

به نام یکتای بی همتا

آشنایی با طراحی و اجرای سامانه های  
آبیاری بارانی مکانیزه (ستریپوت و لینیر)

**مهندسین مشاور**  
**توسعه قطراب طرح**



ایران کشوری است که در منطقه ای نیمه خشک قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه کشور حدود ۲۵۰ میلیمتر است که کمتر از میانگین بارندگی آسیا و حدود یک سوم میانگین جهانی می باشد. علاوه بر این تنوع اقلیمی، شرایط توپوگرافی و جغرافیایی، توزیع ناموزون مکانی و زمانی جریان های سطحی و بارندگی ها از جمله عوامل محدود کننده استفاده بهینه از منابع آبی کشور می باشند.

براساس آمارهای موجود، حجم کل سالانه نزولات آسمانی کشور ۴۱۳ میلیارد مترمکعب است که براساس برآورد کارشناسان، ۱۳۵ تا ۱۴۸ میلیارد مترمکعب آن قابل بهره برداری است. در حال حاضر میزان بهره برداری از منابع آب ۹۳ میلیارد مترمکعب در سال است که بیش از ۹۰ درصد آن در بخش کشاورزی مصرف می شود. در حالی که در کشورهای پیشرفته میزان مصرف آب در بخش کشاورزی حدود ۷۰ درصد می باشد. آمارهای موجود نشان می دهند وسعت اراضی آبی کشور حدود ۷/۶ میلیون هکتار می باشد.

با توجه به کمبود منابع آب در کشور تنها راه حل ممکن، استفاده مفید و بهینه از منابع آب موجود در بخش کشاورزی است.

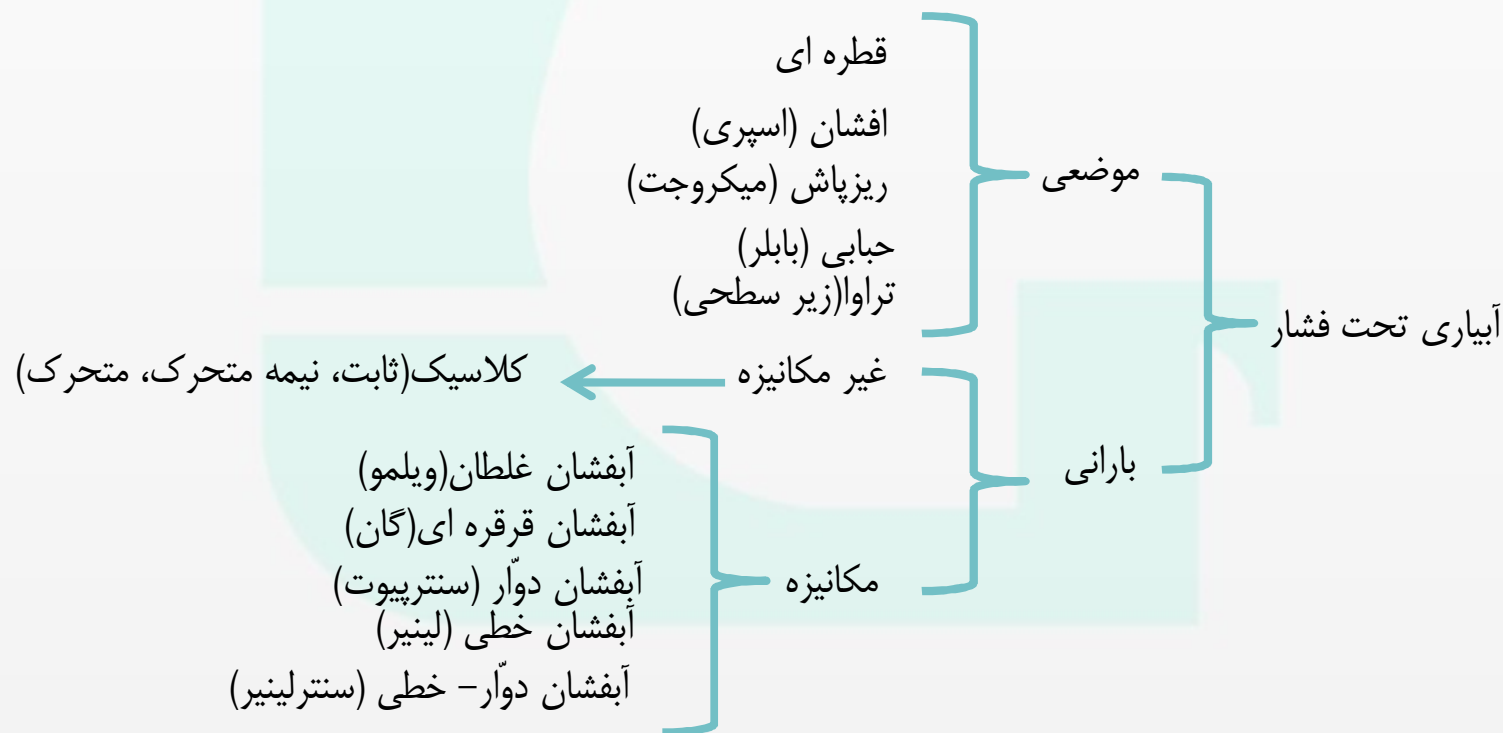


آبیاری تحت فشار

## آبیاری تحت فشار

آبیاری تحت فشار به سیستم هایی گفته می شود که در آن ها توزیع و پخش آب در مزرعه توسط لوله و با فشار پمپ انجام می شود و در نهایت از طریق توزیع کننده هایی مانند آبپاش های ضربه ای، آبپاش تفنگی، افشانه، حباب ساز، قطره چکان و ... به طور یکنواخت در اختیار گیاه قرار می گیرد.

صنعتی شدن کشاورزی در اکثر کشورهای جهان و روبرو شدن با مساله کم آبی، باعث شده است که بر مصرف آب کنترل بیشتری اعمال گردد. انجام این کنترل ها در آبیاری سطحی تا حد زیادی مشکل می باشد و عملی ترین راه آن خواهد بود که آب در یک سیستم مسدود مانند لوله انتقال و مصرف شود.



## سیستم های مکانیزه سیار

سیستم هایی که دارای لترال ها و آبپاش هایی هستند که به لوله اصلی متصل بوده و به طور پیوسته تا پایان آبیاری در حال حرکت هستند. گرانی کارگر و کمبود آن موجب رونق این سیستم ها شده است. این سیستم ها شامل:



سنتریپوت یا سیستم دوار مرکزی

لینیر یا سیستم حرکت خطی



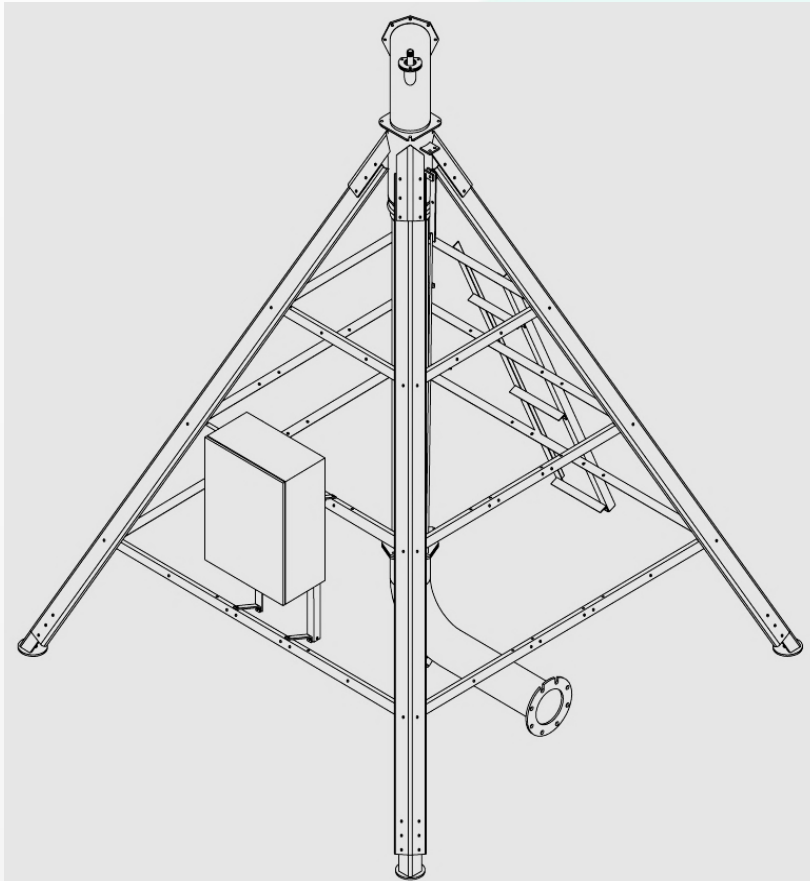


## دستگاه آفشان دوار (سنتریوت)

دستگاه آفشان دوار از یک بال نسبتاً طویل تشکیل شده که حول یک نقطه مرکزی چرخیده و زمین را به شکل دایره ای آبیاری می کند. بال دستگاه متشکل از چندین دهانه (Span) است که روی برج هایی نصب شده اند. متداول ترین طول دستگاه بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر (۲۸ تا ۵۰ هکتار) می باشد.



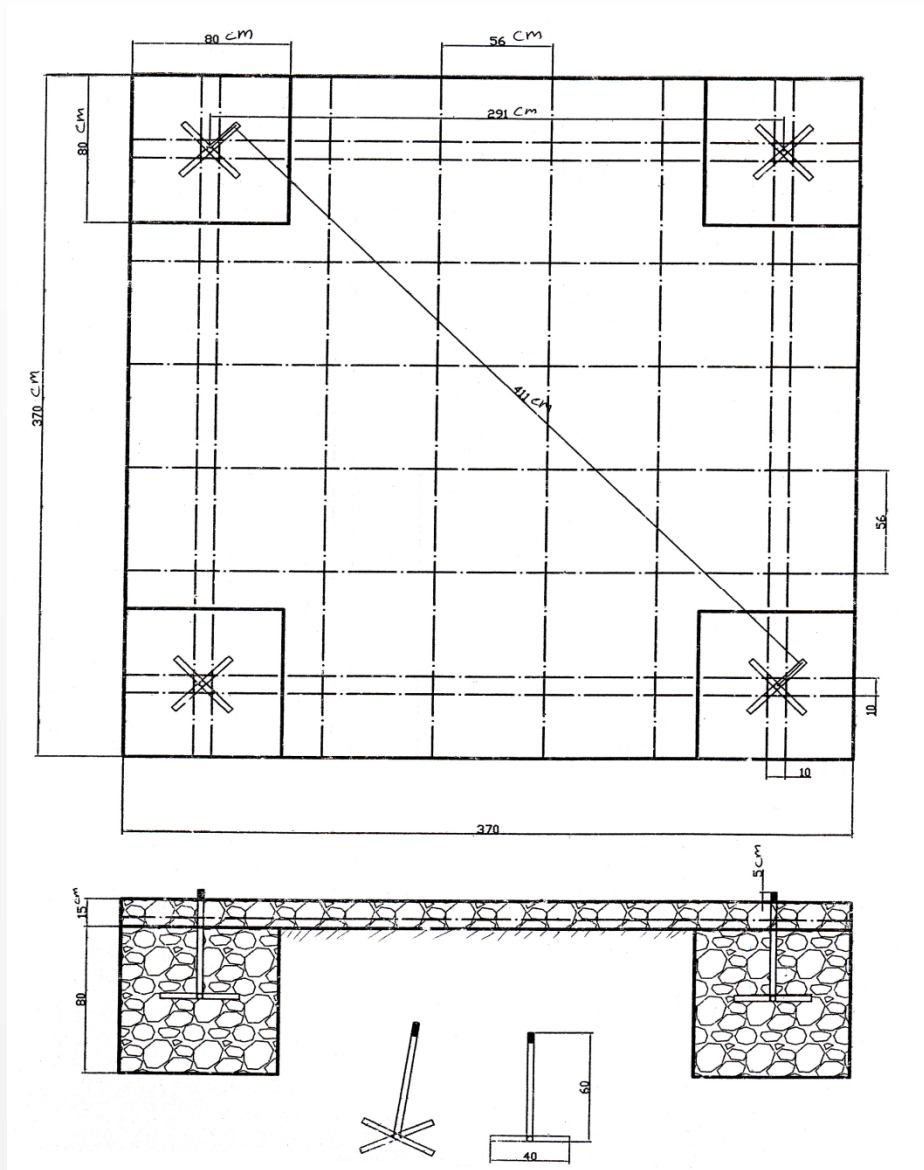
## قسمت مرکزی (Pivot Point)



