ـ۰٫۸۵	گوجه فرنگی	۰٫۶۵ـ۰٫۷۰
لوبیا	۰٫۶۰ـ۰٫۷۰	سبزیجات	۰٫۶۰ـ۰٫۷۰
ذرت	۰٫۷۵ـ۰٫۸۵	سیب زمینی	۰٫۶۵ـ۰٫۷۵
پنبه	۰٫۶۰ـ۰٫۷۰	مرکبات	۰٫۵۰ـ۰٫۶۵
چغندر قند	۰٫۶۵ـ۰٫۷۵	درختان میوه خزان برگ	۰٫۶۰ـ۰٫۷۰
کتان	۰٫۷۰ـ۰٫۸۰	مو	۰٫۵۰ـ۰٫۶۰
غلات	۰٫۷۵ـ۰٫۸۵	گردو	۰٫۶۰ـ۰٫۷۰
ذرت خوشه‌ای	۰٫۷۰ـ۰٫۸۰	موز	۰٫۸۰ـ۱٫۰
دانه‌های روغنی	۰٫۶۵ـ۰٫۸۰	خرما	۰٫۶۵ـ۰٫۸۰
علوفه	۰٫۷۵ـ۰٫۸۵	نیشکر	۰٫۸۰ـ۰٫۹۰
برنج	۱٫۰ـ۱٫۲۰	انبه	۰٫۵۰ـ۰٫۵۵

در این جدول ارقام کوچک K برای نواحی مرطوب و ارقام بزرگ K برای نواحی خشک میباشد.

باید دانست که ارقامی که ازاین طریق بدست میآیدمربوط بمقدار آب مورد احتیاج گیاه میباشد و چون راندمان آبیاری صد درصدنیست یعنی بسته بنوع آبیاری،مقداری از آب مورد آبیاری تلف شده و از دسترس گیاه خارج میگردد لذابرای تعیین مقدارآب مورد نیاز آبیاری بایستی رقم بدست آمده ازفرمول یاگرافیک مذکوررا بردرصد راندمان آبیاری تقسیم نمود تا مقدار آب مورد نیاز آبیاری یکماهه بدست آید .

برای اینکه مطالب فوق بهتر روشن شود بذکر یک مثال میپردازیم . مثلا" چنانچه بخواهیم مقدار آب مورد احتیاج چغندرقند را برای منطقهای که متوسط درجه حرارت آن درگرمترین ماه سال ۲۷ درجه بوده و روی عرض جغرافیائی ۳۲ درجه واقع ودارای هوائی نسبتا" خشک میباشد تعیین نمائیم چون طبق جدول شماره (۴) درصد مدت روشنائی ماه ژوئیه که غالبا" گرمترین ماه سال است در این منطقه۹/۷۷ و ضریب مخصوص چغندر قند (K) برای مناطق خشک ۰/۷۵ میباشد لذا طبق فرمول بلانی و کریدل یاگرافیک Guyon مقدارET یا آب مصرفی چغندر قند در این ماه۱۵۰ میلیمترمیباشد وچنانچه آبیاری در این ماه در سه نوبت انجام گیرد مقدار آب برای هر نوبت آبیاری۵۰ میلیمتر میباشد . این رقم پس از منظور نمودن ضریب اصلاحی (طبق جدول شماره ۲ یا ستون B گرافیک) به۷۰ میلیمتریعنی ماهانه به۲۱۰ میلیمترافزایش مییابد (ستون B گرافیک) و چنانچه راندمان آبیاری بارانی را۰/۷۵ درنظربگیریم وفرض کنیم که دراین ماه بارندگی در این منطقه نمیشود مقدار آبیکه در محاسبه پروژه بایستی منظور گردد عبارتست از :

میلیمتـــــر ۲۱۰ : ۰/۷۵ = ۲۸۰

متر مکعب در هکتـار ۲۸۰ × ۱۰ = ۲۸۰۰

$ET = \frac{0.75}{100} 9.77 (45.7 - 27 + 213) = 149.986$

همانطور که گفته شد اعمال ضریب اصلاحی فوق برای محاسبه حداکثر دبی وتعیین ظرفیت دستگاه برای روزهای گرم تابستان ضروری است ولو اینکه مقدار دبی که در این ماه بمصرف گیاه برسد رویهمرفته کمتر از این مقدار باشد .

۲ ــ فرمـــول تـــورک

Turc دانشمند فرانسوی این‌فرمول رابرای محاسبه میزان تبخیروتعریق‌پتانسیل با توجه به تجربیات و بررسیهای زیادی که در مناطق مختلف جهان (آمریکا ــ آفریقـای شمالی و مرکزی ــ انگلستان و سواحل جنوبی اروپا) بعمل آمدهمچنین باتوجه بنتایج کار برد سایر فرمولهای مشابه از قبیل فرمول Blaney Criddle ــ Peneman و Therrthvaite و غیره ، و در شرایط و آب و هواهای مختلف در سال ۱۹۶۰ بصورت زیر تنظیم وپیشنهاد کرده است :

اگر رطوبت نسبی هوا بیش از ۵۰ در صد باشد

$$ETP = (Ig + ۵۰)\,۰/۴۰\,\frac{t}{t+۱۵}$$

اگر رطوبت نسبی هوا کمتر از ۵۰ در صد باشد

$$ETP = (Ig + ۵۰)\,۰/۴۰\,\frac{t}{t+۱۵}\,(۱+\frac{۵۰-hr}{۷۰})$$

در این فرمول :

ETP = تبخیر و تعریق پطانسیل یا تبخیر و تعریق درحدظرفیت مزرعه در ماه برحسب میلیمتر .

Ig = مقدار متوسط ماهانه تشعشع خورشید برحسب کالری کوچک بر سانتی‌متر مربـع سطح افقی و در روز .

t = متوسط درجه حرارت ماهانه برحسب سانتیگرد . برای $t \leqslant 0$ مقدار ETP

معادل صفر خواهد بود . (در جدول شماره۶ متوسط درجه حرارت ماهانه‌بعضی از شهرهای ایران داده شده است .)

hr = رطوبت متوسط نسبی در مدت مورد نظر . (در جدول شماره۷ رطوبت نسبی ماهانه بیش از ۵۰ در صد با علامت + و رطوبت نسبی ماهانه کمتراز۵۰ درصد با ذکر رقم برای بعضی از شهرهای ایران نشان داده شده است) .

این فرمول رامیتوان‌برای محاسبه مقدارETP برای هرده روزنیزبکاربرد و برای این منظورکافی است‌درفرمول‌فوق بجای رقم ۰/۴۰ رقم ۰/۱۳ نوشته شود و در اینصورت برای مقادیر t و Ig نیز باید به جای متوسط ماهانه متوسط ده روزه آنها را ذکر نمود . ضمنا" برای ماه فوریه بجای رقم ۰/۴۰ باید رقم ۰/۳۷ در فرمول منظور گردد .

مقدار Ig را میتوان از روی فرمول زیر محاسبه نمود :

$$Ig = IgA(۰/۱۸ + ۰/۶۲\frac{h}{H})$$

IgA = انرژی حاصل از تابش خورشیدروی سطح خاک‌بفرض نبودن هوای‌جوکه برحسب کالری کوچک بر سانتیمتر مربع و در روز بیان میشود و مقدار آن برای عرضهای مختلف جغرافیائی زمین محاسبه شده است و برای ایران (بین۲۴ و۴۰ درجه شمالی) بشرح جدول شماره ۸ میباشد .

h = تعداد ساعات تابش خورشید در مدت مورد نظر از روی آفتاب سنج یااستعلام از اداره هواشناسی برای هر محل میتوان به دست آورد . (متوسط این مقدار برای چند شهر ایران بشرح جدول شماره ۹ میباشد .)

H = مدت‌نجومی طول روزبرحسب‌ساعت‌که مقدارآن نیزبرحسب ماه‌وعرض جغرافیائی برای ایران در جدول شماره ۱۰ ذکر شده است .

در موردی که مقدار h در دست نباشد میتوان مستقیما" مقادیر تقریبی Ig ماهانه

را از روی نقشه BLACK و BUDYKO که پیوست میباشد (قسمت مربوط به ایران شکل شماره ۴) تعیین نمود .

برای مناطق بسیار گرم مانند آفریقای مرکزی برای محاسبه Ig بجای Ture فرمول فوق فرمول زیر را پیشنهاد مینماید .

$$Ig = IgA(0/29\cos\lambda + 52\frac{h}{H})$$

λ = عرض جغرافیائی محل .

مقدار ETP ماهانه برای چند منطقه ایران وبرای نواحی مختلف محاسبه شده که بشرح جدول شماره ۱۱ میباشد .

برای محاسبه آب مورد نیاز یک منطقه کافی است که مقدار ETP ماهانه رابر ضریب بازده آبیاری بارانی (حدود ۷۵٪) تقسیم نمود . و چنانچه درفصل آبیاری معمولا" در محل بارندگی شود مقدار باران را از این مقدار کسر نمود .

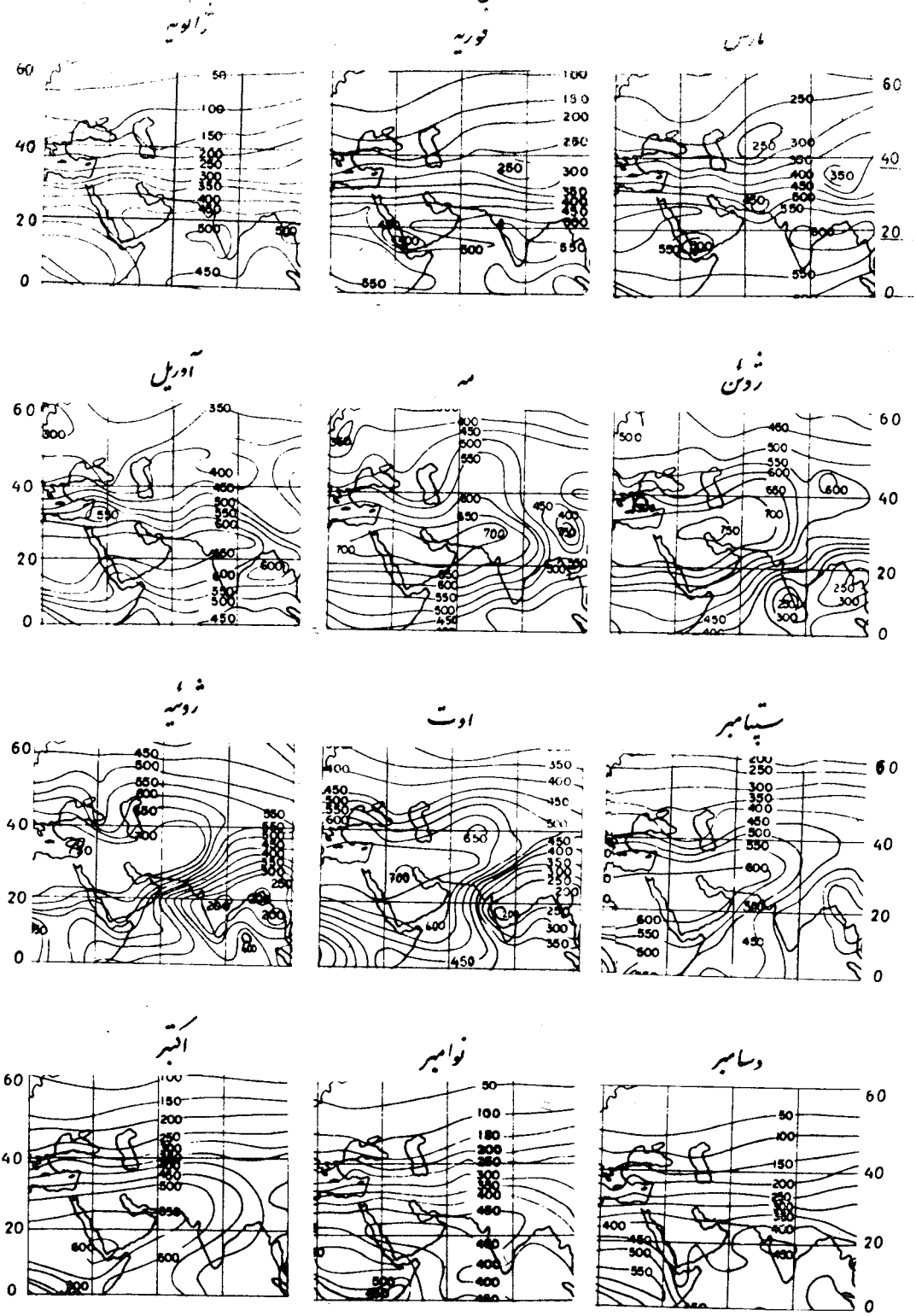
محاسبه ETP بطریق ترسیم HLAVEK مهندس فرانسوی درسال ۱۹۶۳ مقادیر مختلف $IgA - Ig - H - h$ و hr را با مقیاس و فواصل خاصی ترسیم نموده است که بکمک آن بفوریت و براحتی میتوان مقدار ETP رابرطبق مدل پیوست برای مناطق مختلف بدست آورد (شکل شماره ۵) .

توضیـــح :

در اینجا بد نیست یادآوری شود که گیاهان در طول عمر خود در مواقع بخصوصی که دوره بحرانی گیاه نامیده میشود بیش از سایر مواقع بآب احتیاج دارند وچنانچه زارع این دوره را که در گیاهان مختلف فرق می‌کند دانسته و بموقع آب کافی در دسترس گیاه قرار دهد مسلما" در برداشت محصول مؤثرخواهد بود . ذیلا" این دوره رابرای چندگیاه ذکر میکنیم :

نقشه BLACK ، BUDYKO (سنجی مقدار Ig)

شکل ۴



گنـــدم : قبل از خوشه بستن

ذرت : قبل و بعد از ظهور گلهای نر

چغندر قند : هنگام توسعه سریع ریشه

سیب‌زمینی : موقع تشکیل غده ها

پنبـــه : قبل از گل دادن

تخمین آب مورد نیاز گیاهان

تبخیر و تعریق پتانسیل ماهانه

با استفاده از فرمول TURC

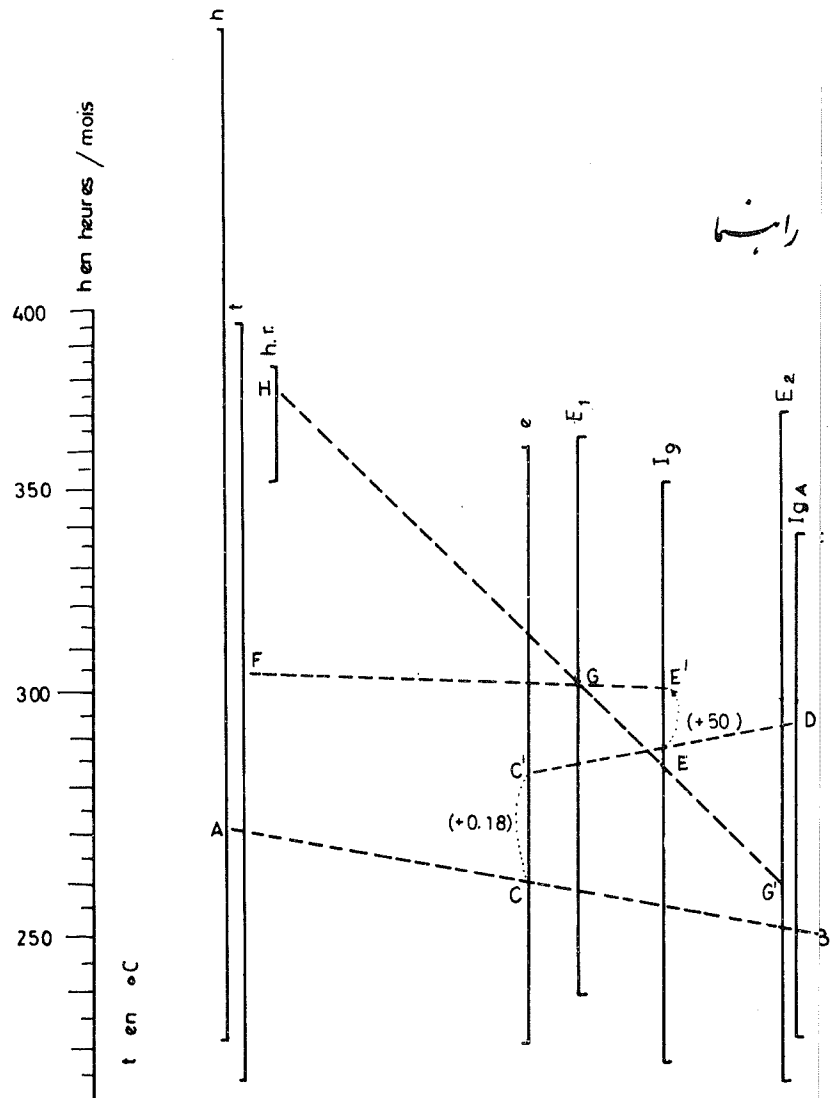
شکل شماره ۵

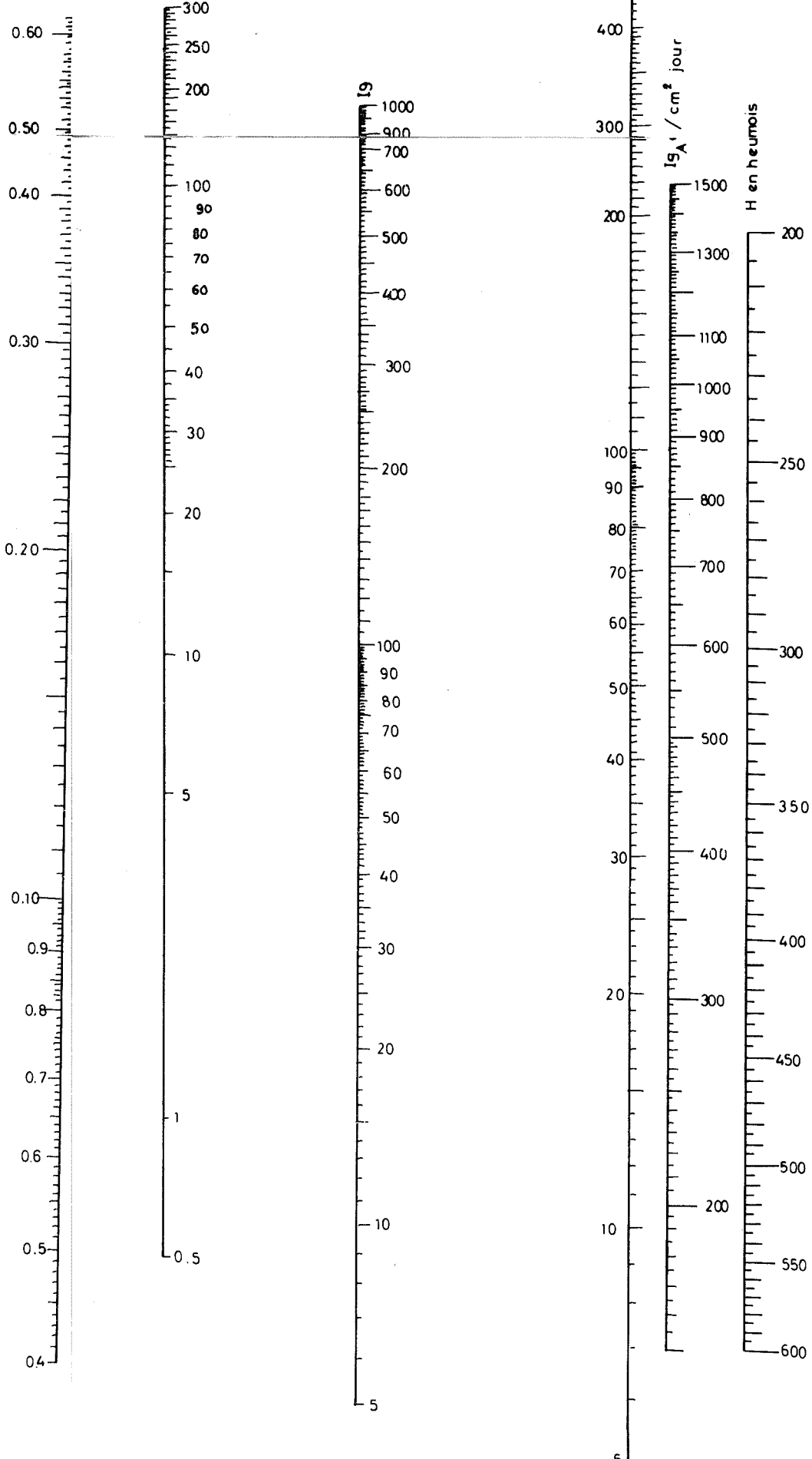
$$ETp = (50 + Ig) \cdot 0,40 \frac{t}{t+15} \quad \text{pour h.r.} \geqslant 50\%$$

$$\text{ou } ETp = (50 + Ig) \cdot 0.40 \frac{t}{t+15} \left(1 + \frac{50 - h.r.}{70}\right) \quad \text{pour h.r.} \leqslant 50\%$$

$$\text{avec } Ig = Ig_A \left(0.18 + 0.62 \frac{h}{H}\right)$$

راهنما





جدول شماره ۶ متوسط درجه حرارت ۹ ساله بعضی ازشهرهای ایران
(از ۱۹۵۸ الی ۱۹۶۶)

نام محل	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آبادان	۱۲/۳	۱۵/۳	۱۶/۳	۲۴/۷	۳۰/۷	۳۵	۳۶/۱	۳	۳۲/۲	۳۶/۸	۱۹/۶	۱۴/۱
اراک	۰/۹	۳/۸	۸/۷	۱۳/۲	۱۸/۹	۲۴/۵	۲۷/۲	۲۶/۳	۲۲/۸	۱۵/۷	۸/۱	۳/۶
اصفهان	۳/۹	۶/۶	۱۱/۱	۱۵/۴	۲۰/۸	۲۶/۵	۲۸/۹	۲۷/۸	۲۳/۴	۱۶/۷	۹/۳	۴/۲
اهواز	۱۰/۵	۱۴/۹	۱۸/۹	۲۴/۷	۳۰/۶	۳۴/۸	۳۶/۵	۳۵/۸	۳۱/۷	۲۶/۴	۱۹/۳	۱۳/۸
بابلسر	۸	۸/۷	۹/۳	۱۴/۳	۱۹/۸	۲۴	۲۶/۴	۲۶/۱	۲۴/۵	۱۷/۲	۱۳	۹/۷
بم	۱۰/۶	۱۴/۳	۱۸/۵	۲۲/۵	۲۷/۵	۳۱/۶	۳۲	۳۰/۸	۲۸	۲۳/۶	۱۵/۸	۱۱/۸
بندرعباس	۱۸/۷	۲۰/۴	۲۳/۲	۲۶/۱	۳۱/۲	۳۳/۵	۳۴/۵	۳۴/۲	۳۳/۳	۳۰/۱	۲۴/۳	۱۹/۶
بوشهر	۱۳/۵	۱۶	۱۹/۳	۲۳/۸	۲۸/۷	۳۱/۲	۳۲/۷	۳۲/۷	۲۹/۹	۲۵/۹	۲۰/۷	۱۶/۲
بیرجند	۶/۵	۸	۱۲/۶	۱۷/۴	۲۲/۷	۲۷	۲۸/۲	۲۶/۷	۲۳/۲	۱۷/۷	۱۰/۱	۵/۹
پهلوی	۶/۸	۷/۷	۹/۲	۱۳/۵	۱۹/۳	۲۳/۸	۲۵/۷	۲۵/۳	۲۲	۱۷/۷	۱۳/۴	۱۰
تبریز	۱/۱	۰/۷	۵/۶	۱۰/۸	۱۶/۹	۲۲/۳	۲۶/۲	۲۵	۲۰/۸	۱۳/۸	۷/۱	۱/۶
تربت حیدریه	۲/۴	۶	۸/۷	۱۴/۳	۲۰/۴	۲۴/۶	۲۶/۸	۲۴/۹	۲۰/۷	۱۴/۸	۷/۹	۳/۴
تهران	۳/۸	۶/۲	۱۰/۵	۱۵/۷	۲۲/۶	۲۷/۴	۲۹/۴	۲۹/۱	۲۴/۸	۱۷/۱	۱۰/۳	۵/۷
چاه بهار	۱۹/۶	۲۱/۳	۲۳/۴	۲۵/۷	۲۹/۲	۳۱	۳۰/۵	۳۲/۲	۲۶/۵	۲۷/۸	۲۳/۱	۱۹/۷
خرم آباد	۶/۱	۸/۶	۱۲/۲	۱۶/۲	۲۳	۳۶/۹	۳۱/۵	۳۰/۳	۲۵/۷	۲۰/۱	۱۳/۴	۸/۷
دزفول	۱۱/۷	۱۴/۵	۱۷/۴	۲۲/۱	۲۹	۳۴/۷	۳۶/۵	۳۶/۴	۳۲/۳	۲۵/۹	۱۹/۱	۱۲/۸

دنباله جدول شماره ۶

نام محل	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
رامسر	۸/۲	۸/۳	۹/۴	۱۲/۸	۱۸/۲	۲۲/۵	۲۵	۲۵	۲۱/۸	۱۷/۹	۱۳/۳	۱۰
رشت	۷	۷/۸	۹/۵	۱۴	۱۹/۴	۲۲/۸	۲۴/۸	۲۴/۴	۱۸/۴	۱۲/۷	۹/۱	
رضائیه	۰/۳	۱/۵	۶/۱	۱۱/۵	۱۶/۹	۲۱/۴	۲۴/۹	۲۴/۵	۲۰/۳	۱۷	۸	۲/۹
زابل	۹/۵	۱۲/۳	۱۷/۴	۲۲/۵	۲۸/۳	۳۲	۳۳/۹	۳۲/۴	۲۷/۷	۲۰۱	۱۲/۹	۷/۴
زاهدان	۸/۵	۱۱/۱	۱۵/۳	۱۹/۵	۲۳/۶	۲۷	۲۹/۲	۲۶/۳	۲۲/۲	۱۸	۱۰/۹	۷/۳
زنجان	۰/۱	۱/۹	۵/۹	۱۰/۴	۱۶/۷	۲۰/۶	۲۳/۸	۲۳/۴	۱۹/۲	۱۳	۶/۷	۱/۸
سبزوار	۳/۴	۶/۹	۹/۹	۱۶/۶	۲۲/۵	۲۶/۷	۲۹/۵	۲۷/۳	۲۷/۴	۱۷/۲	۹/۱	۴/۴
سنندج	۰/۲	۳	۶/۸	۱۰/۸	۱۷/۹	۲۳/۲	۲۷/۶	۲۵/۸	۲۱/۷	۱۴/۹	۸/۷	۲/۸
شاهرود	۲/۲	۵/۲	۹/۱	۱۴/۴	۲۰	۲۴	۲۶/۲	۲۵/۶	۲۱/۶	۱۵/۲	۸/۳	۴/۲
شهرکرد	۰/۳	۳/۳	۷/۱	۱۱	۱۶/۵	۲۱/۱	۲۴/۴	۲۳/۵	۱۹/۲	۱۳/۷	۶/۴	۱/۷
شیراز	۶/۷	۸/۴	۱۱/۸	۱۵/۷	۲۱/۴	۲۵/۹	۲۸/۲	۲۷/۳	۲۳/۹	۱۷/۹	۱۱/۲	۶/۸
طبس	۸/۱	۱۱/۷	۱۷/۴	۲۱/۳	۲۷/۷	۳۳/۷	۳۴	۳۳/۵	۲۷/۸	۲۳/۱	۱۴/۸	۷/۸
قزوین	۴/۴	۶/۴	۸/۲	۱۴	۱۹/۲	۲۵	۲۷/۹	۲۶/۵	۲۲/۲	۱۵/۸	۹/۵	۴/۴
قم	۵/۷	۸/۵	۱۴	۱۷/۹	۲۴/۱	۲۸/۶	۳۱/۴	۳۰/۱	۲۵/۹	۱۹/۴	۱۱/۶	۶/۴
کرج	۲/۶	۴/۷	۱۱/۵	۱۳/۴	۱۸/۵	۲۲/۶	۲۵/۳	۲۵/۱	۲۱/۲	۱۵/۹	۸/۷	۳/۹
کرمان	۵/۲	۸/۱	۱۱/۳	۱۵/۷	۲۰/۴	۲۴/۸	۲۷/۴	۲۴/۶	۲۱/۱	۱۵/۳	۸/۱	۴/۱

دنباله جدول شماره ۶

نام محل	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
کرمانشاه	۲/۳	۴/۱	۷/۸	۱۲/۳	۱۷/۵	۲۲/۷	۲۷/۲	۲۶/۵	۲۱/۳	۱۵/۵	۸/۷	۴
گرگان	۸/۳	۹/۸	۱۱/۸	۱۵/۹	۲۲/۴	۲۶	۲۷/۹	۲۸/۵	۲۴/۷	۱۹/۳	۱۳/۶	۱۰/۲
مشهد	۲/۶	۴/۹	۸/۵	۱۳/۹	۱۹/۲	۲۵	۲۶/۱	۲۴/۴	۱۹/۶	۱۳/۲	۷/۱	۳
همدان	۱/۴	۲/۱	۶/۳	۱۰/۵	۱۵/۶	۲۰/۴	۲۴/۴	۲۴/۳	۱۸/۹	۱۳	۵/۷	۰/۸
یزد	۷/۱	۹/۱	۱۳/۸	۱۹/۲	۲۴/۶	۲۹/۸	۳۱/۴	۲۳/۲	۲۵/۴	۱۹/۱	۱۰/۸	۶/۱

