ارزشیابی سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی
سازمان گسترش کشاورزی

(اداره کل مهندسی زراعی)
محمد علی دادگر ــ محمد پرهامی ــ رضا کیاءالحسینی

مقـــدمـــه

بیش از شصت سال است که در کشورهای پیشرفته جهان استفاده از سیستم آبیاری بارانی معمولی شده است . هدف‌کلی از بکار گرفتن این سیستم ، صرفه جوئی در آب و همچنین آبیاری یکنواخت مزارع بوده لکن بعدهابمنظور پخش کودهای شیمیائی‌محلول و همچنین‌جلوگیری از خسارات‌ناشی از سرمای زود رس و بی موقع در باغات میوه‌مورد استفاده قرار گرفته است . علاوه براین‌ها ، سیستم آبیاری بارانی تنها راه آبیاری زمینهای ناهموار بنظر میرسید .

نظر باینکه در اینگونه سیستم‌ها عمل جابجائی لوله‌های آبیاری در زمین بوسیله نیروی کارگر صورت میگیرد ، لذابا افزایش روزافزون دستمزدکارگران در کشورهای اروپائی و امریکائی ، استفاده از این سیستم‌های معمولی‌آبیاری بارانی از لحاظ اقتصادی مواجه با اشکال گردید و سازندگان وسائل آبیاری را بر آن داشت که دستگاههای جدیدی را وارد عمل کنند که احتیاج به نیروی کارگر کمتری داشته باشد . اینگونه سیستم ها خیلی زود مورد قبول مصرف کنندگان قرار گرفت و استفاده از آنها سریعا" افزایش یافت .

سابقه‌استفاده ازسیستم‌های‌آبیاری‌بارانی معمولی در ایران به حدود ۱۸ سال پیش میرسد ، در آن زمان‌بیشتر مزارع ایران بصورت کرتی و ندرتا" بصورت فارو آبیاری میگردید و بعلت ناآگاهی زارعین و قیمت زیاد وسائل ، آبیاری‌بارانی مورد استفاده واقع نمیگردید و بیشتر در مزارع دولتی به منظور نمایش و ترویج آن مورد بهره برداری قرار میگرفت .

با افزایش سریع سطح زیر کشت و بالا رفتن سطح زندگی مردم و درک و فهم مزایای این گونه آبیاری ، چند سالیست که استفاده از این سیستم‌ها رایج شده و هم اکنون صدها هکتار از اراضی ایران با این روش آبیاری میشود که روز بروز نیز بر وسعت آن افزوده میگردد .

از آنجائیکه دستمزد کارگران ایرانی نیز رو به افزایش میرود و از طرف دیگر کمبود کارگر نیز مشکلاتی فراهم نموده ، لذا موضوع استفاده از سیستم‌های مدرن آبیاری بارانی که به نیروی کارگر کمتری نیاز خواهد داشت ، نظر مصرف‌کنندگان‌سیستم‌های معمولی بارانی را بخود معطوف داشته ، بطوریکه در بعضی شرایط استفاده از آنها راامری اجتناب‌ناپذیرساخته است . بهمین جهت نیز سازمان گسترش کشاورزی ایران (اداره کل مهندسی زراعی)به‌منظور آگاه نمودن کشاورزان و مصرف کنندگان اینگونه وسائل آبیاری ، چند سال پیش اقدام به خرید چند دستگاه مدرن

آبیاری بارانی نموده است . این دستگاهها در مزارع مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج مورد استفاده قرار گرفته‌و بر روی آنها آزمایشات مختلفی صورت میگیرد و کارآئی هر یک در شرائط ایران مورد بررسی واقع میشود . در ضمن این آزمایشات توصیه‌های لازم در جهت بهبود وسائل آبیاری به منظور سازش با شرائط ایران بکارخانجات سازنده ارائه میگردد ، تا بدین ترتیب امکان استفاده از آنها بنحو شایسته‌تری فراهم گردد .

در این مجموعه ضمن توضیح مشخصات و طرز کار اکثر سیستم‌های آبیاری بارانی موجود در دنیا ، با تکاء چند سال تجربه‌برروی وسائل آبیاری‌بارانی (چه جدید و چه قدیمی) در مرکزبررسیهای مهندسی زراعی کرج ،سیستم‌های مختلف‌مورد ارزیابی فنی قرارگرفته‌اند و ازلحاظ اقتصادی نیزسیستم‌هائیکه‌دراین مرکز موجودند توجیه گردیده‌اند .

امید است از این رهگذر ، کشاورزان و مصرف کنندگان اینگونه وسائل آبیاری در ایران با آمادگی و اطلاعات بیشتری نسبت به انتخاب سیستم های مناسب مزارع خویش اقدام نمایند .

کلیـــات

درسیستم‌های‌مختلف آبیاری‌بارانی آب تحت‌فشار بوسیله آب‌پاش یا آب پاشهائی بر روی زمین پخش‌میگردد ، و عمل آبیاری را انجام می‌دهد . صرفه جوئی در میزان آب ، پخش یکنواخت آب در مزرعه ، امکان آبیاری مزارع ناهموار ،امکان پخش کودهای محلول ، مبارزه با سرمای بی موقع در باغات ، محصول بیشتر و جلوگیری از شورشدن خاک‌و چندین مزیت دیگر را میتوان برای این روش آبیاری بر شمرد . موضوع استفاده از این روش آبیاری در شرائط محدودیت آب برای آبیاری شکل جدی‌تری بخود میگیرد ، در عوض در شرائط گرمای زیاد و باد اثرات بد این دو عامل بصورت تبخیر زیاد و عدم یکنواختی پخش ، میتواند این روش را غیر قابل استفاده سازد . انتخاب صحیح سیستم مورد لزوم در هر شرائط یکی از مهمترین مسائلی است که بایستی بآن توجه نمود ، اوضاع جوی منطقه ،نوع خاک ، میزان آب ، نیروی کارگر و دسترسی به‌سایر منابع‌نیرو چون ماشین ، برق و غیره همگی در انتخاب یک سیستم آبیاری بارانی مناسب بنحوی مؤثر خواهند بود وعدم توجه بهر یک قادر است مصرف کننده را با خسارات جبران ناپذیری روبرو سازد .

بدیهیست‌که در بعضی‌شرائط با وجودهزینه کمتری‌که‌دستگاههای دیگر آبیاری بارانی ممکن است داشته‌باشند ، استفاده از یک دستگاه گرانقیمت ولی مناسب تر کار عاقلانه‌تری خواهد بود .

چون استفاده از سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه خواهد بود ، لذا بایستی در حفظ و نگهداری لوله‌ها ، آبپاشها و سایر وسائل و دستگاهها دقت لازم بعمل آید تا بتوان با افزایش طول عمر آنها به حداکثر استفاده از سرمایه گذاری دست یافت .

فصل اول تقسیم بندی سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی

۱ ــ سیستم های کلاسیک (معمولی)

اینگونه سیستم‌ها شامل ، پمپ آبیاری ، لوله‌های اصلی (Main line) ، انشعابات اصلی (Submain line) ، لوله‌های فرعی (Laterals) ، آبپاشها (Sprinklers) ،آبگیرها (Hydrants) و در بوشهای لوله میباشند . آب پاشهای این سیستم ها معمولا" کوچک بوده و درحین آبیاری با چرخش خود ، دایرهٔ معینی از سطح زمین را آب پاشی میکنند .

این سیستم‌ها از لحاظ طراحی و چگونگی پیاده شدن در مزرعه بسه گروه تقسیم میگردند ، که عبارتند از :

1-Fully portable system　　2-Semi Permanent System
3-Solid Set System

۱ـ۱ Fully Portable System سیستم کاملا" قابل انتقال

این‌سیستم کاملا"قابل انتقال میباشد ، بدین معنی که پمپ و لوله اصلی و لوله‌های فرعی همگی پس ازآبیاری یک قطعه ، به قطعه دیگر یا از یک مزرعه به مزرعهٔ دیگر منتقل میشوند و عمل آبیاری را انجام میدهند . شکل (۱) چگونگی آبیاری با این سیستم را نشان می‌دهد . همانطوریکه ملاحظه میشود دستگاه در قطعه اول مشغول آبیاریست و موقعیت پمپ و لوله‌های اصلی و فرعی در قطعهٔ دوم که بایستی پس از اتمام قطعه اول آبیاری گردد نشـان داده شده است . چنین سیستمی را بیشتر برای آبیاری مقدماتی یعنی کشت و سبز نمودن بذور و همچنین برای آبیـاری تکمیلی و یاحفاظت‌محصولات باغی در برابر سرما و یخبندان ، مورد استفاده قرار میدهند . کار جابجائی لوله‌های فرعی حامل آبپاشهادر مزرعه اکثرا" بکمک نیروی کارگر انجام میگیرد و برای انتقال تمام وسائل این سیستم به‌مزارع دیگر میتوان از تراکتور و تریلی استفاده نمود .

۱ـ۲ Semi Permanent System سیستم نیمه ثابت

دراینگونه سیستم‌ها ، پمپ و لوله اصلی ثابت بوده و فقط لوله‌های فرعی جابجا میشوند و بیشتر برای‌آبیاری مداوم مزارع از آن استفاده میشود . معمولا" لوله‌های اصلی و انشعابات‌اصلی این سیستم زیر زمینی تهیه میگردد و پمپ در محل معینی روی فونداسیون دائمی نصب میشود . موارد استفاده از این سیستم خیلی زیاد بوده و اکثـر آبیاریهای بارانی مزارع بدین شکل میباشد . در شکل (۲) چگونگی آبیاری با این سیستم نشان داده شده است .

در این سیستم عمل جابجائی لوله‌های فرعی در مزرعه ممکن است به چهار صورت زیر انجام پذیرد :

1-Hand move　　2-Tow line　　3- Angle tow
4-Roll line(Side Roll)

که بشرح هر یک از آنها می‌پردازیم .

۱ـ۲ـ۱ Hand move system انتقال با دست

در این سیستم‌کار انتقال لوله‌های‌فرعی حامل آبپاش از یک وضعیت آبیاری به وضعیت دیگر بکمک نیروی‌کارگر انجام میگیرد و بدیهیست چنانچه لوله‌ها از جنس‌آلومینیم باشند کار انتقال سریعتر انجام خواهد گرفت وبـرای سهولت کار معمولا" اتصال لوله ها بشکل ساده میباشد که کار باز و بسته نمودن آنها نیز سریع انجام شود .

در شکل (۳) دو نوع ساده از این اتصالها نشان داده شده است .

۱ـ۲ـ۲ Tow line system انتقال با تراکتور در مسیر مستقیم

دراین سیستم ، در زیر لوله های فرعی حامل آب پاش بفواصل معینی یکجفت چرخ با محور ثابت و عمود بـر محور لوله‌ها نصب گردیده وعمل جابجائی در یک مسیر بکمک نیروی کشش تراکتور صورت میگیرد . این سیستم‌برای زمینهائی که عرض کم و طول زیادی دارند بیشتر مورد استفاده قرار میگیرد . در شکل (۴) و (۵) وضعیت چرخهـا در زیر لوله حامل آب پاش وچگونگی جابجائی لوله‌ها نشان داده شده است .

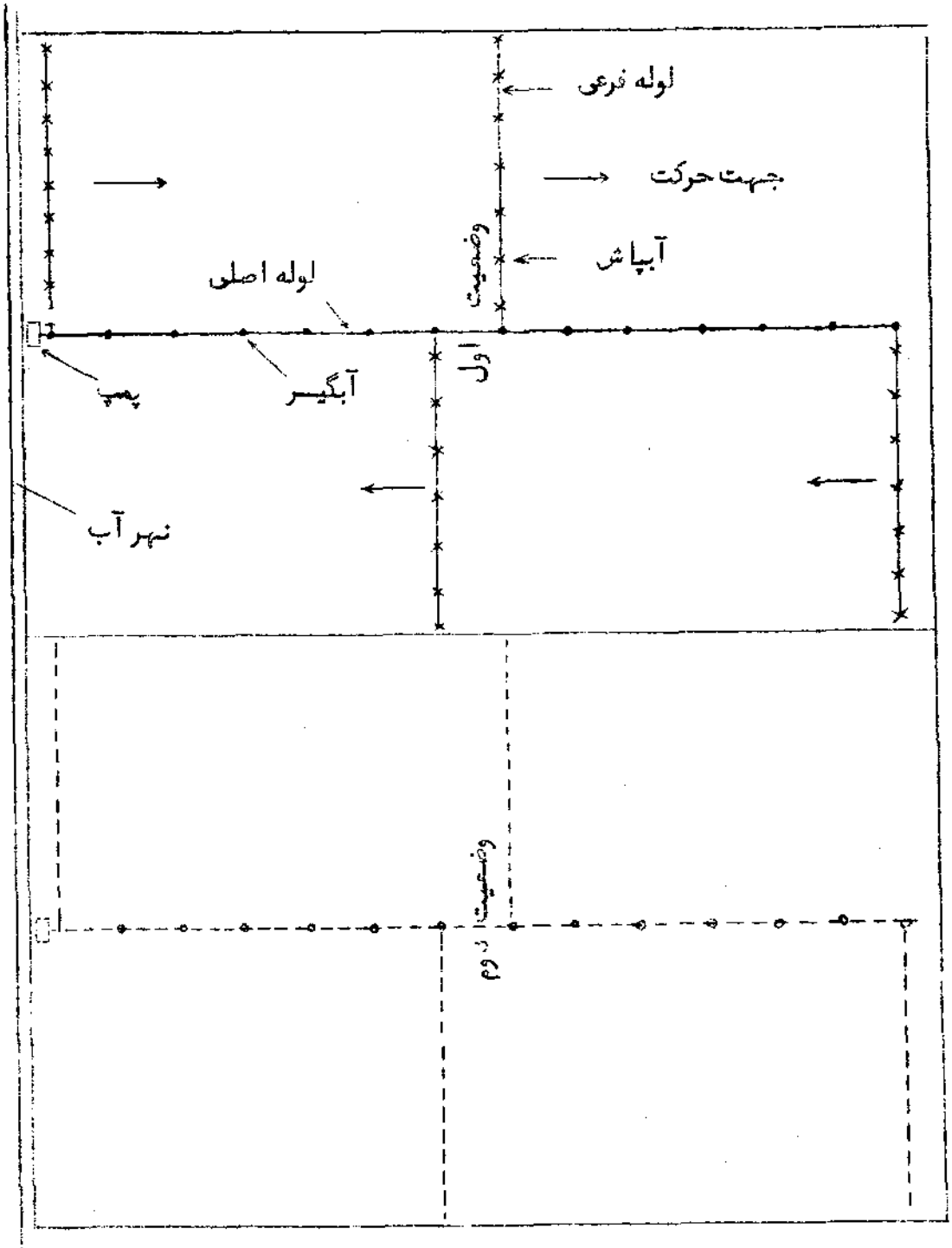
در این سیستم وقتی لوله‌های حامل آب پاش آبیاری قسمت آخر مزرعه را (آخرین وضعیت) تمام کردنـد ، دوباره‌بوسیلهٔ تراکتور به قسمت بالای مزرعه (وضعیت اول) کشیده میشوند و هر یک به یک آبگیر متصل میگردند .

اتصال لوله های فرعی این سیستم اکثرا" از انواع قفل و بستی انتخاب میگردند تا در موقع کشش از یکدیگـر جدا نشوند . همچنین بجهت عبور تراکتور از روی انشعابات اصلی بایستی آنها را زیر زمینی تهیه نمود .

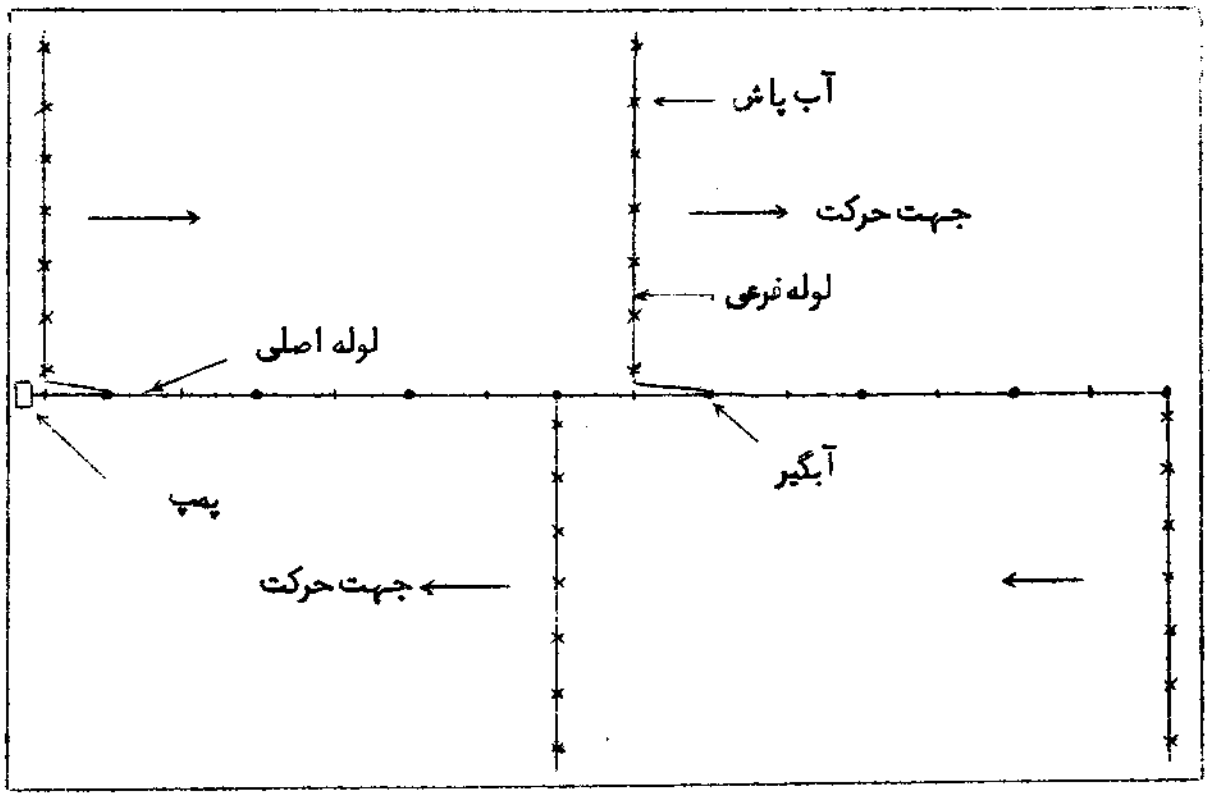
۱ـ۲ـ۳ Angle tow system انتقال با تراکتور د رمسیر زاویه دار

در این سیستم نیز مانند سیستم Tow line برای سهولت عمل کشیدن لوله‌های فرعی حامل آب پاش بر

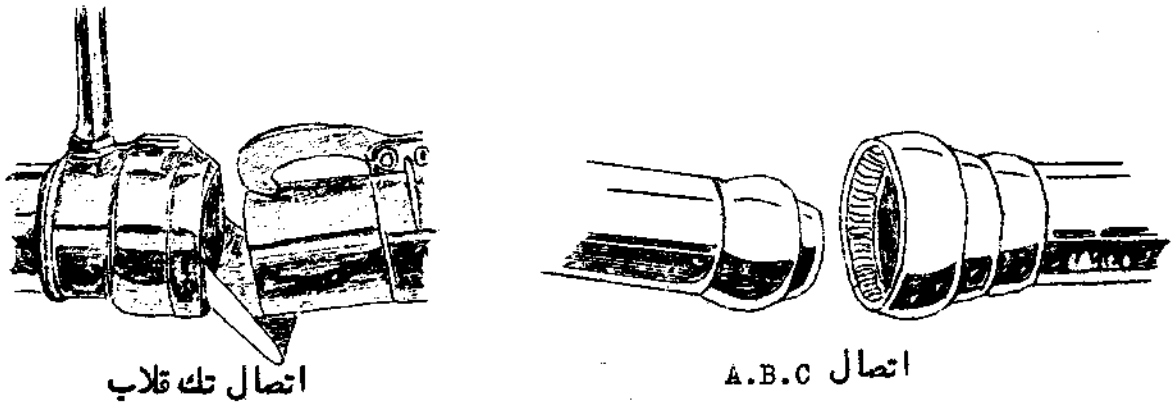
روی زمین ، در زیر لوله ها یکجفت چرخ که محور آنها آزاد بوده و میتواند نسبت به محور لوله‌ها تغییر زاویه دهد نصب گردیده و هنگام جابجا کردن لوله‌ها با تراکتور ، چرخها با تغییر زاویه محور شان در مسیر حرکت تراکتور قرار میگیرند ، شکل (۶) . در شکل (۷) چگونگی انتقال لوله‌ها از یک وضعیت به وضعیت دیگر که بکمک نیـــروی کشش تراکتور انجام میگیرد نشان داده شده . همانطوریکه دیده میشود در این سیستم تعداد خطوط فرعی بمراتب کمتراز خطوط فرعی سیستم Tow line میتواند باشد . طریقه آبیاری باین صورت است که ابتدا لوله فرعی پـس از