دکل مرکزی قسمت ثابت دستگاه بوده و در وسط مزرعه بر روی سکوی بتنی نصب می شود و اپراتور کلیه فرمان ها را از طریق تابلو برق دکل مرکزی به دستگاه صادر می کند. وضعیت روشن یا خاموش، جهت حرکت به سمت جلو یا عقب و میزان سرعت حرکت دستگاه توسط کلیدهای کنترلی انتخاب می شوند.

- سکوی بتنی
- سازه ها و تکیه گاه ها
- تابلو کنترل (Control Panel)
- حلقه های گردان (Collector Ring)

## سکوی بتنی (فونداسیون دکل مرکزی)



دکل مرکزی بر روی سکوی بتنی به ابعاد  $۳/۸ \times ۳/۸ \times ۰/۸$  متر که غالباً از بتن مسلح با حجم بتن مصرفی ۵ مترمکعب ساخته شده است، نصب می گردد. بر روی این سکوی بتنی چهار پیچ جهت اتصال پایه های برج مرکزی به سکو در نظر گرفته شده است. آب تحت فشار به وسیله یک خط لوله از ایستگاه پمپاژ به مرکز دستگاه انتقال می یابد و از آنجا به داخل دستگاه وارد می گردد.



## تابلو کنترل (Control Panel)

در قسمت مرکزی دستگاه، تابلو اصلی قرار می گیرد. در داخل این تابلو کلیدها و نمایشگرهای زیر قرار دارند:

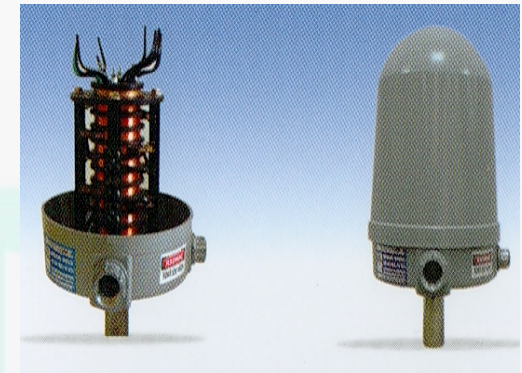


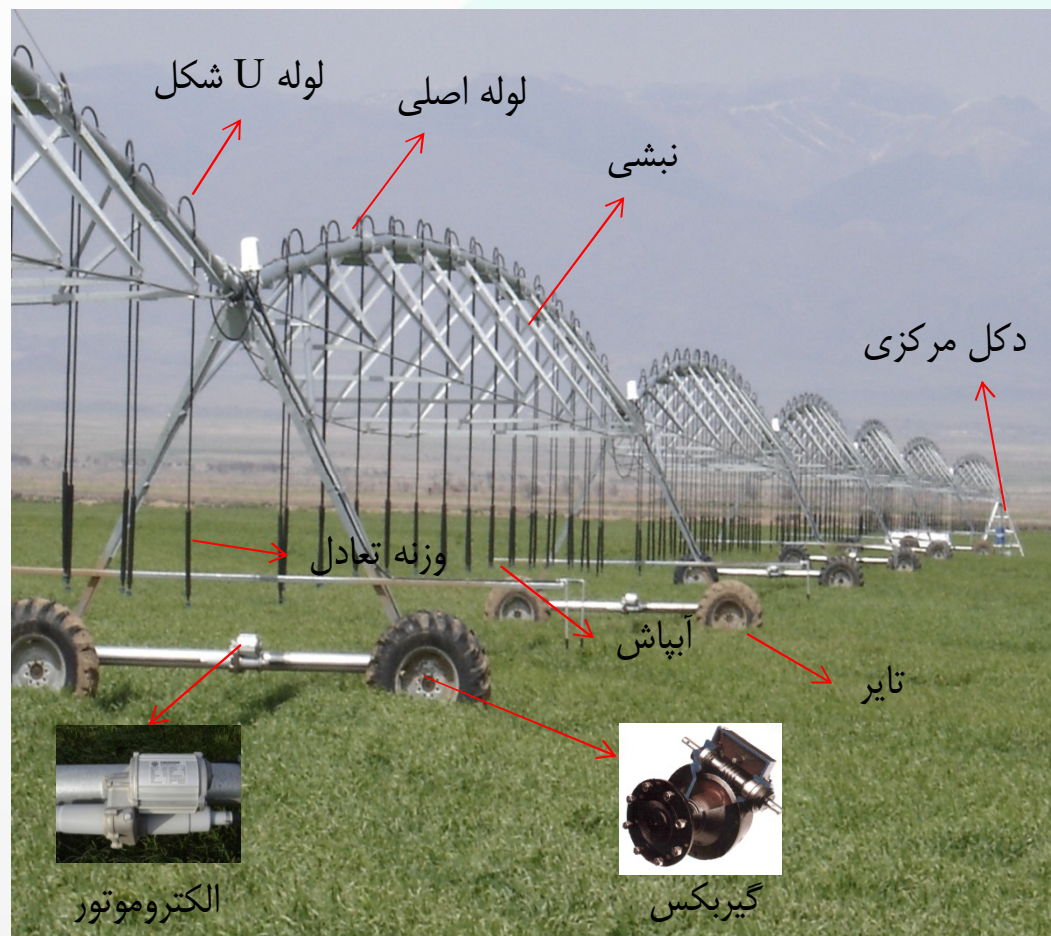
- قطع و وصل حرکت دستگاه
- تعیین سرعت چرخش دستگاه (تایمر درصدی)
- تعیین جهت حرکت دستگاه
- کلید قطع و وصل شیر ورودی آب
- کلید قطع و وصل الکتروپمپ تزریق کود
- ساعت کارکرد دستگاه
- ولت متر
- لامپ های سیگنال



## حلقه های گردان (Collector Ring)

برای اجتناب از پیچش کابل های رابط به دور لوله دستگاه از حلقه های گردان که در بالاترین نقطه برج مرکزی نصب می شود، استفاده می گردد. وظیفه کلکتور رینگ این است که جریان برق را از تابلوی کنترل دریافت کرده و از طریق بدنه خود، آن را به تمام اسپن ها توزیع کند.





دهانه ها (اسپن ها) بازوی دستگاه را تشکیل می دهند و تعداد و طول آن ها بسته به مدل دستگاه، شرایط مزرعه و طراحی متفاوت است. هر دهانه از چندین لوله گالوانیزه که توسط فلنچ ها و اتصالات مخصوص به یکدیگر بسته شده اند، تشکیل شده است. این لوله توسط خرپا (Truss) و مهارهایی بین دو برج (Tower) نگه داشته می شود.





## دنباله (Overhang)



یکی از اجزای دستگاه سنتریپوت می باشد که به صورت یک بوم یک سر آزاد به انتهای اسپن آخری متصل می گردد. این مجموعه با هزینه ای اندک می تواند سطح زیادی را آبیاری نموده و در افزایش کارایی دستگاه موثر باشد. دنباله از سه قسمت اصلی لوله ها، نبشی ها و کابل های نگهدارنده تشکیل شده است. طول دنباله از ۳ تا ۲۵ متر موجود است.

روی اولین لوله دنباله، چراغ حرکت دستگاه قرار می گیرد. از آنجا که هنگام شب این چراغ براحتی از فاصله دور قابل رؤیت می باشد، به اپراتور کمک می نماید تا بدون نزدیک شدن به دستگاه از روشن بودن آن مطمئن شود. در انتهای دنباله یک شلنگ دو اینچی جهت تخلیه رسوبات کل دستگاه قرار دارد.

## تایرها (Tower Drive Wheels)

با توجه به مقدار مقاومت فشاری مجاز خاک باید از تایر خاصی استفاده نمود تا در نهایت فشار وارده بر خاک به حدی باشد که چرخ دستگاه بیش از اندازه در زمین فرو نرود. چرخ مورد استفاده باید دارای ویژگی های کیفی از قبیل مقدار چسبیدن به خاک در حد مناسب، حداقل فشردگی خاک و مقاومت در برابر نور خورشید و شرایط آب و هوایی باشد. معمولاً تایرهای این دستگاه دارای ۴۰ عاج در اندازه های بزرگ می باشد. عمق عاجها ۱/۵۷ اینچ (۴۰ میلیمتر) است.

- تایرهای استاندارد ۱۱/۲×۲۴ اینچ

- تایرهای روکش دار ۱۱×۲۴/۵ اینچ

- تایرهای پهن ۱۴/۹×۲۴ اینچ

- تایرهای خیلی پهن ۱۶/۹×۲۴ اینچ

عدد ۲۴ مربوط به قطر رینگ چرخ و اعداد دیگر بیانگر عرض چرخ هستند.



## نحوه آبگیری دستگاه سنتریوت



آب تحت فشار از طریق پمپ و توسط لوله ای به مرکز دستگاه انتقال یافته و در حد فاصل پمپ و دستگاه، کنترل اندازه گیری میزان دبی، شیرفلکه ها و صافی تعبیه شده است.



## سیستم الکتریکی

- دستگاه با استفاده از برق سه فاز و برق شبکه سراسری ۳۸۰ ولت حرکت می کند. اما در برخی مناطق که برق شبکه سراسری وجود ندارد، برای تولید برق سه فاز از موتورهای دیزل و ژنراتور استفاده می کنند.
- تابلوی کنترل دستورات لازم جهت حرکت برج انتهائی را صادر می نماید و سایر برج های دستگاه با استفاده از میکروسوئیچ، خود را با برج انتهائی تراز می نمایند.
- برق از طریق یک کابل زیرزمینی به تابلو کنترل دستگاه منتقل شده و سپس از طریق یک کابل ۱۱ رشته ای از بالای اسپن ها، برق الکتروموتورها تا انتهای دستگاه تامین می گردد. ساین استاندارد کابل برق ۱۱ رشته ای  $4 \times 2/5 + 7 \times 1/5$  می باشد.