جدول شماره ۷ ــ متوسط رطوبت نسبی بعضی ازشهرهای ایران

علامت + معرف رطوبت نسبی بیش از ۵۰ درصد میباشد

نام محل	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
آبادان	+	+	+	٤٦	٣٥	٢٤	٣١	٣٣	٣١	٤٥	+	+
اراك	+	+	+	+	٤١	٣١	٣١	٢٩	٣٠	٤١	+	+
اصفهان	+	+	٤٢	٤٢	٢٩	٢٣	٢٢	٢٤	٢٤	٣٢	٤٨	+
اهواز	+	+	+	٤٨	٣٧	٢٩	٣٥	٣٨	٣٧	٤٧	+	+
بابلسر	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
بم	+	٤٥	٤٠	٤٠	٣٢	٢٨	٢٨	٣٠	٢٨	٢٩	٣٧	٤٥
بندرعباس	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
بوشهر	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
بیرجند	+	+	٤٤	٤٠	٣٢	٢٢	٢٢	٢٤	٢٤	٣٠	٤٤	+
پهلوی	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
تبریز	+	+	+	+	+	٤٢	٣٦	٣٨	٤٣	+	+	+
تربت حیدریه	+	+	+	+	٤٧	٣٧	٣٣	٣٤	٣٧	٤٤	+	+
تهران	+	+	٤٣	٤١	٢٩	٢٣	٢٤	٢٢	٢٥	٣٥	٤٦	+
چاه بهار	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
خرم‌آباد	+	+	+	+	٤٦	٣٢	٢٥	٢٦	٢٩	٣٨	+	+
دزفول	+	+	+	٤٢	٢٨	١٦	١٨	٢٢	٢٤	٣٣	٤٩	+
رامسر	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
رشت	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
رضائیه	+	+	+	+	+	٤٩	٤٨	٤٦	٤٨	+	+	+
زابل	+	+	٤٧	٤٣	٣١	٢٧	٢٤	٢٢	٢٥	٣٥	٤٤	+
زاهدان	+	٤٣	٣٦	٣٣	٢٩	١٨	١٩	١٩	٢٢	٣٠	٤٢	٤٧

دنباله جدول شماره ۷

نام محل	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
زنجان	+	+	+	+	+	٤٤	٤٣	٤٣	٤٤	+	+	+
سبزوار	+	+	+	٤٦	٣٦	٢٩	٢٧	٢٦	٢٨	٣٧	+	+
سنندج	+	+	++	+	٤٧	٣١	٢٩	٣٠	٣٠	٤٤	+	+
شاهرود	+	+	+	٤٩	٤٣	٤٠	٤٠	٣٩	٤٣	+	+	+
شهرکرد	+	+	+	+	٤١	+	٢٩	٣١	٣٢	٤٢	+	+
شیراز	+	+	٤٨	٤٤	٣٠	٢٣	٢٢	٢٣	٢٥	٣٣	+	+
طبس	+	+	٤٦	٣٣	٢٨	٢٣	٢٤	٢٤	٢٤	٣٤	٤٣	+
قزوین	+	+	+	+	٤٦	٣٩	٤٢	٣٩	٤١	٤٩	+	+
قم	+	+	٤٧	٤٩	٣٥	٣١	٣٠	٣٠	٣٢	٤٠	+	+
کرج	+	+	٤٩	٤٧	٤٤	٣٧	٣٧	٣٩	٤١	٤٧	+	+
کرمان	+	٤١	٣٥	٣١	٢١	٢٢	١٤	١٤	١٩	٢٢	٣٤	٣٦
کرمانشاه	+	+	+	+	٤٩	٣٠	٢٤	٢٣	٢٧	٤١	+	+
گرگان	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
مشهد	+	+	+	+	٤٨	٣٤	٣١	٣١	٣٨	+	+	+
همدان	+	+	+	+	+	٣٦	٣٧	٣٠	٣٢	٤٥	+	+
یزد	+	٤٥	٣٨	٣٤	٢٣	١٧	١٤	١٧	١٩	٢٧	٣٩	٤٧

جدول شماره ۸ ــ مقدار متوسط ماهانه Ig_A

ماهها	۲۴°	۲۶°	۲۸°	۳۰°	۳۲°	۳۴°	۳۶°	۳۸°	۴۰°
ژانویه	۵۸۹	۵۶۲	۵۳۷	۵۰۸	۵۵۸	۴۵۱	۴۲۲	۳۹۳	۳۶۴
فوریه	۶۹۰	۶۶۸	۶۴۶	۶۲۴	۵۹۹	۵۷۳	۵۴۷	۵۲۱	۴۹۵
مارس	۸۰۶	۷۹۲	۷۷۸	۷۶۴	۷۴۶	۷۲۸	۷۱۰	۶۹۲	۶۷۳
آوریل	۸۹۴	۸۹۰	۸۸۵	۸۸۰	۸۷۱	۸۶۲	۸۵۳	۷۴۳	۸۳۳
مـــه	۹۳۸	۹۴۲	۹۴۶	۹۵۰	۹۴۹	۹۴۸	۹۴۷	۹۴۶	۹۴۴
ژوئن	۹۵۰	۹۵۸	۹۶۵	۹۷۲	۹۷۵	۹۷۸	۹۸۱	۹۸۳	۹۸۵
ژوئیـــه	۹۴۰	۹۴۵	۹۵۰	۹۵۵	۹۵۶	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۸	۹۵۸
اوت	۸۹۸	۸۹۶	۸۹۴	۸۹۱	۸۸۵	۸۷۹	۸۷۲	۸۶۵	۸۵۸
سپتامبر	۸۲۱	۸۱۰	۷۹۹	۷۸۸	۷۷۳	۷۵۸	۷۴۲	۷۲۶	۷۱۰
اکتبـــر	۷۱۷	۶۹۸	۶۷۸	۶۵۸	۶۳۴	۶۱۰	۵۸۶	۵۶۱	۵۳۶
نوامبـــر	۶۰۶	۵۸۰	۵۵۴	۵۲۸	۵۰۱	۴۷۴	۴۴۶	۴۱۸	۳۹۰
دسامبر	۵۵۳	۵۲۵	۴۹۷	۴۶۹	۴۳۹	۴۱۰	۳۸۱	۳۵۲	۳۲۳

جدول شماره ۹ ــ متوسط مدت تابش خورشید برحسب ساعت (h)

نام محل	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
اصفهان	۲۰۸	۲۱۰	۲۶۵	۲۵۰	۲۹۳	۳۳۲	۳۴۴	۳۳۸	۳۰۶	۲۸۳	۲۳۵	۱۹۲
بابلسر	۱۳۹	۱۲۱	۱۳۷	۱۶۴	۲۲۵	۲۴۰	۲۴۰	۲۰۹	۱۶۰	۱۵۶	۱۵۸	۱۳۵
پهلوی	۱۰۲	۹۶	۹۹	۱۲۶	۲۳۴	۲۴۹	۲۴۸	۲۰۳	۱۵۲	۱۱۹	۱۱۸	۱۰۷
تبریز	۱۱۴	۱۳۵	۱۸۹	۱۸۸	۲۸۸	۳۴۰	۳۶۸	۳۴۶	۳۰۲	۲۹۴	۲۰۶	۱۵۸
تهران	۱۸۴	۱۸۷	۲۲۹	۲۲۵	۲۹۵	۳۵۱	۳۵۳	۳۴۹	۳۰۷	۲۶۲	۲۲۰	۱۹۱
دزفول	۱۷۳	۱۸۱	۱۹۸	۲۰۴	۲۱۴	۳۳۷	۳۱۹	۳۰۳	۲۸۲	۲۴۴	۱۹۶	۱۹۳
سنندج	۱۲۹	۱۶۴	۲۰۴	۱۹۸	۲۹۰	۳۶۹	۳۶۱	۳۴۲	۳۱۲	۲۵۷	۱۹۵	۱۶۰
شیراز	۲۲۲	۲۱۰	۳۶۲	۲۳۸	۳۳۷	۳۵۹	۳۴۹	۳۳۹	۳۲۶	۳۰۸	۲۵۴	۲۲۷
کرج	۱۵۵	۱۵۷	۲۱۶	۲۲۱	۲۷۷	۳۴۲	۳۴۴	۳۵۱	۲۹۱	۲۲۴	۲۱۶	۱۵۸
کرمانشاه	۱۷۰	۱۶۴	۲۰۱	۲۱۱	۲۸۴	۳۳۱	۳۴۸	۳۳۲	۳۱۳	۲۵۹	۲۱۳	۱۷۶
مشهد	۱۷۱	۱۴۹	۱۶۱	۱۹۰	۲۸۲	۳۴۸	۳۶۴	۳۵۱	۳۰۷	۲۵۲	۲۲۴	۱۷۵

جدول شماره ۱۰ ــ مدت نجومی ماهانه روز (H) برحسب ساعت

ماهها	۲۴°	۲۶°	۲۸°	۳۰°	۳۲°	۳۴°	۳۶°	۳۸°	۴۰°
ژانویه	۳۳۶	۳۳۲	۳۲۸	۳۲۴	۳۲۰	۳۱۶	۳۱۱	۳۰۶	۳۰۱
فوریه	۳۲۱	۳۱۹	۳۱۶	۳۱۳	۳۱۱	۳۰۹	۳۰۷	۳۰۴	۳۰۱
مارس	۳۷۳	۳۷۲	۳۷۲	۳۷۲	۳۷۲	۳۷۲	۳۷۱	۳۷۱	۳۷۱
آوریل	۳۸۱	۳۸۴	۳۸۵	۳۸۷	۳۸۹	۳۹۱	۳۹۳	۳۹۵	۳۹۸
مه	۴۱۸	۴۲۱	۴۲۵	۴۲۹	۴۳۳	۴۳۷	۴۴۱	۴۴۶	
ژوئن	۴۱۲	۴۱۷	۴۱۷	۴۲۲	۴۲۷	۴۳۲	۴۳۷	۴۴۳	۴۴۹
ژوئیه	۴۱۷	۴۲۱	۴۲۵	۴۲۹	۴۳۴	۴۳۹	۴۴۴	۴۴۹	۴۵۵
اوت	۴۰۲۰	۴۰۴	۴۰۷	۴۱۰	۴۱۳	۴۱۶	۴۱۹	۴۲۲	۴۲۵
سپتامبر	۳۶۹	۳۶۹	۳۷۰	۳۷۱	۳۷۱	۳۷۲	۳۷۳	۳۷۳	۳۷۴
اکتبر	۳۶۰	۳۵۹	۳۵۷	۳۵۵	۳۵۴	۳۵۲	۳۵۰	۳۴۸	۳۴۶
نوامبر	۳۳۰	۳۲۷	۳۲۴	۳۲۰	۳۱۶	۳۱۲	۳۰۸	۳۰۴	۳۰۰
دسامبر	۳۳۰	۳۲۶	۳۲۲	۳۱۷	۳۱۲	۳۰۷	۳۰۲	۲۹۷	۲۹۱

جدول شماره ۱۱ــ مقدار ETP محاسبه شده برای چند منطقه ایران

(میلیمتر در ماه)

نام محل	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
اصفهان	۲۷	۴۹	۹۶	۱۲۵	۱۸۷	۲۳۷	۲۵۴	۲۳۲	۱۹۴	۱۵۳	۵۸	۳۵
بابلسر	۳۵	۴۱	۵۲	۸۳	۱۱۹	۱۳۸	۱۳۷	۱۲۱	۹۴	۶۹	۴۷	۱۷
پهلوی	۲۶	۳۴	۴۶	۷۱	۱۲۰	۱۴۱	۱۳۹	۱۱۸	۸۸	۶۱	۴۵	۱۶
تبریز	۰	۵	۴۳	۶۹	۱۲۷	۱۸۵	۲۱۷	۱۸۹	۱۳۹	۸۵	۳۹	۹
تهران	۲۰	۳۹	۷۸	۱۰۴	۱۹۲	۲۴۹	۲۵۴	۲۴۰	۱۸۷	۱۰۵	۵۱	۲۶
دزفول	۵۴	۷۵	۹۲	۱۳۳	۱۷۸	۲۹۲	۲۷۵	۲۴۰	۲۰۷	۱۳۶	۷۶	۵۴
سنندج	۱	۲۳	۵۲	۷۸	۱۳۴	۲۳۰	۲۳۹	۲۱۳	۱۷۳	۱۰۳	۴۶	۱۹
شیراز	۴۲	۵۹	۹۴	۱۲۰	۲۰۸	۲۶۰	۲۶۰	۲۳۷	۲۰۴	۱۳۶	۷۱	۴۱
کرج	۱۵	۳۰	۷۶	۹۹	۱۴۲	۱۹۹	۲۰۴	۱۹۲	۱۴۳	۱۰۱	۴۸	۲۴
کرمانشاه	۱۴	۳۰	۵۸	۸۹	۱۳۲	۲۱۳	۲۴۴	۲۵۰	۱۸۶	۹۹	۴۹	۲۳
مشهد	۱۶	۳۰	۵۴	۸۸	۱۳۸	۲۱۷	۲۲۱	۲۰۹	۱۴۶	۷۹	۴۲	۱۷

فصل سوم

وسائل لازم برای آبیاری بارانی

اساس کار این سیستم آبیاری اینست که آب با فشار کافی وارد یک شبکه لوله شده و بوسیله آبپاشهائی بصورت قطرات ریز مانند باران روی زمین پاشیده میشود . بنابراین وسائلی که برای اینکار لازمست بترتیب عبارتند از :

۱ــ دستگاه مولد فشار

۲ــ لوله‌های آبرسانی

۳ــ آبپاشها

ضمناً" در مواردی که بخواهند کودهای شیمیائی توأم با آبیاری به زمین بدهند از دستگاه مخصوصی که کود را بصورت محلول وارد شبکه لوله مینماید استفاده میشود .

دستگاه مولد فشار

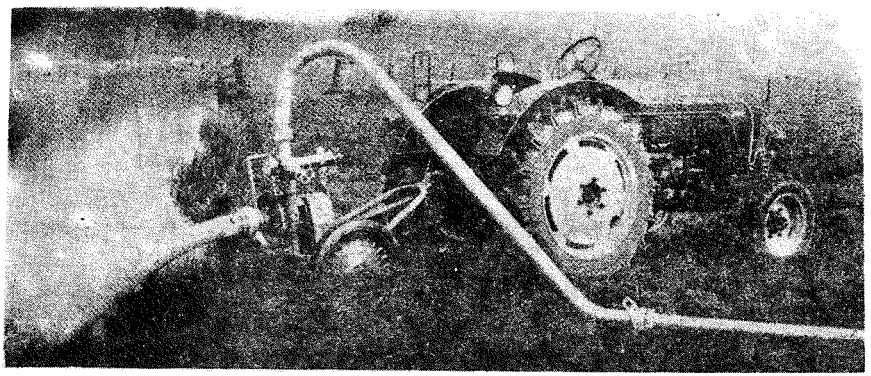
بجز در موارد استثنائی که برای ایجاد فشاردرداخل لوله‌ها از نیروی سقوط طبیعی آب از کوهسار و مناطق مرتفع دیگر استفاده میشود دستگاه مولد فشار عبارت ازیکدستگاه موتور پمپ میباشد که مقدار معین آبرا با فشار حساب شده وارد لوله‌ها میباشد .

موتور

موتور دستگاهی است که نیروی لازم رابرای کارکردن پمپ تأمین مینماید .موتورهای مورد استفاده در آبیاری بارانی ممکن است الکتریکی باشندکه دراینصورت مجموعه موتور و پمپ را الکتروپمپ گویند . ممکن است حرارتی باشند که خودبدودسته دیزل یااحتراقی و بنزینی یا انفجاری تقسیم میشوند . موتورهای الکتریکی معمولا" با سرعت و قدرت های استاندارد ساخته می‌شوند که اغلب آنها قابل استفاده برای آبیاری بارانی می‌باشند . موتورهای دیزل دارای سرعتهای مختلف بوده و اکثرا" بین ۱۵۰ تا ۳۰۰۰ دور در دقیقه میباشند . موتورهای بنزینی پر دور بوده و معمولا" برای قدرتهای کم ساخته میشوند ودر آبیاری بارانی مورد استعمال چندانی ندارند مگر برای مزارع کوچک که احتیاج به نیروی کمی باشد .

در بعضی موارد پمپ و موتور دو دستگاه مستقل و اجدا از هم میباشند دراینصورت انتقال نیرو از موتور به پمپ وسیله تسمه یا چرخ دنده و یا اتصال مستقیم محور موتور به محور پمپ صورت میگیرد و یا اینکه مجموعا" تشکیل یکدستگاه واحد را میدهند یعنی‌پمپ و موتور هر دو دارای یک محور مشترک میباشند .

کارکردن باموتورهای‌الکتریکی‌راحتترازموتورهای‌دیزلی است ضمنا"دربعضی نقاط‌که آبیاری‌بارانی‌جنبه‌تکمیلی‌دارد (درمناطقی‌که درتابستان‌بارندگی‌میشود ولی این بارندگی کفاف احتیاج گیاه را نمیدهد) چون آبیاری جنبه دائمی نداشته وهمیشه موتورپمپ مورد احتیاج نیست‌درصورت‌موجودبودن تراکتورباقدرت‌کافی‌میتوان‌بوسیله شافتهای مخصوصی موتور تراکتوررابه پمپ آب کوپله نموده ودرمواقع لزوم‌بجای موتور از آن استفاده نمود .



عکس (۲) استفاده از موتور تراکتور در آبیاری بارانی

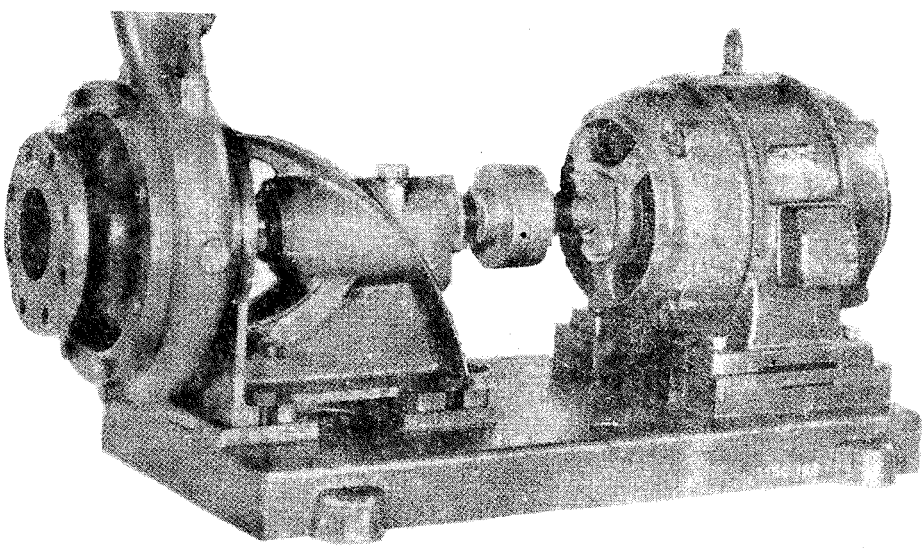
قدرت موتور

قدرت بر حسب اسب بخار تعیین میشود . یک اسب بخار عبارتست از نیروئی که بتواند ۷۵ کیلوگرم بار را در مدت یک ثانیه یک متر بالا ببرد (در شرایط سطح دریای آزاد و حرارت ۱۵ درجه سانتیگراد) . همچنین قدرت را برحسب فوت پونددرثانیه نیز تعیین مینمایند (یک اسب بخار معادل ۵۵۰ فوت ــ پوند درثانیه‌میباشد) . درموتورهای الکتریکی قدرت برحسب کیلووات تعین میشود و هر کیلووات معادل با ۱۰۲ کیلوگرم‌متر در ثانیه یا معادل ۱٫۳۶ اسب بخار (در سیستم آمریکائی) میباشد و بنابراین یک اسب بخار معادل ۰٫۷۳۶ کیلووات میباشد . یعنی در موتورهای الکتریکی برای تولید قدرتی معادل با یک اسب بخار بایستی ۰٫۷۳۶ کیلووات درساعت برق‌مصرف‌نمود . درموتورهای حرارتی مصرف‌سوخت بطور متوسط برای هر اسب بخار بین ۱۸۰ تا ۲۰۰ گرم گازوئیل‌در ساعت میباشد . قدرت موتورها که از طرف کارخانجات سازنده آنهادرکاتالوگهای‌مربوطه ذکر میشود عبارت از قدرتی میباشد که موتور در حرارت ۱۵ درجه و در کنار دریاوبدون وسائل تکمیلی در دورهای‌مختلف از خود نشان میدهد ولی درعمل نمیتوان ازاین‌قدرت بطور کامل استفاده نمود زیرا قسمتی از قدرت موتور در اثر کارکردن دائم خود موتوروبه کار افتادن ادوات تکمیلی آن بهدر میرود ودرمورد موتورهای حرارتی هرچه ازسطح دریا

بالاتر برویم درجه حرارت محیط زیادتر باشد قدرت موتور کمی کمتر میشود (تقریبا" یازاء هر ۱۰۰ متر ارتفاع از سطح دریاوهمچنین هر۵ درجه حرارت بالاتراز۱۵ درجه سانتیگراد یک درصد از قدرت موتور کاسته میشود) .

بطور کلی راندمان اکثر موتورهای حرارتی در شرائط متوسط بین ۶۰ تا ۶۵ درصد ، و راندمان اکثر موتورهای الکتریکی بین۸۰ تا ۹۰ درصدمیباشد . ضمنا" چنانچه محورموتور مستقیما" به محور پمپ متصل نباشد یعنی بوسیله جعبه دنده یا تسمه بمحور پمپ متصل شده باشدقسمتی ازقدرت موتورنیزصرف این انتقال نیروشده ودرمحاسبات مربوط بایستی تقریبا" در حدود ۵ تا ۱۰٪ قدرت موتور را برای صرف اینکار در نظر گرفت .

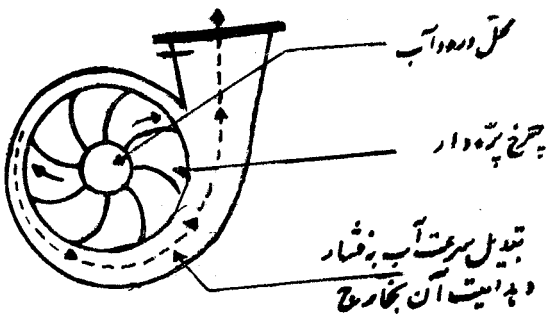
درعمل میتوان قدرت موتورهای‌حرارتی راتحت شرائط وتا حدی که کارخانه سازنده تعیین نموده با تغییر دادن دور موتور کم و زیاد نمود .



عکس شماره (۳) الکتروپمپ با محور افقی و اتصال مستقیم

پمپ

پمپ هائی که در آبیاری بارانی از آنها استفاده می‌شود عموما" از نوع سانتریـــوژ (گریز از مرکز) بوده و تشکیل شده اند از یک چرخ پره دار که بوسیله محوری که به موتور متصل میباشد در داخل محفظه‌ای بسرعت میچرخد و آب را با فشاروارد لوله خروجی پمپ که متصل به شبکه لوله آبیاری میباشد مینماید و چون آب در اثر چرخش شدید پره ها از مرکز چرخ باطراف رانده میشود در مرکز چرخ تقریبا" خلائی ایجادمیشودکه خود این خلاء باعث کشیده شدن مجدد آب از لوله مکش به درون پمپ میشود و بدین ترتیب آب مرتبا" از لوله مکش در اثر فشار جو بداخل بدنه پمپ کشیده شده و در آنجا در اثرچرخش شدید پره‌ها به بدنه محفظه برخورد و انرژی جنبشی آن تبدیل به انرژی فشار شده بطرف لوله خروجی پمپ رانده میشود .



شکل (۶) شمای یک پمپ سانتریفوژ

در صورتیکه ارتفاع صعود آب (یا ارتفاع مانومتریک) زیاد باشد بایستی ازپمپهای چند طبقه (دارای چند چرخ پره دار میباشند) استفاده نمود . این پمپها را ازلحاظ طرز قرار گرفتن محور آنها میتوان به دو دسته افقی وقائم تقسیم کردکه نوع افقی آن بخصوص در مواردی که سطح آب نسبتا" به سطح زمین نزدیک باشد در آبیاری بارانی بیشتـــرمورد

استعمال دارد زیرا نسبت به سایر انواع پمپ ها ارزان تر و به کار بردن آن نیز راحت تر بوده و با شیر مخصوصی میتوان دبی پمپ را کم و زیاد نمود و نیز در صورت لزوم میتوان با موتور مربوطه روی چرخهای مخصوصی نصب و برای پمپاژ آب بسهولت از نقطه‌ای‌بنقطه دیگر مزرعه انتقال داد . این نوع پمپهای متحرک بیشتر در مواردی ازآنهااستفاده میشود که بخواهند از آب نهر یا رودخانه که در طول مزرعه امتداد دارد مستقیما" پمپاژوآبیاری نمایند .

برای شروع بکار ، محفظه پمپ سانتریفوژ بایستی پر از آب باشد ودرصورتیکه بعللی محفظه پمپ خالی شده باشد (مثلا" جابجا کردن پمپ و غیره) بایستی آنرا پر ازآب‌نمود این عمل معمولا" بدو طریق انجام می‌شود . طریق اول اینکه آب را از منبع نسبتا" مرتفعی بوسیله مجرائی وارد پمپ نمایند طریق دوم عبارتست از هواگیری وایجادخلاء در محفظه پمپ با تعبیه وسائل مخصوص روی پمپ باین ترتیب بتدریج که هوای محوطه داخلی پمپ کشیده میشود آب از لوله مکش بالا میآید پس از اینکه محفظه پمپ از آب پر شد آنرا بکار انداخته و شیر لوله خروجی پمپ را بتدریج باز میکنند .

محل نصب این پمپ ها هرچه ممکن است بایستی بسطح آب نزدیکترباشد . درعمل حد اکثر ارتفاع پمپ از سطح آب در کنار دریا ۷ر۵ متر و هرچه ارتفاع محل از سطح دریا زیادتر باشد بایستی این ارتفاع را کمتر نمود .

راندمان پمپ نیز مانند موتور صددرصد نبوده و مقداری از قدرت موتور که به‌پمپ اعمال میشود بمصرف کارکردن مداوم‌خودپمپ میرسد . راندمان اکثر پمپ های سانتریفوژ بین ۷۰ تا ۸۰ درصد میباشد . در موقع انتخاب پمپ بایستی حتی‌الامکان‌پمپی راانتخاب نمود که در شرایط‌کار راندمان آن حداکثر باشد .

خصوصیات مکانیکی پمپ

در پمپ سانتریفوژ با مشخصات معین ، چنانچه سرعت پمپ (تعداد دور دردقیقه) افزوده شود فشار مانومتریک (فشاری است که از طرف پمپ برای جریان آب درلوله‌ها وبه کار افتادن آبپاشها به شبکه لوله اعمال میشود و آنرا ارتفاع مانومتریک نیزمینامند) وبده آن افزایش مییابد و در یک سرعت معین چنانچه ارتفاع مانومتریک را کم یازیاد کنیم بده پمپ زیاد یا کم خواهد شد .

باید توجه داشت که در یک پمپ با مشخصات معین بین سرعت ، دبی ، فشاروقدرت لازم برای بکار انداختن پمپ روابط مخصوصی برقرار است و برای اینکه راندمان پمپ حد اکثر باشد باید سرعت پمپ را در حد معینی ثابت نگاهداشت . این روابط عبارتنداز :

۱ــ تغییرات دبی متناسب است با تغییرات سرعت

۲ــ تغییرات فشار متناسب است با تغییرات سرعت بتوان ۲

۳ــ تغییرات قدرت متناسب است با تغییرات سرعت بتوان ۲

بدین معنی که چنانچه بخواهیم سرعت پمپی مشخصات معین را مثلاً" ۲۵٪ افزایش دهیم :

۱ــ دبی ۲۵٪ افزوده میشود

۲ــ فشار ۵۶٪ افزوده میشود ۱ــ(۱ر۲۵×۱ر۲۵)

۳ــ قدرت ۹۵٪ افزوده‌میشود ۱ــ (۱ر۲۵×۱ر۲۵×۱ر۲۵×۱ر۲۵)

بنابراین در موقع تهیه پروژه آبیاری بارانی بایستی مشخصات موتور پمپ (دبی ، ارتفاع مانومتریک پمپ و قدرت موتور) را دقیقا" محاسبه نمود همچنین در بکار بردن پمپ توجه داشت که آنرا در حدود همان سرعتی که کارخانه سازنده توصیه نموده است بکار انداخت زیرا همانطور که ملاحظه شد افزایش مختصر سرعت پمپ مستلزم افزایش زیاد قدرت‌موتور

بوده و چون موتور با قدرت پیش بینی شده معینی خریداری شده است این افزایش زیاد قدرت ممکن است باعث خرابی یا فراسودگی آن گردد .

همچنین افزایش سرعت غیرمتناسب پمپ باعث افزایش دبی شده وچون قطرلوله‌ها متناسب با دبی لازم و معینی در نظر گرفته شده است این امر باعث افزایش فشار درلوله گردیده و ممکن است اختلالاتی در نظم کار شبکه آبیاری بوجود آورد .

انتخاب پمپ

برای انتخاب پمپ دوعامل اساسی زیربایستی باتوجه بچگونگی پروژه آبیاری محاسبه و تعیین شوند :

۱ــ ارتفاع مانومتریک (Hm) : که تشکیل میشود از مجموع ارتفاع ژئومتریک (اختلاف ارتفاع سطح آب تا نوک آبپاش که دربلندترین نقطه زمین واقع شده است) + فشاری که برای جریان آب در لوله ها لازمست بر حسب متر (فشار جهت خنثی کردن افت بار در لوله ها) + فشاریکه برای بکارانداختن آبپاشها لازم است برحسب متر (فشارسرویس).