شکل (۱) وضعیت آبیاری در سیستم Fully Portable

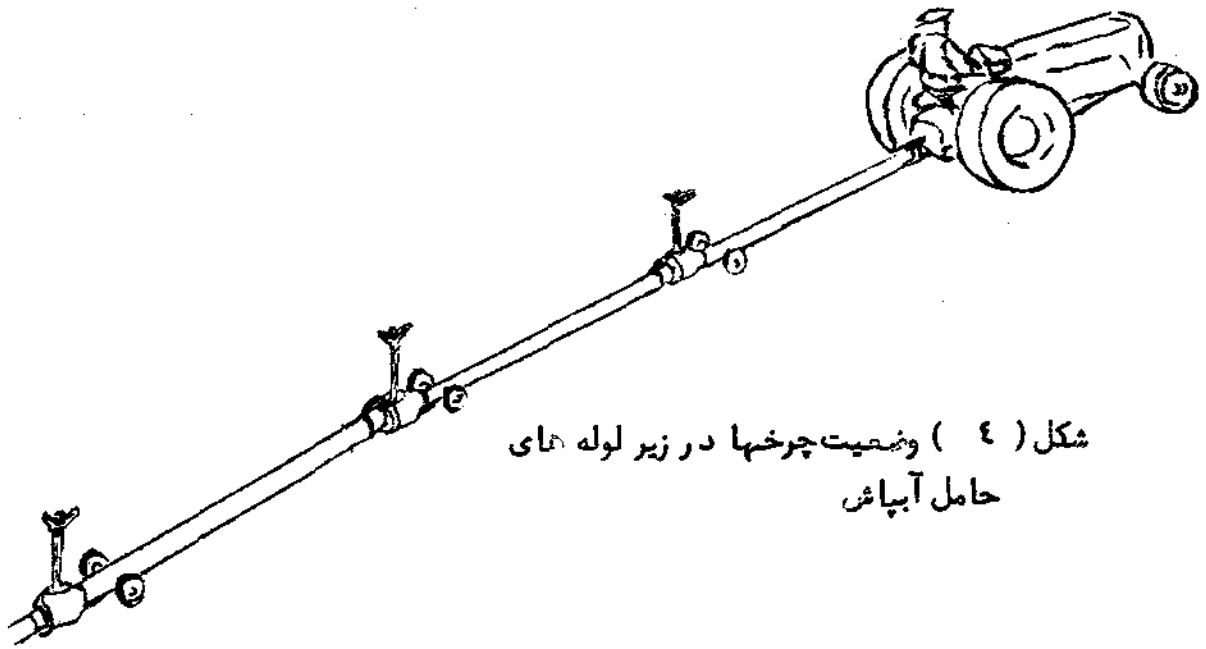


شکل (۲) وضعیت آبیاری در سیستم Hand move

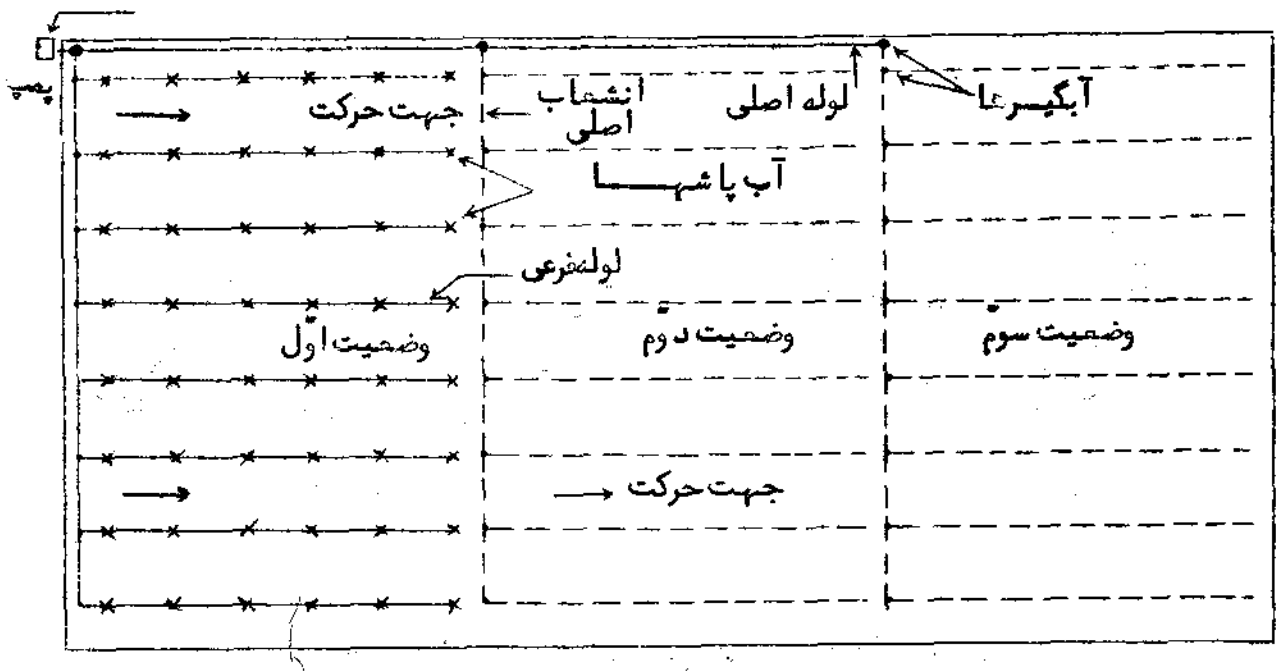


شکل (۳) دو نوع ساده از اتصال لوله های آبیاری

آبیاری وضعیت ۱ مستقیما" با تراکتورکشیده شده و در وضعیت ۲ قرار میگیرد و پس از آبیاری این وضعیت ، تراکتور لوله‌ها را درجهت وضعیت ۳ میکشد و در این حال محور چرخها زاویه مناسب را انتخاب نموده و در وضعیت مورد نظرقرار میگیرد . این کار در مورد سایر وضعیتها نیز انجام میشود تا عمل آبیاری خاتمه یابد . ناگفته نماند که بعلت عبور تراکتور از روی لوله اصلی در موقع جابجائی ، بایستی لوله اصلی را زیر زمینی تهیه نمود .



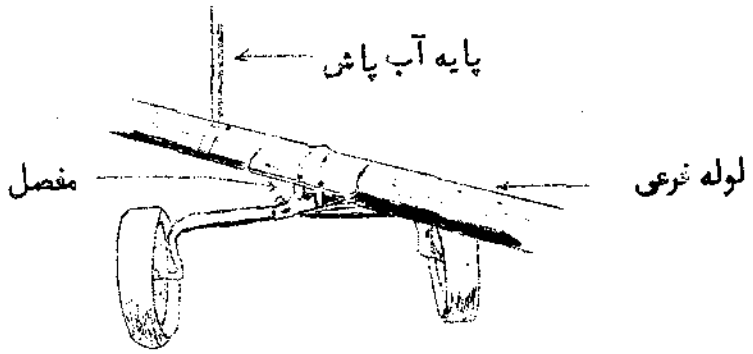
شکل (٤) وضعیت چرخها در زیر لوله های حامل آبپاش



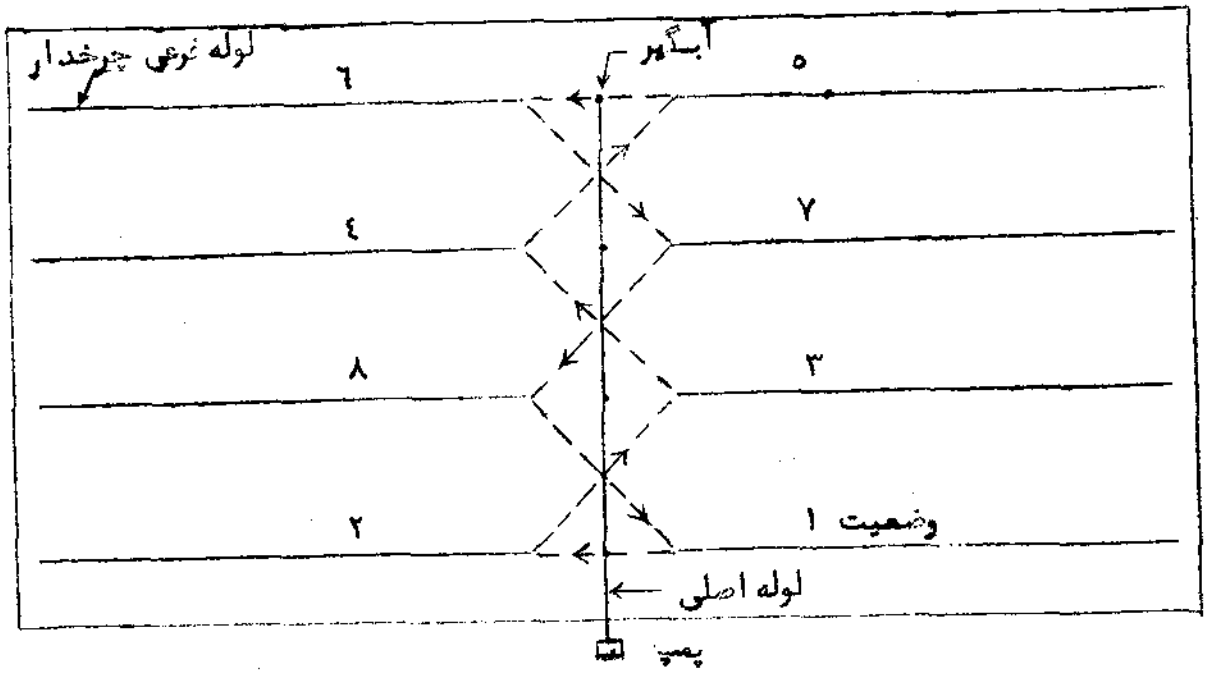
شکل (٥) وضعیت آبیاری در سیستم Tow line

۴-۲-۱ انتقال جانبی بکمک چرخهای بزرگ Roll line (Side line)

دراین‌سیستم لوله‌های فرعی حامل آبپاش بفواصل معینی دارای چرخهای‌نسبتا" بزرگی میباشند . این‌چرخها طوری تعبیه شده‌اند که محور آنها با محور لوله‌ها موازی است و یا در اکثریت این سیستم‌ها لوله‌ها محور چرخها را تشکیل‌میدهند . دراین صورت چرخ با محور خود همزمان حرکت میکند و عمل انتقال با هول دادن چرخ بکمک‌کارگر صورت میگیرد . در شکل (۹) چگونگی انتقال لولهٔ از یک وضعیت بدوضعیت دیگر نشان داده شده است و در شکل (۸) وضعیت چرخها بر روی لوله‌های فرعی دیده میشود .



شکل (٦) وضعیت قرار گرفتن چرخها درزیر لولهٔ فرعی سیستم Angle tow

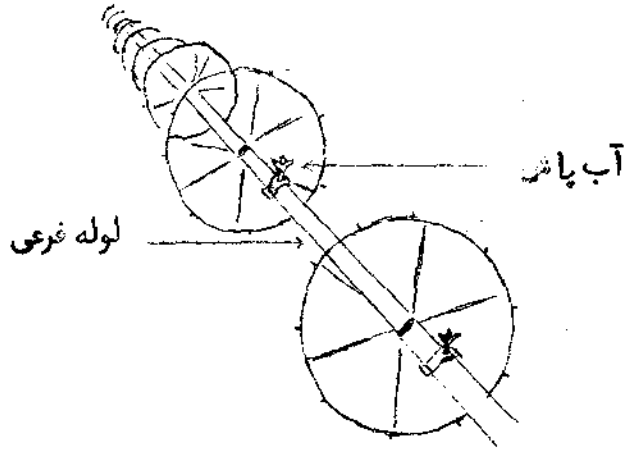


شکل (٧) وضعیت آبیاری در سیستم Angle tow و نحوه جابجائی لولهٔ فرعی

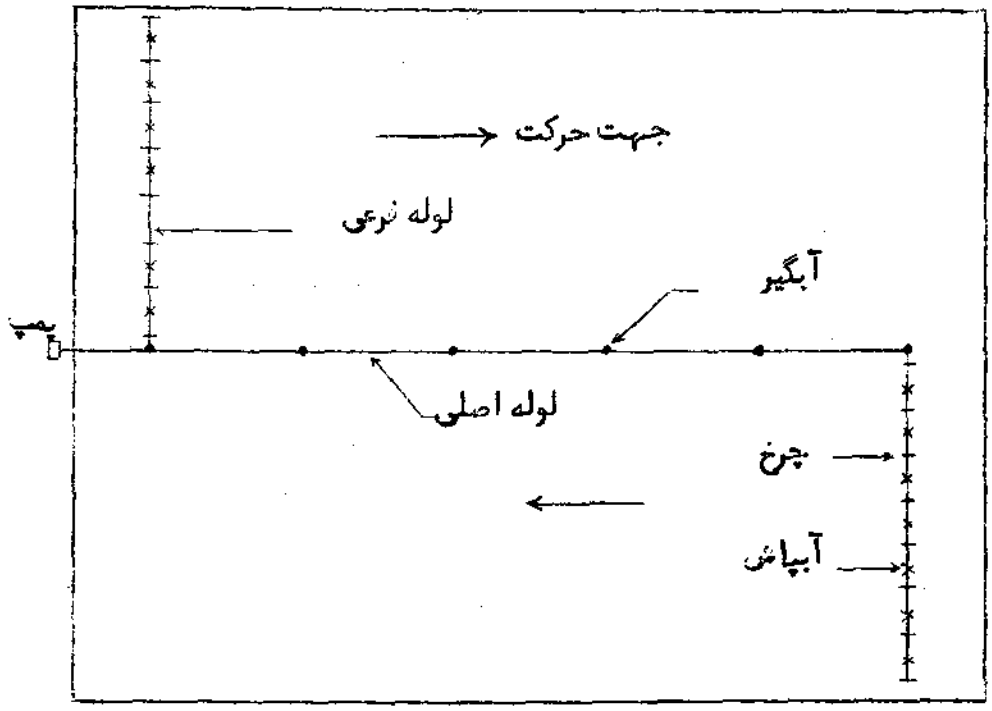
۳ – ۱ سیستم ثابت Solid set system

در این سیستم لوله‌های فرعی و اصلی و محل پمپ ثابت میباشند ، و در یک وضعیت تمامی واحد زیر آبیاری قرار میگیرد. در این گونه سیستم‌ها لوله‌های فرعی و اصلی را زیر زمینی تعبیه میکنند و معمولا" آنها را ازجنسهای ارزان‌قیمتی‌چون P.V.C یا (پلی و نیل تتراکلورید) تهیه میکنند ، که در این‌صورت تنها آب‌پاشهای‌مستقر برروی پایه‌هااز خاک بیرون میباشند .بعلت مخارج اولیه زیادی که این نوع سیستم‌ها خواهند داشت ، معمولا"برای آبیاری باغات میوه ، قلمستانها وخلاصه گیاهان پر ارزش دائمی از آنها استفاده میشود . در شکل (۱۰) وضعیت آبیاری این سیستم نشان داده شده است .

همانطوریکه‌اشاره گردید بجهت اقتصادی نبودن این سیستم برای محصولات مختلف کشاورزی ، با تغییراتیکه درآن‌داده میشودامکان استفاده‌ازآنرا برای محصولات‌مختلف فراهم مینمایند ،که بشرح چند نوع از آن‌می‌پردازیم .



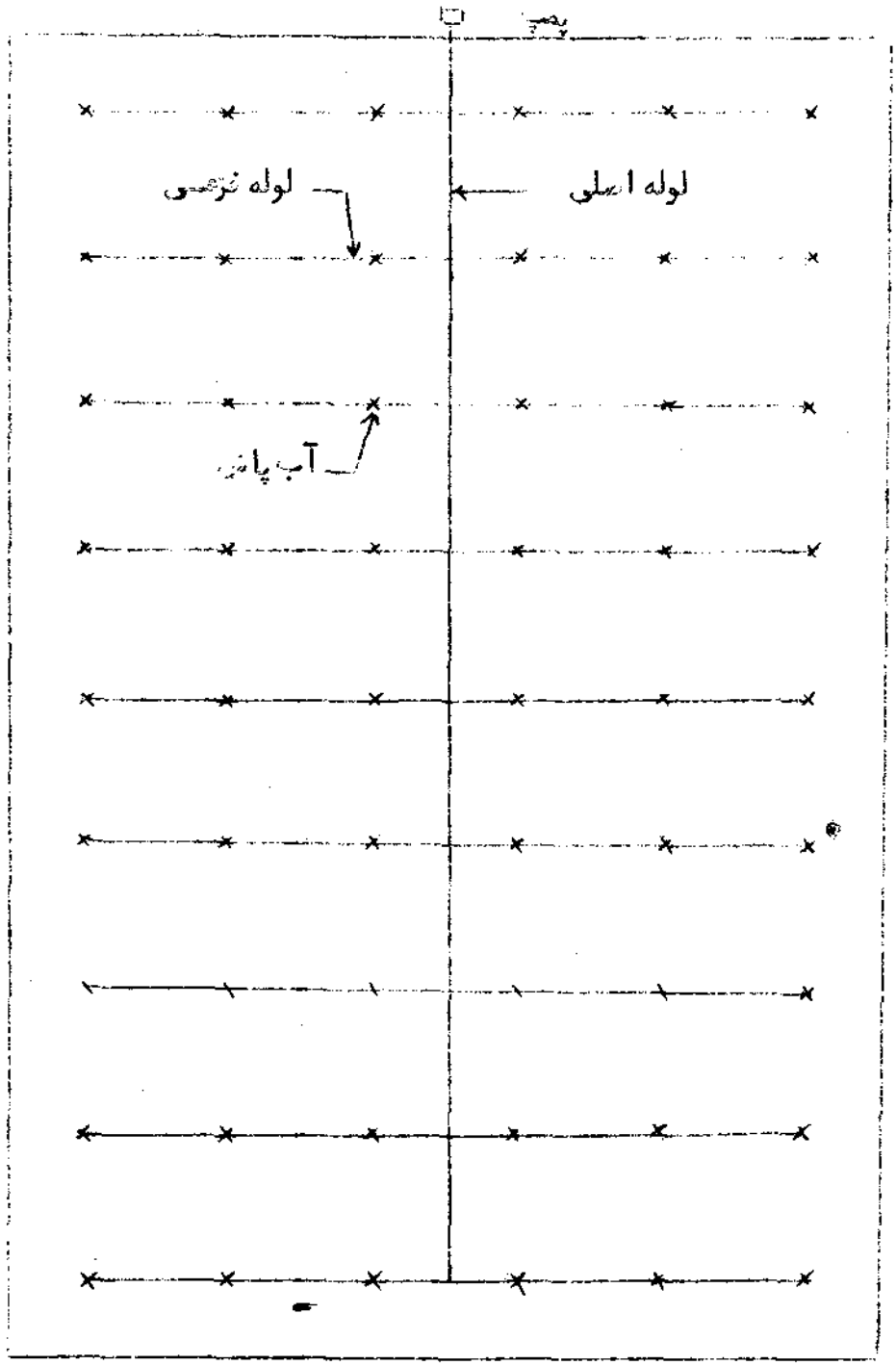
شکل (۸) وضعیت چرخها در زیر لوله فرعی سیستم Roll line



شکل (۹) وضعیت آبیاری در سیستم Roll line

۱ – ۳ – ۱ سیستم Portogrid

در این سیستم محل پمپ و لوله اصلی و لوله‌های فرعی در زمین ثابت است و تنها تفاوت در این میباشد که در هر آبیاری بجای استفاده از تمام آبپاشهای مورد نیاز در یک خط فرعی ، تنها از یک یا چند آبپاش (بسته‌بدور آبیاری) استفاده میشود . بدین ترتیب که طبق شکل (۱۱)