### کابل برق ۱۱ رشته ای دستگاه سنترپیوت



- چیدمان
- پوشش
- تست نشت
- تست مقاومت

## جعبه کنترل (Tower Box)

بالای هر برج یک جعبه کنترل قرار گرفته است که در داخل آن میکروسوئیچ و کنتاکتور وجود دارد. این تابلو فرمان حرکت هر برج را جهت حفظ راستای دستگاه ارسال می کند و در دستگاه سنترپیوت در ۳ نوع متفاوت می باشند:

- تاورباکس معمولی
- تاورباکس ماقبل آخری
- تاورباکس انتهائی



## الکتروموتور (Gear-motor)

الکتروموتور واحد تامین نیروی محرکه جهت حرکت چرخ ها می باشد و توان آن ها بین ۰/۵ تا ۱/۵ اسب بخار متغیر است. الکتروموتورها معمولاً از نوع ۱۴۵۰ دور در دقیقه می باشند که این دور در دو مرحله کاهش داده می شود. در مرحله اول توسط یک گیربکس متصل به الکتروموتور و در مرحله بعد توسط جعبه دنده متصل به چرخ، دور مذکور کاهش یافته و در نهایت چرخ با سرعت حدود یک دور در دقیقه گردش می نماید.



• ۱:۲۵

• ۱:۴۰

## گیربکس (Gearbox)

گیربکس روی اکسل نصب شده، حرکت دورانی الکتروموتور را به نسبت یک به ۵۲ کاهش داده و به چرخ ها انتقال می دهد. در ساختمان گیربکس از یک شفت حلزونی و یک چرخ دنده مخروطی استفاده شده است تا امکان تبدیل حرکت دورانی الکتروموتور را به میزان ۹۰ درجه میسر سازد.



- شافت بلند (۱:۵۲)
- شافت کوتاه (۱:۵۰)

| گیربکس | تایر    | قطر شافت (اینچ) |
|--------|---------|-----------------|
| 740 u  | ۱۴/۹*۲۴ | ۲/۲۵            |
| 760 u  | ۱۶/۹*۲۴ | ۲/۵             |



### تجهیزات انتخابی

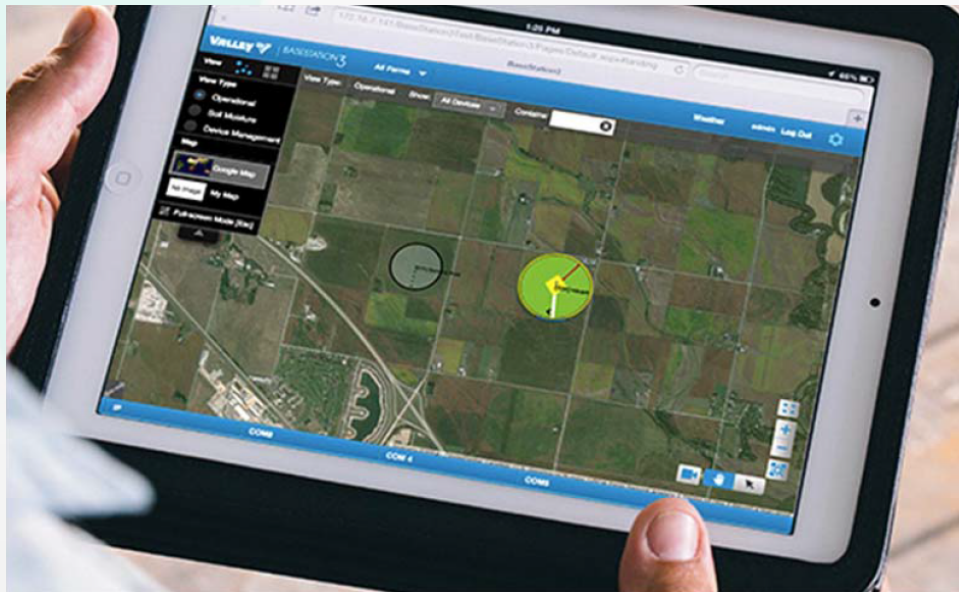
- سیستم کنترل هوشمند
- سیستم تزریق کود
- سیستم توقف اتوماتیک-برگشت اتوماتیک
- آبپاش تفنگی انتهایی
- آبپاش بغل چرخ

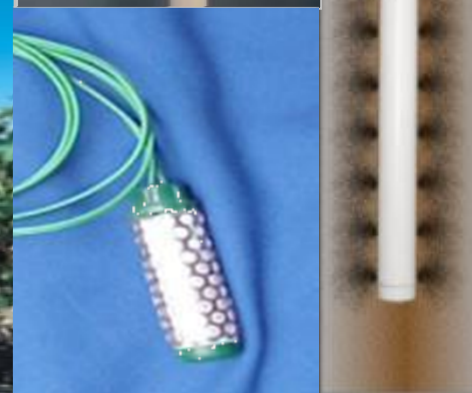


## سیستم کنترل هوشمند

امروزه بسیاری از تولیدکنندگان، دستگاه های سنتریوت خود را به سیستم های کنترل از راه دور مجهز می کنند که ممکن است این سیستم در مرکز دستگاه و یا در برج انتهائی نصب گردد. این سیستم شامل یک GPS، مودم تلفن همراه و نمایشگر می باشد. کشاورزان می توانند با خرید این سیستم و با استفاده از سایت در هر نقطه به کنترل سیستم خود بپردازند. با استفاده از این سیستم می توان روشن و خاموش کردن، کنترل آبیاش انتهائی، فشار آب و تغییر سرعت حرکت چندین دستگاه سنتریوت را کنترل کرد. همچنین این سیستم می تواند مقدار و موقعیت آب استفاده شده را ثبت کند.

سیستم کنترل هوشمند از چند قسمت اصلی تشکیل شده است که هر کدام از این قسمت ها کار خاصی را انجام می دهند و با همدیگر در ارتباط اند. با نصب یکسری از سنسورها و حسگرها در چند نقطه در داخل مزرعه و در کنار گیاهان کشت شده اطلاعاتی مانند میزان دما، رطوبت، نور، تبخیر و تعرق، شدت و جهت وزش باد و... به پردازشگر ارسال می شود.







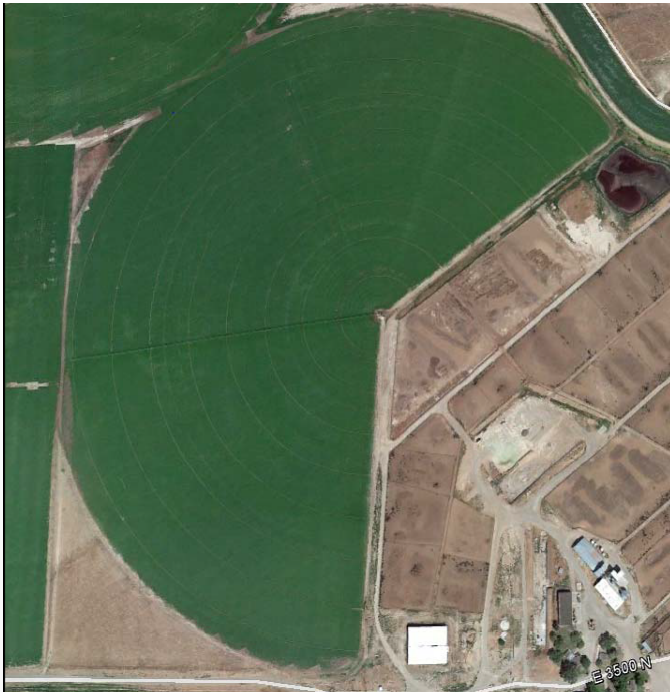




برای کود دهی گیاهان، در کنار دکل مرکزی و یا در محل ایستگاه پمپاژ، یک تانک کود نصب می گردد و محلول کود را با استفاده از یک پمپ فشار قوی به لوله آبرسانی دستگاه می رساند. سیستم تزریق شامل یک مخزن، یک پمپ تزریق از نوع پیستونی با دو سیلندر تزریق، یک همزن جهت محلول نمودن مواد شیمیایی با آب، لوله ها و اتصالات مربوطه می باشد. توانایی این سیستم تا حدی است که می تواند در عرض ۱۰ ساعت تمام مزرعه را سمپاشی و یا کود پاشی نماید.



## سیستم توقف اتوماتیک-برگشت اتوماتیک



در برخی موارد به علت وجود یک مانع در زمین، ممکن است که چرخش دستگاه به صورت یک دایره کامل انجام نگیرد. در این حالت برای جلوگیری از برخورد دستگاه سنتریوت به مانع، باید از سیستم توقف-برگشت اتوماتیک استفاده کرد که از یک بازوی عمل کننده و یک تاورباکس مخصوص استفاده می شود. وقتی این بازو به مانع آهنی انتهای مزرعه برخورد کند، فرمان صادر شده از اپراتور، به طور خودکار اجرا خواهد شد. یک کلید دو کاره در تابلو کنترل وجود دارد که اگر در حالت **Auto Stop** باشد، وقتی دستگاه به انتهای مزرعه رسید، به طور اتوماتیک متوقف خواهد شد. ولی اگر در حالت **Auto Reverse** باشد، دستگاه دوباره برخورد گشت.

### آبیاش انتهائی

آبیاش تفنگی انتهائی معمولاً به انتهای دنباله بسته شده و باعث می شود سطح زیر کشت افزایش یابد. جهت تامین فشار آبیاش انتهایی از بوستر پمپ استفاده می شود. استفاده از این آبیاش معمولاً برای آبیاری تکمیلی و یا تحت پوشش قرار دادن قسمتی از گوشه های زمین توصیه می گردد.





## دستگاه آفشان خطی (Linear)

لینیر، سیستم آبیاری مدرنی است که در اراضی مستطیل شکل کاربرد دارد. سازه این دستگاه شبیه سنتریپوت بوده با این تفاوت که دکل مرکزی تبدیل به یک ارابه چرخدار شده است و این ارابه به همراه بال آبیاری در طول زمین زراعی حرکت می کند. ارابه دستگاه می تواند بر روی دو چرخ (حداکثر تا ۵ اسپن) و یا چهار چرخ قرار گیرد. مناسب ترین ابعاد زمین برای استفاده از لینیر اراضی می باشند که نسبت طول به عرض آن ها بین سه تا پنج است.

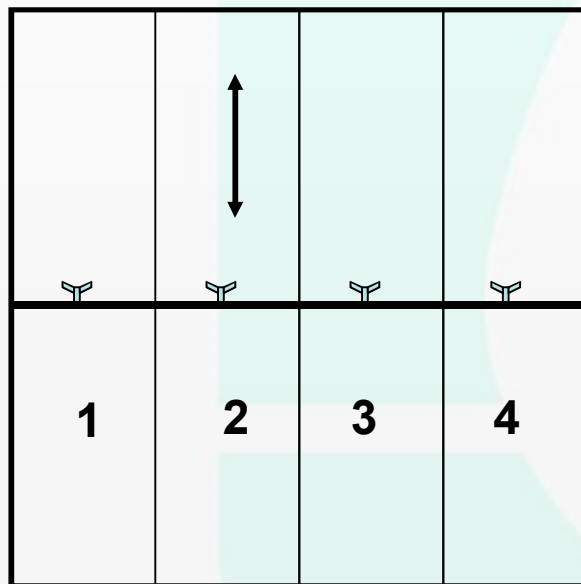


نحوه آبیاری دستگاه لینیر

- تغذیه از کانال (Canal Fed)
- تغذیه از طریق لوله قابل انعطاف (Hose Fed)

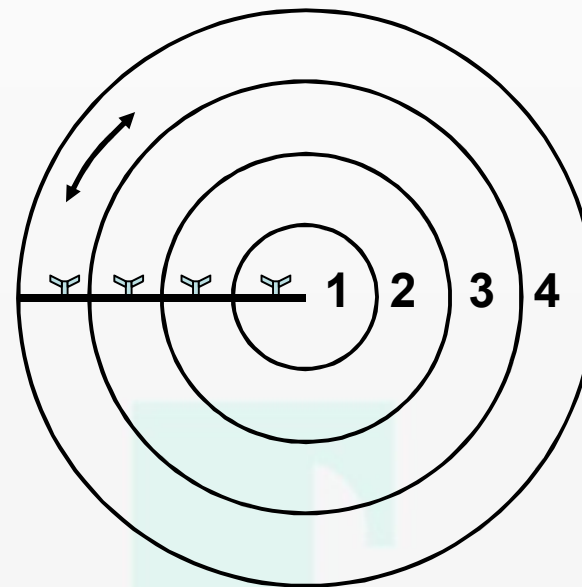


در سیستم لاینر هر آبپاش مساحت  
یکسانی را تحت پوشش قرار می دهد.