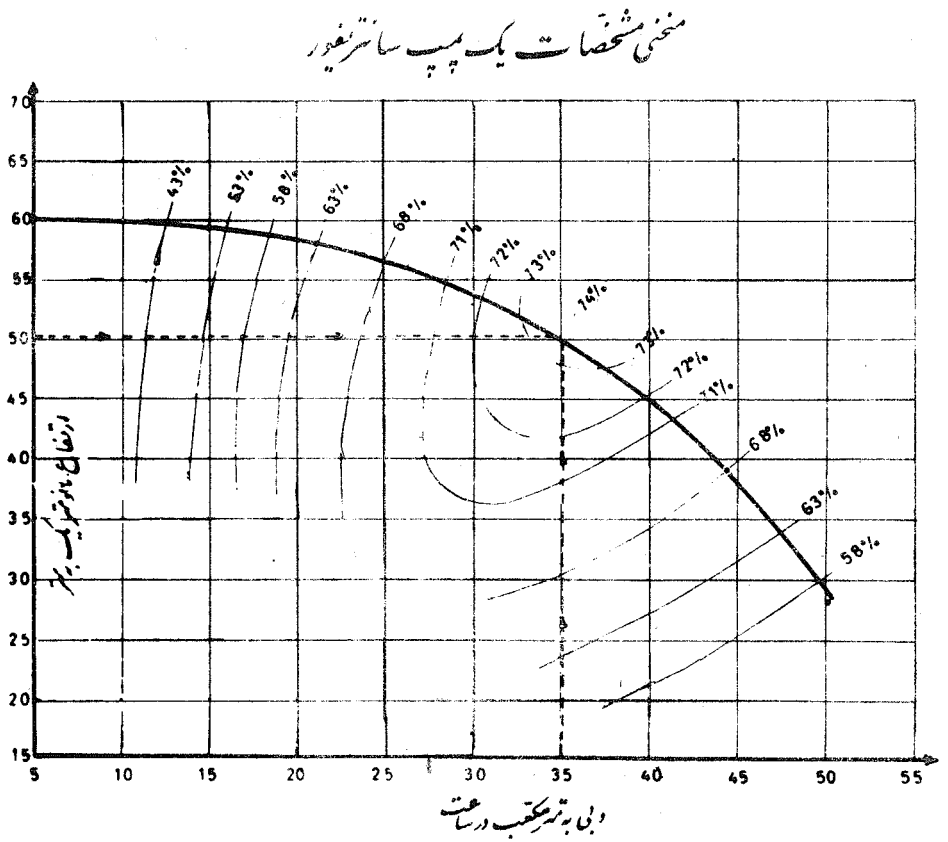
۲ــ دبی (Q) : مقدار آب در واحد زمان که برای آبیاری مورد نیاز میباشد .

علاوه بر دوعامل فوق ملحقات پمپ از قبیل لوله مکش ــ زانو ــ سوپاپ و قطعات مخصوص دیگر (شکل ۸) نیز باید تعیین گردد تا همراه با سایر وسائل آبیاری بارانی خریداری شود همچنین نوع موتور و طریق اتصال آن به پمپ و ثابت یا متحرک بودن پمپ را باید به فروشنده تذکر داد تا عنداللزوم نسبت بتعویض یا تأمین وسائل یدکی آن اقدام نماید . در کاتالوگهائی که از طرف کارخانجات سازنده پمپ منتشر می‌شود معمولاً راندمان پمپها در شرایط مختلف بصورت منحنی‌هائی نشان داده میشود مثلاً در شکل (۷) وقتی که ارتفاع مانومتریک (Hm) معادل ۵۰ متر ودبی (Q) معادل ۳۵ متر مکعب در ساعت باشد راندمان پمپ ۷۴٪ وحداکثر میباشد .

حال باید با مشاهده و مقایسه این منحنی هاپمپی را انتخاب کرد که در عین حال که دبی و ارتفاع مانومتریک مورد نظر را تأمین مینماید راندمان آن نیز حداکثر باشد .

پس از انتخاب پمپ بایستی موتوری را انتخاب نمود که بتواندقدرت موردنیازپمپ را بخوبی تأمین نماید . برای محاسبه قدرت موتور از فرمول زیر :

$$P = \frac{Q \times Hm}{270 \times r_1 \times r_2}$$



شکل (۷)

که در آن :

P = قدرت موتور برحسب اسب بخار $C_{\circ}\ V_{\circ}$

Q = دبی برحسب متر مکعب در ساعت m^{3}/h

Hm = ارتفاع مانومتریک کل بر حسب متر

r_{1} = راندمان پمپ

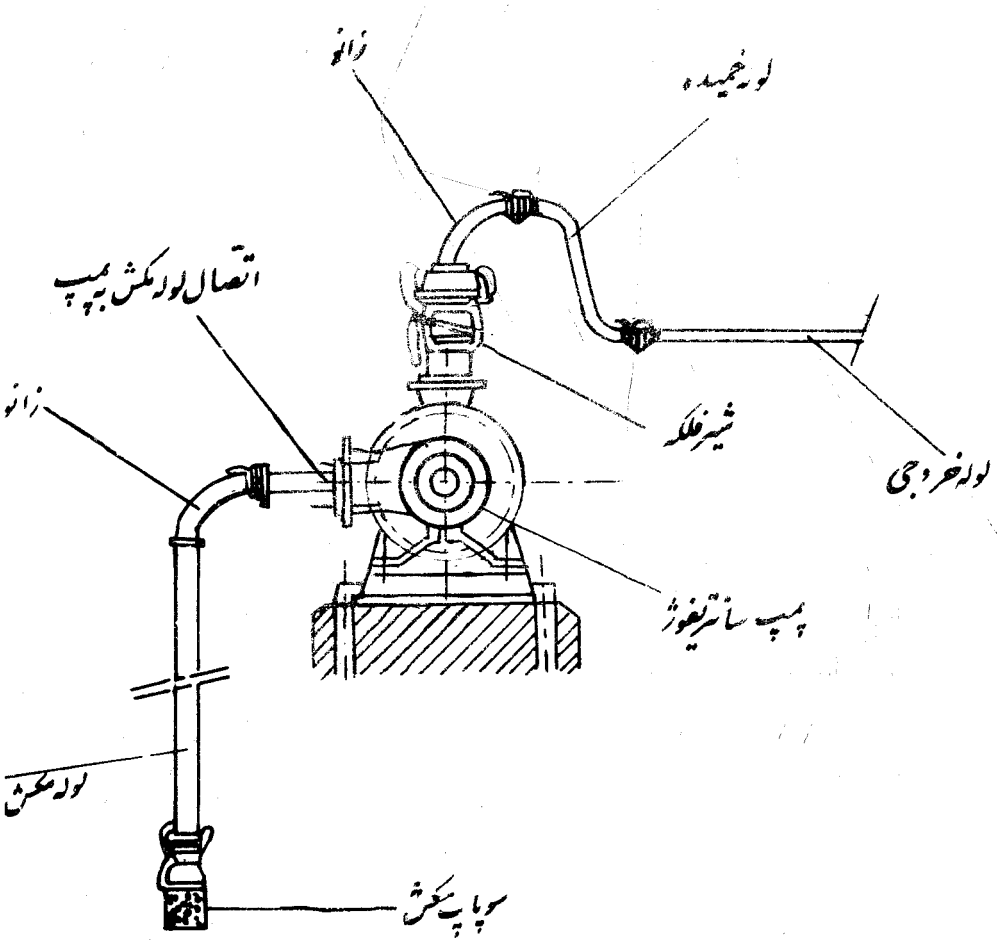
r_{2} = راندمان موتور

میباشد استفاده میشود . و چنانچه دبی برحسب لیتر درثانیه باشدچون هرلیتر در ثانیه معادل ۳/۶ متر مکعب در ساعت میباشد فرمول فوق بصورت زیر در خواهد آمد :

$$P = \frac{Q \times Hm}{75 \times r_{1} \times r_{2}}$$

نصب پمپ

همانطورکه گفته شد محل نصب پمپ سانتریفوژ هرچه ممکن است بایستی به سطح آب نزدیکتر باشد و کرپین یاسوپاپ انتهائی لوله‌مکش که برای هدایت‌صحیح آب بداخل لوله مکش، تعبیه شده است باندازه کافی به داخل آب فرورفته باشد که هوا داخل لوله مکش نشود برای اینکه اشیاء معلق در آب مجرای سوپاپ را مسدود ننمایند بهتر است به فاصله کافی از آن نرده کشی نموده یا توری باسوراخهای نسبتا"درشت نصب‌نمایند .باید رعایت نمود که پمپ اعم از اینکه ثابت یا متحرک باشد کاملا" افقی قرار گیرد و چنانچه ثابت است روی سکوی بتونی بطور محکم تثبیت شود . لوله مکش بایستی حتی‌الامکان مستقیم بوده و قسمت انتهائی آن که بسوپاپ مربوط میشودعمودباشد تادر مواقعی‌که پمپ کار نمیکند سنگینی آب موجود در لوله مکش باعث بسته شدن دریچه سوپاپ گردد ولوله مکش از آب تخلیه نشود همچنین قطر لوله مکش حد اقل معادل یا کمی بزرگتر از قطر دهانه مکش پمپ باشد .



شکل (۸) پمپ و ضمائم آن

لوله های آبرسانی

لوله های آبرسانی که جمعا" تشکیل شبکه لوله را میدهند میتوان بدو قسمت تقسیم نمود . قسمت اول لوله اصلی که مستقیما" به پمپ یا محل سقوط آب (در مواردی که از نیروی سقوط طبیعی آب استفاده میشود) مربوط میباشد و قسمت دوم لوله های جانبی یا بالها که معمولا" عمود برجهت لوله اصلی بوده و حامل آبپاشها میباشند .

شبکه لوله را میتوان به سه دسته ثابت ــ نیم متحرک و متحرک تقسیم نمود :

سیستـــــم ثـابت

در این سیستم کلیه لوله ها ثابت بوده و غالبا" در عمق ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتری زیر خاک قرار میگیرند . آبپاشها نیز ثابت و بتعداد لازم برای تمام نقاط مزرعه روی بال ها نصب شده اند کارکردن با این سیستم بسیار آسان بوده و در موقع لزوم میتوان با به کار انداختن پمپ یا فشار دادن یک تکمه تمام یا قسمتی از مزرعه را (بسته به مقدار آبی که دراختیاراست) آبیاری نمود . دراین سیستم میتوان انواع دستگاههای خودکار الکترونیکی را نصب و بنحو دلخواه آنرا تنظیم نمود بطوریکه با فشار دادن یک تکمه بدون دخالت کارگر طبق برنامه تنظیم شده قبلی قسمتهای مختلف مزرعه بترتیب آبیاری گردد .

از مزایای دیگر این سیستم اینست که درنقاطی که سرماویخبندان بهاره باعث آسیب درختان میوه میشوند در صورتیکه آب کافی و با فشار لازم در دسترس باشد و شبکه لوله بخصوص خط لوله اصلی طبق محاسبه قبلی قادر به هدایت تمام آب موردنیازبطور یکجا باشد میتوان در مواقع لزوم با آبپاشی درختان (مادام که هوا سرد است) ازوارد شدن

خسارت جلوگیری نمود . (درآخرفصل‌چهارم‌توضیح‌بیشتری‌دراین مورددادە شدەاست) .

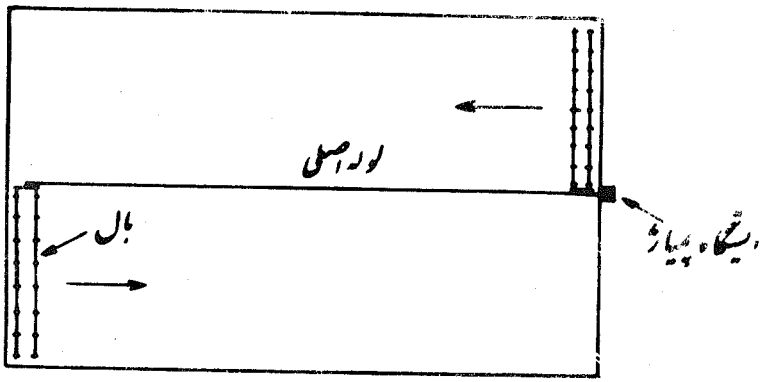
بطور کلی سیستم ثابت گرچه دارای مزایای زیادی میباشدولی بعلت‌پرخرج بودن تهیه تأسیسات آن حتی در کشورهای پیشرفته نیزکمتر از سیستم‌های دیگر متداول بوده و معمولا" از سیستم‌های متحرک یا نیم متحرک استفاده میشود .

سیستـــم نیم متحـــرک

سیستم نیم متحرک بهرگونه سیستمی اتلاق میشود که بعلت صرفه‌جوئی در مصرف وسائل تمام یا قسمتی از لوله‌های جانبی یا آبپاشها قابل بوده وپس ازآبیاری یک‌قسمت از مزرعه به قسمت دیگر مزرعه منتقل میشوند . ولی بهرحال در این سیستم خط لولـــه اصلی ثابت بوده و ممکن است در زیر خاک یا روی خاک قرار گرفته باشد .

این سیستم خود شامل انواع شبکه‌های مختلف و متمایز از هم میباشد که بسته به سلیقه زارعین و محل و منبع آب و سرمایه ای که برای این کار در نظر گرفته شده و در بعضی موارد بسته بنوع گیاه مورد استفاده قرار میگیرد .

ساده‌ترین‌نوع این‌شبکه عبارتست از یک خط‌لوله اصلی ثابت که در اواسط مزرعه و از یک طرف بطرف دیگر مزرعه کشیده شده و دو یاچند بال آبیاری (بسته بمیزان آب مورد احتیاج) که حامل آبپاشها میباشند بترتیب در جهت عکس یکدیگر پس از آبیاری یک قسمت از مزرعه بقسمت دیگر منتقل میشوند (شکل۹) .



شکل (۹) سیستم نیم متحرک

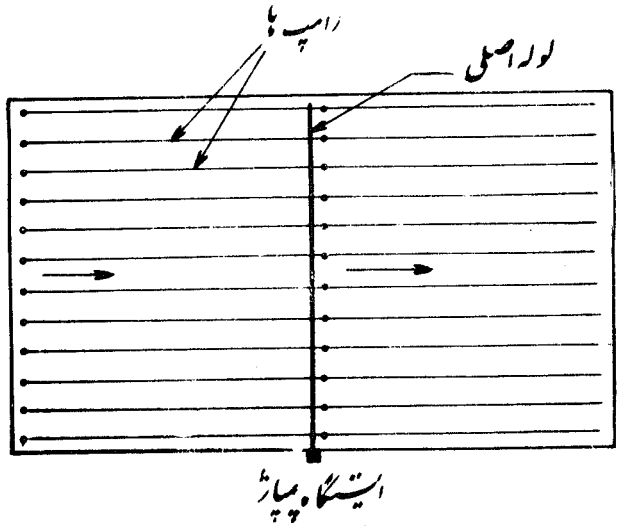
در مواردی که منبع آب بصورت چاه در کنار مزرعه واقع شده این‌طریقه زیادمورد استعمال قرار دارد .

نوع دیگر این شبکه که بیشتر در چمن کاریها مورد استفاده واقع میشودتشکیل شده‌است از یک یا چند خط لوله آبرسانی ثابت که غالبا" زیرزمینی بوده و چندآبپاش که هرکدام جداگانه روی پایه‌های قابل انتقالی نصب شده‌اند . برای انجام آبیاری کافی است‌که به وسیله لوله‌های لاستیکی نسبتا" طویل (شیلنگ) آبپاشها را بلوله های آبرسانی مربوطه نموده و هرجا را بخواهند آبیاری وسپس آبپاشهاوشیلنگ ها رادرصورت لزوم جمع‌آوری نمایند .

اخیرا" از این روش در آبیاری درختان مرکبات نیز استفاده شده است . طرز کار در اینجا چنین است که روی هـر شیلنگ که طول آن ممکن است تا یکصدمتربرسد یک یا دو آبپاش نصب میشود و هر شیلنگ بین دو ردیف درخت قرار میگیرد پس از باز کردن شیر فلکه مربوطه آبپاشی بمدت لازم انجام میشود بعد با کشیدن شیلنگ آبپاشها جابه جا شده و درمسیرخودقسمت دیگرراآبیاری مینماید . بااین ترتیب چنانچه طول شیلنگ مثلا" یکصد متر و فاصله ردیف درختان ۶ متر باشد با یک شیلنگ مجهز به یک یادوآب پاش میتوان نواری بطول ۲۰۰ متر و بعرض ۱۲ متر آبیاری نمود و مجددا"شیلنگ رابرای

نوبت دوم آبیاری بحال اولیه قرار داد . بدیهی است دراینصورت فاصله شیرفلکه روی لوله ثابت اصلی ۱۲ متر خواهد بود .

نوع سوم این سیستم که بخصوص برای زراعت‌ذرت مورداستفاده واقع میشودو آنرا Rampes permanenets مینامند مانند سیستم ثابت لوله اصلی و لوله های جانبی Rampes ثابت بوده ولی آبپاشها قابل انتقال میباشند . روی هر رامپ فقط یک یا استثنائا" دو آبپاش نصب شده که پس ازآبیاری یک‌قسمت روی‌همان رامپ جابجا شده و قسمت دیگر را آبیاری مینماید . (شکل ۱۰)



شکل (۱۰) سیستم Rampes permanentes

چون هر رامپ معمولا" فقط‌آب مورد لزوم یک آبپاش را از خود عبورمیدهد بنابر این قطرلوله‌هاخیلی کم (۲۰ تا ۳۰ میلیمتر) و جنس‌آنها از پلی اتیلن می‌باشدایـــن لوله هـا نبتا" ارزان بوده و افت بار در آنها نسبتا" کم است .

علت اینکه این سیستم شبکه آبیاری برای زراعت ذرت انتخاب‌شده اینست‌که در سیستم‌های دیگر نیم متحرک یا متحرک بایستی لوله‌های جانبی دائما"جابجاشوند و به علت ارتفاع زیاد ذرت و انبوه شدن آن در موقع رشد جابجا کردن لوله ها مشکل بوده و ممکن است باعث شکستن ساقه‌های ذرت گردد در حالی که دراین سیستم‌احتیاجی به جابجا کردن لوله‌های جانبی (رامپ‌ها) نیست و هزینه تأسیسات آن گرچه از سیستم متحرک زیادتر است ولی بمراتب از سیستم ثابت ارزان تر تمام میشود .

سیستـــم متحرک

این سیستم که از سایر سیستم ها ارزان تر تمام میشود معمولا" در مواقعی میتوان از آن استفاده نمود که بخواهند از آب نهر یا رودخانه ای که در داخل یا کنار مزرعه جریارن دارد برای آبیاری استفاده نمایندویااینکه منبع آب مثلا"بصورت‌چاه دراواسط مزرعه واقع شده باشد . در این سیستم علاوه بر بالها لوله اصلی نیز قابل انتقال‌بوده و چنانچه منبع آب ، رودخانه یا نهر بوده و مزرعه نسبتا" کوچک باشد اساسا"احتیاجی به لوله اصلی نیست و مستقیما" میتوان آب نهر را در لوله ای که حامل آبپاشهامیباشد پمپاژ و آبیاری نمود . و چنانچه منبع آب در وسط مزرعه باشد فقط برای نیمی از طول مزرعه لوله اصلی لازمست و بتدریج که لوله های جانبی پس‌از آبیاری یک قسمت جابه جا میشوند قسمتی از لوله اصلی نیز همراه آنها جابجا خواهد شد (شکل ۲۱) .

شرایط لوله‌های آبرسانی

لوله‌های آبرسانی متحرک را از جنسهای مختلف میسازند معمولترین آنها آهـــن گالوانیزه ــ آلومینیوم ــ پلی اتیلن و پلاستیک میباشد . بطور کلی این لوله ها بایستی حتی‌الامکان در مقابل ضربه و فرسایش مقاوم بوده و نسبتا" سبک باشند .

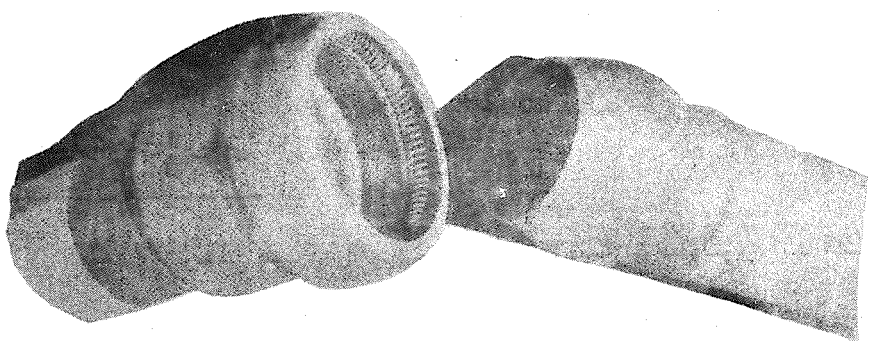
در آبیاری بارانی معمولا" از لوله های پلی اتیلن برای سیستم ثابت زیرزمینی و از لوله های آلومینیومی برای سیستم متحرک استفاده میشود .

چون همانطور که گفته شد در سیستم متحرک و نیم متحرک آبیاری بارانی مقداری از لوله ها دائما" بایستی جابجا شوند لذا بازکردن و بستن این لوله ها بیکدیگر که به وسیله اتصالهای مخصوصی صورت می‌گیرد بایستی سهل و سریع انجام گرفته و این امر یکی از شرائط مهم انتخاب لوله های آبرسانی میباشد بطور کلی وسائل اتصال لوله ها بایستی دارای شرائط زیر باشند :

۱ــ پس از اتصال دو لوله بیکدیگر آب از محل اتصال بخارج نفوذ نکند . این عمل معمولا" بوسیله واشرهای لاستیکی تأمین میشود .

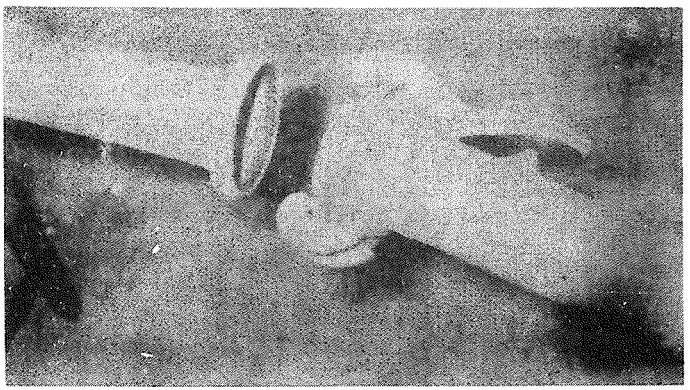
۲ــ کارکردن باآنها راحت و سریع بوده و دارای استقامت کافی باشند که در اثر کار زیاد خراب و یا از لوله ها کنده نشوند .

۳ــ در صورت لزوم لوله ها از محل اتصال بتوانند تا حدی (۲۰ الی ۳۰ درجه) خم شوند و باین خمیدگی حتی‌الامکان مزاحم جریان آب در لوله هانشود (کمترافت بارمخصوص ایجاد نماید) عکسهای زیرچندنمونه ازاین اتصالهارا نشان میدهد .

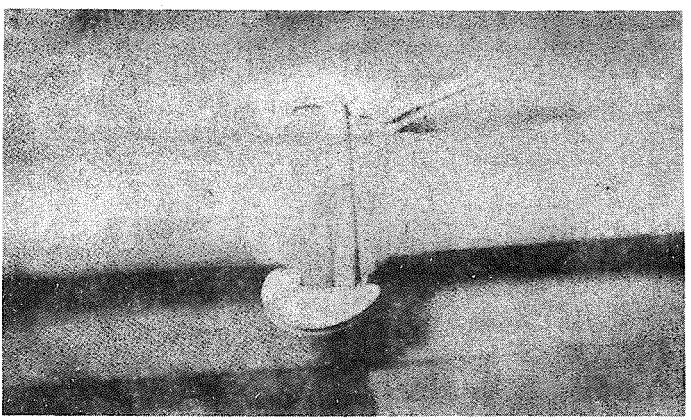


عکس(۴)

در این فرم اتصال پس از قرار گرفتن انتهای لوله اول دردهانه لوله دوم دراثر فشار آب که به لاستیک نرم موجود در دهانه دوم وارد میشود آب بندی صورت میگیرد .

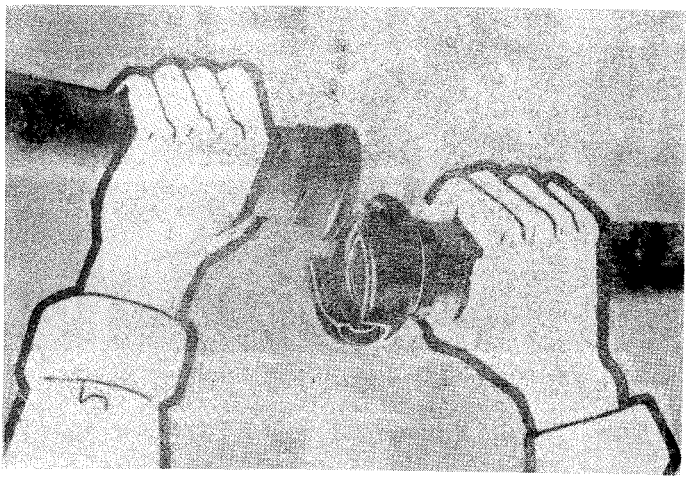


عکس (۵) قبل از اتصال دو لوله بیکدیگر

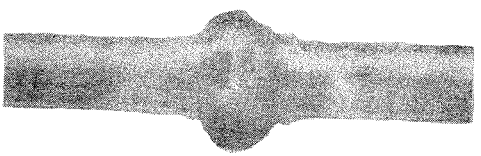


عکس(۵) بعد از اتصال دو لوله بیکدیگر

در این فرم اتصال پس از قرار گرفتن دو سر لوله ها در مجاورت یکدیگر آنها را بهم قلاب نموده و با فشار دادن دسته قلاب (اهرم) بطرف پایین ، دو لوله کاملا" به هم متصل و در اثر فشاری که بواشر لاستیکی موجود در دهانه لوله وارد میشود محـل اتصال کاملا" آب بندی میشود .



عکس(۶) اتصال کشوئی ـ قبل از اتصال دو لوله بیکدیگر



عکس(۶) اتصال کشوئی ـ بعد از اتصال دو لوله بیکدیگر

در سیستم ثابت زیر زمینی جنس لوله ممکن است علاوه بر پلی اتیلن یا آهن گالوانیزه، چدن یا پلاستیک باشد و چون این لوله ها غالبا" زیرخاک قرارمیگیرند اگر لوله ها آهنی باشند از یک نوع قیر پوشیده خواهد شد . بدیهی است برای لوله های ثابت تعبیه وسیله/اتصال بصورت فوق ضرورتی ندارد .

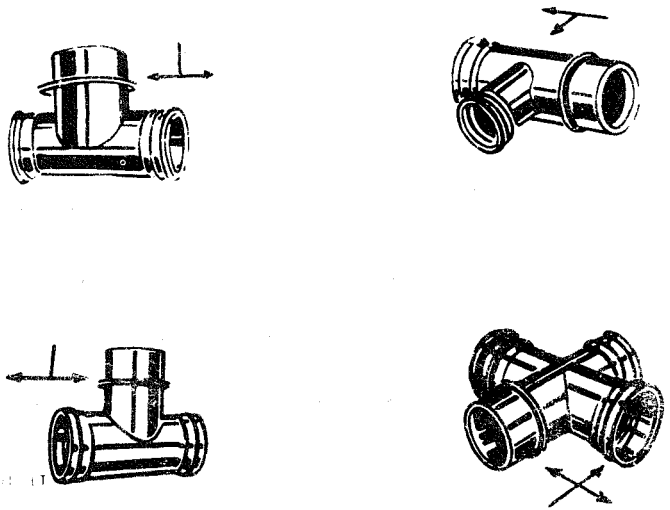
ضمائم شبکه لوله

در یک شبکه لوله علاوه بر لوله‌های آبرسانی ملحقات دیگری از قبیل سه راه ــ زانو ــ درپوش لوله ــ قطعات کم کننده مقطع ــ لوله های خمیده مخصوص وغیره وجود دارد که بعضی از آنها در عکس های زیر نشان داده شده اند و در مواردیکه لوله های اصلی ثابت بوده و بالها متحرک باشندبفواصل معین ازلوله اصلی انشعاب‌گرفته میشود فاصله دو انشعاب تا حدی بستگی بفاصله بالها از یکدیگر داشته و اکثرا" چهار برابر فاصله بین دو بال میباشد .

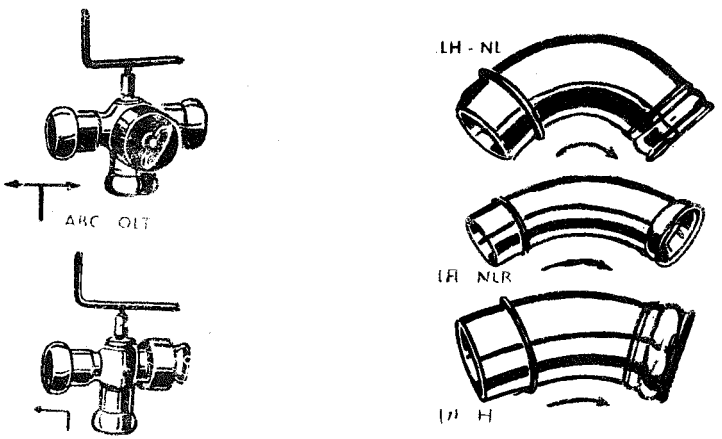
در اراضی که دارای شیب منفی (سربالا) بوده وآب بافشارپمپ در لوله‌ها بالا میرود با متوقف شدن کار پمپ آب موجود در لوله ها فورا" با فشار متوجه پمپ شده و ممکن است باعث خرابی آن شوند . برای احتراز از این پیش‌آمد معمولا" در ابتدای شبکه لوله ونزدیک لوله‌خروجی پمپ دریچه مخصوصی (دریچه یکطرف) نصب مینمایند که در چنین مواقع در اثر فشار آبیکه از لوله ها بطرف پمپ جاری میشود بطورخودکار بسته شده و مانع پیش‌آمد فوق میشود .