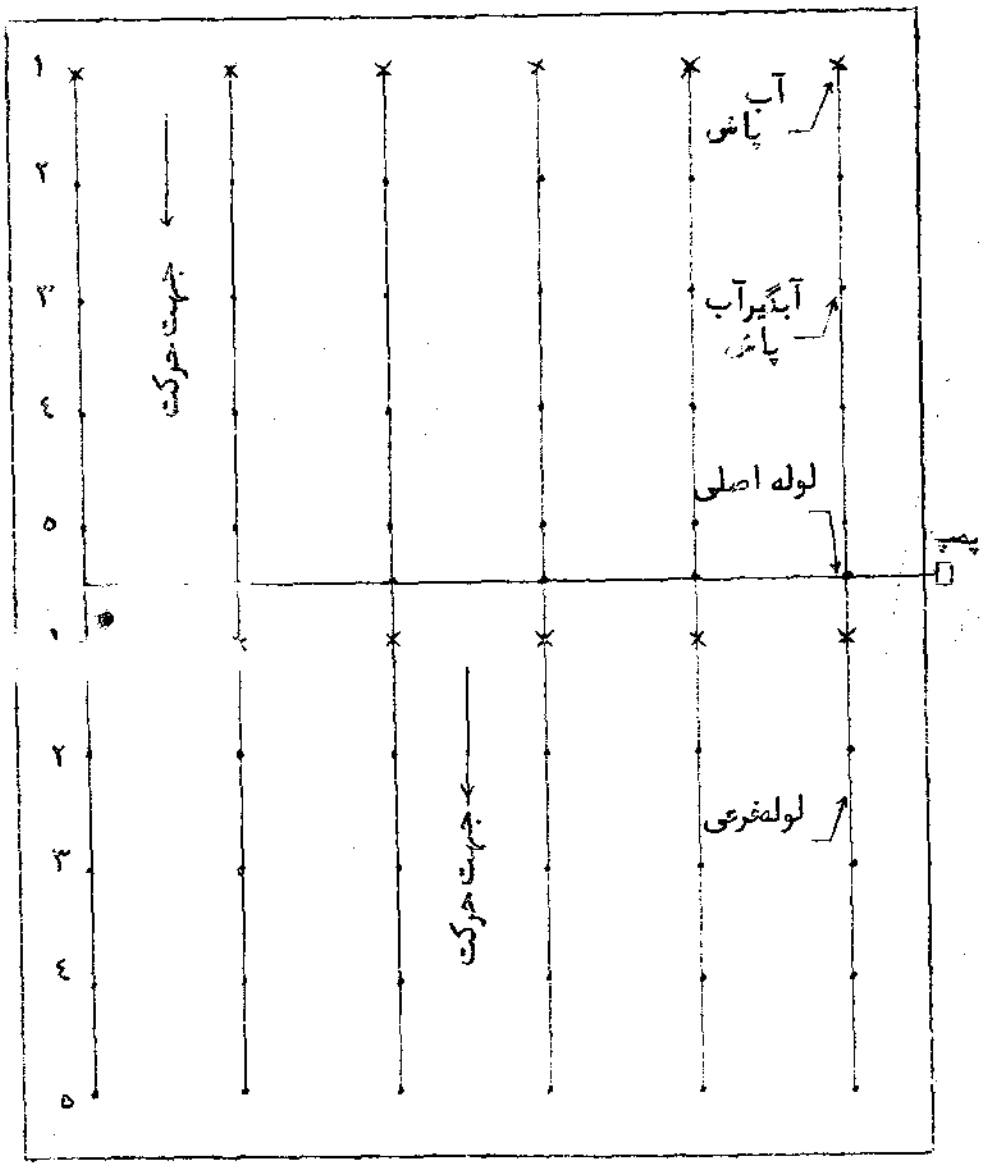


شکل (۱۰) وضعیت آبیاری در سیستم

Solid Set

پس ازهر وضعیت آبیاری ، محل آب پاشها بر روی خط فرعی تغییر مینماید . طبق این شکل مثلا" با یکبارجابجائی آب آپاشها در روز ، آبیاری زمین بعد از ۵ روز خاتمه مییابد .

طرز آبگیری این آب پاشها از خط فرعی بدین صورت است که با فرو کردن پایه آبپاش در محل آبگیر ، مانع موجود برسر راه خروجی آب کنار رفته و آب از آب پاش ها پخش میشود . ولی چنانچه پایه آبپاش از محل آبگیر خارج شود ، خروجی آبگیر بوسیله یک دریچه و بکمک فشار آب درون لوله ، خود بخود بسته میشود و از خروج آب جلوگیری بعمل میآید . در این سیستم معمولا" آبگیرها و پایه آب پاشها طوری ساخته شده‌اند که اتصال و قطع آب پاش از آبگیر بسهولت انجام میگیرد . مثلا" در بعضی از آنها در کنار آبگیر یک پدال تعبیه شده که با فشاردادن بر روی آن ، پایه آب پاش از آبگیر جدا میشود و برای انتقال به آبگیر دیگر مهیا میگردد .



شکل ۱ (۱۱) وضعیت آبیاری در سیستم Portogrid

۲ـ۳ـ۱ Solid set tri matic system

این سیستم نیز محل پمپ و لولهٔ اصلی ثابت میباشد و انشعاب اصلی و لوله‌های فرعی متصل بآن پس از هر وضعیت آبیاری یکجاجابجاشده و به وضعیت‌بعدی نقل‌مکان‌میبابند. این سیستم نیز مانند سیستم Solid set قادرست که در هر وضعیت واحد معینی از مزرعه را بیکباره آبیاری نماید. و سپس تمام وسائل به قطعه مجاور منتقل گردد. برای سهولت در عمل انتقال، در زیر انشعابات اصلی و لوله‌های فرعی این سیستم، بفواصل معینی چرخهائی تعبیه گردیده است، محور این چرخها را درانشعاب اصلی، خود انشعاب اصلی و یا محور موازی آن تشکیل‌میدهد و محور چرخها در لوله‌های فرعی، عمود بر لوله‌های فرعی میباشد. نیروی لازم برای انتقال تمام سیستم بکمک نیروی موتور مستقر بر روی انشعاب اصلی صورت میگیرد لکن انواع کوچکتر این سیستم را میتوان بکمک تراکتور نیز جابجا نمود.

۲ـ ماشین های آبیاری متحرک Travelling machines

از سال ۱۹۵۳ تا کنون ماشینهای آب پاش مختلف جهت آبیاری مزارع به بازار عرضه گردیده که در اینجا به شرح‌اهم‌آنها خواهیم پرداخت. حرکت آب پاش در بعضی از این ماشین ها بر روی زمین و در بعضی دیگر در فاصلهٔ معینی ازسطح خاک صورت میگیرد. بهر حال بیشتر این ماشین‌ها طوری طراحی شده‌اند که در موقع آبیاری‌عملیاتی را بطور خود کار انجام می‌دهند. بعضی ازآنها تنها برای آبیاری تکمیلی مزارع طرح شده‌اند.

۲ـ۱ Center pivot

در این ماشین آبیاری، خط‌فرعی حامل‌آب‌پاشها بکمک یک دکل (Boom) افقی که بر روی یک سری چرخ مستقر گردیده است، حول یک نقطهٔ مرکزی تحت اثر نیروی برق و یا هیدرولیک (فشار آب) میچرخد. آب‌تحت فشار در این ماشین از پمپی که در نزدیک مرکز گردش نصب میشود تأمین میگردد.

بدیهیست‌که سرعت حرکت چرخها در هنگام چرخش دکل یکنواخت نبوده و هر چه چرخ به مرکز نزدیکترباشد سرعت‌حرکت‌آن‌کندتراست (چون‌دایرهٔ کوچکتری‌رادریک دور کامل طی میکند)، در اینصورت چرخ نهائی که بفاصله دوری از مرکز واقع شده بیشترین سرعت را داشته و در نتیجه بزرگترین دایره را طی خواهد نمود. این موضوع‌در طراحی آب پاشهای مستقر بر روی دکل در نظر گرفته شده بدین صورت که برای حصول ریزش یکنواخت آب هنگام آبیاری، با افزایش فاصله از مرکز چرخش، قطر نازل آب پاشها نیز بزرگتر تعبیه گردیده است.

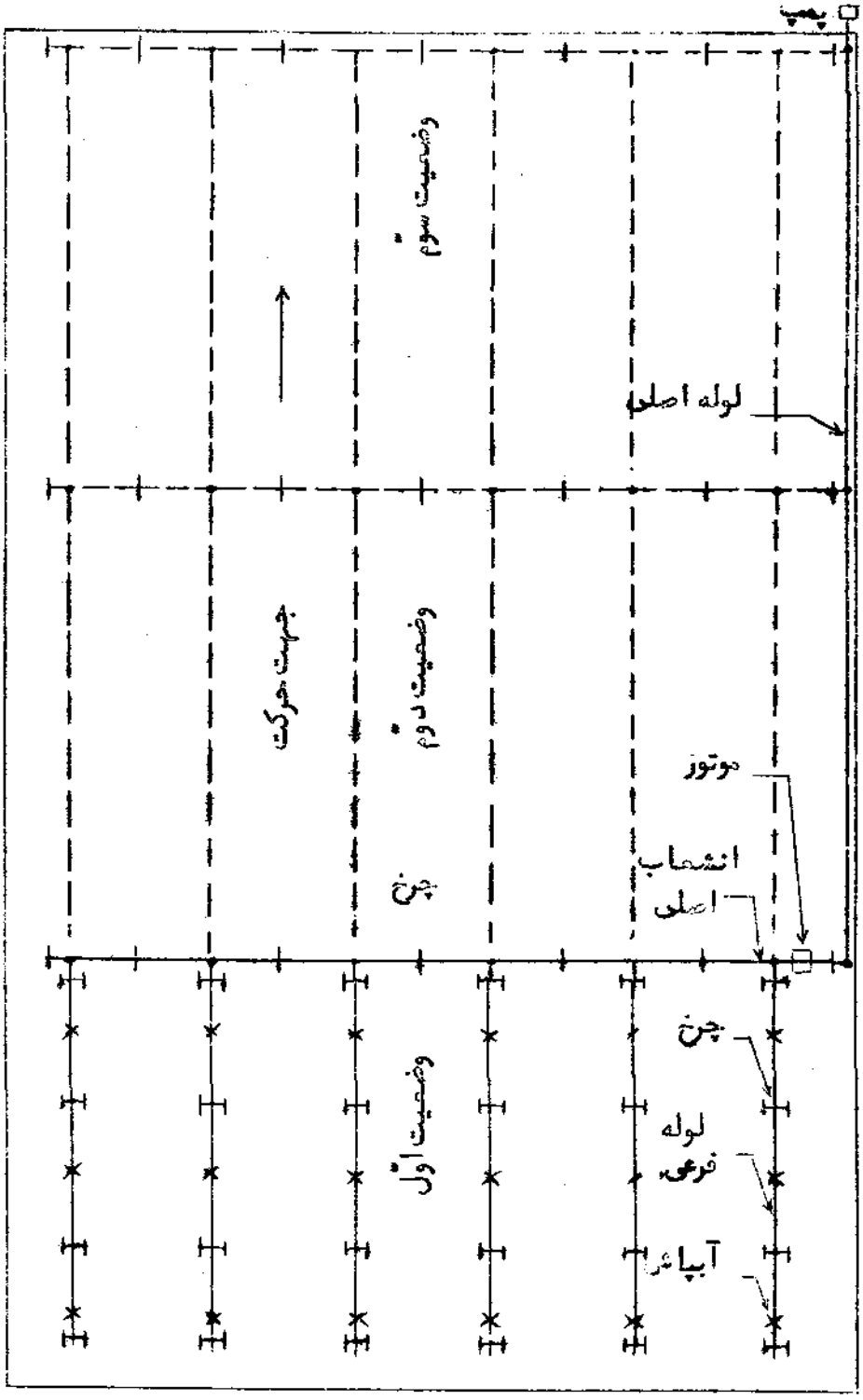
ازآنچه گذشت‌نتیجه میشودکه زمین تحت آبیاری این ماشین شکل دایره‌ای خواهد داشت و در یک زمین‌چهار گوش، گوشه‌ها آبیاری نخواهند شد. اخیرا" برای آبیاری گوشه‌های زمین یک دکل کوچک به انتهای دکل اصلی مفصل می‌نمایند که با تنظیم قبلی در گوشه های زمین باز شده وکم و بیش زمین بصورت چهار گوش آبیاری خواهد شد.

با استفاده از ماشین Center pivot بسته‌بطول دکل آن میتوان حداکثر ۱۱۰ الی ۱۷۰ هکتاررا زیرآبیاری برد. این ماشین در یک مزرعه ثابت میشود و از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر انتقال نمییابد.

ازاین‌نوع‌ماشینها برای‌آبیاری‌مزارع‌بزرگ ومسطحی‌که‌پوشش‌گیاهی یا خاک‌شنی‌مرطوب (Wet sandy soil) داشته و برای عبور چرخها مناسب هستند استفاده میشود. لکن باقراردادن‌چرخهای‌آهنی‌بجای چرخهای لاستیکی امکان استفاده از آنرا در سایر شرائط نیز مهیا مینمایند.

مکانیزم حرکت چرخها بوسیله یک دستگاه کنترل مرکزی تنظیم میگردد مثلا" در نوع برقی، در کنار هرجفت چرخ یک الکتروموتور نصب گردیده که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل و بکمک یک یا چند رشته زنجیر موجب‌حرکت چرخها میشود. کار این الکتروموتورها را دستگاه کنترل مرکزی تنظیم می‌نماید. در نوع هیدرولیکی نیروی لازم برای حرکت چرخها از فشار آب حاصل از پمپ تامین میگردد، بدین صورت که در کنار هر جفت چرخ

شکل (۱۲) وضعیت های مختلف آبیاری این سیستم را نشان می دهد .



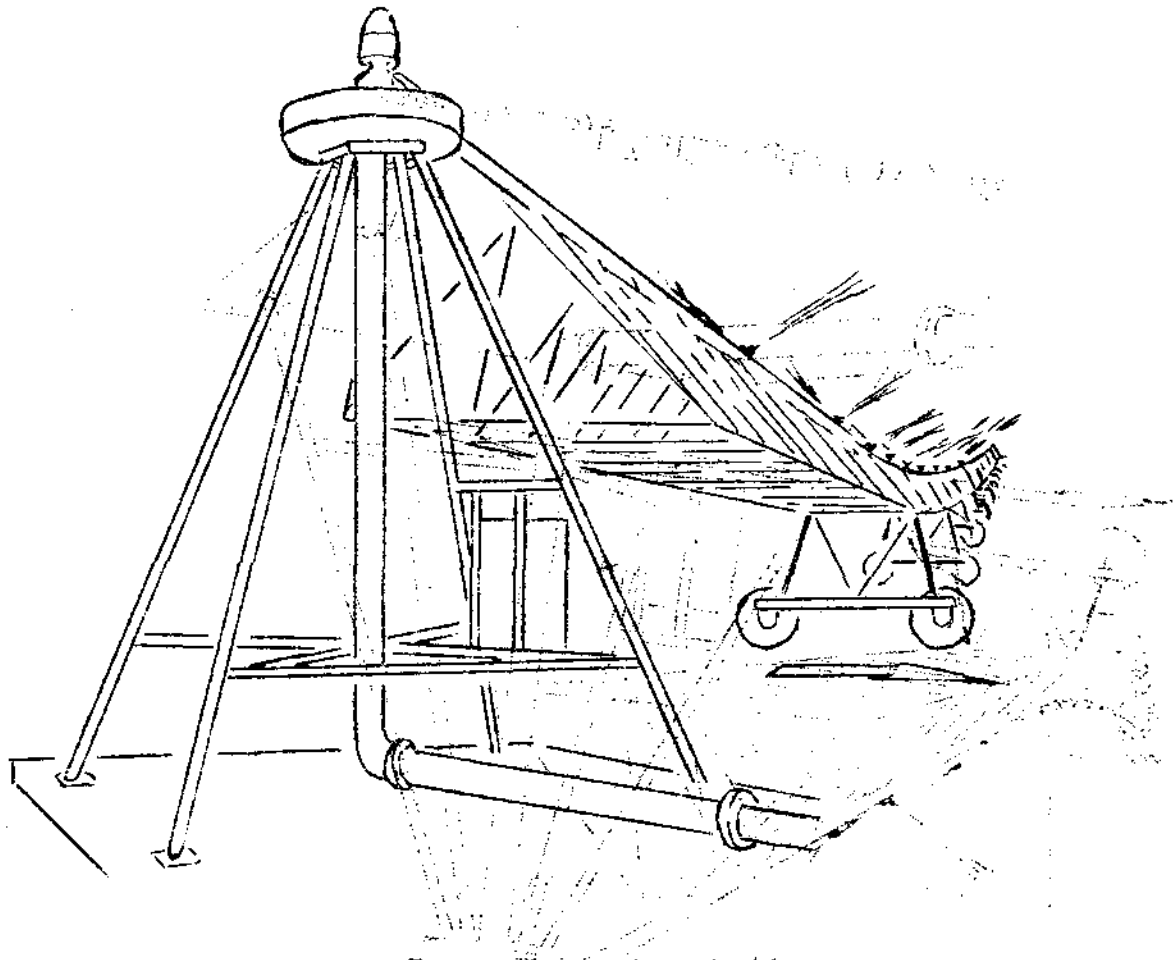
بجای الکتروموتورسیلندر وپیستونی که با فشار آب بحرکت در می‌آید تعبیه شده و در موقع کار ، رفت و آمدپیستون درون سیلندر و در گیری انتهای پیستون با محور چرخها حرکت آنها را تامین میکند .

سرعت گردش دکل حول محور مرکزی بوسیله دستگاه کنترل مرکزی قابل تنظیم بوده و بسته بمقدار آب لازم برای آبیاری و میزان ریزش آب تنظیم میشود . این سرعت معمولا" میتواند از ۱۶ ساعت تا ۵ شبانه روز برای هر دور گردش ماشین تغییر نماید . مقدار آب و فشار مورد نیاز بسته بطول دکل و اندازه آب پاشهای مورد استفاده در سیستم دارد . آب پاشهای این ماشین معمولا" شبیه آب پاشهای معمولی بوده و بعبارت دیگر حرکت چرخشی دارند. در شکل (۱۳) شمای کلی این ماشین و در شکل (۱۴) وضعیت آبیاری آن در مزرعه نمایش داده شده است .

۲ ـ ۲ ماشین آبیاری دوار Rotating Boom

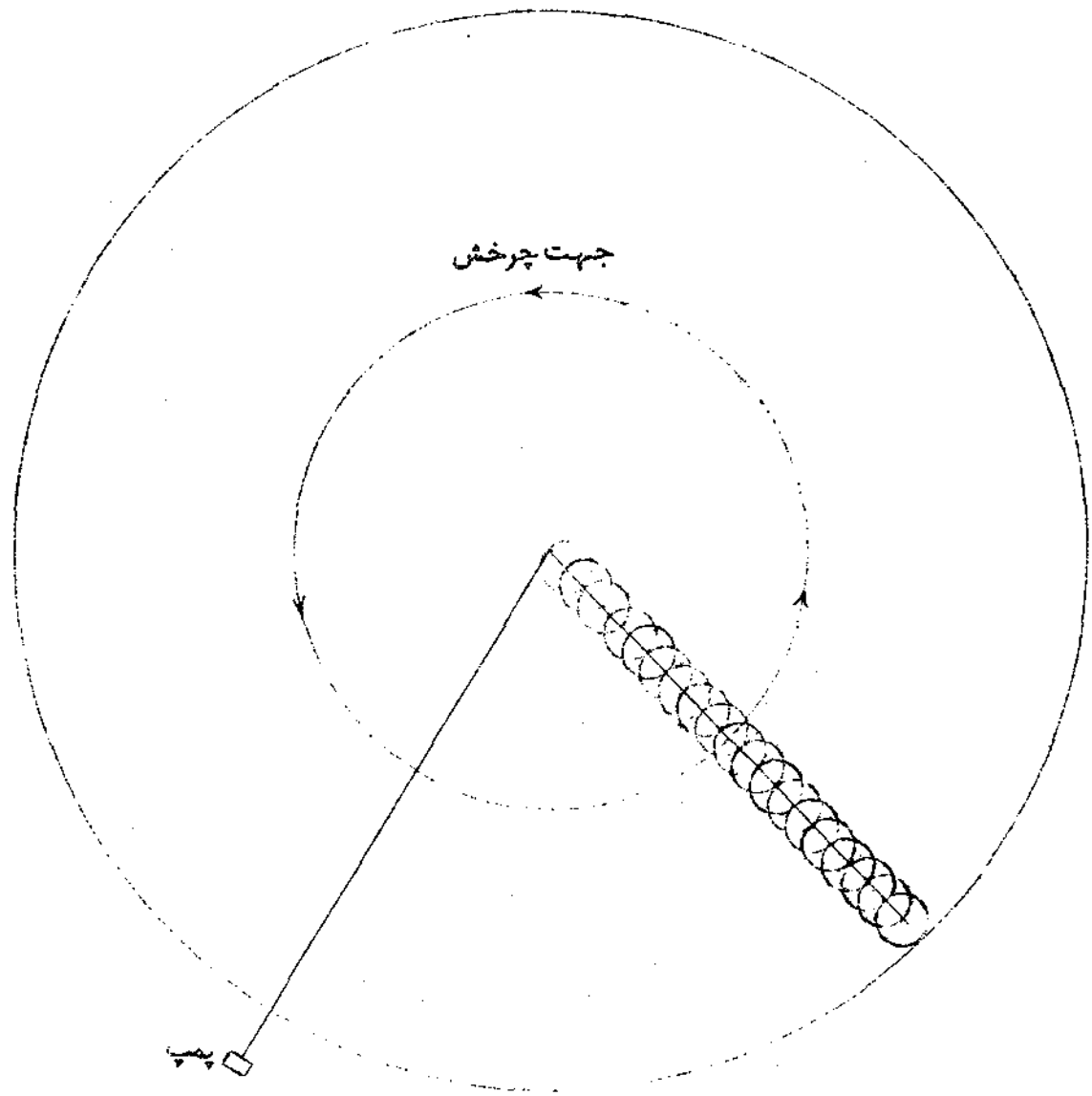
در این ماشین آب پاش ها روی دو خط فرعی (Lateral Lines) بکمک دو دکل (Boom) نسبتا" بزرگ درامتداد یکدیگر بدوطرف یک شاسی متصل شده‌اند. در زیراین شاسی چرخهائی جهت سهولت انتقال ماشین از یک نقطه به نقطه دیگر تعبیه گردیده .