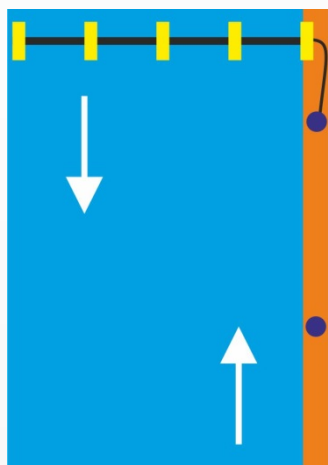


$$A1 = A2 = A3 = A4$$

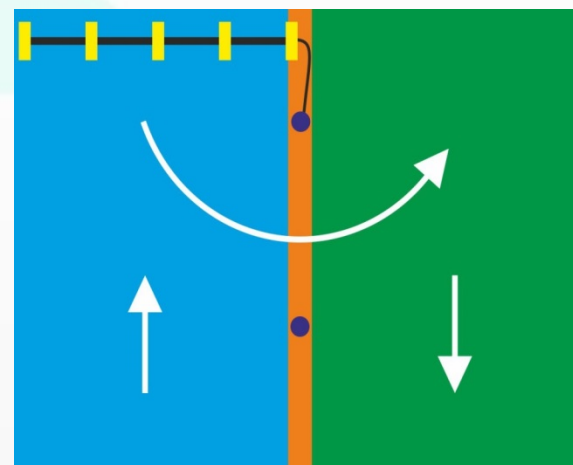
در سیستم سنتریوت با افزایش فاصله از مرکز دستگاه،  
مساحت تحت پوشش هر آبپاش نیز افزایش می یابد.



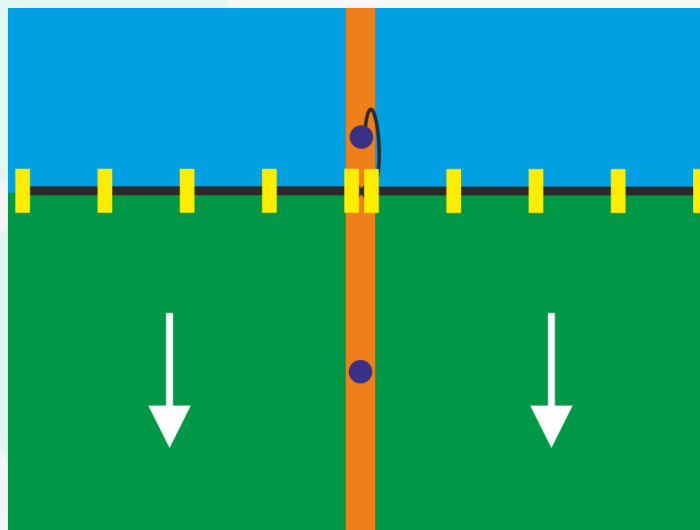
$$A1 < A2 < A3 < A4$$



سیستم لاینر یک بال



سیستم سترلاینر

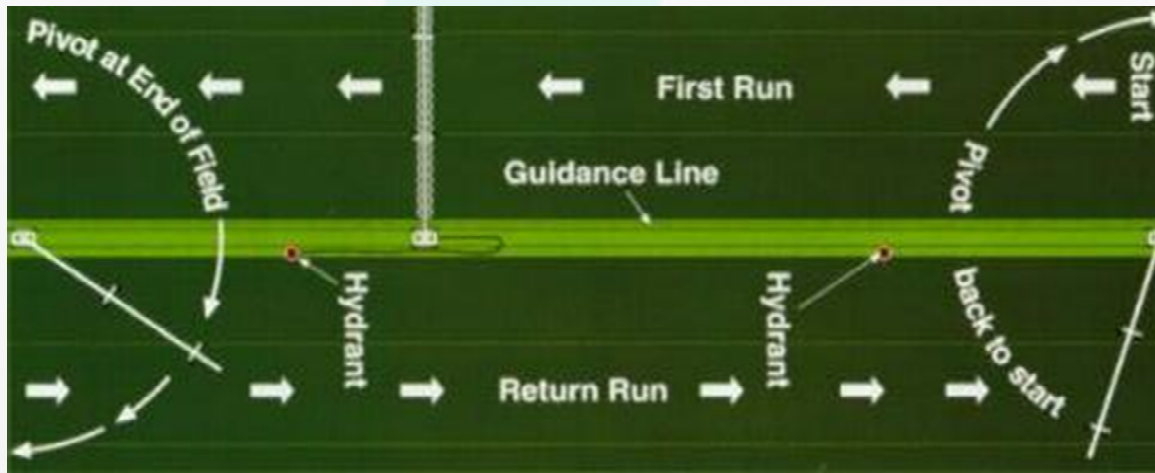


سیستم لاینر دو بال

## دستگاه آفشان دوار خطی (سنترلینر)

سنترلینر (هیپودرام) سیستم آبیاری مکانیکی می باشد که در آن دو روش سنتریوت و لینر با هم ادغام شده اند و با استفاده از حرکات خطی و مدور، سطوح زیر کشت با اشکال و ابعاد متفاوت قابل آبیاری می باشند. ساختمان و سازه این دستگاه از لحاظ شکل ظاهری شبیه سیستم لینر است با این تفاوت که می تواند در انتهای زمین به صورت دایره ای دور زده و قسمت دیگری از مزرعه را آبیاری نماید. بنابراین سطح زیر پوشش یک دستگاه سنترلینر معادل دو برابر دستگاه لینر با همان طول می باشد. استفاده از این دستگاه در اراضی مستطیلی که نسبت طول به عرض آن ها کمتر از سه باشد، توصیه می گردد. نحوه آگیری این سیستم به دو صورت انجام می گیرد:

- آفشان خطی کانالی (Canal Fed)
- آفشان خطی لوله ای (Hose Fed)





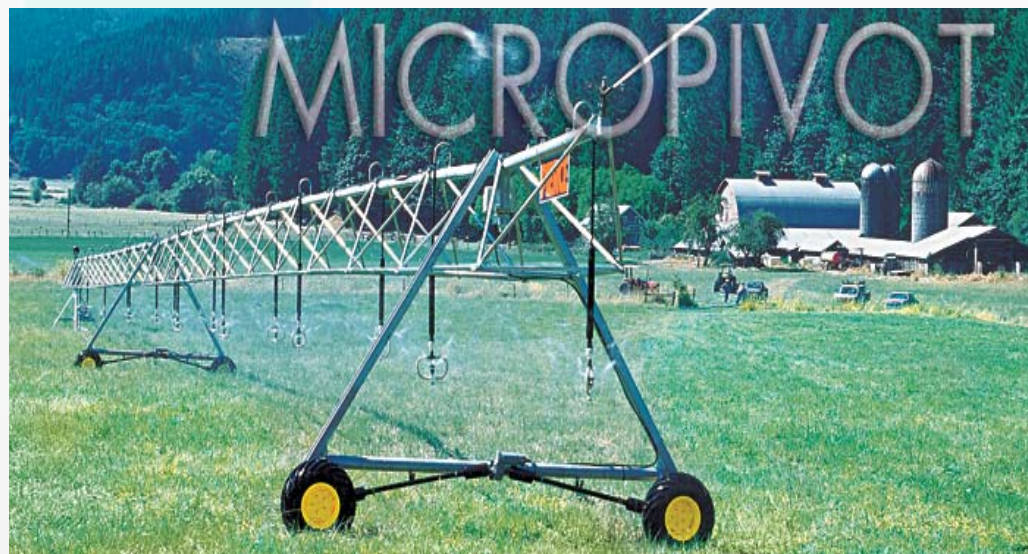
## سنتریوت جابجا شونده (Towable Center-Pivot)

این سیستم امکان آبیاری دو یا چند مزرعه را با هزینه پایین فراهم می کند. به راحتی و با بکسل کردن دستگاه بین مزارع توسط تراکتور، می توان تا حدود ۱۲۰ هکتار را تحت پوشش قرار داد. زمان جابجایی دستگاه نیز ممکن است کمتر از چند ساعت به طول بیانجامد.

تنها تفاوت سنتریوت جابجا شونده و سنتریوت ثابت در نوع اکسل و گیربکس آن است. در این سیستم از گیربکس های TNT (Tow and Non-Tow) استفاده می شود. با تغییر حالت گیربکس و تغییر جهت چرخ ها می توان دستگاه را به راحتی به حرکت در آورده و جابجا کرد.



از آنجا که به کارگیری دستگاه های سنتریوت و لاینر در اراضی وسیع دارای توجیه اقتصادی بوده ولی در ارضی کوچک بسیار گران می باشد، در سال های اخیر دستگاه های مینی سنتر و مینی لاینر روانه بازار شده اند. این دستگاه ها تمام قابلیت های دستگاه های اصلی را دارند ولی با توجه به کوچکی و سبکی و نیز خاصیت جابجاشوندگی آن امکان اینکه بتوان از آن در چند مزرعه کنار یکدیگر استفاده نمود، می باشد. که در این صورت توجیه اقتصادی بسیار خوبی خواهند داشت. این دستگاه ها معمولاً با سایز لوله های ۴ اینچ و حداکثر تا طول ۲۵۰ متر تولید می شوند و امکان راه اندازی آن ها با برق تک فاز و یا حتی با برق مستقیم (Direct current) وجود دارد. ارتفاع کاربردی این دستگاه ها حدود ۲ متر می باشد.



## آبیاش ها

آبیاش ها در انواع ثابت و روتاری (چرخان) مناسب با هر نوع شرایط آب و هوایی، خاک و محصول می باشند. دبی هر آبیاش با توجه به سایز و نوع آن و فشار آب موجود در دستگاه متغیر خواهد بود. چیدمان آبیاش ها توسط نرم افزار کامپیوتری طراحی می شود تا در نهایت یکنواختی و همپوشانی مناسب حاصل گردد. فاصله آبیاش ها بسته به نوع آبیاش، شرایط محیطی، نوع خاک و محصول معمولاً بین ۵/۰ تا ۶ متر انتخاب می شود. ارتفاع آبیاش ها از سطح زمین بسته به نوع محصول (پابلند یا پا کوتاه) و نیز مسائلی از قبیل بادبردگی و تبخیر از ۱ تا ۳ متر متغیر می باشد. برای این منظور از شلنگ های پلیمری استفاده می شود. متداول ترین آبیاش هایی که استفاده می شوند، محصول دو شرکت NELSON و Senninger می باشند.