همچنین در شبکه های بزرگ آبیاری بارانی که کشاورزان متعددبطور دسته‌جمعی از آن استفاده مینمایند معمولا" درابتدای مزرعه عرکشاورزدستگاه تنظیم‌کننده‌مخصوص دبی و فشار آب نصب میکنند که زارع هر مقدار آب که لازم داشته باشد (مشروط بر

اینکه از حد معینی که قبلا" برای وی در نظر گرفته شده تجاوز نکند) با باز کردن شیـــر مخصوصی میتواند از آن استفاده نماید . فشار این آب برای هرمقداردبی که باشد همیشه ثابت و معادل فشاری است که برای گرداندن آبپاشها لازم میباشد این دستگاهها معمولا" برای تعیین حجم آب مصرفی و وصول آب بها مجهز به کنتور آب نیز میباشد .

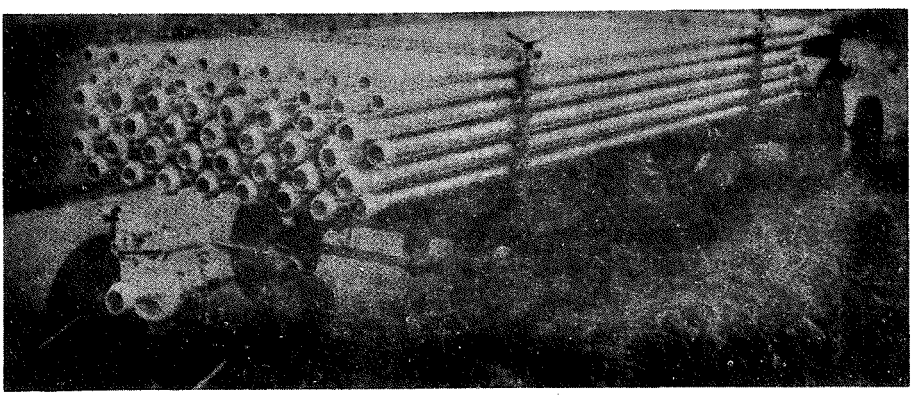


عکس(۷) بعضی از ضمائم



مراقبت و نگاهداری لوله ها

پس از اتمام فصل آبیاری بایستی لوله های قابل انتقال را ازمزرعه جمع‌آوری و در محل محفوظی نگاهداری نمود . در این موقع بایستی مراقب بود که لوله ها کاملا" از آب خالی شده باشند تا اولا" اززنگ‌زدن لوله‌های آهنی جلوگیری بعمل آید وثانیا" یخبندان زمستان به لوله ها صدمه ای نرساند . در شروع فصل آبیاری نیز قبل ازبکاربردن لوله‌ها بایستی واشرهای لاستیکی آنها را بازدید نمود و چنانچه فاسد یا خراب شده باشندآنها را عوض کرد . همچنین در فصل آبیاری درموقع جابجاکردن لوله‌ها درمزرعه باید مواظب بود که حتی‌الامکان آسیبی به لوله ها نرسد در مزارع بزرگ چنانچه انتقال لوله ها ازیک طرف بطرف دیگر مزرعه ضروری باشد بهتر است این انتقال بوسیله تریلی انجام گیرد .



عکس(۸) حمل لوله ها در مزارع بزرگ

آبپاشها

آبپاشهائی که در آبیاری بارانی مورد استعمال دارند بسیار متعدد بوده و می‌توان آنها را از نظر ساختمان و طرز کار به سه دسته تقسیم نمود :

۱ ــ آبپاشهای ثابت

۲ ــ آبپاشهای لوله ای

۳ ــ آبپاشهای گردان

آبپاشهای ثابت

اینگونه آبپاشها که بیشتر در چمن کاریها وگلکاریهابکارمیروند غالبا" روی‌شبکه‌های ثابت زیرزمینی سوار شده و جز در مواقع تعمیر یا نظافت از جای خود سوا نمیشوند .وجه ممیز این آبپاشها با آبپاشهای گردان اینست که آب از اطراف سوراخ انتهائی آبپاش به صورت نوارها با بردنه چندان زیاد بطور مایل بیرون جهیده و اطراف خود را بسته به نوع آن بصورت دایره ــ نیم دایره ــ ربع دایره ــ مربع ــ مربع مستطیل آبپاشی‌مینماید . چون برد این آبپاشها نسبتا" کم است لذا فاصله بین دو آبپاش نیز کم بوده و معمولا" از ۶ متر تجاوز نمی‌نماید .

آبپاشهای لوله ای

این آبپاشها تشکیل شده اند از لوله های سبک بقطر۲۵ تا ۵۰ میلیمتر (۱ تا ۲اینچ) که دارای یک یا چند ردیف سوراخ ریز میباشند و بطور افقی روی پایه های مخصوصی‌در مزرعه‌مستقروبوسیله لوله‌های‌نرم‌بلوله‌های آبرسانی مربوط میباشند .این آبپاشها نیزبنوبه

خودبدونوع ثابت ومتحرک‌تقسیم‌میشود . نوع‌ثابت‌دارای۴ تا ۶ ردیف سوراخ درطول لوله بوده و آب از دو طرف آنها پاشیده میشود ونوع متحرک فقط دارای یک‌ردیف سوراخ‌بوده ولی در اثر حرکت دورانی ، آب متناوبا" دراطراف لوله پاشیده میشوداین سوراخها ممکن است ساده بوده و یا ژیکلورهای برنجی روی آنها نصب شده باشد . حرکت دورانی ایـن لوله ها ممکن است وسیله فشار آب روی پره های مخصوص صورت گیرد و یا وسیلـه دست انجام شود . در هرصورت این حرکت دورانی لوله فقط در حدود ۹۰ درجه بوده و بااین ترتیب آب از سوراخها که در سطح فوقانی لوله قرار دارند فوران نموده و بتدریج کەلوله میچرخد آب باطراف لوله پاشیده میشود .

مـزایای این لولـه ها

۱ ــ در آبیاری بوسیله آبپاشهای گردان برای اینکه زمین بطور یکنواخت آبپاشـی شود قسمتی اززمین آبیاری شده بوسیله هر آبپاش ، بایستی‌توسط‌آبپاش‌مجاور نیز آبپاشی شود ولی چون سطح آبپاشی شده وسیله این لوله ها بشکل مربـع مستطیل میباشد عمل فوق ضرورت ندارد .

۲ ــ قطرات آب نسبتا" ریز بوده و در موقع جوانه زدن بذر به گیاه و خاک آسیبی نمیرسد .

۳ ــ هزینه احداث و نگهداری آنها کمی کمتر از سایر انواع میباشد .

معایب این لوله ها

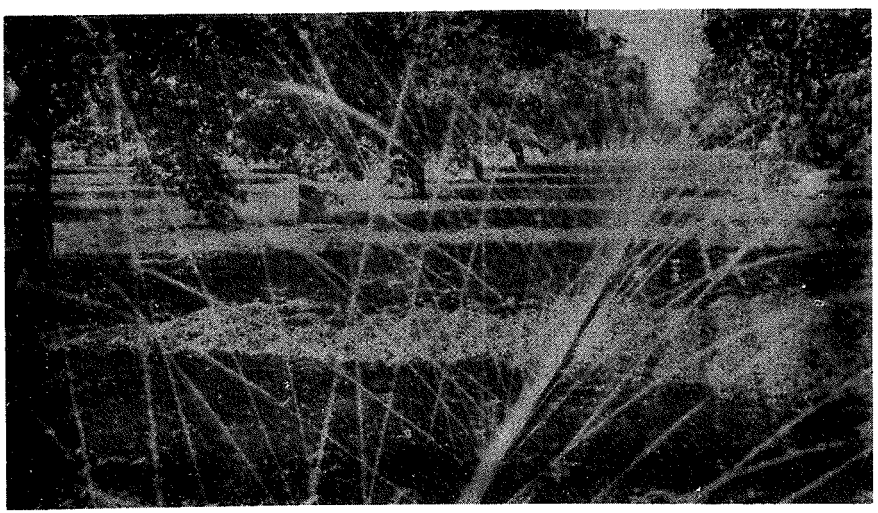
۱ ــ چون فشار آب در انتهای لوله نسبتا" کم میشود آبپاشی بطور یکنواخت انجام

نمیشود .

۲ ــ چون سوراخها خیلی ریز هستند (بقطر ۱ تا ۱/۵ میلیمتر) اگر کمی آب گل آلود یا کثیف باشد این سوراخها مسدود میشوند .

۳ ــ شدت بارندگی : (میزان بارندگی در واحد زمان) در این لوله ها نسبتا" زیاد است واگرخاک بحدکافی قابل نفوذنباشد آب درسطح خاک جاری‌میشود .

۴ ــ سیستم لوله های متحرک بخاطر وسائلی که بایدبرای حرکت دورانی آنهاتعبیه نمود گران تمام میشود و چنانچه احیانا" در حین کار این وسائل بعلت خرابی متوقف شوند آب دائما" در یک نقطه پاشیده شده وممکن است باعث‌آسیب‌گیاه و خاک شوند .



عکس(۹) آبپاش لوله‌ای

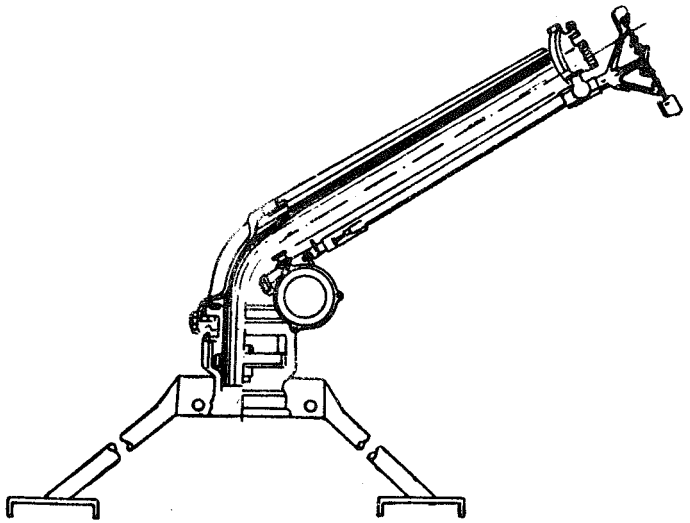
آبپاشهای گردان

آبپاشهای گردان آبپاشهائی هستند که در اثر فشاری که بوسیله آب به آنها منتقل میشود حول محور پایه خود چرخیده و آب را در یک سطح دایره‌ای شکل میپاشند این آب پاشها را بر حسب ساختمان و طرز کار میتوان به سه دسته تقسیم نمود :

۱ ــ آبپاشهائی که چرخش آنها در اثر عکس‌العمل خروج آب تحت فشار ازدهانه آنها تأمین میشود (مانند عقب زدن تفنگ هنگام تراندازی) . ازاین آبپاشها سابقا" برای آبیاری چمن زارها و سبزیکاریها زیاد استفاده میشدولی درحال حاضر استفاده چندانی از آنها نمیشود .

۲ ــ آبپاشهائی که حرکت دورانی آنها در اثر برخورد آب به پره‌هائی که جلودهانه خروجی لوله آبپاش قرار گرفته است تأمین میشود ، بدینترتیب که حرکت دورانی این پره ها به وسیله محوری به چرخ دنده ای که روی پایه آبپاش قرار دارد منتقل شده و باعث گردانیدن آبپاش میشود . این آبپاشها نسبتا" بزرگ بوده و شعاع آبپاشی آنها نیز زیاد میباشد . دونوع از این آبپاشها وجود دارد .

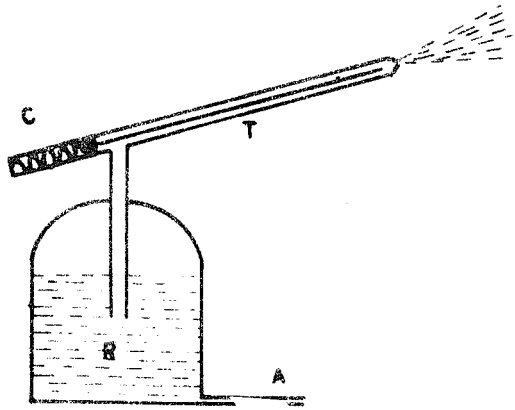
در نوع اول که بفرانسه آنرا Lance مینامند ، آبپاش معمولا" وسیله سه پایه‌ای روی زمین مستقر و توسط یک لوله نرم به لوله آب تحت فشار مربوط میگردد . فشار مورد لزوم برای کار این آبپاشها نسبتا" زیاد (بین ۴ تا ۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) و شدت بارندگی آنها نیز نسبتا" زیاد میباشد .



عکس (۱۰) آبپاش لانس

در نوع دوم که Canon نامیده میشود مکانیسم کار طوری است که با مقایسه‌با نوع اول فشار کمتری مورد نیاز بوده و در عین حال که برد آبپاش زیـــاد میباشد ذرات آب نسبتا" ریز و شدت بارندگی آنها نیز کمتر میباشد .

طرز کار این دستگاه از این قرار است که آب با فشار از لوله باریک A (شکل ۱۱) وارد مخزن R شده و پس از اینکه فشار در این مخزن و لوله T بحد معینی رسیدفنر C جمع و دهانه خروجی لوله T باز میگردد و آب بافشاربخارج فوران مینمایدپس ازخروج آب چون فشار کم میشود فنرC باز و دهانه لوله T بسته میشود . این دستگاه را میتوان به تلمبه‌ای که با نیروی یک تراکتور کار میکند وصل و بهر جاکه لازم باشدنقل مکان داده و مستقلا" از آن استفاده نمود .

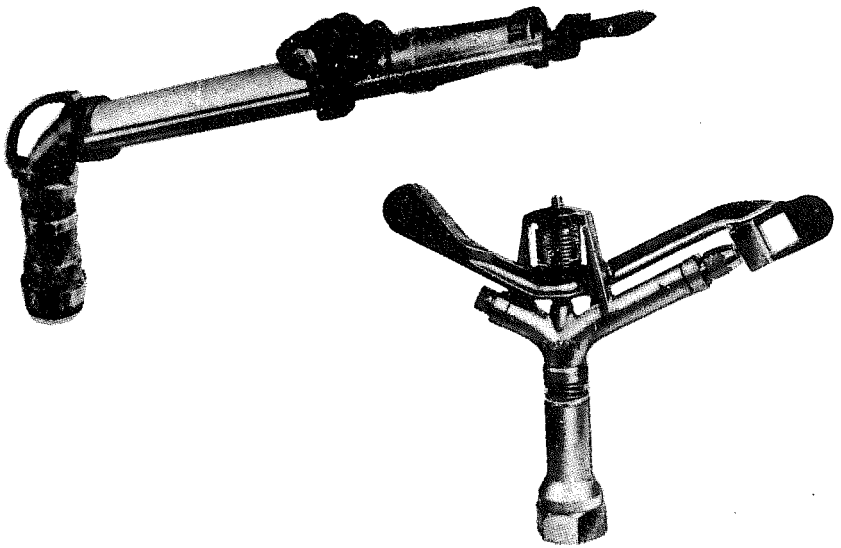


شکل (۱۱)

شعاع آبپاشی این دو نوع آبپاش زیاد بوده و تا ۸۰ متر نیز میرسد .

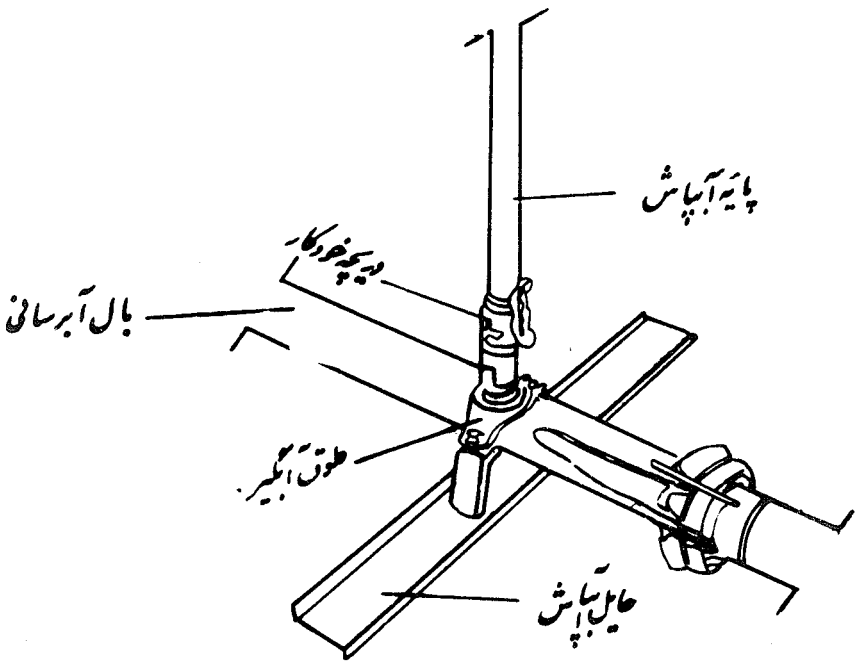
۳ ــ این آبپاشها که از سایر آبپاشهای دیگرمتداول تربوده ونوع اصلی آبپاش در آبیاری بارانی بشمار می‌رود تشکیل شده است از یک لوله نسبتا" کوتاه که دهانــه آن دارای سوراخی مخروطی شکل میباشد . این لوله ها با زاویه تقریبا" ۳۰ درجه (با سطـح افق) روی پایه خود طوری قرار گرفته که براحتی میتواند بدور خود بچرخد .

حرکت دورانی این آبپاشها در اثر عکس‌العمل برخوردآب بیک‌تیغه فلزی که بصورت اهرمی در جلو دهانه آبپاش قرار میگیرد تأمین میشود . این تیغه یا اهرم که متصل بیک فنر میباشد خود میتواند تا حدی در اثر برخورد آب بعقب رفته مجددا" در اثر خاصیت همان فنر بجلو (جلو دهانه آبپاش) برگردد ، و در اثر برخورد بآب ضمن تأمین حرکت ملایم دورانی آبپاش رشته های آبرا قطع کرده و مقداری ازآبرادراطراف پایه آبپاش روی زمین بپاشد و با این ترتیب تا اندازه‌ای باعث یکنواختی پخش آب‌روی زمین نیزمیشود .



عکس (۱۱) آبپاش گردان

اتصال پایه آبپاش به لوله بال بطرق مختلف انجام می‌شود (سیستم پیچ ـ طوق آبگیر و غیره) ممکن است این سیستم مجهز به دریچه خودکاری باشد که دراثر فشار پایه آبپاش باز شده و آب از لوله بال وارد پایه آبپاش و از آنجا وارد آبپاش میشود وهروقت پایه آبپاش را از این محل بردارند دریچه بسته شده و دیگر آب از لوله خارج نمیشود .



شکل (۱۲) طوق آبگیر و حائل آبپاش

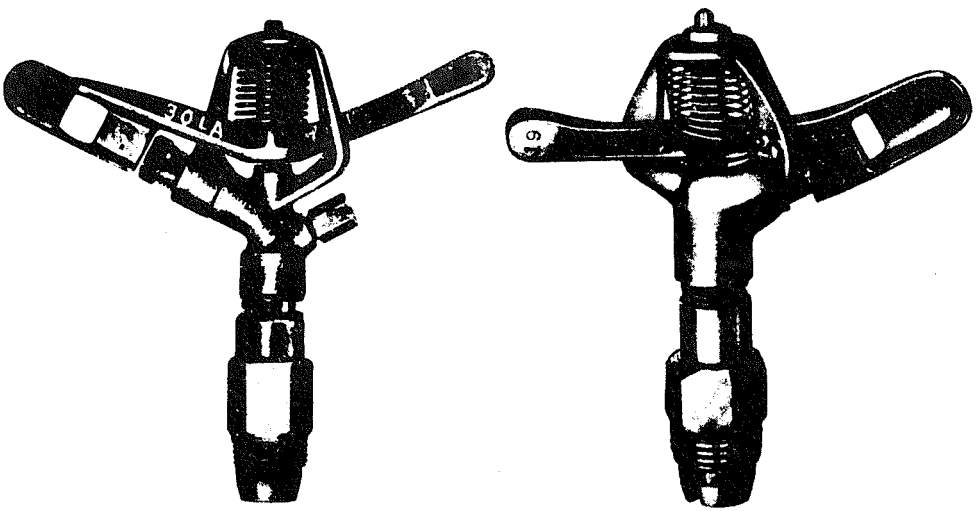
همچنین برای اینکه پایه آبپاش در محل اتصال خودبلوله آب عمودا" ثابت ومستقر بماند از قطعات فلزی بنام حائل آبپاش استفاده میشود که در محل اتصال لوله و پایه آبپاش روی زمین قرار میگیرد .

در بعضی موارد که آبپاشها نسبتا" بزرگ و ارتفاع آبپاش از سطح زمین زیاد باشد آبپاش را روی سه پایه ای بلند قرار میدهند .

خصوصیات آبپاشهای گردان

آبپاشهای گردان ممکن است دارای یک یادولوله خروجی آب باشنددرصورت اخیر لوله دوم که معمولا" دارای دهانه کوچکتری میباشد بطور قرینه و در عقب لوله اول قرار گرفته است .

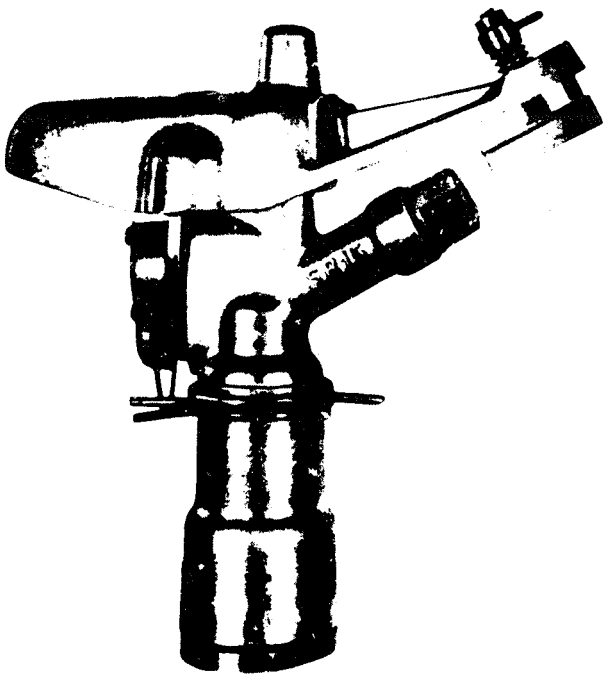
(عکس۱۲)



آبپاش با یک دهانه

آبپاش با دو دهانه

بعضی از آبپاشهای گردان دارای حرکت دورانی محدود بوده یعنی طوری ساخته شده‌اند که در صورت لزوم فقط یک قسمت از دائره راآبپاشی مینمایند . این عمل با نصب دو زائده در محل اتصال لوله آبپاش به پایه صورت میگیرد و این دو زائده رادرهر نقطه که تثبیت نمائیم لوله آبپاش فقط بین این دو زائده میتواند بچرخد .



عکس(۱۳) آبپاش با چرخش محدود

بطور کلی آبپاشهای گردان باید دارای خواص زیر باشند :

۱ــ پخش آب در طول شعاع آبپاشی منظم باشد (دراین موردبعدا"صحبت‌خواهیم کرد).

۲ــ گردش آبپاش بدور خود یکنواخت باشد .

۳ــ ایجاد یک باران ظریف که فاقد قطرات درشت باشد بنماید زیرا قطرات درشت‌آب باعث کوبیده شدن سطح خاک و کاهش قابلیت نفوذ آن شده و احیانا" ممکن است

باعث آسیب دیدن جوانه های بذر و گلها گردد . ولی چنانچه آب بصورت قطرات ریز (بقطر کمتر از یک میلیمتر) پاشیده شود علاوه بر اینکه چنین اشکالاتی پیش نخواهد آمد عمل اکسیژن گیری از هوا نیز بیشتر انجام خواهد شد .

۴ـ سبک ، ارزان ، ساده و محکم باشد .

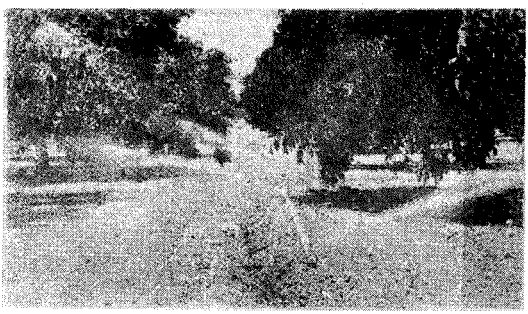
۵ـ حتی‌الامکان برای حرکت دورانی خود احتیاج به فشار کمتری داشته باشد .

پوشش آبیاری یک آبپاش گردان (سطحی که توسط یک آبپاش آبپاشی میشود) بستگی‌به طول شعاع آبپاشی (برد آبپاش) دارد و شعاع آبپاشی بنوبه خودبستگی بفشارآب ، قطر سوراخ دهانه آبپاش و زاویه بین محور لوله آبپاش وافق دارد .

قطر سوراخ دهانه آبپاش بایدمتناسب بافشاروارده بآن‌باشد . معمولا" برای‌فشارهای کم (۱ تا ۲/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) قطر دهانه لوله اکثرا" بین ۳ تا ۸ میلیمتر و برای فشار زیاد (۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع ببالا) قطر دهانه لوله ۱۴ میلیمتر به‌بالا میباشد و بین این دو حد یعنی فشار متوسط ارقام متفاوت و متغیرزیادی برای قطردهانه لوله وجود دارد و اساسا" باید دانست که کارخانجات سازنده لوازم آبیاری بارانی‌انواع آبپاشهای خود را قبلا" با فشار و قطر دهانه‌های متفاوت آزمایش نموده و نتایج مساعدو رضایت بخش آنرا در کاتالوگهای خود منتشر مینمایند زیرا قطر دهانه آبپاش علاوه بر فشار به چگونگی ساختمان و طرز کار و بخصوص بیک یا دو لوله‌ای بودن نیزبستگی دارد برای یک قطر دهانه ثابت چنانچه فشار از حد معینی پائین بیاید ، جهش آب کم و آب بصورت قطرات درشت پاشیده میشود .

طول شعاع آبپاشی (برد آبپاش) بستگی بفشار سرویس و قطر دهانه لوله و سایر مشخصات آن دارد . آبپاشهای با فشار کم اکثرا" شعاع آبپاشی آنها بین ۸ تا ۱۵ متر و آبپاشهای با فشار متوسط بین ۱۵ تا ۳۰ متر میباشد .

در مورد زاویه بین محور لوله آبپاش و افق باید گفت که نظراً" جهش آب درزاویه ۴۵ درجه حداکثر میباشد ولی در عمل برای اینکه ذرات آب درارتفاع زیاددرهوامنتشر نشوند (برای احتراز از تبخیر زیاد و اثر باد) معمولاً" این زاویه را بین ۲۰ تا ۳۵ درجه منظور مینمایند . وبرای آبپاشهائی که مخصوص آبیاری‌درختان اززیرشاخ و برگ میباشند این زاویه در حدود ۵ تا ۱۰ درجه میباشد .



عکس (۱۴) آبیاری از زیر شاخ و برگ

یکنواختی پخش آب

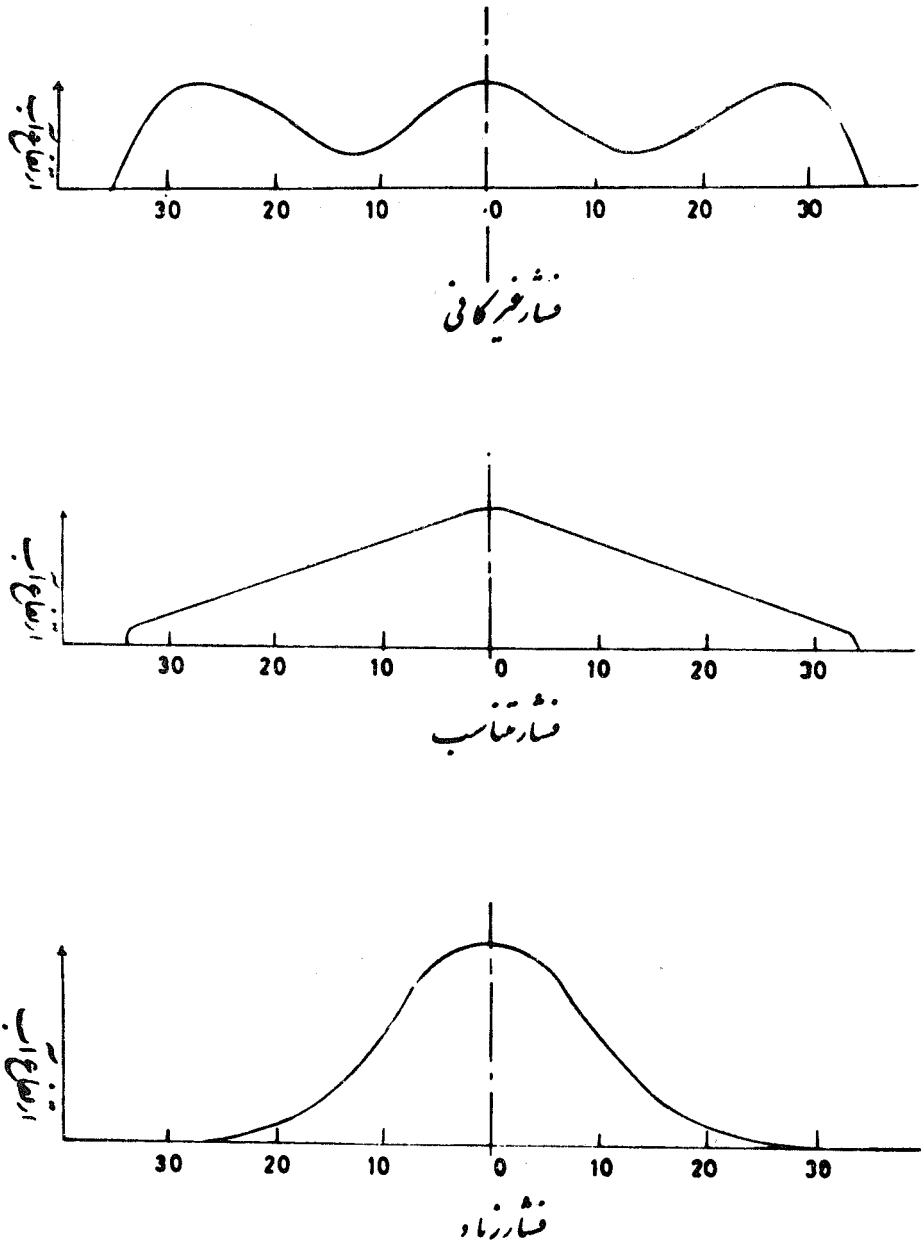
همانطور که در فصل اول گفته شد یکی از مزایای آبیاری بارانی یکنواختی پخش آب در مزرعه میباشد . یکنواختی پخش آب بستگی به چند عامل دارد که چنانچه بآنها توجه نشود ممکن است نتیجه مطلوب عاید نگردد بخصوص در مزارعی که در معرض وزش باد نیز قرار گرفته باشند . این عوامل عبارتند از :

۱ــ فرم پخش آب بوسیله آبپاشها

طبق آزمایشاتی که از طرف دانشگاه DAVIS آمریکا بعمل آمده آبپاشهای گردان چنانچه در معرض وزش باد نباشد (سرعت باد صفر باشد) تحت فشارهای مختلف آب را مطابق شکل (۱۳) پخش مینمایند .