دو دکل‌مورداشاره قادرند که حول یک محور عمودی موجود بر روی شاسی حرکت دورانی نمایند . طرز کاراین ماشین باین صورت است که آب تحت فشار از آبگیر لوله اصلی بکمک انشعاب آن در اختیار ماشین که در یک نقطه مستقرگردیده قرار میگیرد و از آنجا از راه یک لوله‌ئی مانند که بمنزله محور چرخش دو دکل است به دو خط فرعی رسیده و از آب پاشهای مستقر بر روی آنها پخش میگردد . معمولا" در این گونه ماشین‌ها ، آب پاشها تنها بر روی



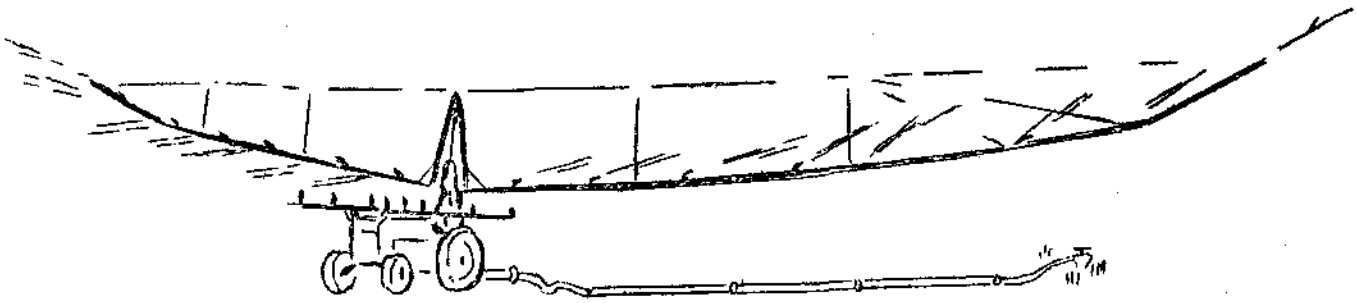
شکل (۱۳) شمای دستگاه آبیاری Center pivot

یکی از دو خط فرعی قرار میگیرند. و د رانتهای خط فرعی دیگر یک عدد آب پاش بزرگ جت مانند قرار گرفته‌است. آب پاشهای مورد اشاره از انواع کوچک و غیر چرخش بوده و آب را به صورت Spray پخش مینمایند . چرخش دکلها بعلت اختلاف فشار آب در دو انتهای دکلها صورت میگیرد . در انتهای دکل حامل آب پاشها دو عدد آب پاش نسبتا" بزرگ نیز نصب شده‌اند که سرعت حرکت چرخش دکلها را میتوان با تغییر زاویه بین آن دو تغییر داد . شکل (۱۵) شمای کلی این ماشین و شکل (۱۶) وضعیت آبیاری را در مزرعه نشان میدهد . طبق این شکل دستگاه‌درابتدا در وضعیت یک قرار گرفته و پس از اتمام آبیاری آن به وضعیت بعدی انتقال مییابد . عمل‌جابجائی این دستگاه‌ممکن است بکمک کشیدن باتراکتور و یا بکمک نیروی موتور مستقر بر روی شاسی آن صورت گیرد . درموقع انتقال ماشین ازیک وضعیت به وضعیت دیگر ، معمولا" لوله‌های انشعاب اصلی بکمک کارگر بر روی شاسی ماشین قرار میگیرد ، بعبارت دیگرماشین حین انتقال لوله های مورد نیاز خود را نیز حمل میکند .

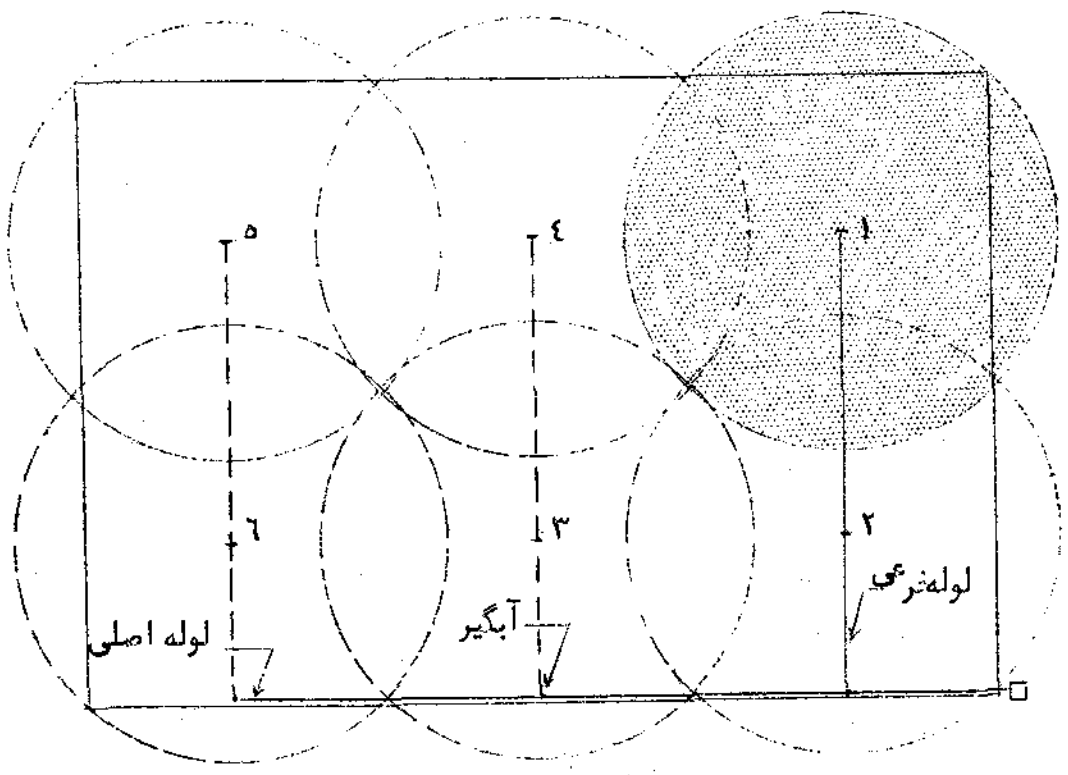


شکل (۱٤) وضعیت آبیاری دستگاه Center pivot

مقدار آب و فشار مورد نیاز این نوع ماشینها نیز بر حسب طول دکلها و نوع و اندازه آب پاشها متغیر است . بطور متوسط فشار لازم در یک دستگاه معمولی حدود ۶ اتمسفر و مقدار آب لازم حدود ۲۰ لیتر در ثانیه است با این ماشینها میتوان در هر وضعیت تقریبا" حدود یک هکتار زمین را بطور خالص آبیاری نمود . از این دستگاهها برای آبیاری محصولات پایه بلند و همچنین آبیاری تکمیلی استفاده میشود .



شکل (۱۵) شمای کلی ماشین آبیاری Rotating Boom



شکل (۱۶) وضعیت آبیاری ماشین Rotating Boom

۳ ـ ۲ دکل متحرک Travelling Boom

این ماشین که اول بار در کشور شوروی ساخته شده از لحاظ شکل ظاهری شبیه به ماشین آبیاری دوار (Rotating Boom) است . با این تفاوت که دکلها بدو طرف یک بولدوزر (تراکتور سنگین) متصل شده و فاقد حرکت دورانی هستند . از طرفی آب پاشها بر روی هر دو دکل نصب گردیده‌اند . این ماشین در موقع کار دریک نقطه‌ثابت نبوده‌بلکه در یک‌مسیر مشخص شده حرکت مینماید ، بدین ترتیب که پمپ مستقر بر روی‌بولدوزر آب مورد نیاز ماشین را ضمن حرکت از کانال مجاور مسیر حرکت پمپاژ نموده وعمل آبیاری در دو طرف مسیر انجام میشود . شکل (۱۷) شمای کلی این ماشین آبیاری را نشان می‌دهد .

برای استفاده از این ماشین بایستی قبلا" جاده‌های مناسبی بفواصل ۱۰۰تا ۱۲۰ متر (مجموع طول دو دکل) در مزرعه‌تهیه و در کنار هر کدام نیز نهر آبی احداث نمود . در بعضی از مدلها ، ماشین طوری ساخته شده است‌که میتواند با قرار دادن چرخهای خود در دو طرف نهر ، حرکت نماید .

معمولا" سرعت‌حرکت بولدوزر بطرف جلو ۴۰۰ و بطرف عقب ۴۵۰ متر در ساعت است . مقدار آب موردنیاز اینگونه‌ماشینها زیاد بوده و به ۸۰ ـ ۱۰۰ لیتر در ثانیه میرسد و فشار لازم ۲ ـ ۳ اتمسفر است . نوع آب پاشهانیز از انواع غیر چرخشی میباشد . شکل (۱۸) وضعیت آبیاری این ماشین را در مزرعه نشان میدهد .

۴ ـ ۲ ماشینهای آب پاش خود رو Travelling Rain Gun

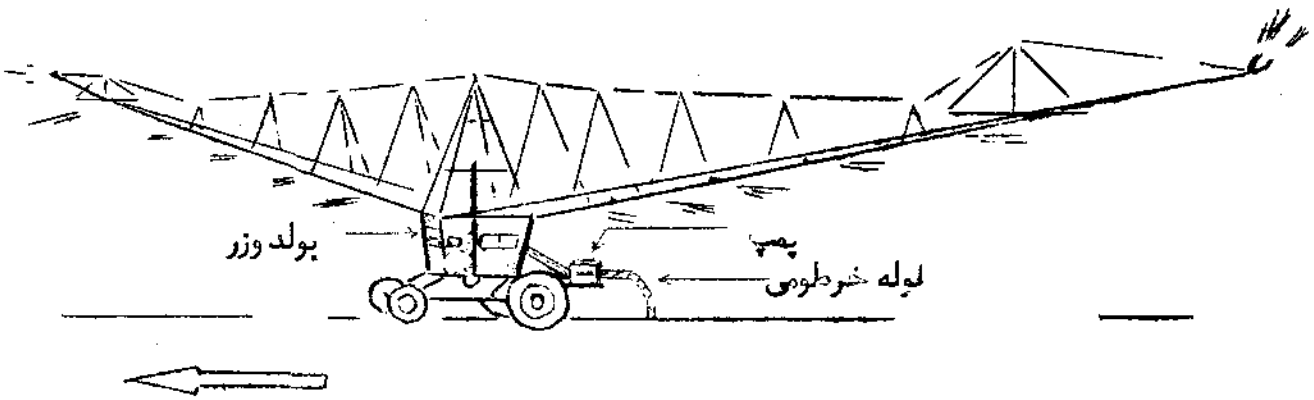
در این‌ماشینها همانطوریکه‌از نامشان‌پیداست ،عمل آبیاری تنها بکمک حرکت یک عدد آب پاش بزرگ‌چرخان بنام Rain Gun شکل (۱۹) صورت میگیرد . در بعضی از این ماشینها آب پاش بر روی خود ماشین سوارشده‌که دراین‌صورت‌همراه با هم در طول مزرعه حرکت مینمایند . در بعضی دیگر آب پاش جدا از ماشین و بر روی یک شاسی مخصوص چرخدار سوار شده و ماشین که در کنار مزرعه مستقر گردیده است آنرا بطرف خود میکشد . لذا بر همین مبنا میتوان آنها را تقسیم بندی نمود .

۱ ـ ۴ ـ ۲ ماشینهائی که آب پاش روی خود ماشین سوار شده

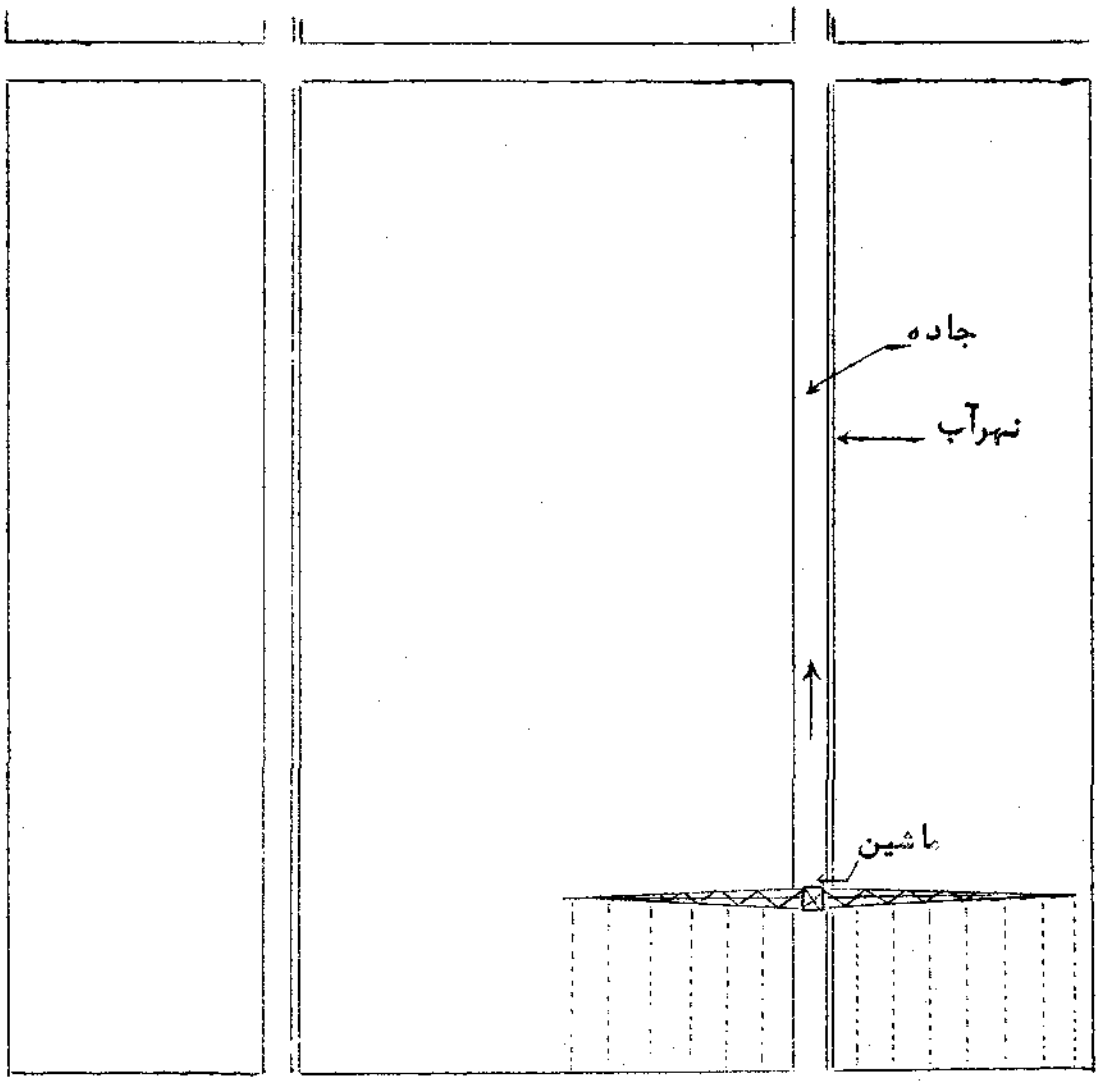
این ماشینها در یک مسیر معین مزرعه حرکت میکنند و عمل آبیاری را انجام میدهند . شکل (۲۰) نمای کلی این گونه ماشینها را نشان میدهد . طرز کار بدین ترتیب است که آب مورد نیاز بوسیله یک لوله لاستیکی " که حکم لوله فرعی سیستم را دارد) به ماشین میرسد و از آب پاش پخش میگردد . قسمتی از این آب نیز پس از گذشتن از چند تنظیم کننده وارد یک سیلندر میشود وموجب رفت و آمد منظم یک پیستون درون سیلندر میگردد . درگیری بازوی این پیستون‌با یک قرقره‌که حامل کابل (سیم بوکسل) است ، باعث جمع شدن کابل بدور قرقره میشود وچون سرکابل در انتهای مسیر آبیاری در نقطه‌ای ثابت شده است ، بالاجبار ماشین به طرف نقطه اتکاء کابل پیش خواهد رفت و هم زمان با این حرکت ، آب پاش عمل آبیاری آن مسیر را انجام میدهد .

شکل (۲۱) وضعیت آبیاری با این ماشین را نشان میدهد . برای استفاده از این ماشین بایستی ابتدا بکمک تراکتور ماشین را در ابتدای خط سیر تعیین شده (نقطه A) قرار داد و سپس کابل را از دوره قرقره باز کرده ودر انتهای مسیر در نقطه‌ای ثابت نمود (نقطه B) . برای رساندن آب از لوله‌ٔ اصلی به ماشین ، بایستی لوله‌فرعی لاستیکی را از دورقرقره مخصوص آن باز و درمسیرآبیاری‌قرار داد این‌عمل و همچنین‌باز نمودن کابل از دورقرقره‌اش معمولا" بکمک تراکتور صورت میگیرد . واضح است که ماشین در ضمن حرکت وآبیاری نمودن مزرعه ، لوله فرعی لاستیکی را بدنبال خود میکشد . پس از اتمام آبیاری یک وضعیت ، لوله‌ٔ فرعی را بدور قرقره‌اش جمع نموده و به وضعیت بعدی انتقال می‌دهند و در این صورت ماشین نیز در وضعیت جدید آبیاری قرار میگیرد .

عمق آب آبیاری را میتوان با تغییر سرعت حرکت ماشین تنظیم نمود .