آبیاش های ثابت

D3000

LDN

LEPA

آبیاش های روتاری

R3000

S3000

I-Wob





آبیاش های روتاری با شدت پاشش پایین، یکنواختی توزیع بالایی را در تمام سطح خاک ایجاد می کنند.

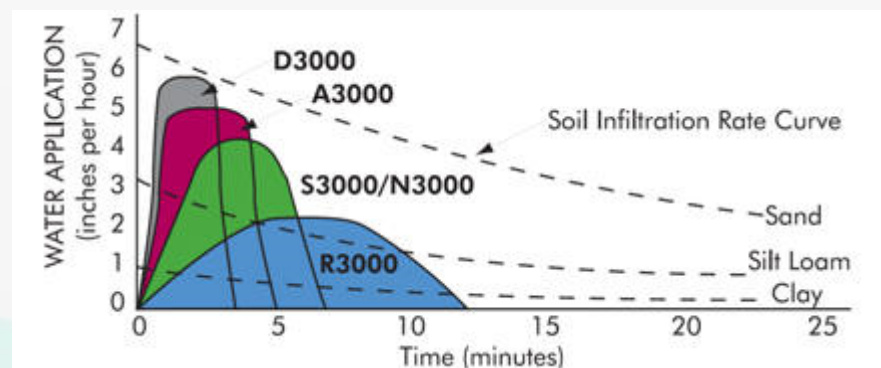


آبیاش های ثابت شدت پاشش بالایی را روی درصد کمی از سطح خاک ایجاد می کنند.

## آبیاش R3000

این آبیاش محصولی از شرکت NELSON بوده و بیشترین شعاع پاشش را در بین تمامی آبیاش ها داشته و مناسب خاک های سنگین و متوسط می باشد.

- دارای بزرگترین قطر پاشش با شدت پخش پایین آب می باشد که سبب کاهش رواناب و افزایش زمان اشباع خاک می گردد.
- دارای یکنواختی بالایی است.
- تلفات تبخیر و بادبردگی را کاهش می دهد.
- دارای انواع مختلفی از صفحات پخش کننده متناسب با نوع محصولات زراعی.
- فاصله آبیاش ها از یکدیگر حداکثر تا ۶ متر توصیه می گردد.



محصولی دیگر از شرکت NELSON بوده که با حرکت دورانی سریع موجب آبیاری با قطرات ریز در سطح وسیعی از خاک شده که سبب کاهش رواناب می گردد.

آبیاری ملایم آپاش S3000 ایده آل برای محصولات حساس و خاک های متوسط تا سنگین می باشد. فشار کاری پایین و یکنواختی عالی از دیگر مزایای این آپاش است.





این آبیاش دارای صفحه پخش کننده می باشد و علاوه بر حرکت چرخشی دارای حرکت الکلنگی نیز می باشد که این امر موجب می شود آب در سطح وسیع تری از خاک به صورت قطره ای پخش شده و باعث کاهش رواناب گردد. کاهش تلفات تبخیر و بادبردگی، کارکرد با فشار پایین و یکنواختی آبیاری از دیگر محاسن این آبیاش می باشد.



## آپاش D3000

این آپاش از نوع ثابت بوده و با پاشش خیلی ملایم، محصول را در مقابل ضربه آب محافظت می کند. این آپاش دارای دو صفحه پخش کننده قابل تعویض می باشد که یکی مناسب برای جوانه زنی و دیگری برای رسیدن محصول و شیم آبیاری قابل استفاده می باشد.

این آپاش برای خاک های سبک و متوسط مناسب می باشد.



یکی از متداول ترین و اقتصادی ترین آپاش قابل نصب بر روی دستگاه سنتریپوت می باشد. سطح صفحات این آپاش به گونه ای طراحی شده است که هر یک الگوی پاشش و نیز قطر قطرات متفاوتی داشته و آب را به صورت خطوط جریان مجزایی پاشش کرده که تاثیرات تبخیر و باد بردگی را کاهش می دهد. همچنین تلفات نفوذ را به طور چشمگیری کاهش می دهد. این آپاش در انواع یک، دو، سه طبقه و نیز یکطرفه موجود می باشد.





## آبیاش LEPA

آبیاش لپا (Quad Spray) با قابلیت های منحصر به فرد بوده که قابل تنظیم در ۴ حالت ردیفی، ثقلی، بارانی و شیمایی می باشد. با استفاده از این آبیاش و رعایت برخی نکات زراعی امکان افزایش راندمان آبیاری تا ۹۸ درصد وجود دارد. در مواقعی که کیفیت نامناسب آب آبیاری موجب برگ سوزی شده و یا میزان EC آب بالا باشد، استفاده از این آبیاش توصیه می گردد. از مزایای دیگر این نوع آبیاش می توان به کاهش تبخیر و بادبردگی اشاره کرد، که این دو مورد به حداقل ممکن می رسد.



این آبپاش با ۴ نوع حالت پاشش متفاوت یکی از پر کاربردترین آبپاش های دنیا به شمار می رود.

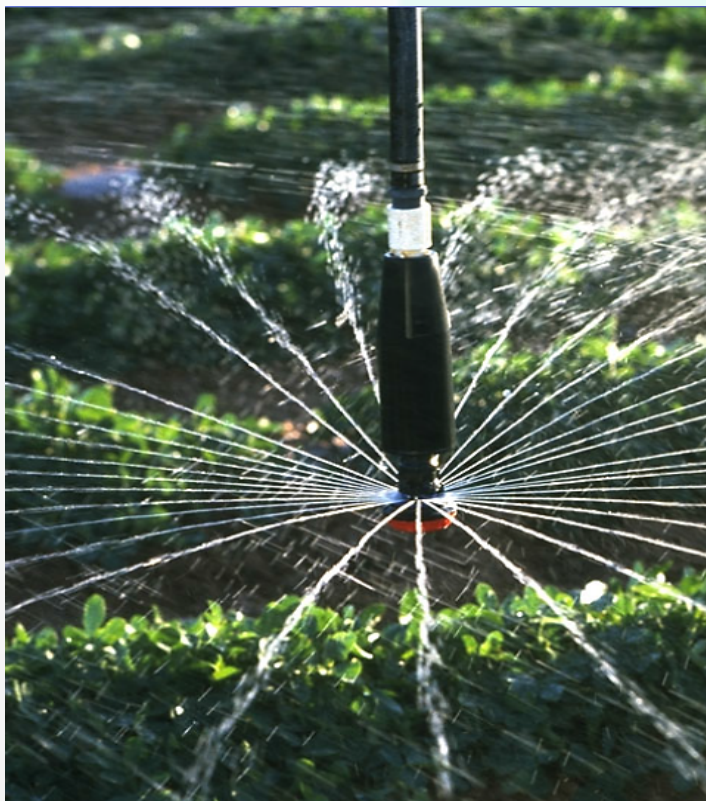
- حالت لپای ۱ و ۲: آب به آرامی و مستقیم وارد شیار شده و به جلوگیری از فرسایش خاک کمک می کند. برای پیش آبیاری قبل از کاشت و آبیاری با آب های شور بسیار مناسب بوده و همچنین در این حالت شاخ و برگ گیاه را خشک نگاه می دارد.





- حالت آبیاری معمولی: کل سطح خاک را خیس کرده و برای جوانه زدن محصول، آبیاری محصولات بذردار متراکم و برخی سمپاشی ها مناسب است.

- حالت شیم آبیاری: از آنجاییکه جذب برخی کودها و سم ها از طریق شاخ و برگ گیاهان انجام می گیرد، لذا توانایی پاشش به سمت بالا بسیار مناسب خواهد بود و همچنین روشی بسیار موثر برای دور نگه داشتن حشرات و آفات از سطح شاخ و برگ گیاه می باشد.



بررسی امکان سنجی استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار

- وضعیت کمی و کیفی منابع آب
- وضعیت کمی و کیفی منابع خاک و اراضی
- وضعیت اقلیمی
- وضعیت شیب و توپوگرافی اراضی
- وضعیت کاربری اراضی
- الگو و ترکیب کشت
- شرایط اجتماعی و فرهنگی بهره برداران
- میزان و چگونگی سرمایه گذاری

ابعاد و شکل زمین

سیستم های متحرک آبیاری مانند سنتریپوت و لاینر را نمی توان در اراضی کوچک و با شکل نامنظم به کار برد. البته در مزارع با شکل نامنظم می توان با به کار بردن آبپاش انتهائی، مشکل عدم آبیاری گوشه های زمین را تا حدودی برطرف نمود، اما این تجهیزات معمولاً آسیب پذیر بوده و به مدیریت و نگهداری مناسب نیاز دارند.



باد در روش های آبیاری تحت فشار از اهمیت ویژه ای برخوردار است و به عنوان یک عامل تعیین کننده در انتخاب روش آبیاری می باشد که در بسیاری موارد به علت کاهش راندمان آبیاری و تلفات ناشی از سرعت باد شدید، موجب حذف انتخاب روش های آبیاری بارانی می گردد. افشانه های با صفحه صاف برای شرایط بدون باد مناسب می باشند، در حالی که افشانه های با صفحه دندانه ای برای سرعت کم باد مناسب هستند. در شرایطی که سرعت باد بیش از ۱۰ کیلومتر در ساعت باشد، باید از افشانه همراه با لوله عصائی نزدیک به سطح زمین استفاده نمود. کاربرد آبیاری بارانی در مناطق بادخیز (سرعت مؤثر باد بیش از ۱۶ کیلومتر در ساعت) توصیه نمی شود.

در سیستم های آبیاری سنتریپوت و لاینر می توان با اعمال تمهیداتی اثر باد را به حداقل رساند:

- استفاده از لوله های عصائی که بر روی آن ها آبپاش نصب می گردد و یا اینکه می توان از آبپاش های LEPA به منظور حداقل نمودن تاثیر باد استفاده نمود.
- استفاده از آبپاش های با شعاع پاشش کمتر
- استفاده از بوم در انتهای دستگاه به جای استفاده از یک آبپاش بزرگتر
- عدم استفاده از پاشنده انتهائی.
- آبیاری در شب و استفاده از بادشکن

عامل نفوذپذیری به عنوان یک معیار در تعیین شدت پاشش آبپاش ها در سیستم آبیاری بارانی کاربرد دارد. برای تعیین گروه نفوذپذیری خاک ها در صورت نبودن اطلاعات نفوذپذیری، برای طراحی اولیه و نیز تعیین محدودیت استفاده از سیستم آفشان دوار از مثلث بافت خاک استفاده می کنند.

- خاک با نفوذپذیری زیاد تا متوسط: نفوذپذیری این خاکها بیش از ۱۰ میلی متر در ساعت بوده و مشکلی از نظر اندازه قطرات، شدت بارش و ذخیره سطحی ندارند.
- خاک با نفوذپذیری متوسط: نفوذپذیری این خاکها بین ۵ تا ۱۰ میلی متر در ساعت بوده و شدت بارش برای این خاکها باید پایین و قطر قطرات آب کوچک باشد. در این خاکها ذخیره سطحی اهمیت بیشتری دارد.
- خاک با نفوذپذیری کم: نفوذپذیری این خاکها کمتر از ۵ میلی متر در ساعت بوده و عمق کم آب باید با شدت بارش پایین روی سطح زمین پاشیده شود.