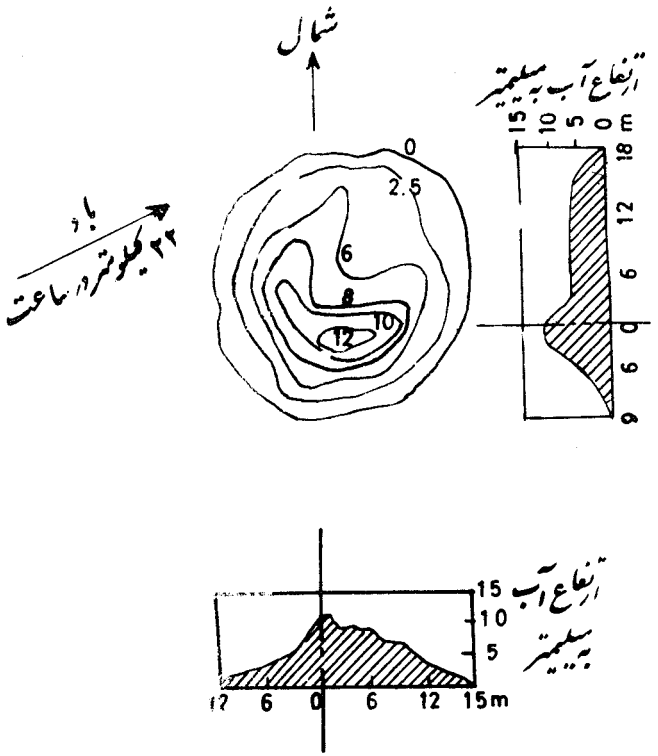
بطوریکه این شکل نشان میدهد چنانچه فشار وارده بر آبپاش متناسب و در حـــد معینی باشد نمودار بارندگی بصورت یک مثلث متساوی‌الساقین بوده و کاهش بارندگی از محل آبپاش (مرکز دایره) به طرف محیط تدریجی و منظم میباشد ولی چنانچه فشارکم شود منطقه‌ای که بین مرکز و محیط دایره واقع شده کمتر از آب استفاده مینماید و این از آن جهت است ذرات آبیکه در این حالت بطرف محیط پرتاپ میشوند به صورت قطرات درشت میباشند . در حالت فشار زیاد ذرات آب بطور کلی بسیار ریز بوده و آب بیش از دو حالت دیگر در مرکز دایره و اطراف آبپاش جمع میشود .

وزش باد نیز یکی از عوامل مهم عدم یکنواختی پخش آب میباشدزیرا باعث میشود که قسمتی از آب (زیادتر از حد معمول) درپای آبپاشها و قسمتی نیز در جهت وزش باد آنطرف تر پاشیده شود .



شکل (۱۳) فرم پخش آب

شکل (۱۴) اثر وزش باد را بخوبی نشان میدهد .

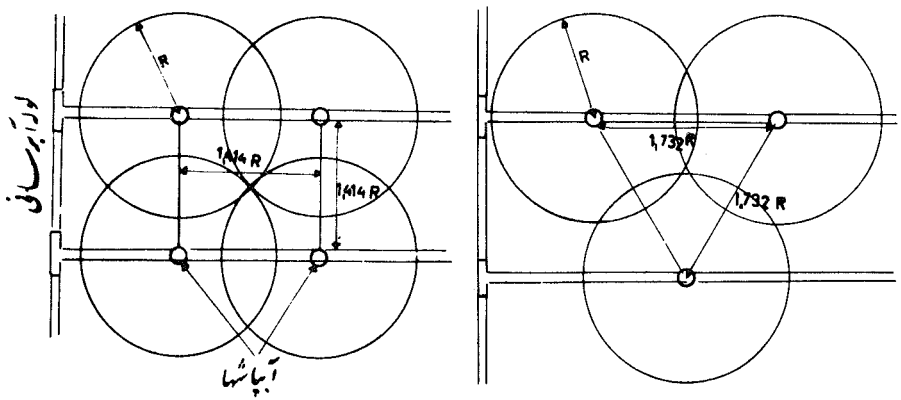


شکل (۱۴) نمایش اثر باد در پخش آب

۲ــ فاصله و طرز قرار گرفتن آبپاشها نسبت بیکدیگر

آرایش آبپاشها روی زمین ممکن است مربع ــ مربع مستطیل یا مثلث باشد .

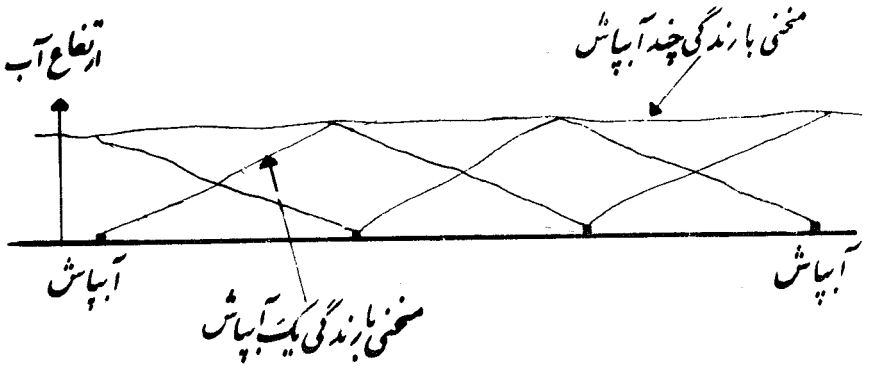
ظاهرا" بطوریکه در شکل (۱۵) نشان داده شده برای اینکه آب بتمام نقاط مزرعه برسد در آرایش مربع حداقل فاصله دو آبپاش از یکدیگر بایستی معادل R ۱/۴۱۴ (R عبارتست از برد آبپاش یا شعاع آبپاشی) و در آرایش مثلثی حد اقل این فاصله معادل R ۱/۷۳۲ باشد (در سیستم مربع مستطیل این مقدار متفاوت بوده و بستگی به نسبت طول و عرض آن دارد) .



آرایش مثلث　　شکل (۱۵)　　آرایش مربع

ولی همانطور که در بالا گفته شد چون نمودار پخش آب در اکثر آبپاشها تقریبا" بصورت مثلث متساوی‌الساقین میباشد بنابراین برای اینکه در تمام سطح مزرعه به یک میزان آب پاشیده شود یعنی ارتفاع بارندگی در نقاط مختلف مزرعه یکسان باشد طرز قرار گرفتن آبپاشها بایستی حتی‌الامکان مطابق شکل (۱۶) باشد (معمولا" کارخانجات سازنده‌فاصله مفید بین آبپاشها را در کاتالوگهای خود ذکر مینماید) .

اکثرا" در زراعت های متداول فاصله بین آبپاشها ۱۲ الی ۲۴ مترمیباشد . درآرایش مستطیلی معمولا" طول مستطیل عبارت از فاصله بین دو بال و عرض مستطیل عبارت از فاصله بین دو آبپاش مجاور روی بال میباشد .



شکل (۱۶)

در شکل (۱۶) خط افقی فوقانی که تقریبا" موازی سطح زمین میباشد نمودار ارتفاع بارندگی در نقاط مختلف مزرعه میباشد . آرایش مثلثی بعلت اشکالاتی که در موقع جا به جا کردن لوله های جانبی و آبپاشها پیش میآورد و بعلت عدم یکنواختی پخش درحاشیه مزرعه کمتر مورد توجه میباشد .

این نکته را باید کاملا" در نظر داشت که فشاری که به آبپاشها وارد میشود بایستی متناسب و معادل فشاری باشد که کارخانه سازنده برای آن تعیین نموده است یعنی اولا" در محاسبه فشار شبکه آبیاری بایستی دقت کافی نمود و ثانیا" پس از استقرار دستگاه و بکار انداختن آن با فشارسنج میزان فشار وارده به دورترین آبپاش نسبت به پمپ را (منظور محل آبپاشی است که ارتفاع مانومتریک آن بیش از سایر آبپاشها باشد) اندازه گیری و کنترل نمود .

برای اینکه بتوان از آبپاشها مدت بیشتری استفاده نمود و طرز کارآنهارضایتبخش باشد بایستی بآنها رسیدگی و در صورتیکه قطعات لاستیکی آنها معیوب یافاسدشده باشد آنها را عوض نمود . در صورت لزوم طبق دستور کارخانه یا فروشنده درمواقع ضروری آنها را روغن کاری کرد .

پس از اتمام فصل آبیاری آبپاشها را بایستی ازپایه جدانموده وپس ازتمیز واحیانا" روغن کاری در جعبه یا جای محفوظ دیگری نگاهداری نمود .

دستگاههای خودکار آبیاری بارانی

این دستگاهها که استفاده از کارگر را به حد اقل ممکن میرساند صرفا" بخاطر کمبود کارگر در کشورهای پیشرفته بوجودآمده واستفاده ازآن درحال حاضر دراین قبیل کشورها روزافزون است .

در این دستگاهها که با مقیاس نسبتا" بزرگ زمین را آبیاری می‌نماید بجای نیروی کارگر از نیروی فشار آب و نیروی برق یا موتور استفاده میشود .

جزئیات ساخت و نام این دستگاهها بسته به کارخانجات سازنده فرق می کنـــد . ذیلا" اصول کلی ساخت و نحوه کار سه نمونه از این دستگاهها شرح داده میشود :

۱ــ تیفون Typhone : این دستگاه از قسمتهای زیر تشکیــل شده است :

ــ یک آبپاش بزرگ که روی سه پایه مخصوص سوار شده است .

ــ یک قرقره بزرگ که وسیله یک پیستون هیدرولیک میتواند دور محورخود با سرعت قابل تنظیم بچرخد .

ــ یک لوله نرم به طول ۲۴۰ الی ۲۹۵ متر که به کشش و پارگی و ضربه مقاوم باشد بقطر $\frac{1}{2}$ ۳ تا ۴ اینچ (قطر و طول این لوله بستگی به کوچکی و بزرگی دستگاه دارد) .

عکس (۱۵) تیفون

نحوه کار این دستگاه از این قرار است که لوله نرم که از یک طرف به آبپاش و ازطرف دیگربمحل آبگیردستگاه متصل است دراثرفشارآب وچرخش قرقره بدور قرقره پیچیده وضمن‌هدایت آب‌به آبپاش آنراجابجانیزمینماید . کلیه‌دستگاه‌برروی‌یک‌شاسی‌چرخدار سوار بوده که بوسیله یک تراکتور میتوان آنرا جابجا نمود .

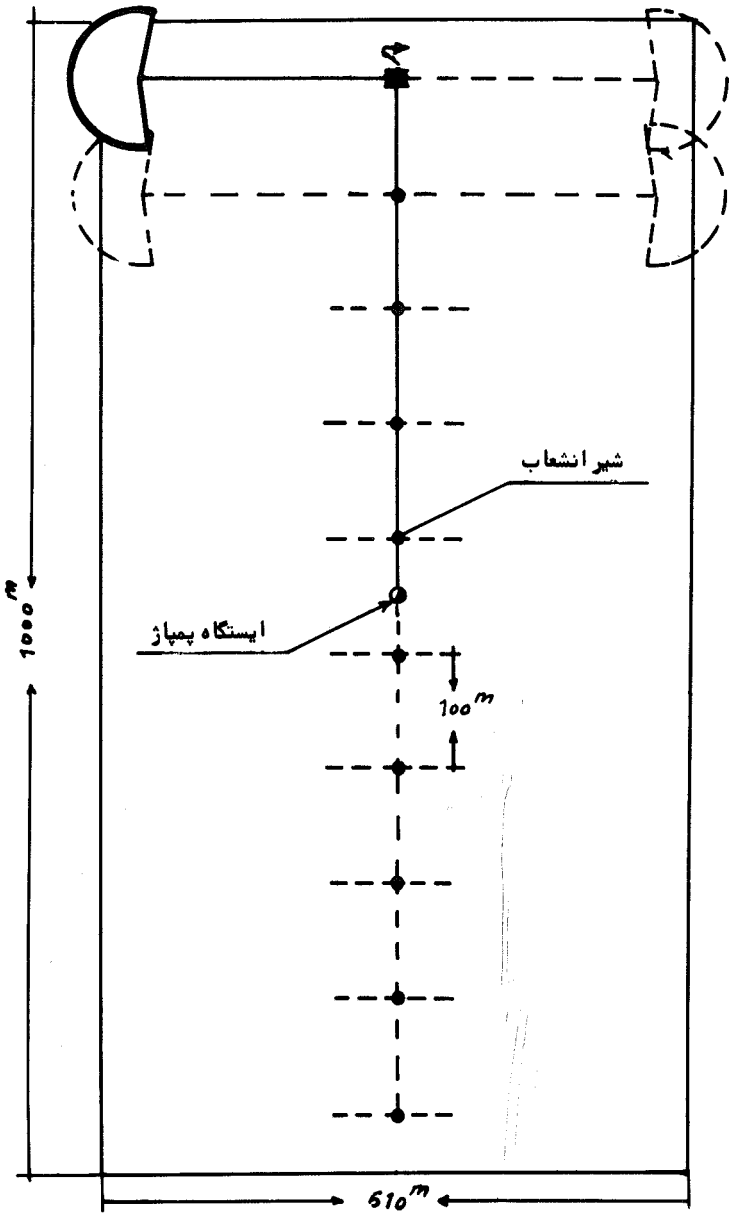
آب تحت فشار وسیله یک دستگاه موتور پمپ از طریق لوله آبرسانی موجود در مزرعه بنقاط معین‌مزرعه که برای آبگیری تیفون مناسب است هدایت میشود .

برای انتقال آب از لوله آبرسانی به تیفون از شیر فلکه های مخصوص که شیر انشعاب نامیده میشود و به فواصل مساوی روی لوله آبرسانی نصب میگردد استفاده میکنند .

برای شروع کار تیفون که معمولا" صبحها میباشد تیفون را به وسیله تراکتور بکنار شیر انشعاب حمل نموده و آبپاش سوار شده روی سه پایه که به لوله نرم متصل است بکنار مزرعه حمل و در محلی که باید آبپاشی شروع شودقرارمیدهند . دراین موقع بااتصال آبگیر تیفون به شیر انشعاب و بازکردن شیرانشعاب آبیاری‌شروع میشودیعنی باجریان یافتن آب تحت فشار درلوله نرم ، آبپاش مشغول کار شده قرقره نیزبوسیله نیروی‌آب بتدریج و بآهستگی چرخیده ولوله نرم را به دورخود جمع نموده و آبپاش را به طرف دستگاه میکشاند . سرعت حرکت آبپاش بنحوی تنظیم میگردد که در مدت ۱۰ تا ۱۱ ساعت آبپاش به کنار دستگاه میرسد و در این موقع کافی است که آبپاش را درانتهای دیگر مزرعه قرار دهند که تا ۱۰ یا ۱۱ ساعت دیگر مجددا" به کنار دستگاه برسد و با این ترتیب در شبانه روز دو نوار را آبیاری نماید .

فاصله بین شیرهای انشعاب روی لوله آبرسانی بسته به نوع تیفون معمولا" بین ۶۶ تا ۱۰۰ متر است .

وچون طول لوله نرم تیفون نیز بین ۲۴۰ تا ۲۹۵ متر میباشد مساحت هر نوارآبیاری که ظرف ۱۰ تا ۱۱ ساعت انجام میشود حداقل ۶۶×۲۴۰ مترمربع وحداکثر ۱۰۰×۲۹۵ متر مربع خواهد بود .



شکل (۱۷) طرح نمونه آبیاری با تیفون

۲ـ بوم Boom : این دستگاه از قسمتهای زیر تشکیل شده است :

ـ یک بازو یا بال بلند آبیاری که روی آن بفواصل معین آبپاشهائی نصب شده است .

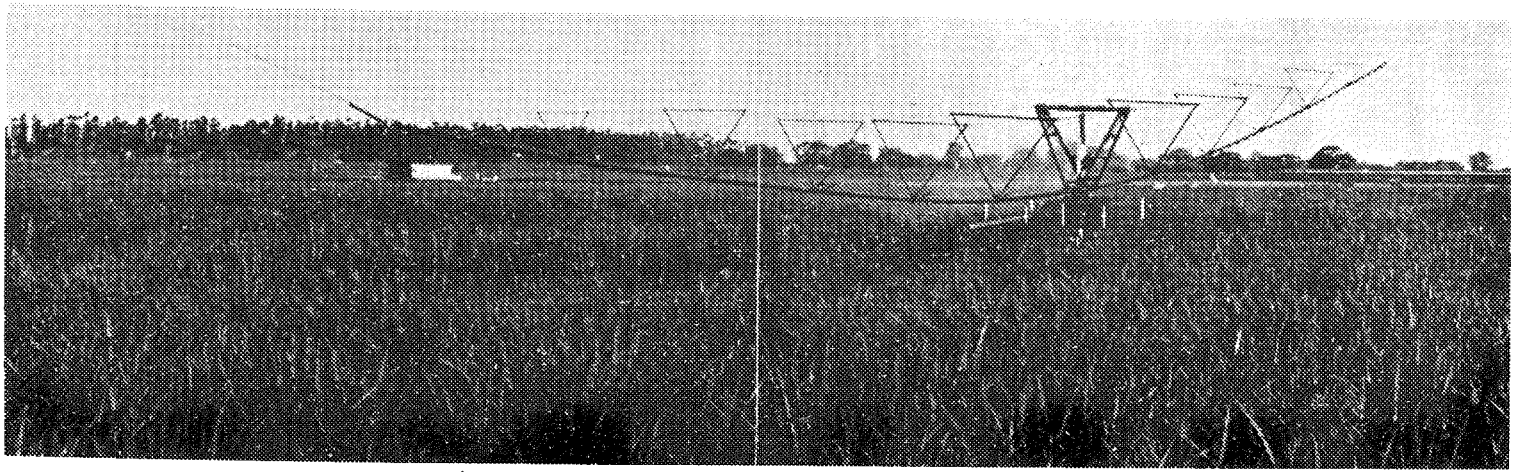
ـ یک بازو یا بال کوتاه آبیاری که در انتها مجهز به یک آبپاش نسبتا" بزرگ است .

ـ یک شاسی چرخدار که تکیه گاه بازوها میباشد .

ـ کابلهای مقاوم که بین دو بازوی مذکور کشیده شده و باعث استقرار آنها میگردد .

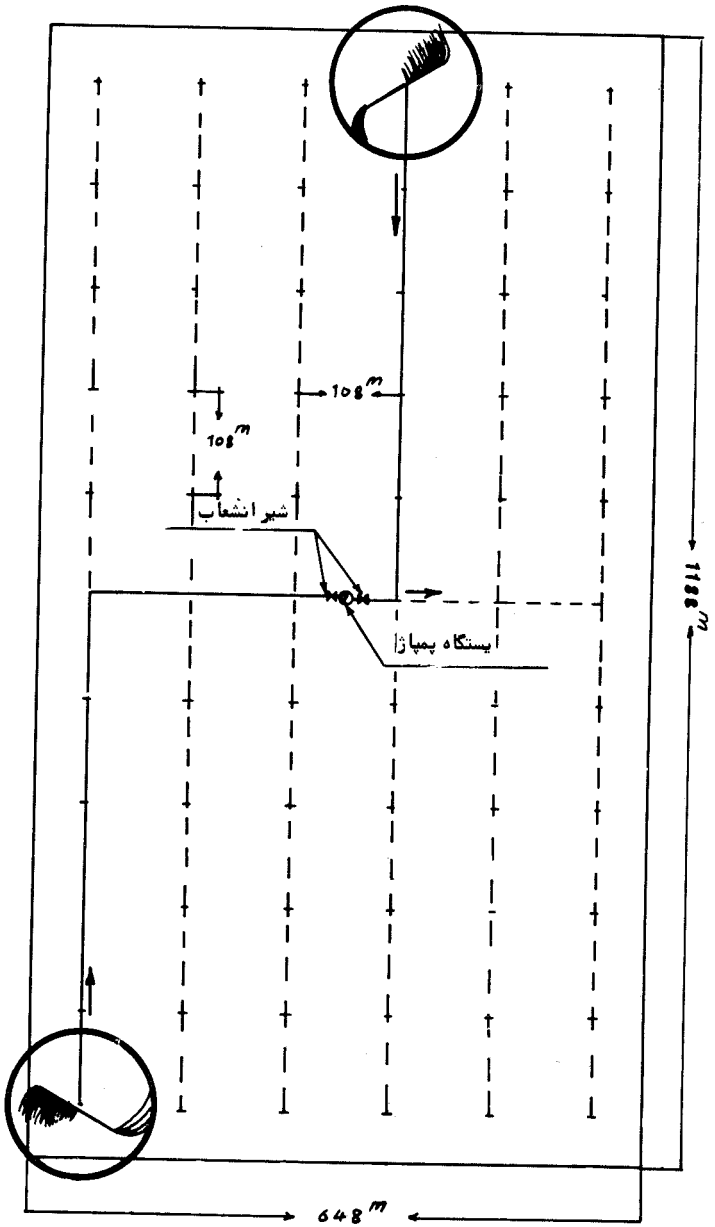
ـ یک موتور که معمولا" بنزینی بوده و دستگاه را در مزرعه جابجا مینماید .

پس از استقرار دستگاه در یک گوشه مزرعه که آبیاری از آنجا باید شروع شود آبگیر دستگاه را که نزدیک شاسی قرار دارد به شیر انشعاب موجود در مزرعه وصل می‌نمایند . فشار آب علاوه بر گرداندن آبپاشها باعث گرداندن بالهای آبیاری بدور محور دستگاه میگردد . پس از مدتی آبپاشی که بسته به نیاز مزرعه بین نیم ساعت تا یک و نیم ساعت می‌باشد جریان آب قطع و دستگاه بوسیله موتور مذکور بنقطه دیگر که فاصله آن با نقطه قبلی بسته بنوع دستگاه بین ۶۰ تا ۱۲۵ متراست منتقل شده و آبگیر آن بشیر انشعاب دوم وصل میشود و این کار تا اتمام آبیاری مزرعه تکرار میگردد با این ترتیب این دستگاه مانند یک آبپاش خیلی بزرگ عمل مینماید که درهرحالت تقریبا" یک ساعته مساحتی بین ۰/۴ تا ۱/۵ هکتار را آبیاری مینماید .



عکس(۱۶) بوم

در اینجا نیز آب تحت فشار وسیله یک دستگاه موتور پمپ از طریق یک لوله اصلی و یک لوله فرعی آبرسانی به شیرهای انشعاب که به فواصل معین در مزرعه قرار گرفته‌اند میرسد و به بوم منتقل میگردد .



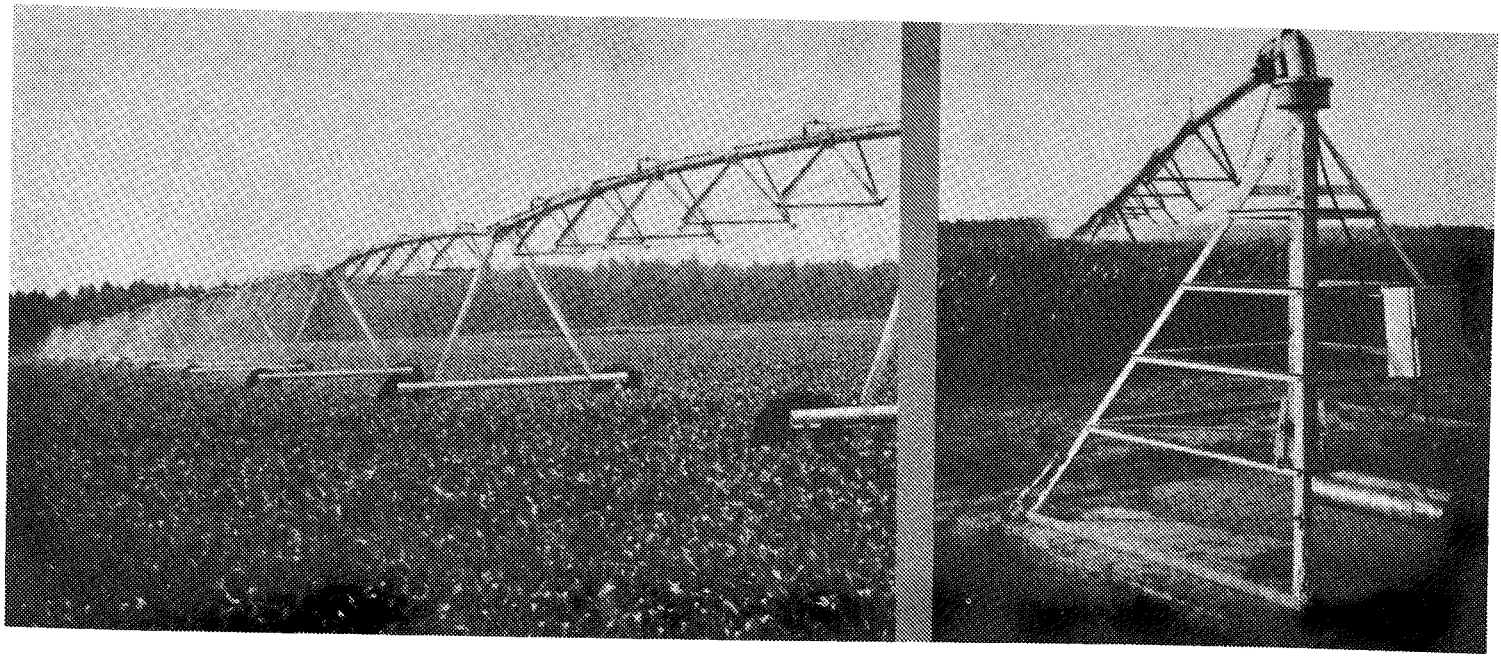
شکل (۱۸) طرح نمونه آبیاری با بوم

۳ـ پیوو Pivot : این دستگاه شامل یکبال طویل آبیاری استکه مانندشعاع یکدایره حول مرکز چرخیده و قطعه زمین بزرگی را بصورت یک دایره آبیاری مینماید .

طول این بال آبیاری ممکن است تا ۸۰۰ متر برسد و با این ترتیب ممکن است با یک بوم قطعه زمین تا ۱۵۰ هکتارراآبیاری نمودآبپاشهابفواصل معین روی این بال آبیاری نصب شدهاندوپایههای چرخداربفواصل ۵۰ متر از زیر این بال آبیاری را در ارتفاعی حدود ۵ متر نگهداشته وبانیروی برق باسرعت قابل تنظیممداوما"بال راحول‌مرکز دایره بحرکت درمیآورد . آب تحت فشارازمدخل این بال متحرک واردآن شده وآب پاشها را بکار میاندازد .

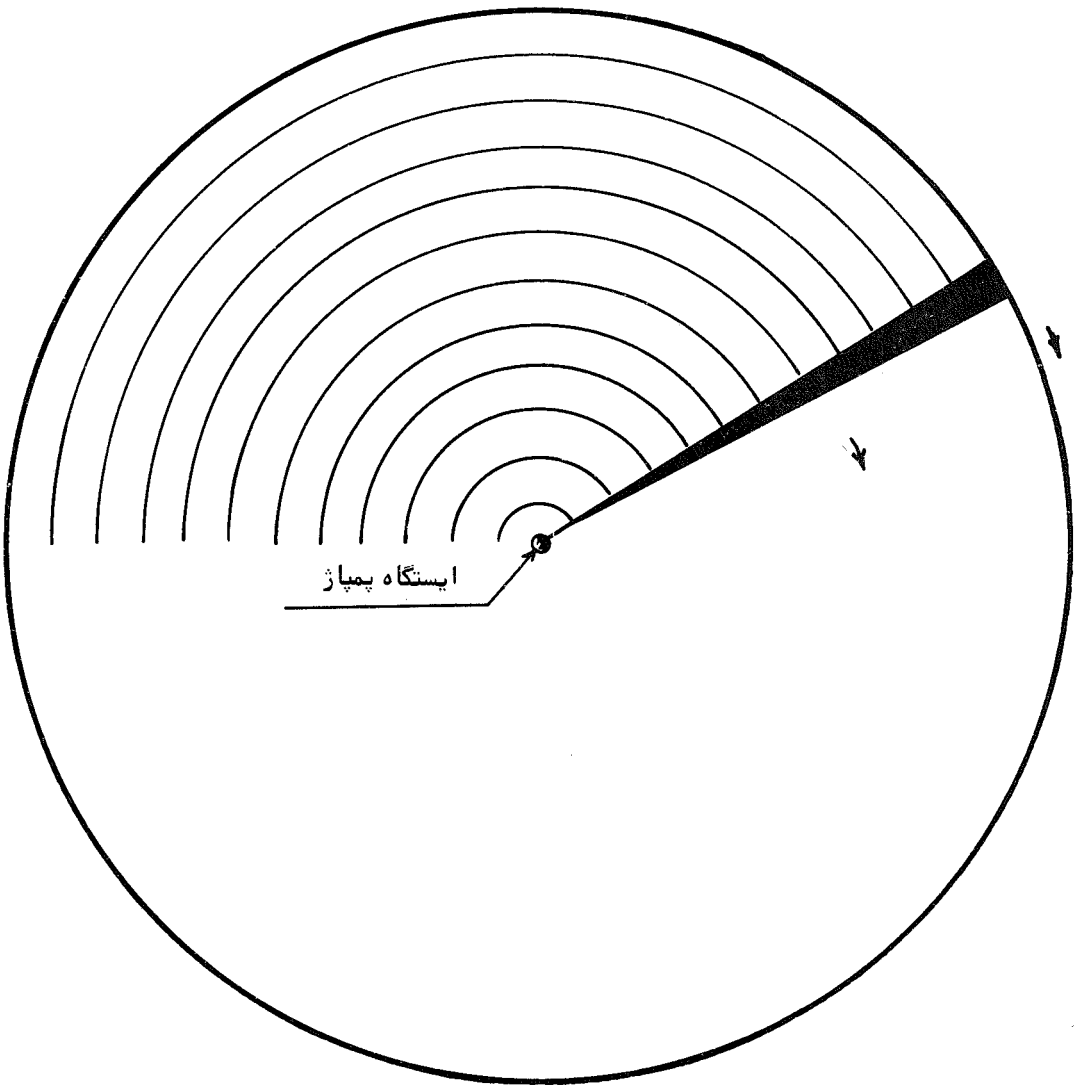
آبپاشها هرچقدر از فاصله دورتری از مرکز دایره قرار گرفته باشند آبدهی بیشتـــری دارند بنحوی که آب بطور یکنواخت در مزرعه پاشیده میشود .