شکل (۱۷) شمای کلی ماشین آب پاش Travelling Boom



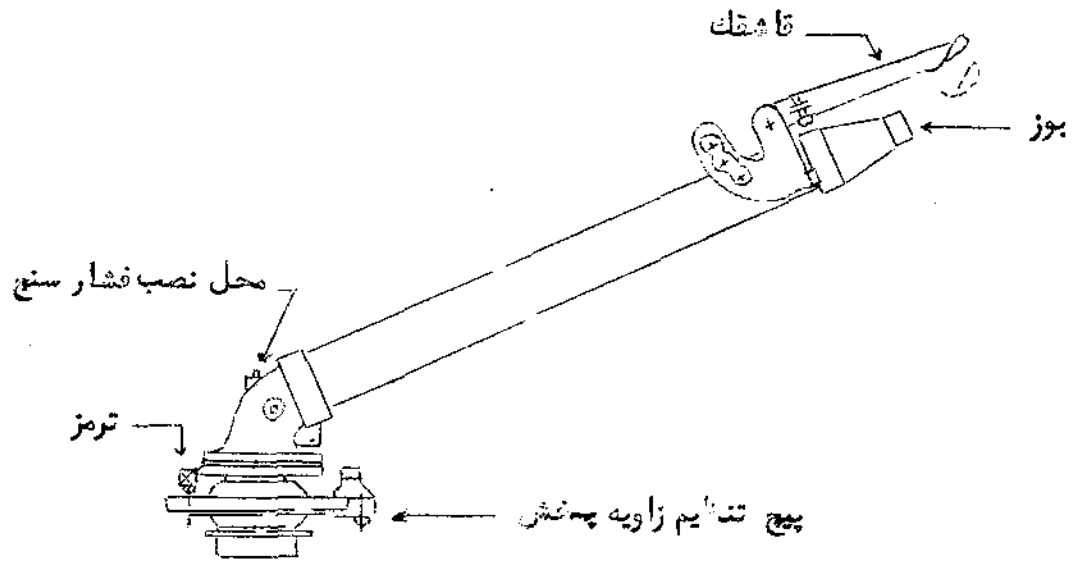
شکل (۱۸) وضعیت آبیاری با ماشین Travelling Boom

۲ ــ ۴ ــ ۲ ماشینهائیکه آب پاش جدا از ماشین است

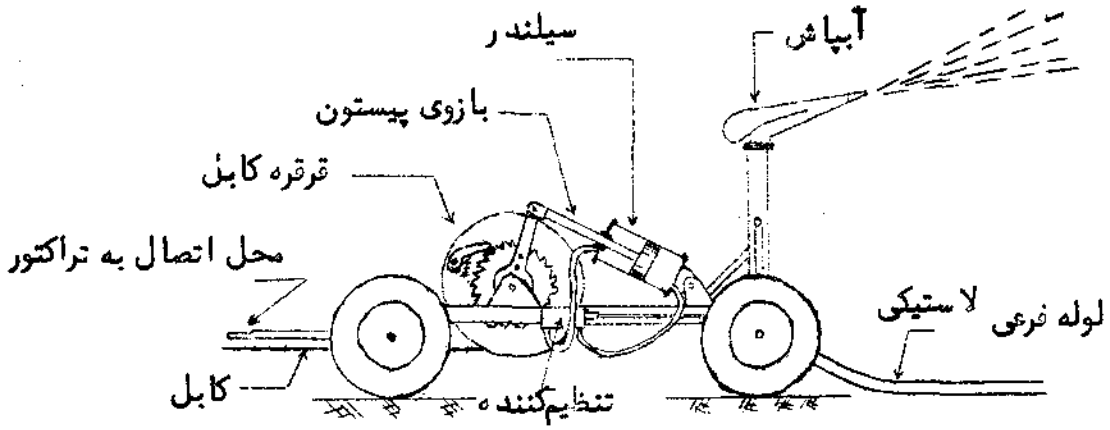
در این سیستم شاسی حامل آب پاش بوسیلهٔ لولهٔ فرعی که از جنس پلی‌تین است به ماشین مستقر در کنار مزرعه‌ارتباط دارد . بر روی ماشین یک قرقره بزرگ سوار شده که بدور آن لولهٔ فرعی پیچیده شده است . شکل (۲۲) شمای کلی این ماشین و شاسی حامل آب پاش را نشان میدهد .

دراین ماشین نیز آب ، تحت فشار وارد لولهٔ فرعی شده و از آب پاش پخش میگردد و قسمتی‌از آن نیز صرف حرکت منظم یک پیستون درون سیلندر شده و درگیری بازوی پیستون با دنده‌های کنار قرقره موجب جمع شدن‌لولهٔ فرعی بدورقرقره و درنتیجه حرکت‌شاسی حامل آب پاش بطرف ماشین میگردد . وقتی شاسی به نزدیک ماشین رسید بر روی‌یک فریم متصل به‌آن سوار میشود و دستگاه بصورت یکپارچه در آمده و عمل آبیاری آن وضعیت خاتمه‌مییابد . دراین موقع تمام دستگاه برای انتقال به وضعیت دیگر آماده است . برای سهولت کاردرزیرماشین‌چندچرخ‌تعبیه‌شده که میتوان بکمک تراکتور آنرا از جائی به جای دیگرمنتقل نمود . در بعضی از این ماشینها چرخ وجود نداشته و تمام دستگاه بکمک تراکتور از زمین بلند شده و بجای دیگر منتقل و مستقر میگردد .

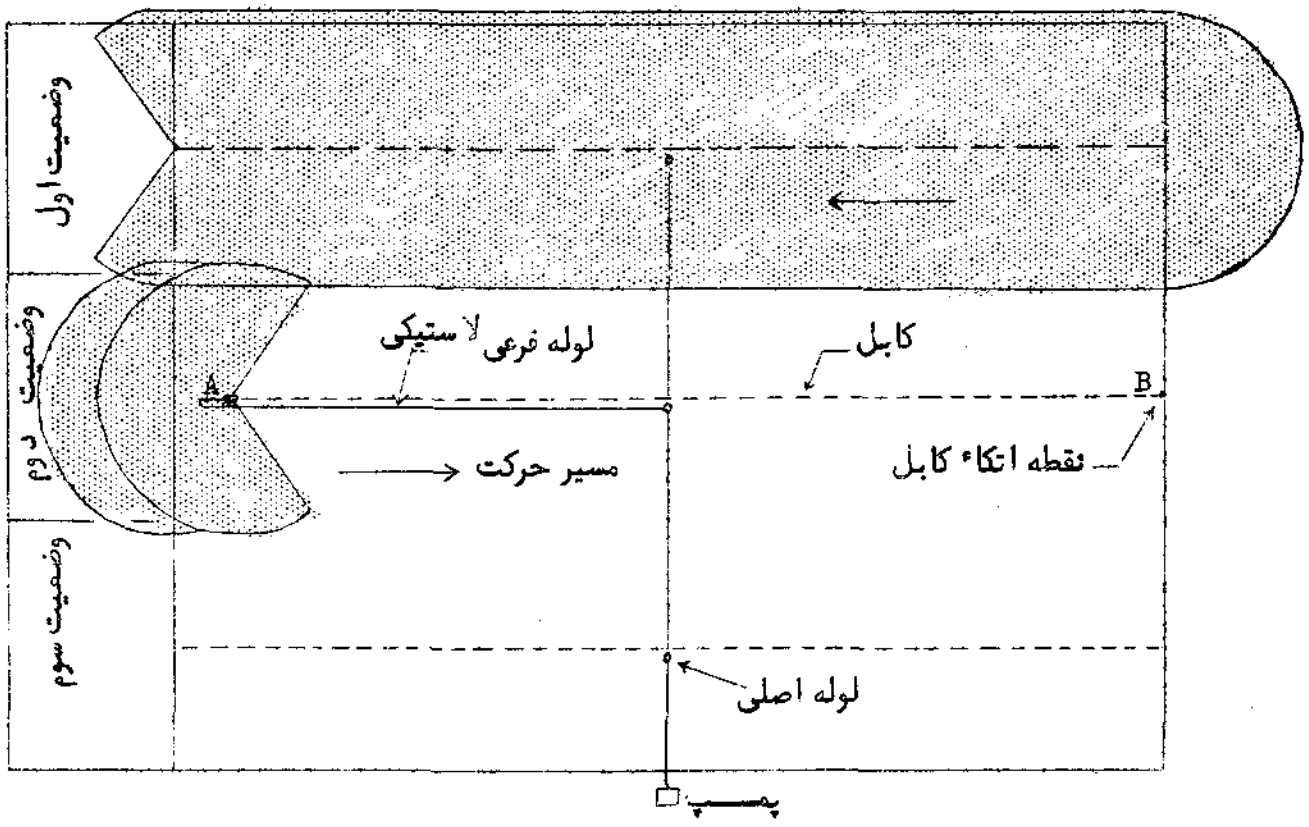
طرز استفاده از این سیستم باین طریق است که ابتدا تمام دستگاه را در کنار آبگیر وضعیت اول قرار داده و بکمک‌اهرمی شاسی حامل آب‌پاش را از ماشین جدا و بوسیلهٔ تراکتور در انتهای مسیر قرار می‌دهند . در این حالت لولهٔ فرعی پولی تین از دور قرقره باز و در طول مسیر گسترده میشود . سپس بکمک یک لوله ۳ ــ ۴ متری آب را از آبگیر لولهٔ اصلی به ماشین متصل میکنند ، تا عمل آبیاری انجام گیرد . پس از اتمام آبیاری این وضعیت ، تمام دستگاه به وضعیت بعدی منتقل میشود . شکل (۲۳) وضعیت آبیاری این ماشین در مزرعه را نشان میدهد .



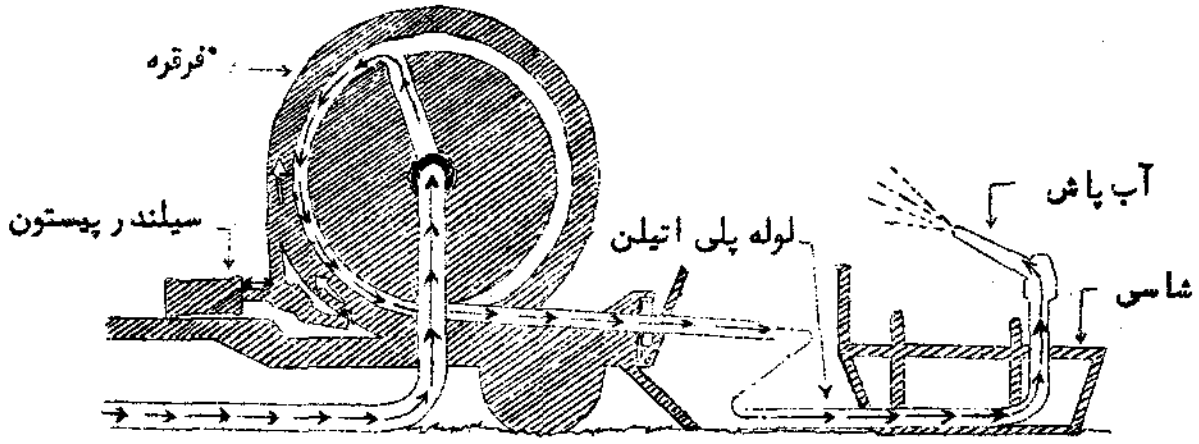
شکل (۱۹) نمای یك آب پاش Rain Gun



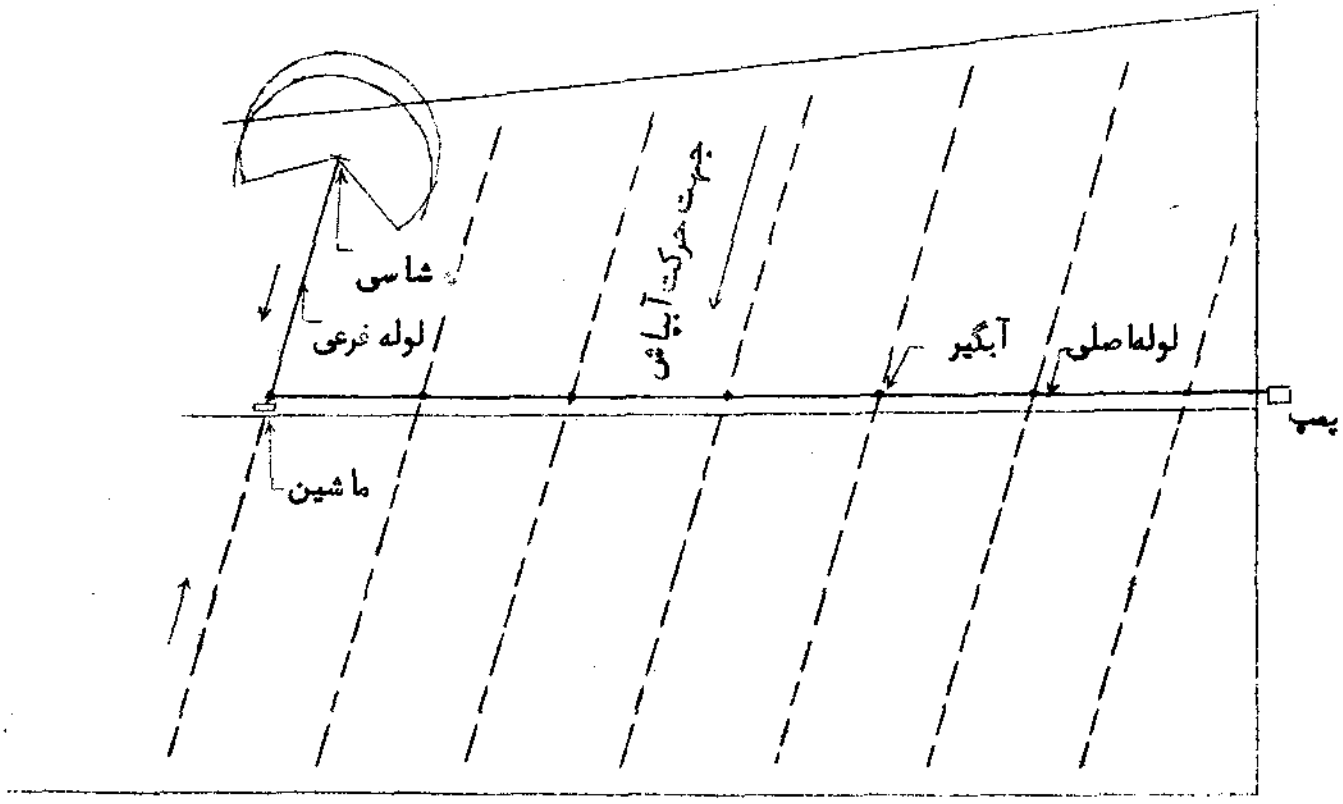
شکل (۲۰) شمای کلی یک ماشین آب پاش که در آن آب پاش
روی ماشین سوار است



شکل (۲۱) وضعیت آبیاری ماشینی که آب پاش روی آن قرار گرفته



شکل (۲۲) شمای یک ماشین آب پاش که در آن شاسی جدا از ماشین است



شکل (۲۳) وضعیت آبیاری در ماشینی که آب پاش از آن جدا است

ازآنچه گذشت چنین معلوم میشود که ماشینهای آبیاری خود رو با فشار آب حرکت میکند و اینکار بکمک سیلندر وپیستون موجود در ماشین صورت میگیرد . در این ماشینها آبی که وارد سیلندر میشود حتما" بایستی تمیز وعاری ازآشغال و شن و لای باشددر غیر اینصورت موجب سائیدگی پیستون وسیلندرشده و از کارآئی آنها بشدت می‌کاهد. بهمین جهت نیز در اکثر این ماشینها برای تصفیه این قسمت از آب ، یک یا چند فیلتر تعبیه گردیده است .

بمنظور جلوگیری از فرو رفتن ماشین و یا شاسی حامل آب پاش در گل ، در موقع آبیاری چرخش آب پاش را طوری تنظیم میکنند که جلو مسیرحرکت را آب پاشی ننماید . شکل (۲۱) ، (۲۳) این وضعیت را نشان میدهد .

فصل دوم ــ برآورد اقتصادی سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی

دراین فصل سیستم‌های مختلف‌آبیاری بارانی که در مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج نصب و مورداستفاده قرار گرفته‌است از لحاظ اقتصادی (سرمایه گذاری اولیه ، هزینه های ثابت ، هزینه های جاری) محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفته است . این سیستمها عبارتند از :

۱ ــ سیستم کلاسیک نوع نیمه ثابت
۲ ــ ماشین آبیاری دوار نوع بوم ــ او ــ رین
۳ ــ ماشین آبیاری خود رو نوع‌دولفین
۴ ــ ماشین آبیاری خود رو نوع تیفون
۵ ــ ماشین آبیاری نوع سنتر پیووت
۶ ــ سیستم کلاسیک ثابت

در محاسبه هزینه‌های ثابت که شامل استهلاک و سود سرمایه در سال برای سیستمهای مختلف آبیاری بارانی است ، مدت استهلاک اجزاء مختلف هر سیستم از روی جدول شماره ۱ همچنین فاکتور استهلاک سود و سرمایه (C.R.F) از روی معادله زیر بدست آمده است .

$$C.R.F = \frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m-1}$$

که درآن i=% نرخ بهره و m= عمر تخمینی وسائل بر حسب سال میباشد . چنانچه‌این فاکتور در هزینه سرمایه گذاری اولیه ضرب گردد ، هزینه ثابت سالیانه بدست خواهد آمد .

در تمام محاسبات طول فصل آبیاری ۲۱۰ روز ، ارزش هر کیلووات برق کشاورزی ۱ ریال ، و هزینه سرویس و تعمیر تمام سیستم‌ها (بجز سیستم کلاسیک ثابت که ۲% است) ۵% هزینه اولیه سرمایه گذاری در نظر گرفته شده است و نرخ بهره نیز ۹% منظور گردیده .

جدول شماره ۱ ــ مدت‌استهلاک یا عمر تخمینی اجزاء مختلف یک سیستم آبیاری بارانی

اجزاء سیستم	مدت استهلاک
الکتروپمپ	۲۰ سال
لوله‌های آلومینیومی	۱۵ "
سرآب پاش	۸ "
لوله‌های ایرانیت و پی وی سی	۴۰ "
ماشین آبیاری (دولفین ، تیفون ، بوم ــ او ــ رین)	۷ "
سنتر پیووت	۱۰ "
تأسیس برق	۹۹ "

۱ ــ سیستم کلاسیک نوع نیمه ثابت

این سیستم از یک الکترو پمپ بقدرت ۶۰ اسب بخار و دبی ۳۹/۶ لیتر در ثانیه ، لوله اصلی ۶ اینچ ازجنس ایرانیت ، لوله‌های فرعی آلومینیومی بقطر ۳ اینچ وآبپاشهای با میزان ریزش ۸ میلیمتر در ساعت با فواصل ۱۲×۱۲ متر ، تشکیل شده است . این سیستم با دورآبیاری ۶/۵ روز و با دو بار تعویض در روز قادر است که ۲۳/۴ هکتار را آبیاری نماید . برای جابجا نمودن لوله های فرعی هر هکتار زمین ۲ ساعت کار کارگر و در یک فصل آبیاری ۲۱۰ روزه جمعا" ۶۶ ساعت کار لازم میباشد .

در محاسبات اقتصادی مزد هر ساعت کار کارگر این سیستم ۳۵ ریال در نظر گرفته شده .

الف ــ سرمایه گذاری اولیه

۱ ــ هزینه الکتروپمپ	۳۵۰۰۰۰	ریال
۲ ــ هزینه تأسیس برق فشار قوی	۲۴۰۰۰۰	"
۳ ــ هزینه لوله های تحت فشار	۱۹۸۰۸۰	"
۴ ــ هزینه وسائل آبیاری	۲۳۷۰۹۰	"
جمع سرمایه گذاری اولیه در ۲۳/۴ هکتار	۱۷۷۵۱۷۰	"

بنابراین جمع سرمایه گذاری اولیه در هر هکتار بالغ ۷۵۸۶۱ ریال خواهد بود .

ب ــ هزینه‌های ثابت (در هکتار)

۱ ــ هزینه الکترو پمپ	۱۶۳۷	ریال
۲ ــ هزینه برق فشار قوی	۳۹۰	"
۳ ــ هزینه لوله های تحت فشار	۴۵۶۲	"
۴ ــ هزینه وسائل آبیاری	۱۸۳۰	"
جمع هزینه های ثابت در هکتار	۸۴۱۹	"

ج ــ هزینه‌های جاری سالیانه (در هکتار)

۱ ــ هزینه کارگر	۲۳۱۰	ریال
۲ ــ هزینه سوخت	۷۵۱۱	"
۳ ــ هزینه سرویس و تعمیر	۱۵۶	"
جمع هزینه‌های جاری در هکتار	۹۹۷۷	"

۲ ــ ماشین آبیاری دوار نوع بوم ــ او ــ رین

این سیستم از یک الکترو پمپ بقدرت ۴۰ اسب بخار و دبی ۲۱ لیتر در ثانیه ، لوله اصلی ۶ اینچ ایرانیتی لوله‌های‌فرعی‌آلومینیومی و ماشین‌آبیاری (بوم ــ او ــ رین) بمیزان ریزش ۶ میلیمتر در ساعت تشکیل شده است . این سیستم با دور آبیاری ۶ روز و جا بجائی ۳ مرتبه در روزقادرست که ۱۸ هکتار زمین را آبیاری نماید . برای‌آبیاری

هرهکتار با این ماشین ۰/۵ ساعت کار کارگر نیمه ماهر لازم است . در محاسبات اقتصادی مزد هر ساعت کارگرنیمه ۵۵ ریال در نظر گرفته شده است .

الف ــ سرمایه گذاری اولیه

۱ ــ هزینه اولیه الکترو پمپ	۲۷۰۰۰۰ ریال
۲ ــ هزینه اولیه تأسیس برق فشار قوی	۱۶۰۰۰۰ "
۳ ــ هزینه اولیه لوله‌های تحت فشار	۲۶۷۰۰۰ "
۴ ــ هزینه اولیه وسائل آبیاری (ماشین‌آبیاری)	۱۴۳۰۰۰۰ "
جمع سرمایه گذاری اولیه در ۱۸ هکتار	۲۱۲۷۰۰۰ "

لذا کل سرمایه گذاری اولیه در هر هکتار بالغ بر ۱۱۸۱۶۶ ریال خواهد بود .