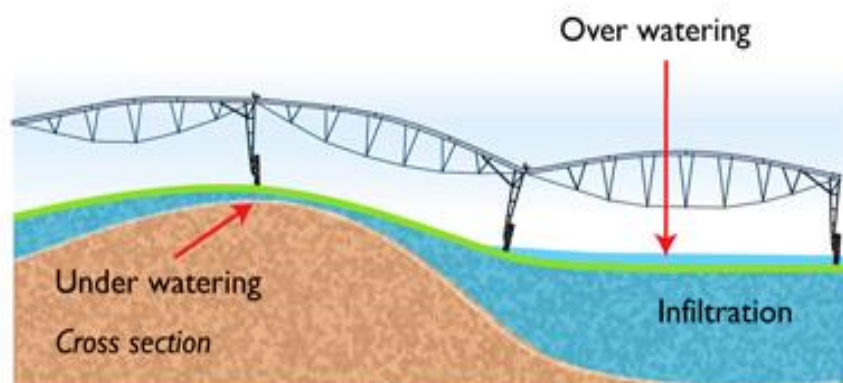
برای خاک های حاوی بیش از ۶۰ درصد رس، روش آفشان دوار توصیه نمی شود.

## کیفیت منابع آب

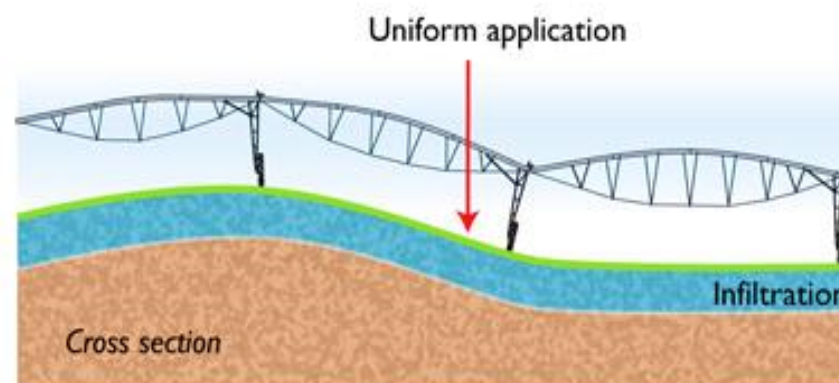
- کیفیت بیولوژیکی
- کیفیت فیزیکی
- کیفیت شیمیایی

## توپوگرافی زمین

با توجه به اینکه تغییرات مجاز فشار ۲۰ درصد فشار متوسط پاشنده است، لذا اگر تغییرات فشار زیاد باشد، نباید از افشانه های با فشار کم استفاده نمود. چنانچه با استفاده از آبپاش ها با فشار متوسط نیز نتوان تغییرات فشار را در حد مجاز نگه داشت و استفاده از آبپاش ها با فشار زیاد نیز اقتصادی نباشد و یا مشکل برطرف نشود، لازم است که از آبپاش ها به همراه تنظیم کننده های فشار (Pressure Regulator) یا افشانک های کنترل دبی (FCN) استفاده نمود.

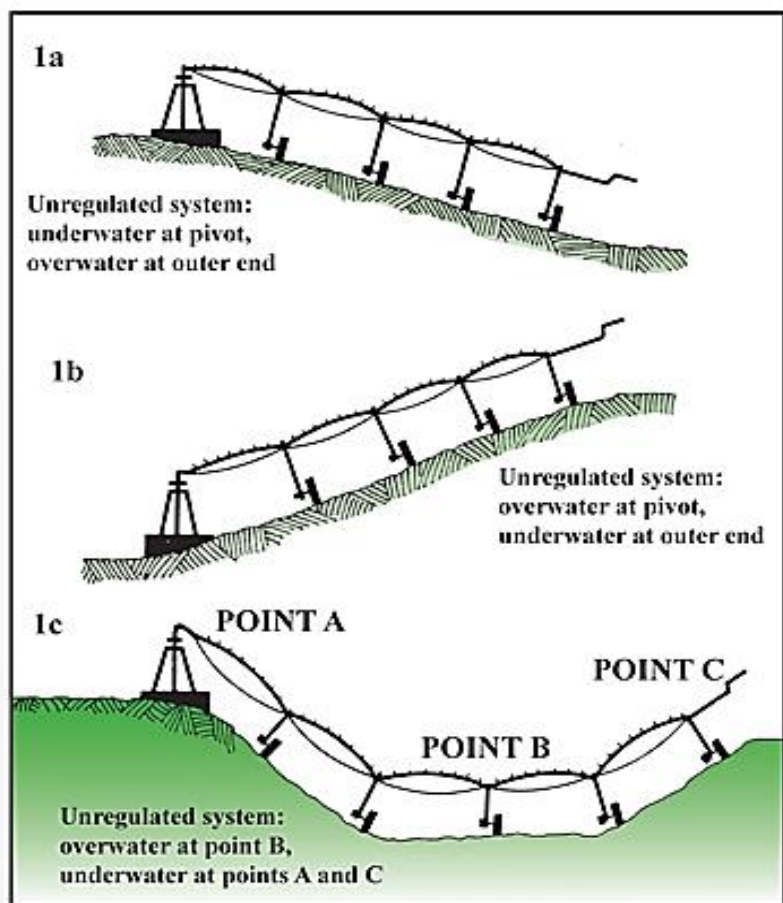


Without Pressure Regulators



With Pressure Regulators





تشخیص نیاز یک سیستم به رگلاتور، کار دشواری است. دلیل اصلی استفاده از رگلاتور، ایجاد یکنواختی در پخش آب می باشد. به طور کلی رگلاتورها زمانی مورد استفاده قرار می گیرند که مقدار تغییرات دبی بیش از ۱۰ درصد باشد که تغییرات دبی می تواند به علت تغییرات ارتفاع و یا افت اصطکاک در لوله ها باشد. می توان دبی آبپاش ها را با استفاده از نازل های کنترل دبی و یا تنظیم کننده فشار کنترل کرد. کنترل جریان آبپاش ها زمانی لازم است که:

- وجود اختلاف ارتفاع بین آبپاش ها
- اختلاف فشار بالا به علت افت اصطکاک در خط لوله
- فشار نسبتاً زیاد در آبپاش های کوچکی که در اسپن های ابتدایی قرار دارند
- فشار مورد نیاز چند مجموعه آبپاش توسط یک پمپ تامین گردد

### اطلاعات مورد نیاز

#### اطلاعات هوا و اقلیم

اطلاعات اقلیمی شامل درجه حرارت (حداقل و حداکثر)، تعداد روزهای یخبندان، حداکثر سرعت و جهت باد، رطوبت نسبی، میزان تابش خورشید، بارندگی مؤثر و میزان تبخیر - تعرق می شود.

#### اطلاعات خاک

اطلاعات خاک شامل ظرفیت نگهداری آب در خاک، نفوذپذیری، نقطه پژمردگی، هدایت هیدرولیکی، بافت و ساختمان خاک، پستی و بلندی، وضعیت لایه های خاک می شود.

#### اطلاعات گیاه

طول دوره رشد، زمان برداشت، عمق مؤثر ریشه و نیاز آبی گیاه

#### اطلاعات مربوط به آب

کمیت آب، کیفیت آب، تغییرات کمی و کیفی آب در طول دوره بهره برداری، فاصله منبع و نوع منبع آب

#### اطلاعات مربوط به دستگاه آبیاری

نوع سیستم آبیاری، طول دستگاه آبیاری، سرعت حرکت دستگاه

دور آبیاری برای دستگاه آفشان دوار عموماً بین ۱ تا ۴ روز است. برای دستگاه‌های با طول متداول حداقل زمان چرخش ۲۲ ساعت بوده، ولی توصیه می‌گردد برای جلوگیری از استهلاک دستگاه دور آبیاری از ۳۶ ساعت کمتر نباشد. برای طول‌های بیشتر بهتر است که دور آبیاری حداقل، به نسبت افزایش طول دستگاه، افزایش یابد.

ظرفیت سیستم

• ظرفیت سیستم ( $Q_s$ )

$$Q_s = \frac{R^2 \times U_d \times K_f}{1146 \times T \times E_{pa}}$$

• دبی آبپاش تفنگی انتهایی ( $Q_g$ )

$$Q_g = \frac{2 \times R \times r \times Q_s}{L^2}$$

• نوع کشت

• عمق مؤثر توسعه ریشه ( $Z$ )

• دوره رشد

• نیاز آبی در ماه پیک مصرف ( $U_d$ )

• نیاز آبی در طول فصل رشد ( $U$ )

خاک

• بافت خاک

• ظرفیت رطوبت قابل استفاده در خاک ( $Aw$ )

• درصد تخلیه مجاز رطوبت ( $MAD$ )

• شدت نفوذ نهایی خاک ( $Ir$ )

راندمان طراحی

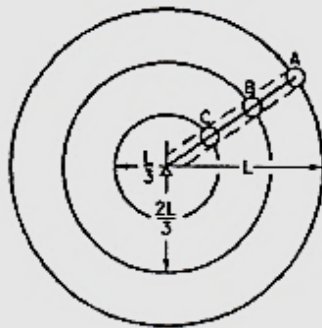
• راندمان توزیع ( $DE_{pa}$ )

• بخش مؤثر آب آبیاری ( $Re$ )

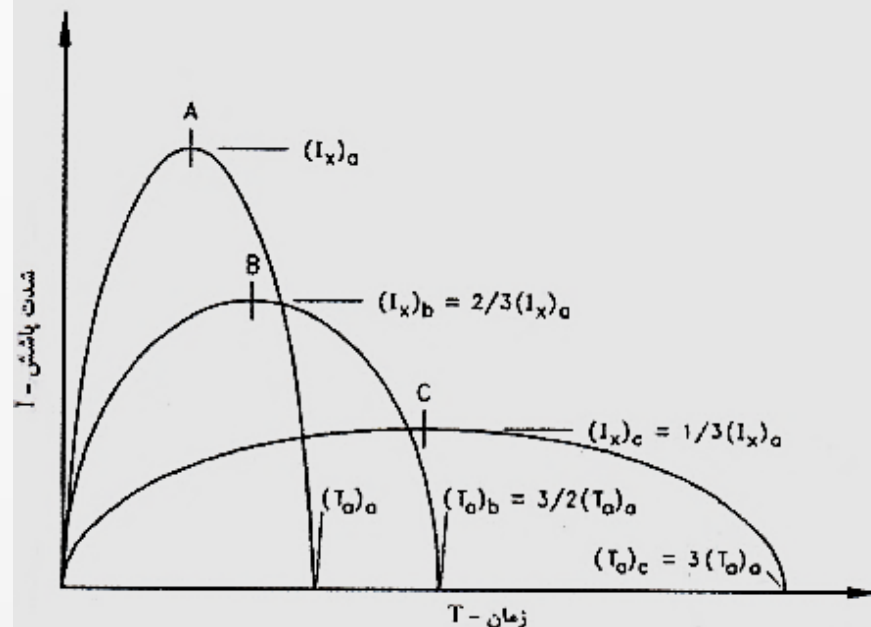
• راندمان انتقال ( $Oe$ )

• راندمان کلی طراحی ( $E_{pa}$ )

## شدت بارش متوسط در انتهای دستگاه



۸ / پلان مزرعه تحت آبیاری با سیستم آبیاری عقربهای و نوار مرطوب شده یکنواخت آن



B / نیمرخ شدت بارش آب در نقاط مختلف در طول لاترال عقربهای

شدت پاشش به نسبت افزایش فاصله از مرکز دستگاه باید بیشتر شود تا عمق آبیاری یکنواختی را ایجاد نماید. شدت پاشش به خصوص نزدیک به انتهای لترال، معمولاً از ظرفیت نفوذ خاک تجاوز می کند و سبب تشکیل رواناب می گردد.