پیوو میتواند هر ۱۲ تا ۲۴ ساعت یکبار بدور خود بچرخد و با این ترتیب آبیاری به صورتی خفیف ولی بطور مداوم انجام میگردد .



عکس(۱۷) پیوو

بطوریکه ملاحظه میشود نیاز به کارگر در آبیاری با این دستگاه به حداقل میرسد .



شکل (۱۹) آبیاری با پیوو

فصل چهارم

طرح و تهیه پروژه آبیاری بارانی

مقدمـــــه

قبل از تهیه پروژه آبیاری بارانی بهتراست دراطراف نوع وسائل مربوطه وانتخاب آن مطالعاتی بعمل آید این مطالعه از دو نظر حائز اهمیت است . اولا" اینکه این وسائل بایستی در شرائط مساوی ارزان تر ، بکار بردن آن آسانتر ، فشار لازم برای بکارانداختن آبپاشها کمتر و با دوام‌تر باشند . ثانیا" چنانچه نوع وسائل قبلا" انتخاب گرددوکاتالوگ مشخصات این وسائل که از طرف کارخانجات یا نمایندگی‌های آنها در اختیار خریداران گذاشته میشود معلوم باشد ، در اینصورت میتوان پروژه لازم را با توجه به مشخصات این وسائل دقیقا" تهیه و آنرا اجراء نمود .

بطور مثال چنانچه جنس لوله‌ها معلوم باشد که از آهن گالوانیزه ـ آلومینویوم یـا پلی اتیلن است ، در اینصورت میتوان افت بار شبکه لوله را متناسب با جنس لوله هـــا محاسبه نمود (چون افت بار در لوله های با جنس مختلف با یکدیگر اختلاف‌دارند) . و یا اینکه اگر مشخصات آبپاشها از لحاظ فشار سرویس ـ میزان بارندگی در ساعت و بـــرد آبپاش در شرایط مختلف در دست باشد مسلما" پروژه‌ای که تهیه میشود دقیق تر واجرای آن نیز آسانتر خواهد بود .

اطلاعات دیگری که برای پروژه آبیاری بارانی مورد نیاز میباشد عبارتند از :

۱ــ وضع زمین

۲ــ نوع گیاه

۳ــ شرایط خاک

۴ــ وضع آب و موقعیت آن

۵ــ احتیاج گیاه بآب

۶ــ وزش باد

۷ــ نوع انرژی

که برای هر مورد ذیلا" توضیحات کافی داده میشود .

۱ــ وضع زمین

نقشه زمین با مقیاس، که محل برداشت آب روی آن دقیقا"تعیین شده باشدضروری است . اگر زمین خیابان بندی شده و ساختمانی در آن موجود باشد باید روی نقشه‌نشان داده شود . همچنین چنانچه زمین زیاد ذوعارضه بوده و مثلا" بصورت دره یا تپه باشد عوارض زمین بایستی بوسیله خطوط میزان منحنی روی نقشه مشخص باشد . ولی اگر زمین مسطح باشد کافی است که درصد شیب آن معلوم باشد .

اختلاف ارتفاع بین سطح آب و بلندترین نقطه زمین باید تعیین شودتادرمحاسبه ارتفاع مانومتریک پمپ منظور گردد .

۲ــ نوع گیـــاه

دانستن نوع گیاه از چند نظر ضروری است :

اولا" از نظر انتخاب پایه آبپاش، چون هرچه ارتفاع گیاه زیادتر باشد بایدپایه‌بلندتری را در نظر گرفت مثلا" برای ذرت که ارتفاع آن ممکن است به چهار متر برسد بایستی به تدریج که گیاه رشد میکند بارتفاع پایه آبپاش افزوده شود تا بارتفاع چهار متری برسد .

ثانیا" انتخاب نوع آبپاش، زیرا اگر منظور آبیاری درختان بلند میوه باشد بهتر است آنها را بوسیله آبپاشهائی آبیاری نمود که آبرا از زیر شاخ و برگ بپاشند .

ثالثا" برای برآورد مقدار آب مورد احتیاج گیاه درماه که بسیارحائزاهمیت‌میباشد .

۳ـ شرایط خاک

اطلاع از قابلیت نفوذ یا سرعت آبگذاری Perméabilité خاک‌ضروری است یعنی باید دانست که خاک مزرعه در واحد زمان مثلا" دریک ساعت تا چند میلیمترآب را از خود عبور میدهد زیرا آبیکه روی مزرعه پاشیده میشود باید کمتر از این حد باشد اگر میزان آب از این حد تجاوز نماید آب روی زمین جاری شده باعث شسته شدن سطح خاک که حاصلخیزتر از سایر طبقات خاک است می‌شود و اگر زمین تازه بذرکاری شده و گیاه در مراحل اولیه رشد باشد صدمه جاری شدن آب بمراتب بیش از این خواهد بود .

هرچه شیب زمین زیادترباشدآبیکه روی آن پاشیده میشودکمتر فرصت نفوذ درخاک را داشته و زودتر روی زمین جاری میشود لذا این موضوع را نیز باید در تعیین قابلیت نفوذ خاک در نظر گرفت . بدیهی است برای یکنفر کشاورزعادی تعیین قابلیت نفوذخاک بدون مراجعه بآزمایشگاه خاک میسر نیست لذا ذیلا" جدولی ارائه میشود (جدول‌شماره ۱۲) که کشاورز با دانستن شنی و رسی بودن خاک مزرعه خود یا لااقل سبک یا سنگین یا متوسط بودن آن و چگونگی تقریبی زمین میتواند دراین موردبه پروژه دهنده برای تعیین

تقریبی شدت آبپاشی بنحویکه از قابلیت نفوذ خاک تجاوز نکند کمک نماید .

تعیین این ارقام تا حدی به پوشیده بودن سطح خاک از گیاه یا عاری بودن آن از گیاه (اراضی که تازه کاشته‌اند) بستگی خواهد داشت .

دراینجا باید یادآوری نمود که آبپاشهائی که برای آبیاری معمولی زراعت ها مورد استعمال دارند ، میزان بارندگی آنها در ساعت بیش از ۱۲ میلیمتر نبوده و بطوریکه در جدول مذکور ملاحظه میشود این مقدار برای بیشتر خاکها مناسب میباشد .

۴ ــ وضع آب و موقعیت آن

همانطور که گفته شد محل برداشت آب باید روی نقشه مشخص باشد همچنین باید معلوم گردد که آب از چه طریق (چاه عمیق ــ نیمه عمیق ــ استخر ــ نهر ــ رودخانه و غیره) تأمین میگردد . اگر از آب نهر یا رودخانه استفاده میشود باید مسیر آن روی‌نقشه کشیده شود . در مواردیکه عمق چاه زیاد نباشد بهتر است آبرا مستقیما" از چاه به داخل شبکه لوله کشی پمپاژ نمود و در مورد چاههای عمیق بهتر است با بررسی قیمت وسائل ، هزینه پمپاژ مستقیم را با هزینه پمپاژ دوگانه (یک پمپاژ از چاه تا سطح زمین ویک پمپاژ از سطح زمین بداخل شبکه لوله) مقایسه نمود و هرکدام بصرفه و صلاح مفرونتر است به موقع اجراء گذارد .

بدیهی است در هر مورد مقدارآب بایدطوری باشد که درگرمترین موقع سال‌تکافوی آبیاری را بنماید .

جدول شماره (۱۲) حداکثرمیزان آبیاری مجازبرحسب میلیمتردرساعت برای انواع خاکها

نوع خاک	شیب تا ۵%		شیب ۶ تا ۸%		شیب ۶ تا ۱۲%		شیب بیش از ۱۲%	
	پوشیده‌از گیاه	لخت	پوشیده‌از گیاه	لخت	پوشیده‌از گیاه	لخت	پوشیده‌از گیاه	لخت
شنی عمیق تا عمق ۱/۸ متر	۵۰	۵۰	۵۰	۴۰	۴۰	۲۵	۲۵	۱۲/۵
سطح الارضی‌شنی وتحت الارضی متراکم	۴۵	۴۰	۳۰	۲۵	۲۵	۲۰	۲۰	۱۰
شنی لیمونی عمیق تا ۱/۸ متر	۴۵	۲۵	۳۰	۲۰	۲۵	۱۵	۲۰	۱۰
سطح الارضی‌شنی‌لیمونی‌تحت‌الارضی‌متراکم	۳۰	۲۰	۲۵	۱۲/۵	۲۰	۱۰	۱۳/۵	۱۰
شنی رسی عمیق تا ۱/۸ متر	۲۵	۱۲/۵	۲۰	۱۰	۱۵	۷/۵	۱۰	۵
سطح‌الارضی‌شنی‌رسی‌تحت‌الارضی‌متراکم	۱۵	۸	۱۲/۵	۶	۱۰	۴	۷/۵	۲/۵
رسی	۵	۴	۴	۲/۵	۳	۲	۲/۵	۱/۵

۵ـ احتیاج گیاه به آب

به فصل دوم (برآورد آب مورد نیاز) مراجعه شود .

۶ـ وزش بـاد

چنانچه محل بادخیز باشد بایستی باین نکات توجه نمود :

الف ـ فاصله آبپاشها هرچه کمتر باشد اثر باد کمتر محسوس است .

ب ـ بکاربردن آبپاشهای با فشار نسبتا" کم که برد کمتری دارند نسبت به سایر آبپاشها رجحان دارد . اگر سرعت باد متوسط یا نسبتا" زیاد یعنی از چهار متر درثانیـــه (۱۴/۴ کیلومتر در ساعت) بیشتر باشد بهتر است از آبپاشهائی که برد آنها از ۱۵ متر تجاوز نکند استفاده نمود ولی اگر سرعت باد از ۲/۵ متر در ثانیه (۹ کیلو متر در ساعت) کمتر باشد میتوان آبپاشهائی که برد آنها از ۳۰ متر هم متجاوز باشد بکار برد .

ج ـ پایه آبپاش را هرچه ممکن است باید کوتاهتر در نظر گرفت

برای اطلاع از طبقه بندی بادها از نظر سرعت و فشار به جدول شماره ۱۳ مراجعه شود .

جدول شماره (۱۳) طبقه‌بندی بادها از نظر سرعت و فشار

نوع باد	فشار باد	سرعت باد	
		متر در ثانیه	کیلومتردرساعت
آرام یا ملایم	۰ — ۰/۲۷	۰ — ۱	۰ — ۳/۶
خفیف	۰/۲۷ — ۲/۸۰	۱ — ۴	۳/۶ — ۱۴/۴
متوسط	۲/۸۰ — ۸/۶۵	۴ — ۸	۱۴/۴ — ۲۸/۸
نسبتا" شدید	۸/۶۵ — ۱۹/۵۰	۸ — ۱۲	۲۸/۸ — ۴۳/۲
شدید	۱۹/۵۰ — ۳۵/۰۰	۱۲ — ۱۶	۴۳/۲ — ۵۷/۶
خیلی شدید	۳۵/۰۰ — ۸۰/۰۰	۱۶ — ۲۵	۵۷/۶ — ۹۰/۰
طوفان	۸۰ به بالا	۲۵ به بالا	۹۰ به بالا

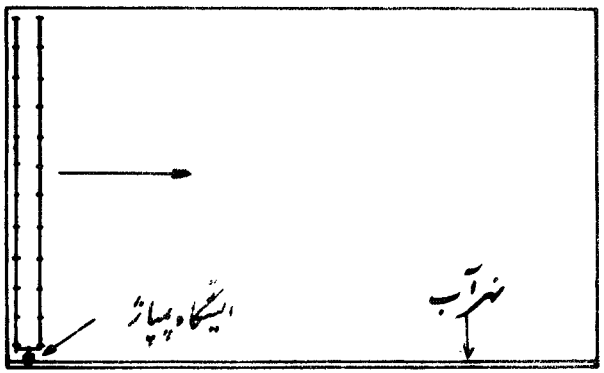
۷ـ نوع انرژی موتور

چون راندمان موتورهای الکتریکی و دیزل یکسان نیستند . بنابراین برای تعیین قدرت موتور بایستی نوع موتور معلوم باشد چنانچه برق ارزان قیمت و دائمی دردسترس باشد استفاده از الکتروپمپ بصلاح و صرفه میباشد .

در مورد موتورهای دیزل باید پیش بینی لازم را نمود که رساندن گازوئیل بطور مرتب به محل عملی و امکان پذیر باشد .

طرح مسیر لوله ها

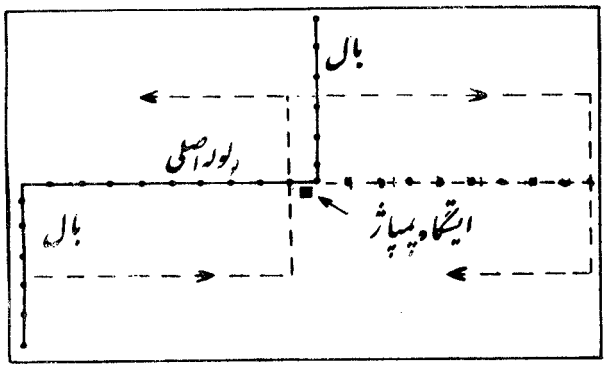
انتخاب مسیر لوله ها بستگی بموقعیت محل برداشت آب ــ عوارض زمین ــ وسعت و شکل مزرعه دارد . بطور مثال اگر وسعت مزرعه نسبتا" کم باشد و آب بصورت رودخانه یا نهر از کنار یا داخل مزرعه بگذرد بدون احتیاج به لوله اصلی میتوان بوسیله موتور پمپ متحرک آبرا مستقیما" وارد بالهای حامل آبپاش نموده و بتدریج مزرعه را آبیاری نمود . (طبق شکل ۲۰)



(شکل ۲۰) آبیاری با موتور پمپ متحرک

اگر زمین ذوعارضه و بصورت دره یاپشته باشد بهتر است مسیر لوله اصلی رادرخط القعر یا روی خط‌الرأس زمین و مسیر بالها را حتی الامکان روی خطوط میزان منحنی در نظر گرفت .

بطور کلی محل برداشت آب در انتخاب مسیر لوله ها و حتی کم و زیاد کردن طول لوله اصلی خیلی مؤثر است ، مثلا" چنانچه منبع آب بصورت چاه در وسط مزرعه باشد برای صرفه‌جوئی در خرید لوله میتوان فقط برای نیمی از طول مزرعه لوله اصلی متحرک در نظر گرفته و بتدریج که بالهای آبیاری جابجا میشوندقسمتی از لوله اصلی رانیزجابجا نمود تا بتدریج تمام مزرعه آبیاری شود (طبق شکل ۲۱)



شکل (۲۱) سیستم متحرک

ولی چنانچه منبع آب در کنار مزرعه باشد ناچار از بکار بردن لوله اصلی برای تمام طول مزرعه میباشیم (شکل شماره ۲۴) .

طول بالها را نباید زیاد در نظر گرفت زیرا از یکطرف باعث عدم یک نواختی کار آبپاشها میگردد و از طرف دیگر هرچه طول بالها زیادتر باشد به همان نسبت نیزبایستی قطر آنها زیادتر نمود و این امر باعث سنگینی لولهها شده جابجا نمودن آنها را مشکل مینماید . بهتر است سعی شود طول بالها از ۲۵۰ الی ۳۰۰ متر تجاوز ننماید .

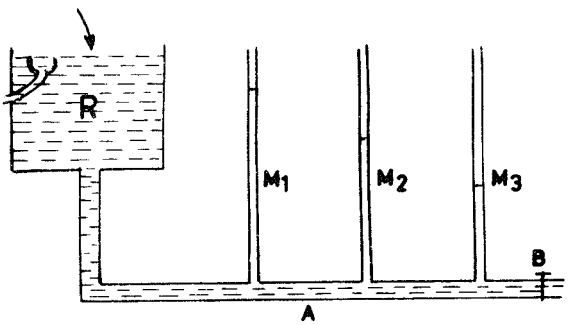
محاسبه و تهیه پروژه

همانطور که گفته شد برای تهیه یک پروژه قطعی که بسهولت قابل اجراء باشد بهتر است قبلا" نوع وسائل و کارخانه سازنده آنرا انتخاب نموده ، سپس براساس مشخصات این وسائل پروژه مربوطه را تهیه نمود . بدیهی است در صورت لزوم میتوان پروژههای تیپ ، بدون توجه بنوع وسائل کارخانه بخصوص نیز تهیه نمود ولی مسلما" این پروژه ها جنبه نهائی و قطعی ندارد و در عمل برای اجرا ، بایستی در آنها تغییراتی داده شودتا منطبق با نوع وسائل گردد که بایستی بکار برد .

چون یکی از عوامل مهم محاسبه شبکه لوله و تعیین فشار پمپ محاسبه افت بار در لوله ها میباشد لذا برای یادآوری یا آشنائی خوانندگان مختصری در مورد افت بار شرح داده میشود .

آب در موقع عبوراز لولهها دراثراصطکاک با مقاومتی مواجه میشود که باعث نقصان فشار آن میگردد این نقصان فشار را افت بار مینامند .

برای توجیه این مطلب لوله A را (طبق شکل ۲۲) که به مخزن R مربوط بوده و در انتهای آن شیر B قرار دارد در نظر میگیریم و ارتفاع سطح آب را درمخزن R همواره ثابت نگاهمیداریم .



شکل (۲۲) نمایش افت بار در لوله های تحت فشار

لوله A را در فواصل مختلف به چند لوله باریک شیشه‌ای M_1 M_2 M_3 مربوط مینمائیم . هنگامیکه شیر B بسته است آب در مخزن R و لوله های باریک شیشه‌ای همگی در یک سطح قرار دارند ولی اگر شیر B را کمی بازکنیم بمجردخروج آب ازلوله A مشاهده میشود که سطح آب در لوله باریک M_1 پائین تر از سطح آب در مخزن و در لولـه M_2 پائین تر از M_1 و در M_3 پائین تر از M_2 میباشد و هرچه شیر B رابیشتربازکنیم این اختلاف ارتفاع در لوله های باریک زیادتر میشود . این پائین آمدن سطـح آب در لوله‌های باریک شیشه‌ای بعلت وجود افت بار در لوله A هنگام جریان آب میباشد .

افت بار رابطه مستقیم بازبری جدار لوله ــ طول لوله و سرعت جریان آب در لوله داشته و رابطه معکوس با قطر یا سطح مقطع لوله دارد . افت بار را برحسب کیلو گرم بـر سانتیمتر مربع یابرحسب متربیان مینمایند (یک‌کیلوگرم‌برسانتیمترمربع معادل ۱۰متراست.

با شرح مراتب بالا در موقع انتخاب لوله چنانچه لوله‌های باقطرکم انتخاب نمائیم در موقع جریان آب افت بار زیادتری در آن تولید میشود وبرای خنثی کردن آن بایستی نیروی زیادتری را مصرف نمائیم و چنانچه قطر لوله زیاد باشد قیمت لوله نیز زیادترو به خاطر سنگینی آن، جابجا کردن آن نیز مشکل ترمیشود .

از نظر اقتصادی قطر لوله ها را بهتراست طوری انتخاب‌نمودکه افت باردرلوله‌های آبرسانی حداکثر ۲ درصد و در لوله‌های اصلی و فرعی آبیاری بطور متوسط حدود ۲ تا ۵ درصد باشد و در هر صورت نباید از ۸٪ تجاوز نماید یعنی افت بار برای صد متر لولـــه بهیچوجه نباید از ۸ متر زیادتر گردد . در جدول شماره (۱۴) چند قطر متناسب‌لوله‌های آبیاری برای دبی‌های مختلف ذکر شده است .

جدول شماره (۱۴) قطرمتناسب‌برای دبی‌های‌مختلف

دبی برحسب متر مکعب در ساعت	قطر داخلی لوله برحسب میلیمتر
کمتر از ۱۰	۵۰
۱۰ تا ۱۵	۶۰
۱۵ تا ۲۲	۷۰
۲۲ تا ۴۰	۹۰
۴۰ تا ۶۰	۱۰۵
۶۰ تا ۷۵	۱۱۵
۷۵ تا ۱۱۰	۱۳۰
۱۴۰تا ۱۵۰	۱۵۰

درموردلوله‌های آهن گالوانیزه قطرلوله‌های جانبی (بالها) بهتراست از۷۶میلمیتر (سه اینچ) تجاوز ننماید زیرا لوله‌های با قطر زیادتر نسبتا" سنگین بوده و جابجا کردن آنها مشکل میباشد . ولي چنانچه جنس این لوله ها آلومینیوم باشد میتوان قطر بالها را تا ۱۰۰ میلیمتر در نظر گرفت .

برای اینکه پخش آب بوسیله آبپاشهائی که روی هر بال نصب میگردد بطور یکسان انجام گیرد لازمست قطر بالها را طوری انتخاب نمود که مجموع افت بار درهربال از ۲۰٪ فشار سرویس یکی از آبپاشها تجاوز ننماید در غیر اینصورت چون اختلاف فشار در ابتـــدا و انتهای بال ازحدمعینی تجاوزمینمایدپخش آب درطول بال بطوریکنواخت انجام نخواهدشد.

برای محاسبه افت بار در لوله های تحت فشار فرمولهای متعددی تنظیم گردیده که بین آنها از فرمول مانتیک در انگلستان و اسکوبی در سایر نقاط اروپا و ویلیام و هازن‌در آمریکا بیش از سایرین در محاسبات آبیاری بارانی استفاده میشود . گرافیک پیوست (شکل ۲۳) نمودار افت بار در لوله های آلومینیومی میباشدکه براساس فرمول اسکوبی تهیه‌شده است .

در این فرمول که بصورت :

$$J = ۰/۰۰۲۵۸۷ \times Ks \frac{U^{۱/۸۹}}{D^{۱/۰۹}}$$

میباشد J افت بار بر حسب متر و U سرعت جریان آب برحسب متر در ثانیه و D قطر لوله برحسب متر میباشد . Ks عبارتست ازضریب اسکوبی که برای‌لوله‌های آهن‌گالوانیزه ۰/۴۲ و برای آلومینیوم ۰/۴۰ میباشد . برای استفاده از این منحنی‌ها (شکل۲۳)جهت تعیین افت بار درلوله‌های آهن گالوانیزه ، بایستی بارقام حاصله۵٪ اضافه نمود . معمولا" کارخانجات سازنده وسائل آبیاری بارانی افت بار در لوله های ساخت کارخانه خـــودرا برای دبی های مختلف تعیین و در کاتالوگهای مربوطه ذکر مینمایند .

یکی دیگر از مواردیکه درآبیاری بارانی بایدبآن توجه داشت‌مدت آبیاری درشبانه روز میباشد .

مدت آبیاری درشبانه روزبستگی بمیزان احتیاج گیاه بآب ــ جنس خاک ،نوع‌وسائل

مساحت زمین و غیره دارد و نمیتوان قاعده معینی برای آن در نظر گرفت . اگر احتیاج گیاه بآب زیاد باشد میتوان روزانه دو نوبت و هر نوبت حداکثر تا ۱۱ ساعت مزرعه را آبیاری نمود و دو ساعت دیگر را صرف جابجا کردن بالها کرد و بالعکس چنانچه احتیاج گیاه بآب در هر نوبت نسبتا" کم باشد در صورت لزوم چنانچه شرایط اجازه دهد میتوان هرنوبت آبیاری رابه۷ ساعت تقلیل داده ودرشبانه روز سه نوبت آبیاری نمود رویهمرفته میتوان گفت روزانه ۲۰ ساعت آبیاری در شبانه روزیعنی ۱۰ ساعت در روز و ۱۰ ساعت‌در شب برنامه مناسبی است .

برای اینکه بهتر بتوانیم چگونگی محاسبه و تهیه یک پروژه راتشریح نمائیم‌مزرعه‌ای را با مشخصات زیر :

مساحت : ۱۰۳۶۸ متر مربع (۲۸۸×۳۶۰ متر)

اختلاف ارتفاع سطح آب تا بلندترین نقطه زمین : ۴ متر (۲ متر از سطح آب تامحل پمپ و ۲ متر از محل پمپ تا بلندترین نقطه زمین)

قابلیت نفوذ خاک : متوسط

نـــــوع محصول : پنبـــه

احتیاج ماهانه گیاه بآب : ۲۰۰ میلیمتر (۲۰۰۰ متر مکعب در هکتار)

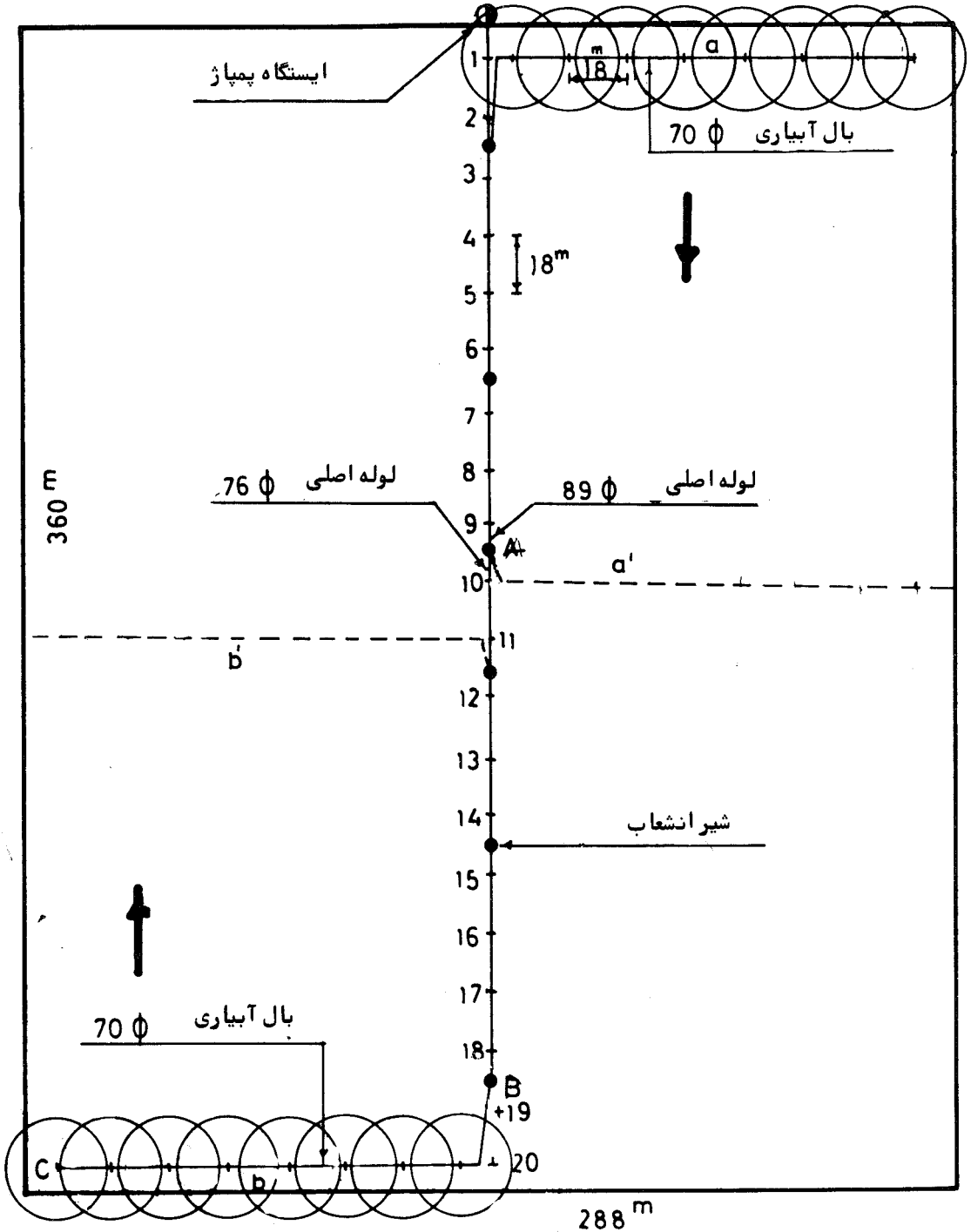
فاصله آبیاری ۱۰ روز (۳ مرتبه در ماه)

ارتفاع آب برای هر نوبت آبیاری : میلیمتر ۶۶/۶ = ۳ : ۲۰۰

طبق شکل (۲۴) در نظر بگیریم و فرض میکنیم که زارع میتواند ماهانه ۳۰ روز وروزانه‌در حدود ۲۰ ساعت (در دو نوبت و هر نوبت حدود ۱۰ ساعت) آبیاری نماید .