ب ــ هزینه‌های ثابت (در هکتار)

۱ ــ هزینه الکترو پمپ	۱۶۴۲ ریال
۲ ــ هزینه برق فشار قوی	۳۳۷ "
۳ ــ هزینه لوله‌های تحت‌فشار	۱۴۵۲ "
۴ ــ هزینه وسائل آبیاری	۱۵۷۸۵ "
جمع هزینه‌های ثابت در هکتار	۱۹۲۱۶ ریال

ج ــ هزینه های جاری سالیانه (در هکتار)

۱ ــ هزینه کارگر	۹۶۲ ریال
۲ ــ هزینه سوخت	۹۱۱۴ "
۳ ــ هزینه سرویس و تعمیر	۶۱۲ "
کل هزینه‌های جاری سالیانه در هکتار	۱۰۶۸۸ریال

۳ ــ ماشین آبیاری خود رو نوع دولفین

این سیستم از یک الکتروپمپ بقوه ۵۰ اسب بخار و دبی ۲۲ لیتر در ثانیه ، لوله اصلی ۴ اینچ آلومینیومی ، لوله‌فرعی لاستیکی تحت فشار و ماشین آبیاری تشکیل شده است ، طول مؤثر مسیر آبیاری در هر وضعیت این سیستم ۴۵۰ متر و فاصله بین دو مسیر ۱۰۰ متر میباشد . متوسط سرعت حرکت ماشین ۲۰ متر در ساعت و زمان پیمودن هر مسیر ۲۲ ساعت است که با این مشخصات میتواند در روز ۴/۵ هکتار و با دور آبیاری ۶ روز ۲۷ هکتار را با عمق آب ۴۰ میلیمتر آبیاری بنماید .

برای آبیاری هر هکتار زمین با این سیستم حدود ۰/۲۷ ساعت کار کارگر لازم است ، البته در جابجا نمودن این ماشین دو کارگر یکی ماهر و دیگری معمولی مورد نیاز خواهد بود . در محاسبات مزد کارگر ماهر و معمولی بطور متوسط برای هر ساعت کار ۴۵ ریال تعیین شده است .

الف ــ سرمایه گذاری اولیه

۱ ــ هزینه اولیه الکترو پمپ	۳۳۰۰۰۰ ریال
۲ ــ هزینه اولیه تاسیس برق فشار قوی	۲۰۰۰۰۰ "
۳ ــ هزینه اولیه لوله‌های تحت فشار	۲۲۵۰۰۰ "
۴ ــ هزینه اولیه وسائل آبیاری (ماشین)	۱۴۲۵۰۰۰ "
جمع سرمایه گذاری اولیه در ۲۷ هکتار	۲۲۴۵۰۰۰ ریال

لذا مقدار سرمایه گذاری اولیه در هر هکتار بالغ بر ۸۰۷۴۰ ریال خواهد بود .

ب ــ هزینه های ثابت (در هکتار)

۱ ــ هزینه الکترو پمپ	۱۳۳۸ ریال
۲ ــ هزینه برق فشار قوی	۲۸۱ "
۳ ــ هزینه لوله های تحت فشار	۷۷۵ "
۴ ــ هزینه ماشین آبیاری	۱۰۴۸۷ "
جمع هزینه‌های ثابت در هکتار	۱۲۸۸۱ ریال

ج ــ هزینه های جاری سالیانه (در هکتار)

۱ ــ هزینه کارگر	۸۵۰ ریال
۲ ــ هزینه سوخت	۷۲۳۳ "
۳ ــ هزینه سرویس و تعمیر	۴۰۳ "
جمع هزینه‌های جاری سالیانه در هکتار	۸۴۸۶ ریال

۴ ــ ماشین آبیاری خود رو نوع تیفون

این‌سیستم از یک الکتروپمپ بقوه ۵۰ اسب بخار و دبی ۲۲ لیتر در ثانیه ، لوله اصلی ۶ اینچ ایرانیتی ولوله فرعی ۴ اینچ پلی اتیلن و ماشین آبیاری تشکیل شده است . طول مؤثر مسیر آبیاری در هر وضعیت این سیستم ۲۵۵ متر و فاصله‌بین دو مسیر ۹۰ متر میباشد . متوسط سرعت حرکت ماشین ۲۰ متر در ساعت و زمان پیمودن هر مسیر ۱۱ ساعت است که با این مشخصات میتواند با دوبار جابجائی در روز و دور آبیاری ۶ روزه جمعا " ۲۷ هکتار را با عمق ۴۰ میلیمتر آب ، آبیاری نماید .

الف ــ سرمایه گذاری اولیه

۱ ــ هزینه اولیه الکترو پمپ	۳۳۰۰۰۰ ریال
۲ ــ هزینه اولیه تاسیس برق فشار قوی	۲۰۰۰۰۰ "
۳ ــ هزینه اولیه لوله‌های تحت فشار	۲۹۰۰۰۰ "
۴ ــ هزینه اولیه وسائل آبیاری (ماشین)	۱۶۴۰۰۰۰ "
جمع سرمایه گذاری اولیه در ۲۷ هکتار	۲۴۶۰۰۰۰ریال

لذا کل سرمایه گذاری اولیه در هر هکتار بالغ بر ۹۱۱۱۱ ریال خواهد بود .

ب ــ هزینه های ثابت (در هکتار)

۱ ــ هزینه الکترو پمپ	۱۳۳۸ ریال
۲ ــ هزینه تاسیس برق فشار قوی	۲۸۱ "
۳ ــ هزینه لوله اصلی تحت فشار	۹۹۸ "
۴ ــ هزینه وسائل آبیاری (ماشین)	۱۲۰۶۹ "
جمع هزینه ثابت در هکتار	۱۴۶۸۶ ریال

ج ــ هزینه های جاری سالیانه (در هکتار)

۱ ــ هزینه کارگر	۵۱۹ ریال
۲ ــ هزینه سوخت	۷۲۳۳ "
۳ ــ هزینه سرویس و تعمیر	۴۶۰ "
جمع هزینه‌های جاری سالیانه در هکتار	۸۲۱۲ ریال

۵ ــ ماشین آبیاری سنتر پیووت

این سیستم‌از یک الکترو پمپ‌بقوه ۴۰ اسب‌بخار و دبی ۲۰ لیتر درثانیه و ماشین آبیاری تشکیل گردیده‌است . این ماشین درهر دورچرخش دایره‌ای‌بشعاع ۲۳۵ متر و بمساحت۱۸/۵ هکتار را بعمق متوسط ۹ میلیمتر آب ،آبیاری مینماید . مدت زمان‌چرخش یک دور کامل (دورآبیاری) حدود ۱۸ ساعت میباشد.

برای آبیاری هر هکتار زمین با این سیستم ، ۰/۰۵ ساعت کار تکنسین با مزد ۸۰ ریال در ساعت درنظرگرفته شده است .

الف ــ سرمایه گذاری اولیه

۱ ــ هزینه‌اولیه الکترو پمپ	۳۰۰۰۰۰ ریال
۲ ــ هزینه اولیه تاسیس برق فشار قوی	۲۰۰۰۰۰ "
۳ ــ هزینه اولیه ماشین آبیاری	۴۱۰۰۰۰۰ "
جمع سرمایه گذاری اولیه در ۱۰۰/۵ هکتار	۴۶۰۰۰۰۰ ریال

لذا مقدار سرمایه گذاری اولیه در هر هکتار بالغ بر ۲۴۸۶۴۸ ریال خواهد بود .

ب ــ هزینه‌های ثابت (در هکتار)

۱ ــ هزینه الکترو پمپ	۱۷۷۵ ریال
۲ ــ هزینه تاسیس برق فشار قوی	۴۱۰ "
۳ ــ هزینه ماشین آبیاری	۳۴۵۲۸ "
جمع هزینه‌های ثابت در هکتار	۳۶۷۱۳ ریال

ج ــ هزینه‌های جاری سالیانه (در هکتار)

۱ ــ هزینه کارگر	۱۴۰ ریال
۲ ــ هزینه سوخت	۹۵۰۱ "
۳ ــ هزینه سرویس و تعمیر	۱۱۴۸ "
جمع هزینه های جاری سالیانه در هکتار	۱۰۷۸۹ریال

۶ ــ سیستم آبیاری بارانی ثابت

این سیستم از یک الکترو پمپ بقوه ۶۰ اسب بخار و دبی ۴۸ لیتر در ثانیه ، لوله‌های اصلی و فرعی پی وی سی مختلف القطر و آبپاش ها تشکیل شده است . فاصله آب پاشها ۱۲ × ۱۲ متر و مقدار ریزش آنها ۷/۵ میلیمتر در ساعت با فشار ۳ اتمسفر میباشد . سیستم مزبور باغ سیبی بمساحت ۲/۴ هکتار را آبیاری مینماید . دور آبیاری ۱۰ روز و مدت آبیاری ۱۱ ساعت میباشد .

در محاسبات‌اقتصادی ، هزینه پمپ و تاسیس برق در هکتار این سیستم باید متذکر شد که پمپ بعلت کم‌بودن مساحت‌زیر آبیاری ، بطور کامل مورد استفاده قرار نمیگیرد ، یعنی در هر دور آبیاری (۱۰ روز) یک روز کارمیکند درصورتیکه میتوان از این پمپ همه روزه استفاده نمود . لذا هزینه پمپ و تاسیس برق برای ۱۰ برابر سطح موجود یعنی ۲۴ هکتار در نظر گرفته شده است تا رفع این اشکال بشود .

در این محاسبات‌در هرآبیاری برای هر هکتار ۰/۴۱ ساعت کار کارگر با دستمزد ساعتی ۳۵ ریال در نظرگرفته شده است .

الف ــ هزینه سرمایه‌گذاری اولیه

۱ ــ هزینه اولیه الکترو پمپ	۳۵۰۰۰۰ ریال
۲ ــ هزینه اولیه تاسیس برق فشار قوی	۲۴۰۰۰۰ "
۳ ــ هزینه اولیه لوله‌های تحت فشار	۶۸۰۰۰۰ "
۴ ــ هزینه اولیه وسائل آبیاری	۲۳۴۳۶۰ "
جمع هزینه سرمایه گذاری اولیه در ۲/۴ هکتار	۱۵۰۴۳۶۰ ریال

لذا مقدار سرمایه گذاری اولیه در هر هکتار بالغ بر ۶۲۶۸۱۶ ریال خواهد بود .

ب ــ هزینه های ثابت (در هکتار)

۱ ــ هزینه الکترو پمپ	۱۵۹۷ ریال
۲ ــ هزینه تاسیس برق فشار قوی	۳۸۰ "
۳ ــ هزینه لوله های تحت فشار	۲۶۳۵۰ "
۴ ــ هزینه وسائل آبیاری آبیاری	۱۷۶۴۵ "
جمع هزینه‌های ثابت درهکتار	۴۵۹۷۲ ریال

ج ــ هزینه های جاری سالیانه (در هکتار)

۱ ــ هزینه کارگر	۳۰۱	ریال
۲ ــ هزینه سوخت	۵۳۷۰	"
۳ ــ هزینه سرویس و تعمیر	۳۸۸	"
جمع هزینه‌های جاری سالیانه در هکتار	۶۰۵۹	ریال

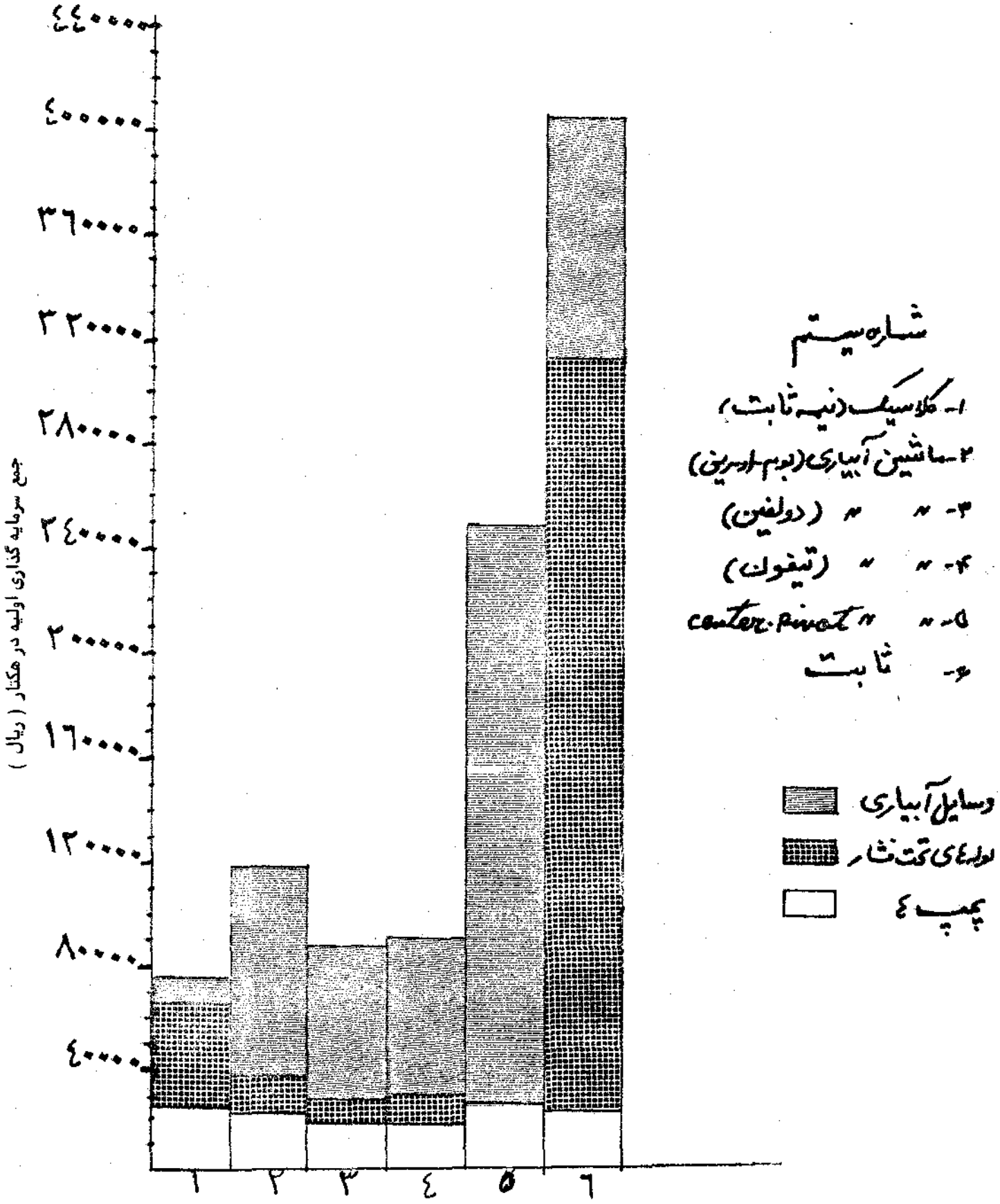
با توجه به محاسبات انجام شده است ، نتیجه مقایسه سیستم ها از لحاظ اقتصادی (سرمایه‌گذاری اولیه ــ هزینه‌های ثابت و جاری) در جداول ۲ و ۳ و نمودارهای ۱ و ۲ آورده شده است .

جدول شماره ۳ مقایسه اقتصادی سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی (ریال در هکتار)

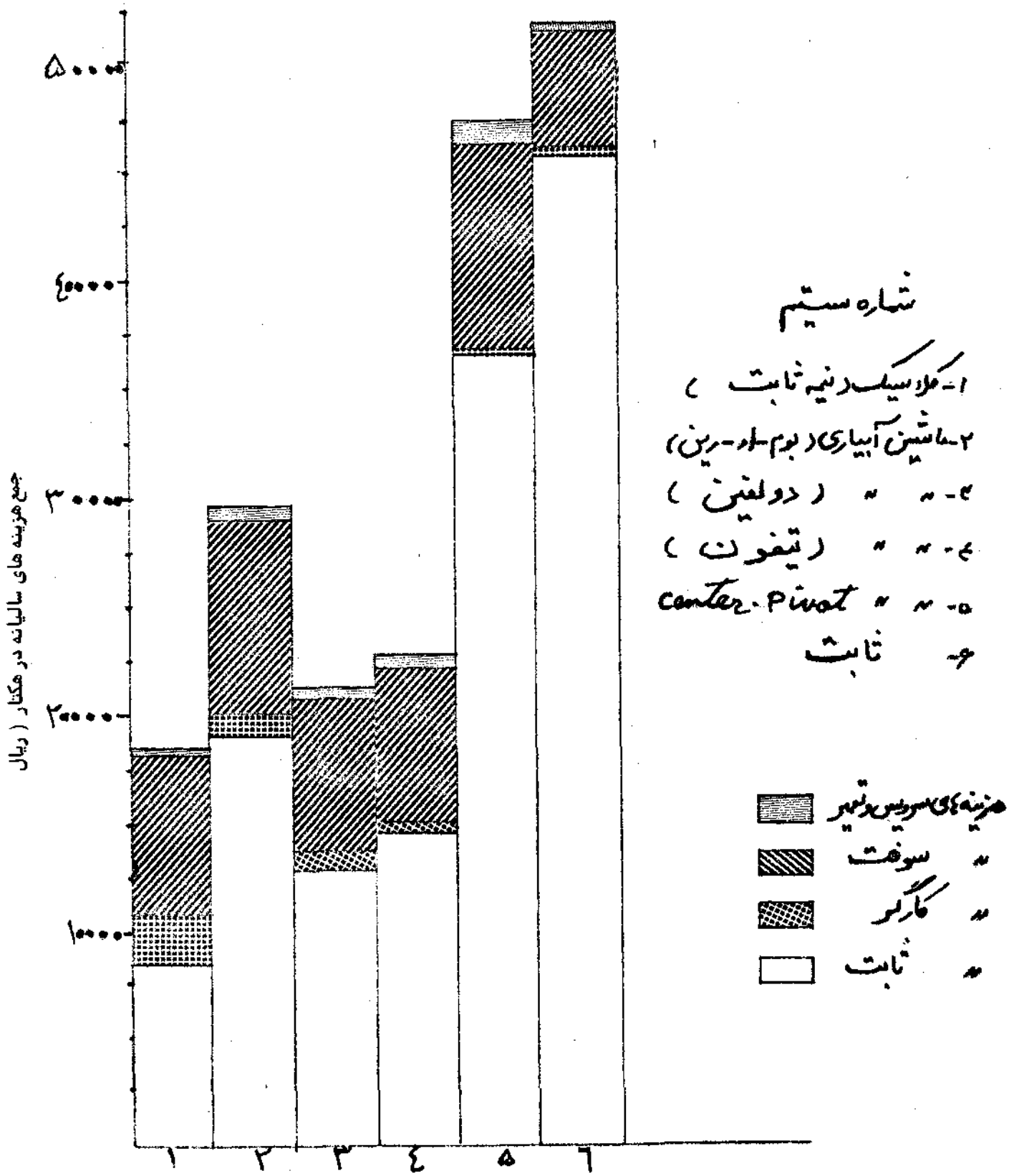
نوع سیستم / شرح	کلاسیک نیمه ثابت	ماشین آبیاری دوار (بوم او رین)	ماشین آبیاری خودرو (دولفین)	ماشین آبیاری خودرو (تیفون)	سنتر پیووت	کلاسیک ثابت
سرمایه گذاری اولیه	۷۵۸۶۰	۱۱۸۱۷۰	۸۰۷۴۰	۹۱۱۰۰	۲۴۸۶۵۰	۴۰۵۵۷۰
هزینه‌های ثابت در سال	۸۴۲۰	۱۹۲۲۰	۱۲۸۸۰	۱۴۶۹۰	۳۶۷۱۰	۴۵۹۷۰
هزینه‌های جاری در سال	۹۹۸۰	۱۰۶۹۰	۸۴۹۰	۸۲۱۰	۱۰۷۹۰	۶۰۶۰
جمع هزینه‌های ثابت و جاری در سال	۱۸۴۰۰	۲۹۹۱۰	۲۱۳۷۰	۲۲۹۰۰	۴۷۵۰۰	۵۲۰۳۰

جدول شماره ۲ مقایسه سیستم‌ها از لحاظ هزینه‌های ثابت و جاری در هکتار در سال به ریال

شرح هزینه‌ها / نوع سیستم	هزینه های ثابت					هزینه‌های جاری		
	الکتروپمپ و برق فشار قوی	لوله‌های تحت فشار	وسائل آبیاری	جمع	کارگر	سوخت	تعمیر و سرویس	جمع
کلاسیک نیمه ثابت	۲۰۳۰	۴۵۶۰	۱۸۳۰	۸۴۲۰	۲۳۱۰	۷۵۱۰	۱۵۶	۹۹۸۰
ماشین آبیاری بوم ــ او ــ رین	۱۹۸۰	۱۴۵۰	۱۵۷۹۰	۱۱۲۲۰	۹۶۰	۹۱۲۰	۶۱۲	۱۰۶۹۰
ماشین آبیاری دولفین	۱۶۲۰	۷۸۰	۱۰۴۹۰	۱۲۸۸۰	۸۵۰	۷۲۳۰	۴۰۳	۷۴۹۰
ماشین آبیاری تیفون	۱۶۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۷۰	۱۴۶۹۰	۵۲۰	۷۲۳۰	۴۶۰	۸۲۱۰
سنتر پیووت	۲۱۹۰	—	۳۴۵۳۰	۳۶۷۱۰	۱۴۰	۹۵۰۰	۱۱۴۸	۱۰۷۹۰
کلاسیک ثابت	۱۹۸۰	۲۶۳۵۰	۱۷۶۵۰	۴۵۹۷۰	۳۰۰	۵۳۷۰	۳۹۰	۶۰۶۰



هیتوگرام ۱ ــ مقایسه سیستم‌ها از لحاظ سرمایه گذاری اولیه در هکتار



هیتوگرام ۲ ــ مقایسه سیستم ها از لحاظ هزینه‌های سالیانه در هکتار

چنانکه در مقدمه این گزارش ذکر شد از چند سال پیش تعدادی از دستگاههای جدید و همچنین سیستمهای معمولی آبیاری بارانی درمزارع مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج نصب و مورد استفاده قرار گرفته است . هدف از جمع آوری این سیستمها علاوه بر آشنائی و نمایش طرز کار آنها به زارعین و اشخاص علاقمند ، آن بوده که این دستگاههارا مورد ارزیابی فنی قرار داده و محاسن و معایب هر کدام را مشخص و در صورتلزوم تغییراتی در ساخت آنها برای استفاده در شرائط ایران داده شود و در نهایتامر بهترین دستگاه آبیاری مناسب با شرائط مختلف کشور انتخاب و توصیه گردد ،درسایر شهرستانها نیز بتدریج دستگاههای مختلف نصبومورد آزمایش قرار خواهد گرفت . در حال حاضر دو ایستگاه در شیراز و مشهد برای این منظور در نظر گرفته شده است .