مهم ترین اختلاف بین سیستم آبیاری سنتریپوت و سایر سیستم های آبیاری این است که زمان پخش آب در نقاط مختلف بازوی آبیاری یکسان نیست. برجی که در انتهای بازو قرار گرفته است، نسبت به برجی که در مرکز زمین قرار دارد، با سرعت بیشتری می چرخد، لذا زمان پخش آب در این قسمت از زمین حداقل است. چون در هر چرخش می بایست نیاز آبیاری تامین شود، بنابراین مقدار پخش آب در آخرین برج حداکثر می باشد.

اگر میزان پخش از نفوذپذیری خاک بیشتر باشد، جریان سطحی ایجاد خواهد شد. بنابراین در زمین هایی که بافت سنگین داشته و نفوذپذیری آن ها کم است، باید طول بازوی آبیاری را کوچکتر در نظر گرفت. البته این روش کارائی چندانی ندارد.

رواناب ایجاد شده باعث:

فرسایش خاک

تلفات قابل توجه آب و انرژی

محاسبه رواناب

• حداکثر شدت پخش

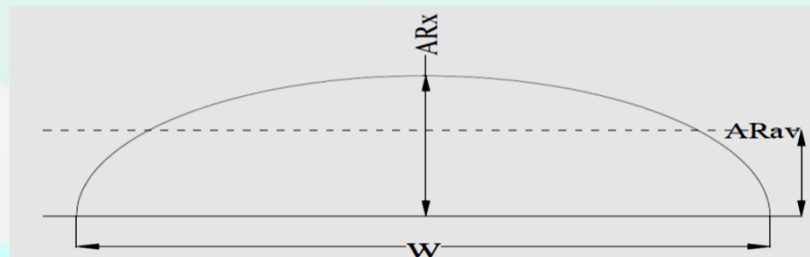
• نیاز ناخالص روزانه آبیاری

کاهش شدید یکنواختی آبیاری

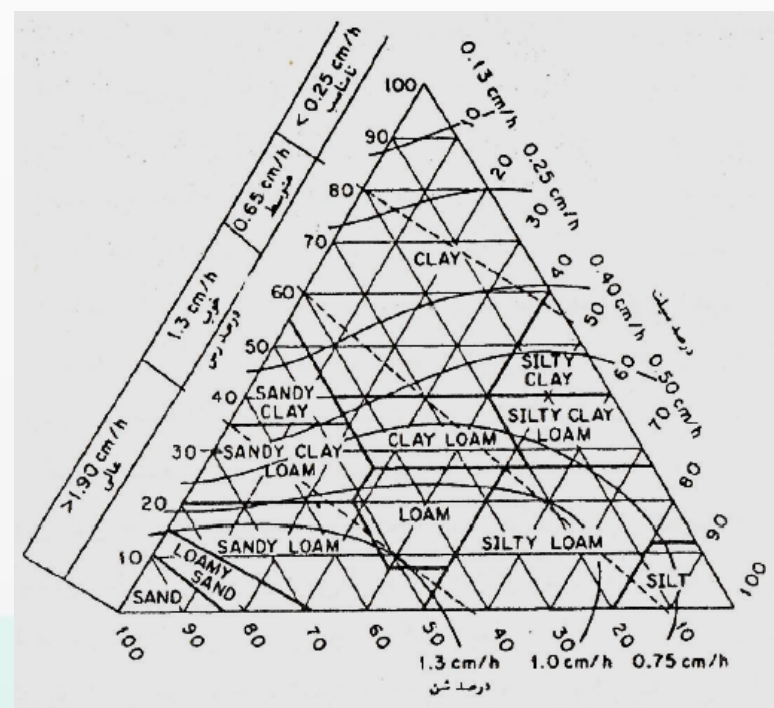
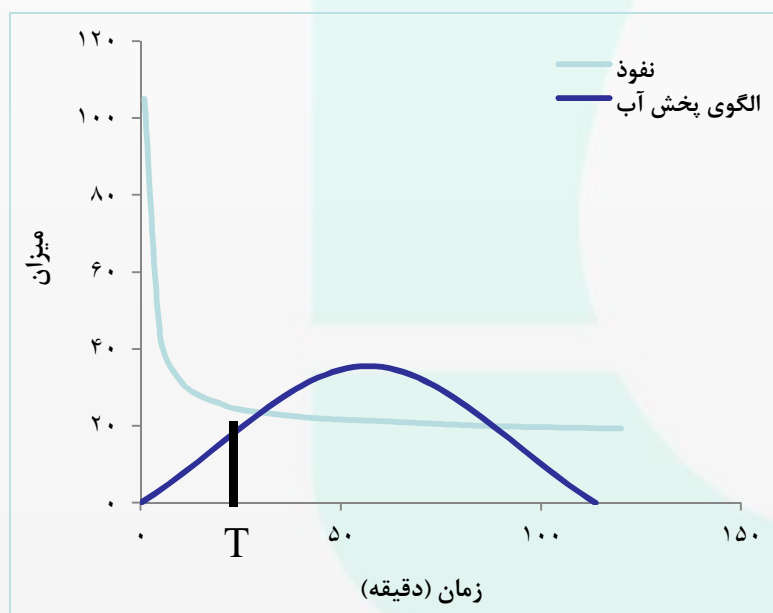
کاهش شدید محصول

$$AR_x = I' = \frac{2\pi R U_d'}{T W}$$

$$U_d' = \frac{k_f(U_d - R'_n)}{E_{pa}}$$



منحنی سرعت نفوذ روی الگوی بیضوی شکل پخش آب نسبت به زمان در شکل زیر ترسیم شده است. در این شکل سرعت پخش آب از نقطه T به بعد بیشتر از ظرفیت نفوذ شده و رواناب سطحی ظاهر خواهد شد. برای طراحی سیستم سنتریپوت باید اطلاعات کافی در مورد نفوذپذیری خاک در دست باشد. خاک هایی برای استفاده از سنتریپوت مناسب می باشند که نفوذپذیری در آن ها بیشتر از  $1/9$  سانتی متر در ساعت باشد.



## حداکثر زمان آبیاری در انتهای دستگاه

ذخیره آب در سطح خاک و در تاج گیاه، هر چند مقدار کوچکی داشته باشد، اما نقش مهمی در کمینه کردن مقدار رواناب سطحی ناشی از سیستم‌های آفشان دوار ایفا می‌کند. در بسیاری از موارد ذخیره سطحی به طور موقت تا یک سوم و یا بیشتر از آب آبیاری را نگه می‌دارد. بنابراین شدت پاشش می‌تواند به میزان قابل توجهی بیش از ظرفیت نفوذ خاک باشد، بدون اینکه رواناب ایجاد شود. به منظور تعیین حداکثر زمان آبیاری با در نظر گرفتن مقدار متوسط ذخیره سطحی، می‌توان مقدار ظرفیت نگهداشت سطحی براساس مشاهدات مزرعه‌ای را با رابطه‌ای که در ذیل ارائه شده است محاسبه نمود:

$$SS = K \left( SS_m + SS_F + k \frac{(6 - S)(12 - S)^2}{144} \right)$$

مقادیر به دست آمده را در رابطه ذیل جایگزین کرده و سپس با آزمون و خطا مقدار  $T_a$  تعیین می‌گردد:

$$SS = \frac{I' T_a}{60} - K_P T_a^p$$

برای اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک تحت شرایط آبیاری بارانی باید از روش‌های متناسب با این روش استفاده کرد. در روش نفوذسنجی بارانی با استفاده از افشانه‌های چرخان، شدت پاشش یکنواختی را ایجاد کرده و زمانی که اولین نشانه‌های غرقاب شدن سطح خاک شروع به بروز می‌کند، زمان  $T_p$  ثبت می‌شود.

سپس با انجام چند شدت پاشش، عمق آبیاری و زمان ظهور رواناب را یادداشت کرده و سپس با رگرسیون خطی بین داده‌های آزمایش نفوذسنجی و تعیین ضرایب این رگرسیون، می‌توان به یک رابطه ساده توانی به شکل زیر رسید:

$$d_i = k_p (T_p)^p$$

## تعیین حداقل سرعت و حداکثر مدت چرخش دستگاه

$$V_e = \frac{W}{T_a}$$

- حداقل سرعت چرخش براساس محدودیت نفوذپذیری

$$T_C = \frac{2\pi R}{60 V_e}$$

- حداکثر مدت یک دور چرخش دستگاه

$$(f_x)_i = \frac{24 T_C}{T}$$

- حداکثر دور آبیاری با توجه به متوسط ساعات بهره‌برداری روزانه

$$(f_x)_s = \frac{0.24 MAD_a \cdot Wa \cdot Z}{K_f \cdot U_d} - \frac{24 R'_n}{U_d}$$

- حداکثر دور آبیاری بر اساس تخلیه مجاز رطوبتی خاک و بارندگی مؤثر

## تعیین درصد روشن بودن موتور چرخ آخر

$$T_C = \left( \frac{T}{24} \right) f'$$

- زمان یک دور چرخش دستگاه

$$(T_C)_n = \frac{2\pi r_e}{V_{max} \times 60}$$

- حداقل زمان گردش دستگاه

$$PT = \frac{(T_C)_n}{T_C} \times 100$$

- درصد زمان حرکت واحد محرک آخر



## تایمر درصدی

تایمر درصدی دستگاه آبیاری سنتریپوت از ۱۰۰-۰ و در برخی موارد ۶۰-۰ می باشد. زمان واحد در این سیستم یک دقیقه می باشد. هنگامی که تایمر درصدی دستگاه روی عدد ۱۰۰ باشد، دستگاه با حداکثر سرعت حرکت کرده و زمان آبیاری حداقل می باشد. برای عمق آبیاری بیشتر باید سرعت حرکت دستگاه کاهش یابد. برای مثال اگر عقربه تایمر درصدی روی عدد ۵۰ باشد، اسپن انتهایی به مدت ۳۰ ثانیه حرکت کرده و سپس ۳۰ ثانیه متوقف می شود. در نتیجه میزان پاشش آب نسبت به تایمر درصدی ۱۰۰، دو برابر خواهد شد.

## محاسبات هیدرولیکی

• افت اصطکاکی در طول دستگاه

$$H_f = 1.22 \times 10^{10} \times f \times L \times \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \times D^{-4.87}$$

• فشار ابتدای دستگاه

$$H_n = H_e + h_f + \Delta EL_x$$

مقدار ضریب افت اصطکاکی (f) برای سیستم های سنتریپوت برابر با ۰/۵۵۵ و برای سیستم لاینر برابر با ۰/۳۶ می باشد.

## فشار سیستم

- فشار کارکرد آبپاش
- فشار رگلاتور
- افت آبپاش بغل چرخ
- افت اصطکاکی
- تغییرات ارتفاع در زمین
- ارتفاع دستگاه
- افت های جزئی (شیرآلات، زانوئی و ...)