همچنین فرض میکنیم‌که جدول‌شماره (۱۵) وگرافیک (شکل۲۳) بترتیب مربوط بمشخصات آبپاش و افت بار در لوله های ساخت کارخانه‌ای باشدکه پس ازتحقیق انتخاب‌شده است.

برای تهیه پروژه آبیاری این زمین کارهای ذیل بایستی انجام شود .



شکل ۲۴ــ طرح نمونه نیم متحرک آبیاری بارانی

جدول شماره (۱۵) مشخصات آبپاش 40ETNT ساخت کارخانه Rain Bird آمریکا

زاویه آبپاش	قطر دهانه به میلیمتر و اینچ: اصلی	قطر دهانه به میلیمتر و اینچ: فرعی	فشار سرویس کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	شعاع آبپاشی متر	دبی مترمکعب در ساعت	میزان بارندگی بمیلیمتر در ساعت: ۱۸×۱۸ متر	میزان بارندگی بمیلیمتر در ساعت: ۱۸×۲۴ متر	میزان بارندگی بمیلیمتر در ساعت: ۲۴×۲۴ متر
۷	۳/۹۶	۲/۳۸	۳	۱۵/۱	۱/۴۳	۳/۴۱		
درجه	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{32}$	۳/۵	۱۵/۴	۱/۵۵	۴/۷۸	×۳/۵۹	
			۴	۱۵/۵	۱/۶۶	۵/۱۲	×۳/۸	
۷	۴/۳۶	۲/۳۸	۳	۱۵/۷	۱/۶۵	۵/۱۰	×۳/۸۲	
درجه	$\frac{11}{64}$	$\frac{3}{32}$	۳/۵	۱۶/۰	۱/۷۸	۵/۵۲	×۴/۱۲	
			۴	۱۶/۲	۱/۹۰	۵/۸۶	×۴/۴۰	
۲۰	۴/۳۶	۳/۱۷	۳	۱۵/۷	۱/۹۲	۵/۹۳	×۴/۴۵	
درجه	$\frac{11}{64}$	$\frac{1}{8}$	۳/۵	۱۶/۰	۲/۰۹	۶/۴۶	×۴/۸۴	
			۴	۱۶/۲	۲/۲۳	۶/۸۹	×۵/۱۶	
۲۰	۴/۷۶	۳/۱۷	۳	۱۶/۰	۲/۲۳	۶/۸۹	×۵/۱۶	
درجه	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	۳/۵	۱۶/۳	۲/۴۰	۷/۳۸	۵/۵۶	×۴/۴۴
			۴	۱۶/۵	۲/۵۶	۷/۹۰	۵/۹۳	×۴/۶۸
۲۰	۵/۱۶	۳/۱۷	۳	۱۶/۹	۲/۶۷	۸/۳۰	۶/۱۸	×۴/۶۳
درجه	$\frac{13}{64}$	$\frac{1}{8}$	۳/۵	۱۷/۲	۲/۸۸	۸/۸۹	۶/۶۶	×۵/۰۰
			۴	۱۷/۵	۳/۰۰	۹/۲۵	۶/۹۴	×۵/۲۰

جدول شماره (۱۵) مشخصات آبپاش 40ETNT ساخت کارخانه Rain Bird آمریکا

زاویه آبپاش	قطر دهانه به میلیمتر و اینچ		فشار سرویس کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	شعاع آبپاشی متر	دبی مترمکعب در ساعت	میزان بارندگی بمیلیمتر در ساعت		
	اصلی	فرعی				۱۸×۱۸ متر	۱۸×۲۴ متر	۲۴×۲۴ متر
۲۰	۵/۵۵	۳/۱۷	۳	۱۷/۸	۳/۰۱	۹/۲۸	۶/۹۶	×۵/۲۲
درجه	$\frac{۷}{۳۲}$	$\frac{۱}{۸}$	۳/۵	۱۸/۲	۳/۲۰	۹/۸۸	۷/۴۰	×۵/۵۵
			۴	۱۸/۵۵	۳/۳۵	۱۰/۳۳	۷/۷۷	۵/۸۱
۲۰	۶/۳۵	۳/۱۷	۳	۱۸/۸	۳/۶۷	۱۱/۳۲	۸/۴۹	۶/۳۷
درجه	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۱}{۸}$	۳/۵	۱۹/۳	۳/۹۲	۱۲/۱۰	۹/۰۷	۶/۸۰
			۴	۱۹/۷	۴/۱۴	۱۲/۷۷	۹/۵۸	۷/۱۸
۲۰	۷/۱۴	۳/۱۷	۳	۱۹/۳	۴/۴۲	۱۳/۶۴	۱۰/۲۳	۷/۶۷
درجه	$\frac{۹}{۳۲}$	$\frac{۱}{۸}$	۳/۵	۲۰/۳	۴/۷۱	۱۴/۵۸	۱۰/۹۰	۸/۱۷
			۴	۲۰/۹	۵/۰۰	۱۵/۴۳	۱۱/۵۷	۸/۶۸

منظور از علامت × اینست که کاربرد آنها توصیه نمیشود .

۱ــ تعیین نوع آبپاش

در جدول مشخصات آبپاش درردیفهای۳ مشاهده میشودکه وقتی دهانههای آبپاش بترتیب ۴/۳۶ و ۳/۱۷ میلیمتر باشد بافشار ۳/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع وبرایفاصله بین دوآبپاش ۱۸×۱۸ متر شعاع آبپاش یعنی برد آبپاش ۱۶ متر و میزان بارندگـــیآن ۶/۴۶ میلیمتر در ساعت میباشد وچون درهرحالت آبیاری ماحتیاج به۶۶/۶ = ۳ : ۲۰۰ میلیمتر آب داریم لذا بخوبی روشن میشود که چنانچه این آبپاش $\frac{۱}{۳}$ ۱۰ ساعت کار کند میتوان این مقدار آب را تأمین نمود و چون گفته بودیم که زارع میتواندروزانه درحدود ۲۰ ساعت (هرنوبت حدود ۱۰ ساعت) آبیاری نمایدبنابراین میتوان این آبپاش رابرای اجراء طرح انتخاب نمود مشروط بر اینکه دستگاه در شبانه روز $\frac{۲}{۳}$ ۲۰ ساعت (دردوحالت $\frac{۱}{۳}$ ۱۰ ساعت) مشغول کار باشد .

یادآوری میشود که برای آبیاری درختان نسبتا" بزرگ آبپاشهائی با زاویه ۵ ــ ۱۰ درجه ساخته شده که مخصوص آبیاری از زیر شاخ و برگ میباشد .

۲ ــ تعیین تعداد آبپاشها

برای تعیین تعداد آبپاشها بایستی دبی آب مورد نیاز را تعیین و بر دبی آبپاشی که انتخاب شده تقسیم نمود . بنابراین :

حجم آب مورد احتیاج در ماه (متر مکعب) ۲۰۷۳۶ = ۲۰۰۰×۱۰۳۶۸ هکتار مترمکعب

تعداد ساعات آبیاری در شبانه روز $\frac{۲}{۳}$ ۲۰ = ۲ × $\frac{۱}{۳}$ ۱۰

تعداد ساعات آبیاری در مـــــاه $\frac{۲}{۳}$ ۲۰ ×۳۰ = ۶۲۰

دبی آب (مترمکعب درساعت) ۲۰۷۳۶ : ۶۲۰ = ۳۳/۴۴

(۱) در مواردی مانند جدول پیوست که یک آبپاش با دهانه‌های معین با ۳ مقدارمختلف فشار سرویس میتواند کارکند بهتراست رقم مربوط به ردیف وسط را انتخاب نمود .

و چون دبی آبپاش انتخاب شده با فشار مورد نظر معادل ۳/۰۹ مترمکعب درساعت‌است لذا :

تعداد آبپاشها ۱۶ = ۳/۰۹ : ۳۳/۴۴

۳ ــ فاصله آبپاشها

فاصله آبپاشها بستگی بشعاع آبپاشی آنها (برد آبپاش) ، رطوبت هوا ، وزش باد ، دبی آبپاش و غیره دارد . مسلم است هرچه برد آبپاش زیادتر باشد می‌توان فاصله بین دو آبپاش را زیادتر گرفت ولی چنانچه وزش باد در محل زیاد باشد باید از فاصله‌زیاد بین آبپاشها احتراز نمود . در شرایط متوسط برای زراعت معمولی فاصله بین آبپاشهـــا ۱۸×۱۸ متر فاصله مناسبی است ولی برای درختکاری چنانچه آبیاری از زیر شاخ وبـــرگ درختان انجام شود بهتر است این فاصله به ۱۲×۱۲ متر تقلیل یابد . هر چقدر رطوبت هوا زیادتر و هوا ساکن تر باشد میتوان فاصله بین آبپاشها را زیادتر نمود مثلا" ارقامـــی مانند ۱۸×۲۴ متر و یا ۲۴×۲۴ متر در نظر گرفت . در مواردی که فاصله آبپاشهاازدو طرف با هم مساوی نباشند رقم کوچکتر مربوط به فاصله بین دو آبپاش روی بالها و رقم بزرگ‌تر مربوط به فاصله بالها روی لوله اصلی خواهد بود . درهرحال فاصله بین دوآبپاش راباید طوری گرفت که شعاع آبپاش یعنی بردآبپاشها بهیچوجه از $\frac{۲}{۳}$ فاصله دوآبپاش کمترنباشد

۴ــ دوره آبیاری

چون فاصله بین آبپاشها را ۱۸×۱۸ متر در نظر گرفته‌ایم بنابراین روی هر بال ۸ آبپاش قرار میگیرد و هر بال پس از ۱۰ $\frac{1}{3}$ ساعت آبیاری جابجا شده و ۱۸ متر جلوترقرار میگیرد و با این ترتیب با توجه بشکل، هر بال بایستی ۲۰ مرتبه و هرمرتبه ۱۰ $\frac{1}{3}$ ساعت کار کند تا تمام مزرعه آبیاری گردد. وباتوجه باینکه درشبانه‌روز میتوان دو نوبت آبیاری نمود لذا هر ده شبانه روز یکمرتبه معادل ۶۶/۶ میلیمتر و هر ماه معادل ۲۰۰ میلیمترآب بطور یکنواخت روی مزرعه پاشیده میشود.

۵ــ محاسبه افت بار و ارتفاع مانومتریک

همانطور که در فصل دوم در مورد انتخاب پمپ گفته شد ارتفاع مانومتریک (ارتفاع نظیر فشار) پمپ تشکیل میشود از :

۱ــ اختلاف ارتفاع سطح آب تا بلندترین نقطه زمین

۲ــ ارتفاع پایه آبپاش

۳ــ فشاری که برای خوب کار کردن آبپاشها بایدبآنها اعمال شود (فشارسرویس) برحسب متر

۴ــ افت بار در شبکه لوله (برحسب متر)

در مثال فوق اختلاف ارتفاع سطح آب تابلندترین نقطه زمین ۴ مترفرض شده و ارتفاع پایه آبپاش برای کشت پنبه ۰/۸ مترکافی‌است. فشار سرویس طبق ستون سوم جدول ۳/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع یعنی ۳۵ متر تعیین شده است.

برای محاسبه افت بار در یک شبکه آبیاری کافی است‌که افت باربرای نامناسب‌ترین نقطه شبکه که افت بار در آن نقطه از سایر نقاط زیادتر باشد محاسبه نمود .

در شکل ۲۴ ظاهرا" چنین بنظر میرسد که افت بار در نقطه C از سایر نقاط بیشتر است لذا ضمن محاسبه این حالت ، در حالت دیگری از قرار گرفتن بالها (موقعی که‌بالها در اواسط زمین در موقعیت های a و b قرار میگیرند) نیز افت بار را محاسبه نموده و با حالت قبلی مقایسه میکنیم تا معلوم شود که بزرگترین افت بارشبکه درچه موقعیتی ازقرار گرفتن بالها بوجود میآید تا در محاسبه ارتفاع مانومتریک پمپ وقدرت موتورمنظور گردد.

همانطور که گفته شد معمولا" کارخانجات سازنده لوله درکاتالوگهای خودمیزان افت بار در لوله های مختلف ساخت کارخانه خود را بوسیله منحنی هائی نشان می‌دهند که بوسیله آنها میتوان افت باررابسهولت محاسبه نمود (چنانچه احیانا" منحنی‌های‌مخصوص کارخانه در دست نباشد میتوان از روی گرافیک شکل ۲۳ که آنهم بصورت منحنی ترسیم شده است افت بار را برای لوله‌های آلومینیومی که درآبیاری بارانی‌مصرف نسبتا"بیشتری دارند محاسبه نمود) .

ذکر این نکته در اینجا ضروری است که درمواردی مانند مثال موردبحث برای صرفه جوئی در هزینه تأسیسات میتوان قسمتی از لوله اصلی را با قطری کمتر ازقطرقسمت دیگر در نظر گرفت زیرا بطوریکه در شکل مشاهده میشود وقتی بال بتدریج از نقطه ۱ بنقطه ۱۰ تغییر مکان میدهد بال نیز بتدریج از نقطه ۲۰ به نقطه ۱۱ منتقل خواهد شد . بنا بر این در این موقع آبیکه از محل ایستگاه پمپاژ تا نقطه جریان دارد (قسمت اول لوله اصلی) دبی آن معادل دبی تمام ۱۶ آبپاش یعنی ۳۳/۴۴ متر مکعب در ساعت بوده واز آن ببعد یعنی در قسمت دوم لوله اصلی دبی آب فقط معادل دبی ۸ آبپاش یعنی ۱۶/۷۲ متر مکعب در ساعت خواهد بود .

بنابراین با توجه بگرافیک کارخانه سازنده لوله (شکل ۲۳) میتوان برای قسمت‌اول لوله اصلی که طول آن ۱۶۲ متر است قطری متناسب با ۳۳/۴۴ متر مکعب در ساعت (۸۹ میلیمتر) و برای قسمت دوم آن که نیز بطول ۱۶۲ متر میباشد قطری متناسب با ۱۶/ ۷۲ متر مکعب در ساعت (۷۶ میلیمتر) در نظر گرفت و برای بالها نیز که دبی آب درابتدای آنها همان ۱۶/۷۲ متر مکعب در ساعت بوده و در انتهای بال به۲/۰۹ متر مکعب میرسد لوله‌ای بقطر ۷۰ میلیمتر انتخاب نمود .

افت بار در لوله اصلی را با توجه به قطر لوله و دبی آب از روی منحنی های مربوطه به نسبت طول لوله حساب مینمایند . در بالها چون آب بتدریج ازآبپاشهای‌اولیه بال خارج میشود و دبی آب در طول بال بتدریج کمترمیشودبنابراین افت‌بار درقسمتهای انتهائی بال کمتر از اوایل بال میباشد .

معمولاً" برای محاسبه سریع مقدار تقریبی افت بار در بالها افت باربرای همان‌دبی که وارد بال میشود برای تمام طول بال محاسبه و آنرا بخش بر ۲/۵ مینمایند .

برای روشن شدن مطلب به محاسبه افت بار در مثال فوق میپردازیم :
برای بدست آوردن افت بار از محل پمپاژ تا نقطه C بایستی افت بار را در چهارقسمت زیر محاسبه نمائیم :

از محل پمپ تا نقطه۱ (۹ متر) : دبی آب در این قسمت معادل ۳۳/۴۴ مترمکعب در ساعت قطر لوله ۸۹ میلیمتر بنا براین باتوجه به گرافیک ، افت‌باردراین قسمت‌معادل است با :

$$\frac{۹ \times ۳}{۱۰۰} = ۰/۲۷ \text{ متر}$$

از نقطه ۱ تا نقطه A (۱۵۳ متر): دبی آب در این قسمت معادل ۱۶/۷۲ متر مکعب در ساعت و قطر لوله ۸۹ میلیمتر افت بار خواهد بود:

$$\frac{۱۵۳ \times ۰/۸}{۱۰۰} = ۱/۲۲ \text{ متر}$$

از نقطه A تا نقطه B (۱۶۲ متر): دبی آب ۱۶/۷۲ متر مکعب در ساعت قطر لوله ۷۶ میلیمتر افت بار عبارتست از:

$$\frac{۱۶۲ \times ۱/۷}{۱۰۰} = ۲/۷۵ \text{ متر}$$

از نقطه B تا نقطه C (۱۶۲ متر): دبی آب ۱۶/۷۲ متر مکعب. قطر بال ۷۰ میلیمتر و چون متوسط تقریبی افت بار در بال معادل ۰/۴ افت بار در لوله معمولی است (۲/۵ برابر کمتر) لذا متوسط افت بار عبارتست از:

$$\frac{۶۲ \times ۲/۸ \times ۴}{۱۰۰ \times ۱۰} = ۱/۸۱ \text{ متر}$$

بنابراین جمع افت بار برای نقطه C که دورترین نقطه شبکه میباشد معادل ۶/۰۵ متر میگردد. ضمنا" چون یک شبکه آبیاری علاوه برتعدادی لوله وآبپاش‌دارای ملحقات‌دیگری از قبیل زانو ــ سه راه و غیره نیز میباشد و در این ملحقات هنگام‌جریان آب‌افت بارهای محلی بنام افت بار مخصوص نیز تولید میشود معمولا" برای هر شبکه مجموع این افت بار های مخصوص را معادل ۱۰% افت بار درلوله‌ها در نظر گرفته و درمحاسبه منظورمینمایند. بنابراین مجموع افت بار در شبکه فوق ۶/۵۵ متر (۶/۶۵ = ۰/۶ + ۶/۰۵) خواهد بود.

حال همانطور که گفتیم افت بار برای حالتی دیگر یعنی وقتی‌که بالهادرموقعیتهای

a و b قرار میگیرند محاسبه میکنیم . در این حالت افت بار از ایستگاه پمپاژتانقطه A که بطول ۱۶۲ متر و بقطر ۸۹ میلیمتر است باید برای تمام دبی یعنی ۳۳/۴۴ متر مکعب در ساعت محاسبه نموده و برای قسمتی دیگر از لوله اصلی یعنی از نقطه A تاشیرانشعاب بعدی که طول آن ۳۶ متر و قطر آن ۷۶ میلیمتر است باید افت بار را برای دبی ۱۶/۷۲ متر مکعب در ساعت محاسبه نمود یعنی :

$$\frac{۱۶۲ \times ۳}{۱۰۰} = ۴/۸۶ \quad \text{متر}$$

$$\frac{۳۶ \times ۱/۷}{۱۰۰} = ۰/۶۱ \quad \text{متر}$$

و چنانچه به جمع این دو رقم مقدار افت بار در بال آبیاری را نیز اضافه کرده و معادل ۱۰% مجموع آن نیز بابت افت بارمخصوص(افت باردراتصالات) نیز اضافه شود خواهیم داشت :

۴/۸۶ + ۰/۶۱ + ۱/۸۱ = ۷/۴۸ متر

۷/۴۸ + ۰/۷۵ = ۸/۲۳ متر

حال‌بطوریکه ملاحظه میشود افت بار در چنین حالتی (استقرار بالهادر موقعیتهای 'a و 'b) بمراتب بیش از حالت قبل (a و b) میباشد لذا باید بجای رقم ۶/۵۵ مترکه مربوط به حالت قبل میباشد رقم ۸/۲۳ متر را در محاسبه تعیین ارتفاع مانومتریک‌پمپ و قدرت موتور منظور نمود .

بنابر آنچه که گفته شد ارتفاع مانومتریک دستگاه عبارت خواهد بود از :

اختلاف ارتفاع سطح آب تا بلندترین نقطه زمین	۴	متـــر
بلنـــدی پایه آبپاش	۰/۸۰	متـــر
فشار سرویس	۳۵	متـــر
افت بار	۸/۲۳	متـــر
جمع ارتفاع مانومتریک	۴۸/۰۳	متـــر

یعنی بایدپمپی راانتخاب نمودکه‌دبی آن ۳۳/۴۴ متر مکعب در ساعت و ارتفاع مانومتریک آن ۴۸/۰۳ متر باشد و چون دستگاه پس از مدتی کار رو به فرسودگی نهاده و افت بار در آن زیادتر میگردد لذا در عمل در حدود ۵ تا ۱۰ درصد بارقام محاسبه شده فوق‌افزوده میشود . در مثال بالا بهتر است دبی پمپ را ۳۴ متر مکعب در ساعت وارتفاع‌مانومتریک آنرا ۵۱ متر در نظر گرفت .

این مثال صرفا" از نظر راهنمائی در انجام محاسبات و تهیه یک پروژه بطور نمونه ذکر گردید . بدیهی است درعمل برای هرزمین‌بسته بشکل ــ ابعادــ عوارض زمین ومحل برداشت آب و غیره شبکه مخصوصی باید طرح گردد که متناسب بامشخصات زمین بوده‌و حداکثر استفاده از وسائل بشود .

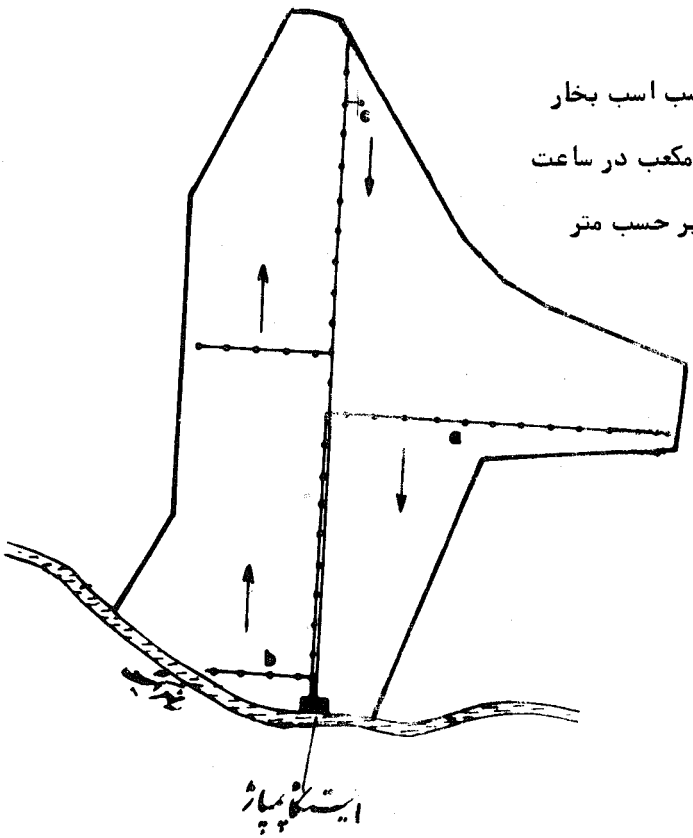
مثلا" در شکل (۲۵) در مورقع جابجا کردن بالها میتوان قسمتی ازلوله وآبپاشهای بال a را حذف و به بالهای b و C اضافه نمود .

ع ـ محاسبه قدرت موتور :

چنانچه استفاده از موتور پمپ ساخت کارخانه معینی مورد نظر باشد و کاتالـــوگ مشخصات آن نیز در دسترس باشد با دانستن دبی و ارتفاع مانومتریک بآسانی میتـوان پمپی را که راندمان آن حداکثر باشد و سپس موتور مناسب آنرابا دورمعین انتخاب نمود والا همانطور که در فصل سوم گفته شد میتوان قدرت موتوررااز روی فرمول زیرمحاسبه‌کرد.

$$P = \frac{Hm \times Q}{۲۷۰ \times r_۱ \times r_۲}$$

شکل (۲۵)



که در آن :

P = قدرت موتور بر حسب اسب بخار

Q = دبی بر حسب متر مکعب در ساعت

Hm = ارتفاع مانومتریک بر حسب متر

$r_۱$ = راندمان پمپ

$r_۲$ = راندمان موتور

میباشد .

همانطور که گفتیم راندمان اکثر پمپهای سانتریفوژکه درآبیاری بارانی مورد استفاده قرار میگیرند بین ۷۰ تا ۸۰% و راندمان موتورهای حرارتی درحدود ۶۰ تا ۶۵% و راندمان اکثر موتورهای الکتریکی ۸۰ تا ۹۰% میباشد . معمولا" در این قبیل موارد برای سهولت محاسبه اگر منظور استفاده از الکترو پمپ باشد $r_1 \times r_2$ را معادل ۰/۶ و اگر منظور استفاده از موتورهای حرارتی باشد $r_1 \times r_2$ را معادل ۰/۵ در نظر میگیرند . بنابر این در مثال فوق برای الکتروپمپ قدرت موتور معادل خواهد بود با :

$$P = \frac{۵۱ \times ۳۴}{۲۷۰ \times ۰/۶} = ۱۰/۶$$ اسب بخار یا ۸/۲ کیلو وات

و برای موتورهای حرارتی قدرت موتور برابر است با :

$$P = \frac{۵۱ \times ۳۴}{۲۷۰ \times ۰/۵} = ۱۲/۷$$ اسب بخار

۷ــ برآورد قیمت

برای محاسبه قیمت یک شبکه آبیاری بارانی بالوازم مربوطه بایستی قبلا" مشخصات کلیه وسائل را معلوم نموده و سپس با دانستن قیمت واحد هریک از این وسائل قیمت کل دستگاه را برآورد نمود . در مورد مثال فوق ذیلا" وسائلی که مورد لزوم میباشد بترتیب از محل برداشت آب تا آبپاشها ذکر نموده وقیمت واحدآنهاراکه ازیکی ازشرکتهای فروشنده این وسائل استعلام گردیده نیز درج مینمائیم (جدول شماره ۱۶) تا برآورد قیمت کل وسائل میسر باشد .

جدول شماره (۱۶) صورت وسائل و برآورد قیمت

نوع وسائـــــــل	تعداد	قیمت واحد	مبلغ بریال
ایستگاه پمپاژ			
موتور دیزل ۱۳ اسب بخار	۱	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰
پمپ سانتریفوژ افقی	۱		
سوپاپ لوله مکش ۸۹ میلیمتری	۱	۴۵۰۰	۴۵۰۰
خرطومی جهت لوله مکش بطول ۳ متر و بقطر ۸۹ میلیمتر (۱)	۱	۵۷۰۰	۵۷۰۰
قطعه مخصوص جهت اتصال لوله مکش بدهانه ورودی پمپ بقطر ۸۹ میلیمتر	۱	۱۷۳۰	۱۷۳۰
شیر فلکه بادهانه ورودی‌مطابق دهانه خروجی پمپ و بادهانه خروجی ۸۹ میلیمتر	۱	۹۵۴۰	۹۵۴۰
زانو بقطر ۸۹ میلیمتر (۲)	۱	۴۱۴۰	۴۱۴۰
لوله خمیده بشکل بقطر ۸۹ میلیمتر (۲)	۱	۵۰۰۰	۵۰۰۰
شبکه لولـــــه			
دریچه یکطرفه بقطر ۸۹ میلیمتر (۳)	۱	۳۵۰۰	۳۵۰۰
لوله بقطر ۸۹ میلیمتر بطول ۹ متر	۱۸	۴۲۰۰	۷۵۶۰۰
گم کننده مقطع ۸۹ به ۷۶ میلیمتر	۱	۲۱۰۰	۲۱۰۰
لوله بقطر ۷۶ میلیمتر بطول ۹ متر	۱۸	۳۶۴۰	۶۵۵۲۰
سه راه با شیر انشعاب ۸۹ـ۷۰ میلیمتر	۳	۴۵۴۰	۱۳۶۲۰
سه راه با شیر انشعاب ۷۶ـ۷۰ میلیمتر	۳	۳۳۹۰	۱۰۱۷۰

بقیه جدول شماره (۱۶)

نوع وسائـــــــل	تعداد	واحد قیمت	مبلغ بریال
لوله بقطر ۷۰ میلیمتر بطول ۶ متر	۵۲	۲۷۰۰	۱۴۰۴۰۰
لوله بقطر ۷۰ میلیمتر بطول ۳ متر	۴	۱۷۰۰	۶۸۰۰
درپوش بقطر ۷۶ میلیمتر	۱	۷۶۰	۷۶۰
درپوش بقطر ۷۰ میلیمتر	۲	۷۰۰	۱۴۰۰
زانو ۹۰ درجه بقطر ۷۰ میلیمتر	۲	۲۲۵۰	۴۵۰۰
کلاهک آبگیر برای اتصال بال بشیرانشعاب	۲	۵۳۰۰	۱۰۶۰۰
آبپاشهـــــا			
آبپاشی با مشخصات ذکر شده	۱۶	۱۴۰۰	۲۲۴۸۰
پایه آبپاش بطول ۸۰ سانتیمتر	۱۶	۵۳۰	۸۴۸۰
حائل آبپاش	۱۶	۶۵۰	۱۰۴۰۰
جمـــــــــع	—	—	۷۵۷۱۶۰

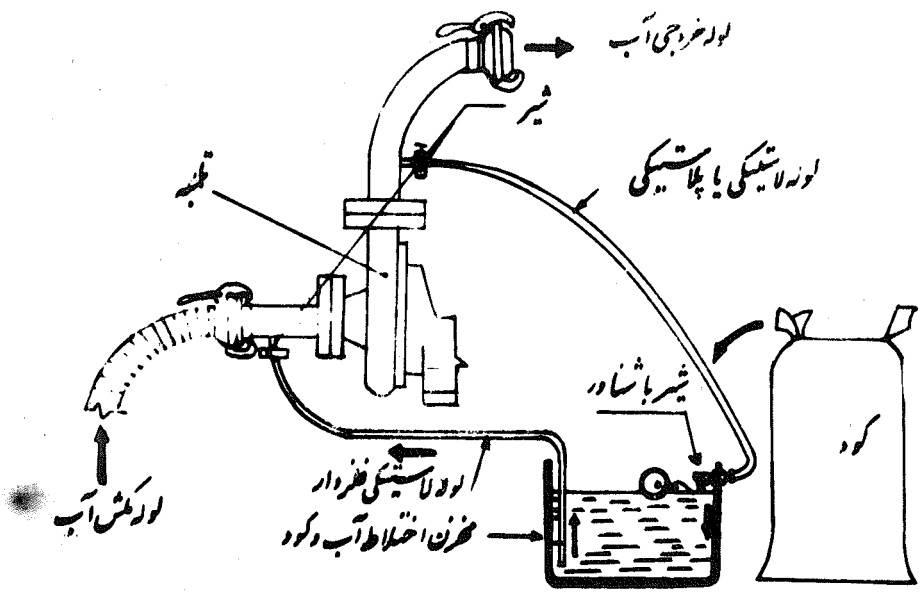
۱ــ برای تشکیل لوله مکش میتوان از خرطومی نیز استفاده نمود .