سیستمهای مختلفی که تاکنون در کرج نصب و یا در آینده نزدیک نصب و بکار برده خواهد شد بقرار زیراند :

۱ ــ سیستم کلاسیک معمولی نیمه ثابت	در سطح ۲۳/۴ هکتار نصب و مورد استفاده است
۲ ــ سیستم متحرک خود رو از نوع تیفون	" " " ۲۷ " " " " " "
۳ ــ " " " " دولفین	" " " ۲۷ " " " " " "
۴ ــ سیستم Center Pivot	" " " ۱۸/۵ " " " " " "
۵ ــ سیستم دوار از نوع بوم ــ او ــ رین	" " " ۱۸ " " " " " "
۶ ــ سیستم کاملا" ثابت	" " " ۲/۴ " " " " " "
۷ ــ سیستم Trimatic	" " " ۲۰ که در سال آینده نصب می شود
۸ ــ سیستم کلاسیک Side Roll	در سطح ۲۵ هکتار که در سال آینده نصب میشود

دستگاههای فوقالذکر برطبق دستوالعملهای استانداردبین المللی از نظر راندمان آبیاری ، یکنواختیتوزیع آب ،چگونگی پخش آب در شرائط مختلف جوی ،کارآئی دستگاه در شرائط مختلف و همچنین تعیین میزان آبلازم فشارمناسب برای استفاده صحیح از دستگاه در شرائط مختلف اقلیمی مورد آزمایش قرار گرفته و از نتایج بدستآمده پیشنهاداتوتوصیههای لازمبرای استفاده کنندگاناین دستگاهها داده خواهد شد .همچنین درصورتلزومتغییراتی در ساخت آنها متناسب با شرائطکشورما داده میشود . مسلما" این کار مستلزم زمان زیادیست و از هم اکنون کارشناسان مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج کار را شروع کرده و بتدریج نتایج این آزمایشات در سالهای آینده در دسترس علاقمندان قرار خواهد گرفت .

آنچه در این فصل از نظر خوانندگان گرامی میگذرد نتیجه اطلاعات و مشاهداتی است که طی دو سال کار بنا ایندستگاهها توسط نویسندگان این گزارش از بدو تهیه طرحو نصب دستگاهها و کار با آنها بدست آمده است .امید است در سالهای آینده با نتیجه گیری که از آزمایشات بدست خواهد آمد ، ارزیابی جامعتری از سیستمهای مختلف آبیاری بارانی ارائه گردد .

۱ ــ سیستم کلاسیک (نیمه ثابت)

بطورکلی این سیستمبلحاظ کمی هزینهسرمایه گذاری اولیهو همچنین سادهبودن آن نسبت به سایر سیستمها ، هنوزمورداستقبال بیشترزارعین است .اکثرمزارعیکهزیرپوشش آبیاری بارانی است باین طریق آبیاری میگردند .میزان سرمایه گذاری اولیهاین سیستم طبق محاسباتی که در فصل پیش انجام شده حدود ۷۶۰۰۰ ریال در هکتار برآورد میشودکه در مقایسهبا سایر سیستمهای ماشینی خودکار کمتر است . تنها اشکالی که براین سیستم آبیاری وارداست ، مشکل استفاده از این سیستم برای آبیاری محصولات پا بلند بجهت سختی انتقال و جابجائی لوله در داخل مزرعه و همچنین هزینه زیاد کارگر جهت انتقال و جابجا کردن لولههای فرعی است که بخصوص در شرائطی که کارگرکمیاب

باشد شکل حادتری بخود میگیرد . برای حل مشکل کارگر همانطوریکه در مقدمه این گزارش ذکر شده ، عمل جابجا کردن لوله‌ها را براههای مختلف از قبیل نصب چرخهای مخصوص در زیر لوله‌ها و حرکت آنها با استفاده از تراکتور یا موتورهای کوچک و یا با دست انجام میدهند که در اینصورت باز مبالغی بر هزینه اولیه سیستم خواهد افزود . هزینه‌های کارگر در سیستم ساده آن که لوله‌ها صرفا" بوسیله کارگر با دو بار جابجائی در روز صورت میگیرد ،طبق محاسبات انجام شده به حدود ۲۳۰۰ ریال در سال برای یک هکتار آبیاری میرسد که نسبت بسایر سیستمها رقم خیلی زیادی است .

البته صرف نظر از مسئله کارگر این سیستم دارای محاسن ویژه‌ای است که در سایر سیستمهای ماشین خودکار متحرک نمیتوان یافت و مهمترین این محاسن را میتوان بطور خلاصه بشرح زیر ذکر نمود :

ـ این سیستم را میتوان براحتی بسته به شرائط گوناگون از نظر آب و هوا ، جنس خاک ، میزان آب موجود، میزان نیروی پمپ و فشارهای مختلف و بالاخره بسته به سطح و اندازه‌های مختلف مزرعه طرح ریزی و مورد استفاده قرار داد . خاکهای با نفوذ پذیری کم و یا نفوذ پذیری زیاد را میتوان با انتخاب اندازه قطر نازلهای مناسب آبیاری کرد . با هر اندازه آب که در دسترس باشد میتوان سطح معینی را زیر آبیاری قرار داد و در نتیجه متناسب با میزان آبیکه در دسترس است فشار پمپ و اندازه مزرعه را انتخاب نمود .

ـ در نقاط باد خیز که جهت وزش باد مشخص است میتوان با قرار دادن لوله‌ها عمود بر جهت باد و انتخاب فواصل مناسب آب پاشها نسبت بیکدیگر ، بمیزان قابل ملاحظه‌ای از اثرات نامطلوب باد در غیر یکنواخت کردن وضع پخش آب روی زمین کاست .

هزینه سرویس و نگهداری و تعمیرات این سیستم نیز نسبت به سایر سیستمها ناچیز و حدود ۱۵۰ ـ ۱۶۰ریال در سال برای هر هکتار است . نکته مهم اینکه چنانچه قسمتی از سیستم که شامل لوله‌هایا شیر فلکه یا آبپاش‌باشد ، خراب شود کلیه سیستم از کار نیافتاده بلکه تا تعویض یا تعمیر آن قسمت سایر قسمتهای سیستم قابل استفاده بوده و کار آبیاری را یکباره متوقف نمیکند ، در حالیکه در سایرسیستمهاچنانچه اشکالی در قسمتی از نیروی محرکه یاسایر قسمتهابوجود آید ، کلیه دستگاه تا رفع عیب عملا" از کار افتاده و در کار آبیاری برای مدتی تاخیر حاصل میشود .

۲ ـ ماشین آبیاری دوار (Rotating Boom)

این دستگاه علیرغم سادگی ماشین با مقایسه به سایر دستگاههای جدید ، دارای معایبی است که استفاده‌ازآن را فقط در شرائط خاصی محدود میسازد . مهمترین اشکال در کار این ماشین مسئله جابجا کردن آن از وضعیتی به وضعیت دیگر است ، بدین معنی که بعد از انجام آبیاری در یک نقطه زیر دستگاه کاملا" خیس شده و چون انتقال دستگاه‌بوسیله موتورکوچکی بر روی ماشین و با چرخهای لاستیکی صورت میگیرد ، دستگاه در گل فرو رفته و ازحرکت باز میماند . این امر سبب میشود که بجای آنکه دستگاه در روز ۲ ـ ۳ مرتبه جابجا و سطح زیادی را مورد آبیاری قرار دهد ، بیش از یکبار جابجا نشده و بهمین نسبت سطح زیر آبیاری کاهش یابد و در برنامه آبیاری ایجاد اشکال نماید . این مسئله در آبیاری محصولات کم پشت نظیر چغندر و پنبه و ذرت و بخصوص در آبیاریهای اول که زمین عاری از پوشش گیاهی است حادتر میگردد . بنابراین استفاده ازاین دستگاه‌رابایدبه‌محصولات پرپشت و علفزارکه سطح زمین دارای پوشش کامل است اختصاص داد . بکار بردن چرخهای آهنی دندانه دار و پهن که چرخ را بیشتر با خاک در گیر نماید برفع این اشکال کمک میکند .

این موضوع هم اکنون در مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج مورد آزمایش قرار گرفته و در صورت حصول نتیجه توصیه‌های لازم به کمپانیهای سازنده جهت بهبود ساخت آن داده میشود .

هزینه‌سرمایه گذاری اولیه‌همچنانکه در محاسبه‌اقتصادی آمده است ، نسبتا" زیاد میباشد به حدود ۱۲۰۰۰۰ ریال در هکتار میرسد و این بعلت زیاد بودن قیمت دستگاه نسبت به سطح زیر آبیاری است .

هزینه کارگر نیز در این سیستم نسبت به سایر سیستمها بجز سیستم کلاسیک زیادتر و به حدود ۹۶۰ ریال در سال برای هر هکتار میرسد که علت آن استفاده از کارگر نیمه ماهر (راننده) است که مزد زیادتری بحساب خواهد آورد .

با وجود ایرادی که در مورد جابجا کردن دستگاه ذکر شد ، این سیستم دارای محاسنی مخصوص بخود استکه در زیر بشرح پاره‌ای از آنها میپردازیم :

ـ رویهمرفته طرز کار با این دستگاه بسیار ساده است و یک کارگر نیمه ماهر نیز میتواند پس از یکی دوبار کار ، آنرا جابجا کرده و از آن براحتی استفاده نماید .

ـ چون ساختمان و مکانیزم کار دستگاه ساده است ، کمتر دچار عیوب فنی شده و احتمال خرابی دستگاه در فصل آبیاری و خطر وقفه در کار آبیاری کم است .

ـ چون آبپاشهای این دستگاه در ارتفاع نسبتا" بلندی روی دکل نصب شده ، میتوان بخوبی از آن برای محصولات پایه بلند استفاده نمود . اما این نکته را باید یاد آور شد که بجهت قرار گرفتن آبپاشها در ارتفاع‌بلند ، راندمان یکنواختی پخش آب بر روی زمین هنگام وجود بادهای شدید بشدت کاهش مییابد .

ـ بجهت‌عبور آب‌با فشار از نازلهای نسبتا "کوچک و عمل پولواریزه شدن قطرات آب ، بطور کلی شدت‌پخش آب روی زمین زیاد نبوده و در زمینهای با نفوذ پذیری کم از نظر جریان سطحی اشکالی بوجود نمیاورد .

۳ ـ ماشینهای آبیاری خود رو

دراین نوع‌دستگاههای آبیاری همچنانکه‌درفصل اول شرح‌داده‌شدازیک‌آبپاش بزرگ (Rain Gun) که قطر دهانه نازل آن بین ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر قابل تنظیم است استفاده میشود ، این آبپاش ضمن دوران حول یک محور عمودی مقدار آبی حدود ۵۰ تا ۱۱۰ متر مکعب در ساعت با فشار حدود ۶ اتمسفر را بصورت نیم دایره‌ای‌بقطر ۱۰۰ متر بر روی زمین پخش میکند . این آبپاش درضمن حرکت دورانی بوسیله دستگاهی که با نیروی فشار آب کار میکند ، آبپاش را در طول مزرعه با هستگی و بطور مداوم میکشد و در نتیجه یک نوار بطول ۴۰۰ ـ ۵۰۰ متر وبعرض ۸۰ ـ ۱۰۰ متر را آبیاری خواهد نمود . از این نوع ماشینها انواع مختلفی توسط‌کمپانی‌های سازنده وسائل آبیاری ببازار عرضه شده که اصول کار آنها کم و بیش با هم یکی است . در این گزارش دو نوع از این دستگاهها که در نوع اول آبپاش بر روی خود دستگاه سوار است و در نوع دوم آبپاش جدا از دستگاه قرار میگیرد ، شرح داده شده که جداگانه به ارزیابی هر یک میپردازیم .

الف ـ ماشین آبیاری خود رو که آبپاش روی دستگاه قرار دارد :

از این نوع ، یک دستگاه بنام Dolphin (نامگذاری کمپانی سازنده) ساخت کشور انگلستان در مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج نصب و مورد استفاده قرار دارد .

از لحاظ اقتصادی هزینه سرمایه گذاری اولیه این دستگاه به حدود ۸۰۰۰۰ ریال برای هر هکتار میرسد که تقریبا" نزدیک به‌سرمایه گذاری در سیستم کلاسیک است و از سایر سیستمهای ماشینی متحرک ارزانتر است . ازلحاظ هزینه‌های ثابت و جاری تفاوت فاحشی با سیستم‌های مشابه ندارد . نکات مهمی که در مورد استفاده ازاین دستگاه باید در نظر داشت بشرح زیر است :

ـ نیروی‌محرکه‌ماشین از همان فشار آبی که وارد دستگاه میشود تامین میگردد که معمولا" قسمتی از آب بافشار پس ازگذشتن از یک سری دریچه‌های کنترل باعث حرکت پیستونی در داخل سیلندر میشود ، بنابراین چنانچه آب حاوی‌مقدار زیادی‌گل و لای و یا ذرات‌ریز ماسه باشد سبب سائیدگی دریچه‌های کنترل گردیده و پس از مدت‌کوتاهی

دستگاه‌از حرکت باز میماند. لذا در هنگام استفاده از این ماشین حتی المقدور باید از آب تمیز و عاری از مواد معلق بخصوص ذرات ریز شن یا ماسه استفاده نمود .

یکی از عیوب این ماشین نداشتن فیلترهای کافی برای تصفیه آب قبل از ورود به دستگاه است که این موضوع به کارخانه سازنده گزارش شده اما بجهت افت زیاد فشار آب در فیلترها و احتیاج به نیروی پمپ قوی تر وبالنتیجه بالا بردن هزینه ساخت ، تا کنون در این مورد اقدامی نشده است .

ــ یکی ازعیوب دستگاههای آبیاری که با آبپاش Gun کارمیکند آنست که شدت پخش آب بر روی زمین معمولا" در آنها زیاداست و در زمینهائی که خاک دارای نفوذ پذیری کم تا متوسط است مقداری از آب پخش شده مجال نفوذ درخاک را نداشته و بصورت جریان سطحی در مزرعه راه میافتد . بنابراین این سیستم‌ها را باید در زمینهائی که دارای نفوذ پذیری نسبتا" زیاد میباشند بکار برد . در خاکهای با نفوذ پذیری کم استفاده از آن برای محصولات پر پشت نظیر یونجه و شبدر و علوفه توصیه میگردد تا از شدت جریانات سطحی کاسته شود .

ــ هر چند با قرار دادن و اشرهای مخصوص در دهانه نازل آبپاش وکوچکتر کردن قطر دهانه آن میتوان آب پخش شده را پولواریزه و بذرات ریز تبدیل کرد ، معذلک بعلت سقوط قطرات درشت آب برروی زمین بخصوص در انتهای شعاع پخش و برخورد قطرات با سطح خاک ایجاد کوبیدگی نموده و پس از خشک شدن سطح خاک ایجاد سله کرده و از نفوذ آب در خاک در آبیاریهای بعدی بمقدار قابل ملاحظه‌ای میکاهد . بهمین جهت نیز پوشش گیاهی زمین میتواند کمک موثری در جلوگیری از فرسایش خاک هنگام استفاده از این دستگاه داشته باشد .

ــ بهمان عللی که در فوق بآن اشاره شد استفاده از این دستگاه برای آبیاری اول و بخصوص سبز کردن بذر بهیچوجه توصیه نمیگردد ، بلکه باید آبیاریهای اولیه را تا سبز شدن بذور با سیستم‌های کلاسیک و یا متدهای دیگر آبیاری مثل نشتی و یا با دستگاههای دیگری که شدت پخش آب در آنها کمتر است انجام داد .

ــ بادبخصوص اگر شدت آن از ۱۰ کیلومتر در ساعت تجاوز کند بشدت و در وضع پخش آب بوسیله این دستگاه تاثیرگذارده و راندمان یکنواختی پخش را کاهش میدهد . بنابراین در نقاط باد خیز توصیه میشود که فواصل خطوطی را که دستگاه در مسیر آن حرکت میکند بسته به سرعت باد ۳۰ تا ۵۰ در صد فاصله پیشنهادی کارخانه سازنده تقلیل داد. این امر سبب خواهدشد که از مقدار پتانسیل سطح زیر آبیاری دستگاه بطور قابل ملاحظه‌ای کاسته شده وهزینه سرمایه گذاری را افزایش دهد .

ــ در این ماشین آبیاری لوله آبرسانی از محور خط اصلی به دستگاه از جنس لاستیک مخصوصی است که ضمن حرکت دستگاه‌روی زمین بدنبال ماشین کشیده میشود . هنگام انتقال دستگاه بعد از آبیاری در یک مسیر به مسیربعدی باید این لوله‌از آب تخلیه‌شده و بدور قرقره‌مخصوصی پیچیده گردد و دوباره در مسیر جدید قرار داده شود . تخلیه لوله از آب چنانچه مسیر درجهت شیب نباشد با اشکال صورت میگیرد و باید از موتور کمپرسور مخصوص برای تخلیه آن استفاده نمود . بنابراین در هنگام طرح استفاده از این دستگاه باید علاوه بر در نظر گرفتن جهت باد بوضع توپوگرافی زمین نیز توجه شده و مسیر حرکت دستگاه را حتی‌المقدور در جهت شیب زمین انتخاب کرد .

بهرحال بطور کلی گر چه استفاده از این سیستم مستلزم شرائط خاصی است ، اما بسبب کارآئی خوب دستگاه نسبت به هزینه آن و ساده بودن مکانیزم آن و خوب بودن راندمان آبیاری در هوای مساعد ، چنانچه در شرائط مناسب از نظر جنس خاک ، محصول مناسب و آب و هوای مساعد مورد استفاده قرار گیرد ، نتیجه رضایتبخشی خواهد داد .

ب ــ ماشین آبیاری خود رو که آب پاش جدا از دستگاه قرار دارد

از این دستگاه یک نوع فرانسوی آن بنام تیفون Typhone در مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج از دو سال قبل نصب ومورد استفاده قرار گرفته است . طرز کار دستگاه شبیه دستگاه دولفین است باین تفاوت که آبپاش

Gun برروی یک شاسی سورتمه مانند بادو بالشتک آهنی و یا دو چرخ قرار داده شده که بوسیله لوله طویلی ازجنس پلی اتیلن مخصوص ، بدستگاه که در کنار مزرعه مستقر گردیده متصل میگردد . این لوله دو کار انجام میدهد ،هم بعنوان لوله آبرسانی آب رااز دستگاه‌به آبپاش میرساندو هم در اثرپیچیده‌شدن روی یک قرقره بزرگ که روی دستگاه نصب است ، آبپاش را بتدریج و بطور مداوم درامتداد مسیریکه قرار گرفته بطرف دستگاه میکشد .