## برنامه آبیاری

- زمان طی کردن یک سیکل برای ۱۰۰ درصد سرعت دستگاه

- عمق آب در یک سیکل

- تایمر درصدی برای تامین نیاز آبی گیاه

## مشخصات آبپاش

- نوع آبپاش
- نوع نازل
- فاصله آبپاش ها (Sn)
- تعداد آبپاش ها (n)
- فشار کارکرد آبپاش (He)
- ارتفاع آبپاش از سطح زمین (h)
- قطر پاشش آخرین آبپاش (Dw)

$$T_{100\%} = \frac{2\pi(R - L_0)}{V_{max}}$$

$$d = \frac{T Q_s}{A}$$

$$\text{تایمر درصدی} = \frac{d_{100\%} \times T_{100\%}}{d_g}$$

$$U'_d = \frac{K_f U_d}{E_{pa}} \ll \ll \ll \quad LR \leq 0.1$$

• عمق ناخالص آبیاری روزانه

$$U'_d = \frac{0.9 K_f U_d}{(1-LR) E_{pa}} \ll \ll \ll \quad LR > 0.1$$

$$Q_s = \frac{L \times L_f \times U'_d}{3600 \times T}$$

• ظرفیت سیستم

$$T = \frac{24 \left( \frac{L_f}{V_i} \right)}{\frac{L_f}{V_i} + \frac{L_f}{V_r} + RT + CT} = \frac{24 \left( \frac{L_f}{V_i} \right)}{f'}$$

• متوسط زمان آبیاری در روز

$$I' = \frac{L_f \times U'_d \times R_e}{W \times T}$$

• متوسط شدت پاشش

$$d_n = \frac{3600 \times Q_s \times T_w \times DE_{pa} \times R_e}{6000 L \times L_f}$$

• عمق خالص آبیاری

$$T_c = \frac{L_f}{60 V_i}$$

- زمان مورد نظر برای طی کردن طول مزرعه در حال انجام آبیاری

$$(T_c)_n = \frac{L_f}{60 V_r}$$

- حداقل زمان مورد نیاز برای طی کردن طول مزرعه

$$V_i = \frac{PT \times V_r}{100}$$

- سرعت حرکت سیستم در حالیکه آبیاری صورت می گیرد

$$q = \frac{Q_s \times S_e}{L}$$

- دبی مورد نظر برای تمامی خروجی ها در طول لترال

$$q_g = Q_s \frac{L_f \times L_g}{L \times R}$$

- دبی آبپاش انتهایی



$$P = \sqrt{3} V_L i_L \cos \varphi$$

• قدرت در سیستم سه فاز

$$A = \frac{\sqrt{3} L i \cos \varphi}{K \Delta V}$$

• سطح مقطع کابل

اندازه کابل‌های استاندارد در سیستم سه فاز

$$4 \times 1 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 50 + 1 \times 25 \text{ mm}^2$$

$$4 \times 1.5 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 70 + 1 \times 35 \text{ mm}^2$$

$$4 \times 2.5 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 95 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$$

$$4 \times 4 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 120 + 1 \times 70 \text{ mm}^2$$

$$4 \times 6 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 150 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$$

$$4 \times 10 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 185 + 1 \times 120 \text{ mm}^2$$

$$4 \times 16 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 240 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 25 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$$

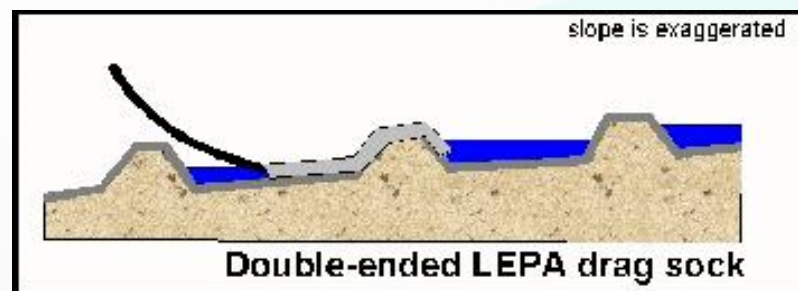
$$3 \times 300 + 1 \times 185 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 35 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$$

## ارتفاع آبپاش ها از سطح زمین

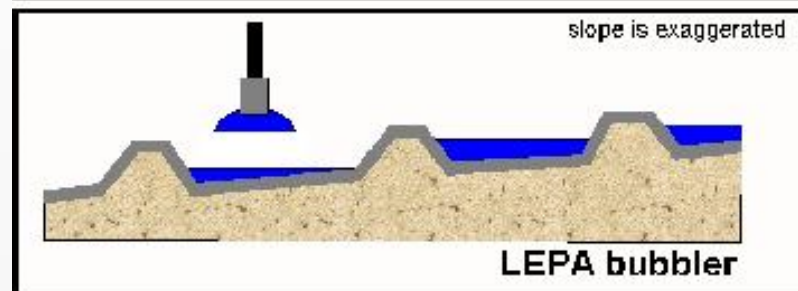
### • LEPA

فاصله آبپاش ها از سطح زمین  $\pm 2/45$  متر می باشد.



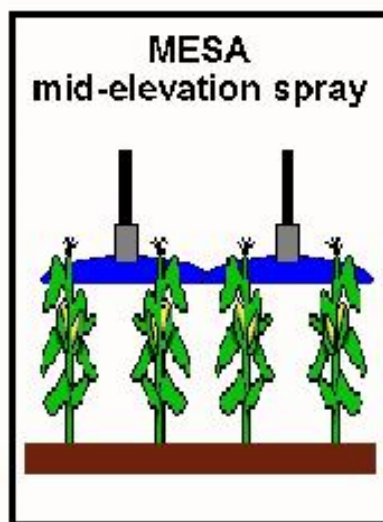
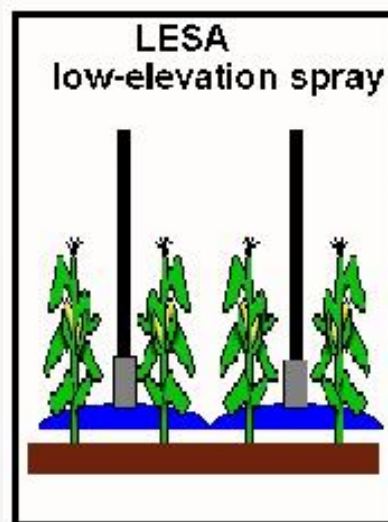
### • LESA

فاصله آبپاش ها از سطح زمین  $\pm 45$  متر می باشد.



### • MESA

آبپاش ها در حد فاصل سطح زمین و لترال قرار دارند.



### راه اندازی دستگاه بدون آب

- کلید گردش بدون آب - با آب را در وضعیت بدون آب (Dry) قرار دهید.
- کلید اصلی برق را در وضعیت روشن (ON) قرار دهید. ولتاژ خوانده شده از روی ولت متر باید در محدوده زیر باشد:
  - الف) بین ۴۲۰-۳۴۰ ولت، اگر دستگاه با برق ۳۸۰ ولت کار می کند.
  - ب) بین ۵۱۰-۴۲۰ ولت، اگر دستگاه با برق ۴۶۰ ولت کار می کند.
- کلید استارت (Start) دستگاه را به مدت ۳ ثانیه فشار داده و رها کنید.
- جهت حرکت دستگاه را به سمت جلو (Forward) یا به سمت عقب (Reverse) انتخاب کنید.
- سرعت دستگاه را با تایمر سرعت تنظیم کنید.
- اگر می خواهید دستگاه در موقعیتی خاص متوقف شود، کلید توقف در موقعیت دلخواه را در وضعیت روشن (Sip on) قرار دهید. وگرنه این کلید باید در وضعیت (Sip off) باشد.
- در صورت استفاده از سیستم توقف اتوماتیک (Auto stop) یا برگشت اتوماتیک (Auto reverse)، کلید مربوطه را روی حالت دلخواه بگذارید.

## راه اندازی دستگاه با آب

- کلید گردش بدون آب یا با آب را در وضعیت بدون آب (Dry) قرار دهید.
- کلید اصلی برق را در وضعیت روشن (On) قرار دهید. ولتاژ خوانده شده از روی ولت متر باید در محدوده زیر باشد:
  - الف) بین ۴۲۰-۳۴۰ ولت، اگر دستگاه با برق ۳۸۰ ولت کار می کند.
  - ب) بین ۵۱۰-۴۱۰ ولت، اگر دستگاه با برق ۴۶۰ ولت کار می کند.
- شیر اصلی آب را کمی باز کنید.
- پمپ اصلی آب را روشن کنید.
- شیر اصلی آب را به آهستگی تا آخر باز کنید.
- با فشردن کلید استارت (Start) دستگاه را راه اندازی کنید.
- کلید گردش بدون آب: آن را در وضعیت با آب (wet) قرار دهید.
- جهت حرکت دستگاه را با استفاده از کلید حرکت به جلو (Forward) یا کلید حرکت به عقب (Reverse) انتخاب کنید.
- سرعت حرکت دستگاه را با استفاده از تایمر سرعت تنظیم کنید.
- اگر می خواهید دستگاه در موقعیتی خاص متوقف شود، کلید توقف در موقعیت دلخواه را در وضعیت روشن (Sip on) قرار دهید، وگرنه این کلید باید در وضعیت (Sip off) باشد.
- در صورت استفاده از سیستم توقف اتوماتیک (Auto stop) یا برگشت اتوماتیک (Auto Reverse) کلید مربوطه را روی حالت دلخواه بگذارید.



## متوقف کردن دستگاه

- کلید توقف (Stop) را جهت متوقف کردن دستگاه فشار دهید.
- کلید اصلی برق را در وضعیت خاموش (Off) قرار دهید.
- پمپ آب را خاموش کنید.

## سرویس های هفتگی

- از تمام پیچ و مهره ها بازرسی چشمی به عمل آورید.
- فشار باد تایرها را کنترل کنید.
- از سفت بودن پیچ های چرخ مطمئن شوید.
- الکتروموتور و گیربکس ها را از نظر نشتی کنترل کنید.
- روغن الکتروموتور و گیربکس ها را بازدید کرده و در صورت پایین بودن سطح روغن، آن را پر نمائید.
- در طول دستگاه قدم بزنید و آن را از نظر نشتی آب کنترل کنید.
- فشار آب داخل دستگاه را کنترل کنید. آبپاش ها را کنترل کرده و نازل های گرفته را تمیز کنید.
- از مسیر حرکت دستگاه بازدید به عمل آورید، موانع موجود را برطرف نموده و شیار های عمیق بوجود آمده در مسیر حرکت چرخ ها را پر نمائید.

- آب تمام شلنگ ها و همچنین تمام لوله ها بایستی تخلیه شوند.
- تمیز کردن خطوط لوله از خاک و آشغال مراحل لایروبی دستگاه به شرح زیر می باشد:
- روغن الکتروموتور بایستی بعد از هر فصل کاری و یا سالیانه تعویض شود.
- روغن گیربکس ها بایستی بعد از هر فصل کاری و یا سالیانه تعویض شود.
- این عمل بطور مرتب بایستی انجام گیرد.
- مهره های چرخ بایستی بعد از هر فصل کار و هر ساله بازرسی شده و با مقدار گشتاور مشخصی (۱۷۰ نیوتن متر) محکم شوند.
- پارک کردن دستگاه