۲ــ این دو قطعه (زانو ولوله خمیده) برای اتصال پمپ بشبکه [illegible]اری میباشد (شکل۸) .

۳ــ دریچه یکطرفه برای عدم برگشت آب شبکه لوله بداخل پمپ میباشد (هنگام خاموش کردن موتور پمپ) .

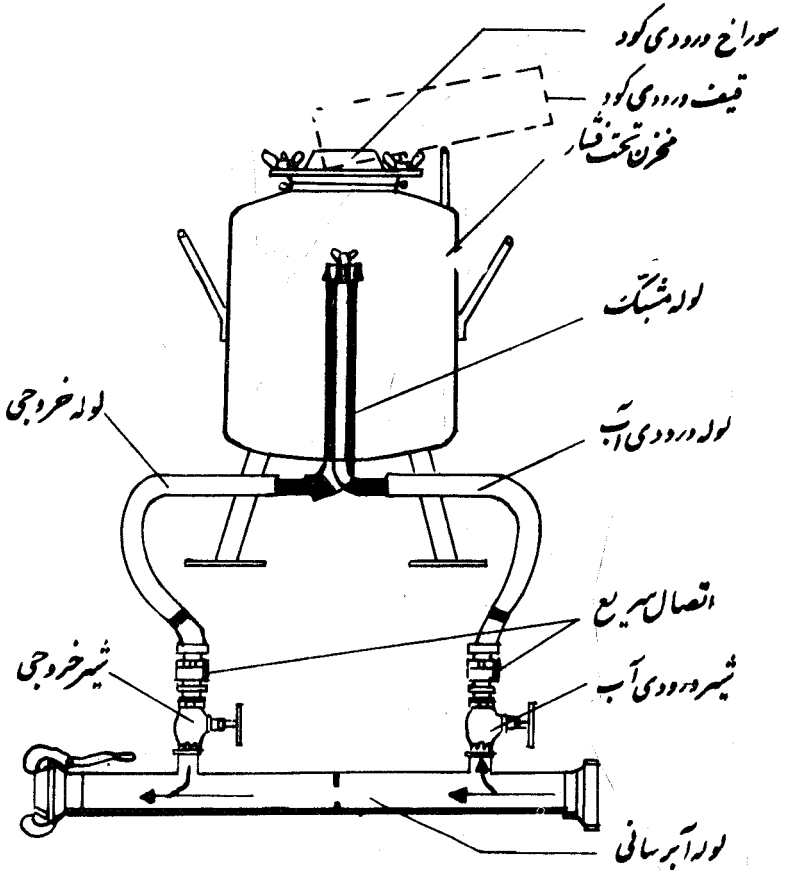
کودپاشی

برای استفاده از وسائل آبیاری بارانی جهت پاشیدن کودهای شیمیائی محلول‌در آب مانند کودهای ازتی و پطاسی ، بایستی کود را بصورت محلول در شبکه لوله واردنمود ساده‌ترین این وسائل عبارتست از نصب یک لوله باریک بلوله خروجی پمپ که آب‌را وارد مخزن کود مینماید و نصب لوله باریک دیگر به لوله مکش پمپ که کود محلول را از مخزن فوق وارد پمپ مینماید .



شکل (۲۶)

بطوریکه در شکل فوق مشاهده میشود کود محلول بایستی ازطریق لوله مکش واردپمپ شده وپس ازعبوراز پمپ از طریق لوله خروجی وارد شبکه لوله شود . معمولا" چنانچه بخواهند عمل کودپاشی را در سال چند دفعه انجام دهند برای اینکه کود محلول به پمپ آسیبی نرساند با وسائل مخصوصی کود را بدون اینکه از پمپ عبور نماید وارد لوله خروجی پمپ مینمایند (شکل۲۷)



شکل (۲۷)

بهتر است برای پاشیدن کود قبلا" مزرعه را کمی آبیاری نموده (بدون‌کود) وسپس کود را وارد شبکه لوله نمایند و پس از پاشیدن کودکافی ، ورود کودرا متوقف نموده‌مجددا" با آب بدون کود گیاه را آبیاری نمایند . برای اینکه پخش کود درمزرعه یکنواخت انجام

گیرد بایستی با دانستن مساحتی که در هر نوبت وسیله بالها آبیاری می‌شود مقدار کـود مورد لزوم این مساحت را حساب نموده وارد شبکه لوله نمود .

مبارزه با یخبندان

همانطور که گفته شد از دستگاه آبیاری بارانی میتوان تا حدی با یخبندان‌های غیر مترقبه مثلا" یخبندان بهاره که غالبا " تولید خسارات جبران ناپذیری را مینماید مبـارزه نمود . اثرات این آبپاشی عبارتند از :

۱ــ رطوبت هوای مجاور گیاه افزایش یافته و در نتیجه برودت هوا کمی کاسته میشود .
۲ــ آبیکه روی گیاهان پاشیده میشود دارای حرارتی بیش از حرارت محیط بوده و باعـث میشود که هوای مجاور گیاه کمی گرمتر شود بخصوص اینکه آب درموقع یخ بستن حرارت نسبتا" زیادی (هرگرم آب ۸۰ کالری) از خود پس میدهد .
۳ــ دراثرمرطوب شدن خاک قابلیت هدایت حرارت آن زیادترشده ودرنتیجه باعث انتقال حرارت طبقات تحت الارض بسطح خاک میگردد .

مدت آبپاشی بستگی بمدت یخبندان دارد . بایستی همینکه درجه حرارت هوا به صفر یا ۰/۵ درجه سانتیگرد رسید یعنی قبل از یخ زدن گیاه آبپاشی را شروع نمود زیرا پس از یخ زدن گیاه دیگر آبپاشی سودی ندارد . و این آبپاشی مدام که درجه حرارت هوا به ۲+ درجه سانتیگراد نرسیده بایستی لاینقطع ادامه داشته باشدزیرا همانطور که آب هنگام یخ زدن از خود حرارت پس میدهد برعکس، یخ در حین ذوب شدن ، حرارت محیط رامیگیرد بنابراین بایستی مراقب بود که قبل از اینکه حرارت هوا به ۲ درجه بالای صفر نرسیـده

آبپاشی را قطع ننمایند . معمولا" این آبپاشی در مواقع بروز سرما قبل از نیمه شب شروع و تا پاسی از صبح گذشته ادامه خواهد داشت .

آبپاشهائی که برای این منظور بکار میروند بایستی شدت بارندگی آنها بسیار کم (۱ تا ۳ میلیمتر در ساعت) باشد زیرا در غیر اینصورت در اثر آبپاشی مداوم ضخامت یخها زیاد شده باعث شکستن شاخ و برگ گیاه خواهد شد . ضخامت یخها بسته به نوع و استقامت گیاه ممکن است بین ۱/۵ تا ۱۰ میلیمتر تغییر نماید .

عیب عمده این کار اینست که مستلزم داشتن یک شبکه ثابت در سراسر باغ میباشد که بسیار گران تمام میشود و دیگر اینکه اگر کمترین غفلتی در هنگام بکارانداختن دستگاه بشود ممکن است نتیجه معکوس عاید گردد .

آبیاری فضای سبز منازل

چون استفاده از روش آبیای بارانی در باغچه و چمن وگل منازل وویلاها بااستفاده از آب لوله کشی شهر رو به توسعه میباشدلذادراینجا نکاتی چنددراین مورد ذکرمیگردد .

قبلا" باید گفته شود که اگر منزل مورد نظر تنها دارای یک کنتور آب می‌باشد که از این کنتور هم آب خانگی و هم آب آبیاری تأمین میگردد نباید ازتمام ظرفیت کنتوربرای فضای سبز ولو برای مدتی محدود استفاده شود . حد مجاز در این مورد حدود نیم و حد اکثر $\frac{2}{3}$ آبدهی کنتور میباشد . ولی چنانچه برای آبیاری فضای سبزیک انشعاب مخصوص در نظر گرفته شده است میتوان از تمام بده آن برای آبیاری استفاده نمود .

برای این کار ابتدا باید نقشه یا کروکی محوطه فضای سبز را تهیه نموده و موقعیت انشعاب آب را روی آن مشخص نمود. سپس با توجه به مقدار آبی که برای آبیاری در نظر گرفته شده است تعداد آبپاشها را که در یک حالت باید باهم کارکنند حساب کرد. این کار با توجه به بده آبپاشها که تحت فشارهای مختلف در کاتالوگهای مربوطه ذکرشده‌است انجام میشود.

معمولا" آبپاشهائی که برای این قبیل باغچه در نظر گرفته میشود از نوع آبپاشهای ثابت میباشد. در شرایطی که فضای سبز نسبتا" وسیع باشدازآبپاشهای گردان نیزاستفاده میشودودراینصورت ازنظرزیبائی و حفاظت آبپاشها نوعی از آنها بکار برده میشود که‌آب پاش در یک محفظه فلزی جای گرفته و موقع کار کردن، درب محفظه در اثر فشار آب بالا آمده و آبپاش میتواند شروع به آبیاری نماید و پس ازخاتمه کار آبپاش و قطع شدن جریان آب دوباره درب محفظه بسته میشود.

این نوع آبپاشها نیز مانند سایر آبپاشهای گردان یا بطور تمام دایره کار میکنند و یا بصورت قطاعی و از نوع اخیر برای حاشیه باغچه ها به کار میرود چون مقدار چرخش آنها قابل تنظیم است.

پس‌از تعیین تعداد آبپاشها در هر حالت آبیاری با توجه به مساحت فضای سبز و مقدار مساحتی که هر حالت میتواند آبیاری نماید تعداد حالات آبیاری نیز تعیین‌میشود.

بطور مثال چنانچه هر آبپاش با بده ۰/۵ متر مکعب در ساعت بتواند ۲۵ متر مربع را آبپاشی نماید و مقدار آبی که برای آبیاری در نظر گرفته شده ۲ متر مکعب در ساعت باشد بنابراین در هر حالت میتوان ۴ آبپاش راباهم بکار انداخت که جمعا" ۱۰۰ متر مربع را آبپاشی میکنند و اگر مساحت فضای سبز ۴۰۰ متر مربع باشد بنابراین ۴ حالت آبیاری باید در نظر گرفت و برای هر حالت یک شیر فلکه مخصوص بکار برد.

برای طراحی این روش ابتدا روی کروکی یا نقشه محوطه که قبلا" تهیه شده است با توجه به مشخصات آبپاش، محل آبپاشها را روی نقشه تعیین میکنند . نکته مهم دراینجا شعاع آبپاشی و مساحتی است که هر آبپاش قادر است آبپاشی نماید . برد آبپاش یا شعاع آبپاشی هر آبپاش تحت فشارهای مختلف فرق می‌کند . فشار آب لوله را می‌توان با فشار سنج‌های مخصوص اندازه‌گیری کرد ولی باید توجه کرد فشارآب درمواقع مختلف‌شبانه روز فرق میکند مثلا" فشار آب در شب بمراتب بیش از فشار آب در روز میباشد .

همچنین‌برای‌تعیین محل آبپاشهاروی‌نقشه بایدتوجه داشت‌که آبپاشها حتی‌الامکان صد درصد همدیگر را بپوشانند مثلا" چنانچه برد آبپاش یا شعاع آبپاشی آبپاش تحت فشار مورد نظر ۵ متر است فاصله بین دو آبپاش نیز باید همان ۵ متر باشد .

بدیهی است برای کناره وگوشه‌های باغچه بایدآبپاشهائی که نیم دایره یاربع دایره آبپاشی میکنند در نظر گرفت .همچنین باید توجه داشت که میزان بارندگی تمام آبپاشها حتی‌الامکان یکنواخت باشد .

پس از تعیین محل آبپاشها و تعیین تعدادی که در هر حالت باید باهم کار کنند تعداد حالت ها تعیین میشود و برای هر حالت یک شبکه لوله با قطر مناسب درنظرگرفته شده و محل شیر فلکه های هر حالت نیز تعیین میشود .

در اینجا باید گفته شود که چنانچه یک انشعاب یا کنتور آب صرفا" برای آبیاری اختصاص دارد برای احتراز از افت فشار زیاد ، قطر لوله اصلی که از کنتور بطرف باغچه میرودبایدیک نمره بیش ازقطردهانه کنتورباشدمثلا" چنانچه کنتور $\frac{3}{4}$ اینچ است قطر لوله‌ای که از آن منشعب میشود بهتر است یک اینچ باشد .

جدول شماره (۱۷) آبدهی تقریبی کنتورهای آب شهر

قطر کنتور	قطر لوله	آبدهی تقریبی بمتر مکعب در ساعت				
به اینچ	به اینچ	۲ اتمسفر	۳ اتمسفر	۴ اتمسفر	۵ اتمسفر	۶ اتمسفر
	$\frac{1}{2}$	۸	۱/۲	۱/۵	۱/۶	۱/۷
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	۱	۱/۵	۱/۸	۲	۲/۲
	۱	۱/۱	۱/۷	۲	۲/۲	۲/۴
	$\frac{3}{4}$	۱/۵	۲/۲	۲/۴	۲/۵	۲/۶
$\frac{3}{4}$	۱	۱/۸	۲/۵	۳	۳/۲	۳/۴
	$1\frac{1}{4}$	۲	۲/۷	۳/۱	۳/۳	۳/۵
	۱	۲	۳/۰	۳/۵	۳/۸	۴
۱	$1\frac{1}{4}$	۲/۵	۳/۵	۴	۴/۴	۴/۸
	$1\frac{1}{2}$	۲/۸	۳/۷	۴/۲	۴/۶	۵
	$1\frac{1}{2}$	۵	۷	۸	۸/۵	۹
$1\frac{1}{2}$	۲	۶	۸	۹	۹/۵	۱۰
	$2\frac{1}{2}$	۶/۵	۸/۵	۹/۵	۱۰	۱۰/۵

جدول شماره ۱۷ متوسط آبدهی کنتورهای آب شهرها را نشان میدهد .

مدت کار هرحالت در شبانه روز بستگی به میزان آب مورد نیاز و مقدار بارندگی آبپاشها دارد مثلا" چنانچه میزان آب مورد نیاز در شهری ۳۰۰ میلیمتر در ماه یعنی روزانه ۱۰ میلیمتر باشد و قدرت بارندگی آبپاش تحت فشاری که بآن اعمال میشود ۸ میلیمتر در ساعت باشد هر حالت باید روزانه $1\frac{1}{4}$ ساعت مشغول کار باشد .

در مورد تعیین قطر لوله ها در صورت امکان بهتر است بجداول یامنحنی افت بارمربوطه که از طرف کارخانه سازنده منتشر میشودمراجعه شودولی چنانچه این‌مشخصات‌دردسترس نباشد میتوان از جدول شماره ۱۸ کمک گرفت :

جدول شماره ۱۸

قطر داخلی لوله	دبی مجاز بمترمکعب درساعت	
	آهن گالوانیزه	پلی اتیلن
$\frac{1}{2}$ اینچ	۰/۸	۱
$\frac{3}{4}$ اینچ	۱/۸	۲/۲
۱ اینچ	۳/۲	۳/۸
$1\frac{1}{4}$ اینچ	۴/۵	۵/۳
$1\frac{1}{2}$ اینچ	۵/۵	۶/۵

فصل پنجم

هزینه آبیاری بارانی

هزینه آبیاری بارانی را مانند سایر هزینه های بهره برداری به دو قسمت می‌توان تقسیم کرد :

۱ــ هزینه خرید دستگاه یا سرمایه اولیه که شامل اصل سرمایه و ربح آن میباشد .

۲ــ هزینه های جاری که در عرض سال برای سوخت ــ مزدکارگر ــ تعمیرات وغیره پرداخت میگردد .

همانطور که گفته شد سرمایه گذاری اولیه برای یک زمین معین بستگی کامل به نوع‌شبکه (ثابت ــ نیم متحرک یا متحرک) دارد . بطورمثال برای‌قطعه‌زمینی که در فصل گذشته مورد بحث قرار گرفت با توجه باینکه منبع تأمین آب در کنار مزرعه قراردارد‌جمع کل سرمایه اولیه معادل ۷۵۷۱۶۰ ریال میباشد .

بدیهی است چنانچه منبع تأمین آب در وسط‌مزرعه باشد سرمایه گذاری اولیه کمتر خواهد بود زیرا در اینصورت بخوبی میتوان بجای آن قسمت ازلوله اصلی‌که بین ایستگاه پمپاژ و نقطه میباشد و در وضع فعلی قطر آن ۸۹ میلیمتر است لوله هائی به قطر ۷۶ میلیمتر در نظر گرفت و چون با این ترتیب ایستگاه پمپاژ نیز در وسط‌زمین قرار خواهد گرفت لذا یکنواختی پخش آب نیز بهتر میسر است و حتی افت بار نیز کمتر خواهد بود . بنابراین‌چنانچه منظورحفرچاه (عمیق یانیمه‌عمیق) برای تأمین آب‌درآبیاری‌بارانی‌باشد درشرایط عادی ازنظرصرفه‌جوئی درسرمایه‌گذاری بهتر است چاه در وسط‌مزرعه حفرگردد. بویژه اگر منظور اجرای سیستم تمام متحرک باشد باید آب از وسط‌زمین پمپاژ گردد .

یادآورمیشودکه درسیستم متحرک چون لوله اصلی به‌نصف تقلیل میبابدسرمایه‌گذاری اولیه باز هم کمتر خواهد بود .

محاسبه هزینـــــه

برای تعیین هزینه کلی سالانه بایستی استهلاک سرمایه و سودرامحاسبه وهزینه‌های جاری سالانه را بآن اضافه نمود . در عمل استهلاک سالانه موتور پمپ و شبکه لوله‌متحرک و نیم متحرک را ۱۰ سال در نظر میگیرند و چنانچه شبکه لوله ثابت وزیرزمینی‌باشد بسته باینکه از جنس پلی اتیلن یا پی وی سی و یا فلزی باشد بین ۱۵ تا ۲۵ سال در محاسبـه منظور میگردد .

هزینه جاری سالانه شامل سوخت یا برق ـ روغن موتور ـ تعمیرات و مزد کارگـــر میباشد .

چنانچه موتور الکتریکی باشغ مصرف برق آنرابرحسب‌کیلووات ساعت درسال‌میتوان برآورد نمود و چنانچه بخوبی نگاهداری شود سایر هزینه های سالانه‌آن (تعمیـرات ـ سرویس و مراقبت) در حدود ۳ در صد قیمت خرید برآورد میشود .

در موتورهای دیزل همانطور که گفته شد برای تأمین نیروئی معادل یک اسب بخار در ساعت ۱۸۰ تا ۲۰۰ گرم گازوئیل مصرف میشود . بهای روغن مصرفی در حدود ده در صد بهای گازوئیل میباشد . چنانچه موتور پمپ درمنطقه منحصربفرد باشدهزینه سرویس و تعمیرات آن نسبتا" گران تمام میشود ولی اگر موتور پمپهای متعدددرمنطقه موجود باشد باحتمال قوی مکانیسین و تعمیرگاه نیز در محل موجود بوده و در اینصورت این هزینه به طور محسوس کاهش میبابد . برای محاسبه این هزینه بهتر است برای هر منطقه بسته بـه

شرایط کار و محل ، هزینه ها را جداگانه برآورد نمود . چنانچه بخواهیم حد متوسطی برای این کار در نظر بگیریم میتوان در حدود ۲۵ درصد بهای گازوئیل مصرفی سالانه را برای سرویس و تعمیرات در نظر گرفت . برای مراقبت و روشن و خاموش کردن موتورهای نسبتا" بزرگ بایستی یکنفر کارگر (موتورچی) برای فصل زراعی استخدام نمود .

هزینه تعمیر لوله ها و آبپاشها و سایر ضمائم شبکه لوله بسته به سیستم شبکه (ثابت یا متحرک) ــ جنس ــ طرز نگاهداری و مدت استفاده از آنها بسیار متفاوت بوده و بین ۱ تا ۳ درصد قیمت خرید آنها میباشد . برای جابجا کردن لوله‌ها در شبکه‌های نسبتا" بزرگ بایستی یک یا دو نفر کارگر در فصل زراعی بطور دائم مشغول کار باشند چنانچه یکنفر به کار گمارده شود میتوان در موقع جابجا کردن لوله ها از شخصی که مسئول مراقبت ازموتور پمپ میباشد نیز کمک گرفت .

بطور مثال چنانچه بخواهیم هزینه کلی سالانه یکواحد ۵۰ هکتاری که جنس لوله‌های آن آلومینیوم و سایر مشخصات آن بشرح زیر باشد برآورد نمائیم :

قدرت موتور	۸۰	اسب بخار
ارزش موتور پمپ	۸۰۰۰۰۰	ریال
ارزش شبکه لوله	۱۴۰۰۰۰۰	ریال
فصل زراعی	۱۸۰	روز
کار موتور پمپ در شبانه روز بطور متوسط	۱۶	ساعت
مصرف گازوئیل برای یک اسب بخار در ساعت	۰/۱۸	لیتر
قیمت گازوئیل هر لیتر	۲/۵	ریال
دو نفر کارگر با مزد روزانه	۳۵۰	ریال
نرخ بهره	۶	درصد

استهلاک سرمایه و سود عبارت خواهد بود از :

ریال $\frac{800000 + 1400000(10+6)}{100} = 352000$

سوخت سالانه موتور (ریال) $80 \times 180 \times 16 \times 0/18 \times 2/5 = 103680$

روغن ، تعمیرات و سرویس (ریال) $\frac{103680\ (10+25)}{100} = 25920$

مزد کارگر (ریال) $180 \times 2 \times 350 = 126000$

تعمیرونگاهداری‌شبکه لوله (ریال) $\frac{1400000 \times 1}{100} = 14000$

هزینه جاری سالانه (ریال) $103680+25920+26000+14000 = 269600$

هزینه کلی سالانه (ریال) $352000 + 269600 = 621600$

جدول شماره (۱۹) واحد های طول

واحد	سانتیمتر	متر	کیلومتر	اینچ	فوت	یارد	میل
سانتیمتر	۱	۰/۱	۰/۰۰۰۱	۰/۳۹۳۷	۰/۰۳۲۸	۰/۰۱۰۹	–
متر	۱۰۰	۱	۰/۰۰۱	۳۹/۳۷	۳/۲۸۱	۱/۰۹۴	–
کیلومتر	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰	۱	–	۳۲۸۱	۱۰۹۴	۰/۶۲۱۴
اینچ	۲/۵۴	۰/۰۲۵۴	–	۱	۰/۰۸۳۳	۰/۰۲۷	–
فوت	۳۰/۴۸	۰/۳۰۵	–	۱۲	۱	۰/۳۳۳	–
یارد	۹۱/۴۴	۰/۹۱۴	–	۳۶	۳	۱	–
میل	–	۱۶۰۹/۳	۱/۶۱	–	۵۲۸۰	۱۷۶۰	۱

جدول شماره (۲۰) واحدهای سطح

واحد	سانتیمترمربع	مترمربع	هکتار	اینچ‌مربع	فوت‌مربع	یاردمربع	ایکر
سانتیمترمربع	۱	۰/۰۰۰۱	—	۰/۱۵۵	—	—	—
مترمربع	۱۰۰۰۰۰	۱	۰/۰۰۰۱	۱۵۵۰	۱۰/۷۶	۱/۲۰	
هکتار	—	۱۰۰۰۰	۱	—	۱۰۷۶۰۰	۱۱۹۵۵	۲/۴۷
اینچ ربع	۶/۵۴۱	۰/۰۰۰۶۴	۱	۱	۰/۰۰۷	—	—
فوت مربع	۹۲۹	۰/۰۹۲۹	—	۱۴۴	۱	۰/۱۱۱۱	—
یارد مربع	—	۰/۸۳۶۱	—	۱۲۹۶	۹	۱	—
ایکر	—	۴۰۴۷	۰/۴۰۴۷	—	۴۳۵۶۰	۴۸۴۰	۱

جدول شماره (۲۱) واحدهای‌حجم

واحـــد	لیتـــر	متر مکعب	اینچ مکعب	فوت مکعب	گالن آمریکائی	گالن امپریال
لیتـــر	۱	۰/۰۰۱	۶۱/۰۳	۰/۰۳۵۳	۰/۲۶۴۲	۰/۲۲۰
متر مکعب	۱۰۰۰	۱	۶۱۰۳۰	۳۵/۳۱۵	۲۶۴/۲	۲۲۰
اینچ مکعب	۰/۰۱۶۳۸	—	۱	۰/۰۰۰۵۷	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۳۵
فوت مکعب	۲۸/۳۲	۰/۰۲۸۳	۱۷۲۸	۱	۷/۴۸	۶/۲۲۹
گالن آمریکائی	۳/۷۸۵	۰/۰۰۳۸	۲۳۱	۱۳/۳۷	۱	۰/۸۳۳
گالن انگلیسی	۴/۵۴۶	۰/۰۰۴۵	۲۷۷/۴	۰/۱۶۰۵	۱/۲۰۱	۱

جدول شماره (۲۲) واحدهای دبی

واحد	لیتر در ثانیه	مترمکعب درساعت	فوت مکعب درثانیه	گالن آمریکائی دردقیقه	گالن امپریال دردقیقه
لیتر درثانیه	۱	۳/۶	۰/۰۳۵۳	۱۵/۸۵۰	۱۳/۱۹۹
مترمکعب درساعت	۰/۲۷۸	۱	۰/۰۰۹۸	۴/۴۰۳	۳/۶۶۶
فوت مکعب درثانیه	۲۸/۳۲	۱۰۱/۹۴	۱	۴۴۸/۸	۳۷۳/۷
گالن آمریکائی دردقیقه	۰/۰۶۳۱	۰/۲۲۷	۰/۰۰۲۲۳	۱	۰/۸۳۳
گالن امپریال دردقیقه	۰/۰۷۵۸	۰/۲۷۲	۰/۰۰۲۶۷	۱/۲	۱

جدول شماره (۲۳) واحدهای فشار

واحـــد	کیلوگرم بر سانتیمترمربع	مترآب	فوت آب	اینچ جیوه	پوند بر اینچ مربع	آتمسفر
کیلوگرم برسانتیمترمربع	۱	۱۰	۳۲/۸۱	۲۸/۹۶	۱۴/۲۲	۰/۹۶۸
مترآب	۰/۱	۱	۳/۲۸۱	۲/۸۹۶	۱/۴۲۲	۰/۰۹۷
فوت آب	۰/۰۳۰۵	۰/۳۰۵	۱	۰/۸۸۲	۰/۴۳۳	۰/۰۲۹
اینچ جیوه	۰/۰۳۴۵	۰/۳۴۵	۱/۱۳۳	۱	۰/۴۹۱	۰/۰۳۳
پوند بر اینچ مربع	۰/۰۷۰۳	۰/۷۰۳	۲/۳۱	۲/۰۴	۱	۰/۰۶۸
آتمسفر	۱/۰۳۳	۱۰/۳۳	۳۳/۹۰	۲۹/۹۲	۱۴/۷۰	۱

منابع مورد استفاده

ARRIGHI de CASANOVA M.H., Cours d'irriga - tion, Ecole Nationale du Génie Rural, 1961.

BLANEY H. and CRIDDLE, W. Determining consumptive use and irrigation water requirments, United States Department of Agriculture, 1962.

Chambre Syndicale des Fabications de Tube en Acier, Le tube d'acier et l'irrigation par aspersion Feuillets docummentaires du tube d'acier N/16, 1963.

Fédération Nationale des Organismes de Géstion Agricole, Méthode rapide de calcule d'une installation d'irrigation, Société Francaise des Petroles BP

HUGUES L., Hydraulique - Irrigation, Ecole Nationale Superieure Agronomiquc de Rennes.

MOLENAAR A., Irrigation par aspersion, FOA cahier NO. 65, 1960.

Ministère de l'Agriculture - Diréction Générale du Génie Rural et de l'Hydraulique Agricole, l'Irrigation par aspersion, La Documentation Francaise, 1960.

POIREE M. et OLLIER CH. Irrigation, Eyrolles. 1962.

Sté LORBA, Comment concévoir une installation d'irrigation par aspersion.

GLEIZES C. Technipue rurales en Afripue - Evaluation des quantités d'eau necessaire aux irrigations - Octobre 1964

مهندس برهان ، میزان آب مورد نیاز گیاهان و بررسیهای انجام‌شده درایران ، اداره کل مهندسی‌زراعی ، ۱۳۴۴

دکتر تمدنی ، استفاده از آب و خاک شور وقلیائی در آبیاری ، گروه مهندسی آبیـــاری‌و آبادانی دانشکده کشاورزی کرج ، ۱۳۴۵

مهندس فرزانه ، درس آبیاری عمومی ، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشکده‌کشاورزی کرج

گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی کرج ، مقایسه راندمان آبیـــاری میزان مصرف آب ــ عملکرد محصول در دو روش آبیاری نشتی و بارانی در ناحیه کـــرج ۱۳۴۳ ــ ۱۳۴۲

شرکت بارش‌آب ، بولتن های بارش‌آب

مقاله آقایان دادگر ــ قریشی زاده و فرجودی کارشناسان اداره کل مهندسی زراعی ارائـه شده به سومین سمینار آبیاری و زهکشی