در محاسبه اقتصادی این دستگاه چنانکه در فصل پیش ملاحظه میشود ، تفاوت جزئی در سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های ثابت‌نسبت به دستگاه دولفین موجود استو این دستگاه کمی گرانتر است ، اما درهزنیه‌های جاری‌تفاوتی ندارد . سرمایه‌گذاری اولیه برای این سیستم حدود ۹۰۰۰۰ ریال در هکتار و جمع هزینه‌های ثابت و جاری به‌حدود ۲۳۰۰۰ ریال در سال برای هر هکتار میرسد .

در مورد استفاده از این دستگاه کلیه نکاتی که در مورد دستگاه دولفین شرح داده شده باید مراعات نمود . صرفنظر از تشابهی که طرز کار این دستگاه با دستگاه دولفین موجود است ، در ساخت آن وسائل و تجهیزاتی طرح و نصب شده که پاره‌ای از عیوب دستگاه دولفین را مرتفع نموده است . ذیلا" بشرح پاره‌ای از آنها میپردازیم :

ـ در این دستگاه با نصب یک‌سری فیلترهای مخصوص ، آب قبل از ورود به دستگاه کاملا" تصفیه شده و کلیه ذرات و مواد معلق در آب گرفته میشود . این امر سبب جلوگیری از سائیدگی دریچه‌های کنترل و سیلندر پیستون حرکت دهنده دستگاه میگردد .

ـ در روی دستگاه دو عدد ساعت مخصوص برای تنظیم مدت توقف آبپاش در ابتدا و انتهای مزرعه نصب‌شده که پس از گذشت مدت توقف تنظیم شده در ابتدای مزرعه ، بطور اتوماتیک دستگاه شروع بحرکت و در انتهای‌مزرعه نیز بطور اتوماتیک دستگاه رامتوقف میسازد .

ـ با نصب رگولاتور مخصوص میتوان سرعت حرکت آبپاش را بطرف دستگاه باندازه‌های مختلف و بسته میزان آب آبیاری مورد احتیاج تنظیم نمود .

ـ عمل انتقال ماشین پس از انجام آبیاری در طول یک مسیر ، به مسیر بعدی بسادگی صورت میگیرد زیرالوله آبرسان دستگاه در خاتمه آبیاری روی قرقره پیچیده شده و شاسی حامل آبپاش نیز در آخر آبیاری روی دستگاه سوار شده و دستگاه آماده جابجا شدن است .

باوجودی که این‌دستگاه از نظرتجهیزات و ساخت بطور کاملی ساخته شده ، معهذا در ضمن کار دارای معایبی است که در کار آبیاری ایجاد اشکالاتی مینماید . در زیر بشرح چند مورد از این مشکلات خواهیم پرداخت .

ـ مهمترین‌مسئله همچنانکه‌درمورد دستگاه دولفین نیز شرح داده شده ، زیاد بودن میزان پخش آب روی‌زمین و اثر کوبندگی قطرات‌آب هنگام‌سقوط بر روی زمین است که این دو موضوع بخصوص در مورد خاکهای با نفوذ پذیری کم باعث میشود که آب پخش شده فرصت نفوذ در خاک را نیافته و بر روی زمین جریان یابد . در نتیجه در نقاط بلند ، زمین بمقدار کافی‌آب دریافت نداشته و باعث خشکی محصول میشود و بالعکس در نقاط‌گود زمین ، آب‌جمع شده‌و به طرف مسیر مجاورکه دستگاه باید بعدا" آبیاری کند جریان می‌یابد . این امر سبب میشود که در مسیربعدی هنگامیکه تراکتور میخواهد شاسی حامل آبپاش را از طرف دستگاه بانتهای مزرعه بکشد ، در نقاط‌پست مسیر در گل فرو رود و از حرکت باز ماند .

ـ چون لوله بلندی که از دستگاه به آبپاش وصل شده پر از آب و دارای وزن زیادی بوده و دائما" روی زمین کشیده‌میشود ،در اثرتماس با سنگریزه های سطح خاک بتدریج سائیده شده و پس از مدتی سوراخ و غیر قابل استفاده خواهد شد . توصیه کارخانه سازنده آنست که بعد از هر فصل آبیاری ، در سال بعد باید لوله را از دستگاه‌باز کرده و محورلوله را چرخاند و دوباره طوری نصب نمود که سطح تماس لوله با خاک نسبت بسال قبل تغییر کند تا عمل سائیدگی در یک جهت انجام نگرفته و بر عمر لوله افزوده گردد .

ـ اشکال دیگری که در مورد استفاده از این دستگاه است ، تخلیه آب دستگاه در آخر فصل آبیاری است زیرا

در مناطقی که دارای زمستان سرد و دارای یخبندان باشد ، باید حتما" دستگاه از آب تخلیه شود . با وجود شیر تخلیه که در زیر دستگاه نصب شده ، آب داخل لوله پیچیده شده روی قرقره بطور کامل تخلیه نمیشود ،بنابراین بایدبا استفاده از کمپرسورهای‌قوی آب‌داخل لوله را خارج کرد که این خود مستلزم هزینه اضافی است . برای‌تخلیه آب بدون استفاده از کمپرسور بایستی لوله را بطور کامل از قرقره باز و بر روی زمین قرار داد تا آب آن تخلیه‌شود و سپس با اهرم‌مخصوص و بکمک‌دست قرقره را چرخانیدتا لوله مجددا" بدور قرقره پیچیده شود ، این کار نیزمشکل و ضمنا" مستلزم وقت زیادیست .

ــ در صورتیکه آب کاملا" تمیز نباشد ، مواد معلق و همچنین خزه باعث گرفتگی فیلترها شده و فشار آب در دستگاه کم میشود ، بنابراین باید هر روز و گاهی چند مرتبه در روز فیلترها را باز کرده و تمیز نمود .

ــ درهنگام تهیه‌زمین برای استفاده از این دستگاه باید مسیر حرکت شاسی حامل آبپاش را کاملا" هموار نمود در غیر اینصورت چنانچه محل گودی در این مسیر واقع گردد ، احتمال چپه شدن شاسی وآبپاش زیاد است .

بهر حال نظر کلی در مورد این دستگاه آنست که گرچه دستگاه از نظر فنی بطور کاملی ساخته شده ، اما نباید چشم بسته و بدون مطالعه آنرا در هر شرائطی توصیه کرد و مورد استفاده قرار داد ، بلکه باید کلیه جوانب امرراچه از نظر شرائط‌محیطی چون آب و هوا ، خاک ، محصول و امکانات فنی و اقتصادی بخصوص از نظر داشتن افراد فنی که طرز کار با دستگاه را آموخته و تعمیرات احتمالی و مراقبت از دستگاه را بعهده گیرند ، سنجید و سپس درباره انتخاب آن تصمیم گیری کرد .

۴ ــ سیستم آبیاری (Center Pivot)

این سیستم آبیاری یکی از بهترین سیستمهای جدید آبیاری بارانی بخصوص برای اراضی بسیار بزرگ‌است ، سطح زیرآبیاری با این سیستم بسته بطول دکل آن میتواند از ۱۰ هکتار تا ۱۷۰ هکتار انتخاب شود .

چنانچه‌با انتخاب‌دکل بزرگ سطح‌زیادی را زیر آبیاری این سیستم قرار دهیم و مقدار هزینه های آن درواحد سطح بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و شایدازکلیه سیستم‌های آبیاری ارزانتر باشد . دستگاهی که در حال حاضر در مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج نصب گردیده و محاسبات اقتصادی بر روی آن انجام گرفته ، دارای دکلی است بطول۲۱۸/۳ مترکه تا شعاع ۲۴۳/۳ متر را بصورت دایره آبیاری میکند و در نتیجه سطحی معادل ۱۸/۵هکتار را میپوشاند . با این مشخصات چنانچه در محاسبات اقتصادی این سیستم ملاحظه شد هزینه سرمایه‌گذاری اولیه‌آن بحدود۲۵۰۰۰۰ ریال درهکتار رسیده که رقم بسیار زیادیست ، و حال آنکه اگر محدودیتی از نظر اندازه‌های‌مزرعه برای این دستگاه موجود نبود ، با انتخاب دستگاه با دکل طویلتر سطح بیشتری زیر این سیستم قرار میگرفت وهزینه آن از سایر سیستمها نیز کمتر میگردید . بطور کلی سطحهای کمتر از ۶۰ هکتار برای استفاده از این سیستم از نظر اقتصادی توصیه نمیگردد .

در مورد هزینه‌های ثابت و جاری نیزاین موضوع مصداق دارد و بخصوص در مورد هزینه کارگر میتوان گفت‌که مقدار آن بسیار ناچیز است . هزینه ثابت دستگاهی که در مرکز کرج نصب شده به حدود ۳۷۰۰۰ ریال در سال و هزینه جاری‌آن‌به‌حدود۱۰۰۰۰ ریال درسال‌برای‌هرهکتارمیرسدکه‌مسلما" چنانچه دستگاه با سطح بزرگتری زیرآبیاری انتخاب شود ، در کاهش مقدار این هزینه‌ها نیز بشدت تاثیر خواهد داشت .

یکی از محاسن این دستگاه آنست که میزان پخش‌آب از آن بعلت دارا بودن آبپاشهای کوچک است وبنابراین دراکثر خاکهاحتی با نفوذ پذیری بسیارکم نیز بخوبی‌قابل استفاده‌است . همچنین چون معمولا" این نوع‌دستگاهها بطور دائم در مزرعه نصب شده ،جابجا کردن آن از قطعه‌ای بقطعه دیگر ندرتا" صورت میگیرد بنابراین کارآبیاری را راحت‌کرده وهزینه کارگربرای آن‌بسیار ناچیزاست . کنترل‌دستگاه و تنظیم مقدارآب لازم برای آبیاری‌که معمولا" با تغییر دادن سرعت گردش دکل حاصل میشود نیز براحتی انجام گرفته و چنانچه سرعت گردش زیاد انتخاب شود

بطوریکه مثلا "هر روز یکبار بدورخود بچرخد ، آب به تناوب زیادتر و با راندمان بهتری به محصول رسیده و مسلما" به میزان تولید محصول خواهد افزود .

از محاسن دیگر این دستگاه استفاده از آن برای محصولات پایه بلند است که در سیستم کلاسیک همانطوریکه میدانیم باشکال صورت میگیرد . بهر حال این سیستم نیز عاری از اشکال نبوده و نظیر سایر دستگاههای آبیاری جدید معایبی دارد که در ذیل بچند مورد آن اشاره میگردد :

ـ بعلت قرار داشتن آبپاشها روی دکل در ارتفاع نسبتا" زیاد (حدود ۵ متری سطح زمین) وضع پخش آب تحت تاثیر باد قرار گرفته و توزیع آن بطور یکنواخت صورت نمیگیرد . این امر بخصوص در مناطقی که باد دارای جهت وزش نامشخصی است میتواند اثر نامطلوبی در راندمان پخش دستگاه داشته باشد . همچنین در نقاط گرم میزان تبخیر آب زیاد خواهد بود .

ـ در انواعی از این دستگاه که حرکت چرخهای زیر دکل بوسیله نیروی فشار آب و با استفاده ازحرکت سیلندر و پیستون نظیرآنچه در سیستم‌های خود رو موجود است انجام میگیرد ، احتمال فرسوده شدن دستگاه حرکت دهنده در اثر استفاده از آبیکه دارای مواد معلق شن و ماسه باشد ، زیاد است . بنابراین در مواقع استفاده از این نوع دستگاهها باید بخصوص آب تمیز وارد دستگاه شود . درانواعی که حرکت چرخها بوسیله الکترو موتور انجام میگیرد ، وجود برق سه فاز در مزرعه و در محل دستگاه حتما" ضروری است که بایستی پیش بینی شود .

ـ همچنانکه در ابتدا ذکر شد ، معمولا" این سیستم را باید در اراضی بسیار وسیع مورد استفاده قرار داد . درسطحهای کوچک وبخصوص چنانچه شکل قطعه مورد آبیاری بصورت چهار گوش باشد چون سطح زیر آبیاری بصورت دایره انجام میگیرد ، در حاشیه‌های مزرعه زمین خشک مانده و مقداری از زمین بلااستفاده میماند . البته درانواعی از آن برای آبیاری گوشه‌های زمین چهار گوش یک دکل کوچک به انتهای دکل اصلی متصل شده که با تنظیم قبلی هنگام رسیدن دکل به گوشه های زمین بطور اتوماتیک آن قسمت را آبیاری مینماید .

۵ ـ سیستم ثابت

صرفنظر از هزینه زیاد اولیه که این سیستم دارد ، از نظر آبیاری یک سیستم ایده آل است . عدم احتیاج به جابجا کردن لوله‌ها و امکان کنترل دقیقی که در مورد میزان آب آبیاری فراهم میکند همراه با کلیه محاسنی که سایرسیستمهای کلاسیک آبیاری دارند ، این سیستم را بصورت مطلوبترین سیستمها معرفی میکند . اما متاسفانه‌هنوز هم با وجودیکه لوله های ارزان قیمت از جنسهای مختلف غیر از آهن و آلومینیوم نظیر P.V.C و یا لوله‌های ایرانیت و غیره ببازار آمده ، هزینه سرمایه‌گذاری اولیه برای این سیستم طبق محاسباتی که در فصل قبل انجا شده معادل ۴۰۰۰۰۰ ریال در هکتار است . بهمین جهت کارخانجات سازنده وسائل آبیاری بارانی سیستمهای ثابت قابل جابجائی نظیر سیستم Trimatic که در فصل اول شرح آن داده شد را ساخته و اکنون در بسیاری ازمزارع اروپائی مورد استفاده قرار میدهند . در نتیجه با تقریبا" همان مقدار سرمایه گذاری که برای سطح معینی با سیستم ثابت لازم است ، میتوان سطحی معادل ۶ ـ ۱۰ برابر را بسته بدور آبیاری ، تحت آبیاری قرار داد و از هزینه‌اولیه در هکتار بخوبی کاست .

بهر صورت در حال حاضر استفاده از سیستم ثابت را میتوان برای محصولات گرا قیمت و یا باغ میوه توصیه کرد وبخصوص در مناطقی که واقعا" کمبود کارگر استفاده از سایر سیستمهارا غیر ممکن میسازد ، این سیستم تنهاراه حل است .

هزینه‌های جاری این سیستم با مقایسه با سایر سیستمها بسیار کم و بحدود ۶۰۰۰ ریال در سال برای هرهکتار میرسد که این رقم بیشتر مربوط به هزینه سوخت و تعمیرات احتمالی موتور پمپ است . هزینه کارگر در این سیستم بسیار ناچیز و از ۳۰۰ ریال در سال در هکتار تجاوز نمی‌نماید .

البته‌بایستی یادآورد شد که چنانچه‌در طراحی و نصب‌این‌سیستم مطالعه و دقت کافی نشود ممکن است‌بعدها اشکالات زیادی از نظر آبیاری بوجود آید که جبران آن لازم به صرف هزینه‌های بسیار زیاد باشد . از جمله آنکه باید حتما "آب مورداستفاده کاملا" تمیز و عاری از مواد معلق و خاشاک باشد ، زیرا چنانچه این مواد واردلوله‌های زیر زمینی شود امکان دارد لوله‌های فرعی یا لوله‌های آبپاش و بالاخره نازلهای آبپاشها را مسدود نماید که تمیز کردن آنها کار ساده‌ای نیست .

در خاتمه لازم به ذکر این نکته است که کلیه سیستمهای مورد بحث میتوانند در شرائط مخصوص بخود بخوبی کار کرده و مورد استفاده قرار گیرند و انتخاب هر یک از آنها باید با مطالعه کافی از نظر شرائط اقلیمی ، محصول مورد آبیاری ، امکانات فنی و بالاخره شرائط اقتصادی صورت گیرد .

علیرغم‌محاسنی که در موردصرفه جوئی کارگربرای‌سیستم‌های جدید متحرک مترتب است . معهذا همانطوریکه درمحاسبه‌اقتصادی آمده است‌تفاوت چندانی از لحاظ هزینه‌های‌جاری این سیستمهابا مقایسه سیستم معمولی‌کلاسیک مشاهده نمیشود . این امر بجهت تفاوت هزینه‌هائیست که سرویس و تعمیرات دستگاههای جدید در بر دارند . بهر حال لازم است یاد آورد شود که استفاده و انتخاب دستگاههای جدید متحرک ، همواره باید با مطالعه کافی ازنظر فراهم بودن کادر ماهر برای تعمیر و نگاهداری دستگاهها و همچنین در دسترس بودن وسائل یدکی مورد نیازصورت گیرد . بخصوص در کشور ما که در اغلب نقاط امکانات فنی و وسائل یدکی تاکنون آنطور که باید فراهم نگردیده ، انتخاب‌دستگاههای جدید باید با احتیاط بیشتری صورت گیرد . در حالیکه سیستم‌های معمولی آبیاری بارانی‌بعلت ساده‌بودن دستگاه میتواند بدون ایجاد اشکال جدی در امر آبیاری ، مورد استفاده هر زارع واقع گردیده ودرصورت بروز اشکال در قسمتی از سیستم ، یکباره کار آبیاری متوقف نخواهد شد .

منابـــــع مورد استفـــاده

1. HAY. G.T. and RYDZEWSKI, J.R. Comparative economics of sprinkler irrigation systems. Ninth congression irrigation and drainage (MOSCOW – 1975).

2. PITCHFORD, E.J. and J.C. WILKINSON. A cost comparison of several sprinkler irrigation systems in a large-scale agricultural development. Ninth congress on irrigation and drainage (MOSCOW – 1975).

3. PILLBURY, F. Sprinkler irrigation F.A.O. (1975).

4. S.C.S. National eng. hand book, sec. 15, chapter. Sprinkler irrigation, U.S.D.A. (1968).

5. RAIN BIRD sprinkler irrigation hand book, RAIN BIRD sprinkler MFG. Corporation (1971).

۶–کاتالوگهای‌کارخانه‌های‌سازنده وسائل آبیاری بارانی

Furrow Bauer, Rain Bird – wright Rain – irrifrance.

EVALUATION OF DIFFERENT SPRINKLER IRRIGATION SYSTEMS

SUMMARY

In recent years the use of sprinkler method of irrigation is rapidly increasing in our country. The advantages of this method is undoubtedly clear now to all irrigation farmers. The most important problem specially encountered with the use of the conventional hand-move method of sprinkler system, is the high labour requirement for shifting the pipelines on the farm during irrigation cycles. The problem is more complex where the labour is too expensive or in many cases where there is short of labour. To overcome this problem different kinds of self-moving sprinkler systems are manufactured and being used for irrigation in most of developed countries. The problem exists in Iran as well due to the absorbtion of farm labour to city industries. Therefore, farmers show a tendency of using these new irrigation equipment for irrigation their farms.

In Agricultural Engineering Research Centre at Karaj some different kinds of these new systems are installed and used to irrigate a 200 hectares land of the centre.

These systems are:

1. Conventional hand-move sprinkler system.
2. Solid set (Permanent Set) sprinkler system.
3. The Rotating-Boom sprinkler system.
4. The self-propelled travelling gun sprinkler system.
5. Center pivot system.
6. Side-Roll system.
7. The mobile solid set self-aligning system.
   (under installation and will be used from next year).

The object of collecting these systems in that centre, apart from the use of them in proper utilization of water, is first to make a technical evaluation on each system, and find out their irrigation performance, and possibly make changes or modify them according to the need of our conditions. Secondly to compare them considering the economical factors, and select or advise the most suitables to the farmers.

This paper is prepared to give the results of the evaluation made according to the experience obtained during three years work with above systems. The writers are directly engaged with installation, operation, and testing of all equipment.

In chapter 1 a general information is given for different kinds of sprinkler systems and their characteristics are described.

In chapter 2 an economical analysis is made for all the systems used in Karaj Centre. This is included in the cost of initial investment for installation and calculations of fixed cost and operation costs of each system. The costs are tabulated and presented in nomographs to be used for comparisons.

Finally in chapter 3 an overall evaluation, technically and economically, is made on all systems, and suggestions are given for the proper use of each system. According to this evaluation it has been stated that, in spite of the fact that the new movable systems have the advantage of saving labour, the repair and maintenance of the equipment is the major problem with the extension use of them, and should be considered carefully wherever is going to be used. Specially in Iran where in most parts of the country the facilities of repair and spare parts are not yet available, the matter is much more serious.