

ماشین‌های آبیاری بارانی با مصرف انرژی کم (LEPA)



نگارش

امیر اسلامی، نادر کوهی و حسین دهقانی سانج

بسم الله الرحمن الرحيم

موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
نشریه فنی

ماشین‌های آبیاری بارانی با مصرف
انرژی کم (LEPA)

نگارش:

امیر اسلامی، نادر کوهی و حسین دهقانی سانیچ

سال انتشار:

۱۳۸۹



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

عنوان نشریه:	ماشین‌های آبیاری بارانی با مصرف انرژی کم (LEPA)
نگارش:	امیر اسلامی، نادر کوهی و حسین دهقانی سانیچ
ناشر:	موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
سال انتشار:	۱۳۸۹
شمارگان:	جلد ۵۰۰
صفحه‌آرایی:	بنفشه فرزانه

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۸۴۵،
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
تلفن: ۲۷۰۵۳۲۰، ۲۷۰۵۲۴۲ و ۲۷۰۸۳۵۹ (۰۲۶۱)، دورنگار: ۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶۱)

پایگاه اطلاعاتی موسسه: www.aeri.ir

مخاطبان نشریه:

کارشناسان، بخش اجرا کشاورزی و دانشجویان

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با ماشین‌های آبیاری بارانی با مصرف انرژی کم (لپا) و چگونگی استفاده از آنها در خاک‌های با نفوذپذیری کم که در برگیرنده موارد زیر است،

- معرفی سیستم آبیاری لپا
 - مزایا و معایب آن
 - مدیریت بهره‌برداری از سیستم لپا
 - ارزیابی مزرعه‌ای سیستم لپا
- آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	مقدمه
۳	معرفی سیستم لپا
۱۲	مدیریت بهره‌برداری
۱۹	ارزیابی‌های مزرعه‌ای لپا
۲۲	نتیجه‌گیری
۲۵	منابع مورد استفاده

مقدمه

با توجه به کاهش شدید کمیت و کیفیت سفره‌های آب زیرزمینی در اثر برداشت بی‌رویه از آنها و همچنین کاهش چشمگیر نزولات آسمانی در اغلب استان‌های کشور، استفاده از سیستم‌های آبیاری با راندمان بالا امری اجتناب‌ناپذیر است. سیستم‌های آبیاری تحت فشار (بارانی و قطره‌ای) با توجه به انتقال آب در لوله و امکان آبیاری دقیق از راندمان بالایی برخوردار هستند. در بین سیستم‌های آبیاری بارانی بالاترین راندمان مربوط به دستگاه‌های دوار مرکزی^۱ و خطی^۲ است. البته کاربرد این سیستم‌ها در خاک‌های سنگین محدودیت‌هایی داشته و در صورت عدم طراحی صحیح سبب ایجاد رواناب در سطح مزرعه و در نتیجه کاهش محصول می‌گردد. همچنین کاربرد آب‌های نامتعارف از طریق این دستگاه‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد. زیرا پاشش آب نامناسب (شوری بالا) روی برگ‌های گیاه سبب سوختگی برگ‌ها و سرانجام خشک شدن گیاه می‌گردد. با تحقیقات انجام شده در دنیا در چند سال اخیر راه حل مناسبی برای کاربرد ماشین‌های آبیاری بارانی با مصرف انرژی کم^۳ (لپا) ارائه شده است.

1- Center Pivot

2- Linear

3- Low Energy Precision Application (LEPA)

لپا یک سیستم آبیاری بارانی خاص است که شامل عملیات زراعی و عملیات مدیریتی ویژه نیز می‌شود. در این سیستم برای رسیدن به مقادیر بالای راندمان آبیاری می‌بایست از کاشت دایره‌ای، مسدود کردن شیارها^۱ و نازل مخصوص استفاده نمود به طوری که با قرار گرفتن نازل‌ها در نزدیک زمین از تلفات تبخیر و بادبردگی جلوگیری می‌شود. نشریه حاضر با هدف معرفی سیستم آبیاری لپا، مزایا و معایب آن، مدیریت بهره‌برداری، ارزیابی مزرعه‌ای و همچنین چگونگی اجرای عملیات ویژه زراعی جهت کاهش رواناب بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده در دنیا تهیه و تدوین شده است.

معرفی سیستم آبیاری لپا

تاریخچه

ایده لپا در اوایل دهه ۱۹۸۰ از کوشش‌های مهندسين کشاورزی در دانشگاه تگزاس آمریکا برای گسترش سیستمی که انرژی مورد نیاز دستگاه دوار مرکزی را کاهش و استفاده بهینه از آب بارندگی و آبیاری را افزایش دهد ایجاد گردید. هدف اساسی این سیستم حذف تلفات تبخیر و بادبردگی و توسعه یک سیستم آبیاری سازگار با شیارهای مسدود بوده است. نمونه اولیه توسط محققان به صورت نازل‌هایی که

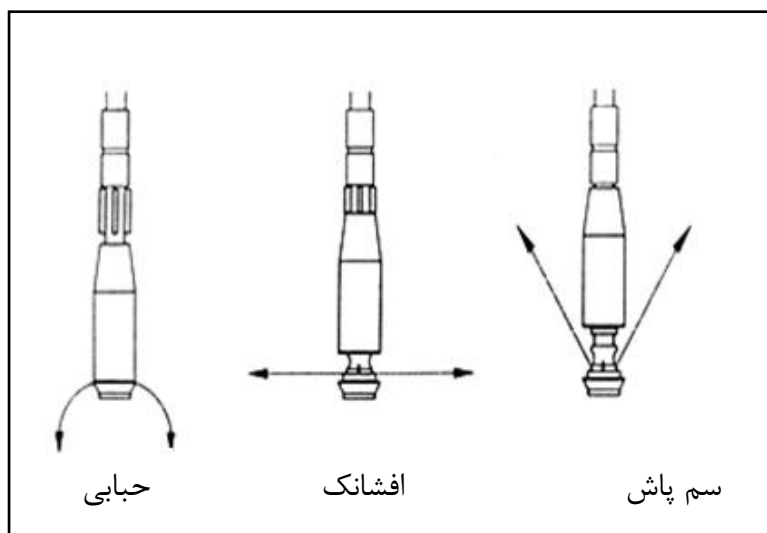
1- Furrow Diking

ماشین‌های آبیاری بارانی با مصرف انرژی کم (LEPA)

تخلیه آب را با سرعت کم در یک الگوی حبابی شکل پخش می‌کرد، ساخته شد. خروج آب از نازل‌ها به شکل قطرات پیوسته بود و در ارتفاع ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متری بالای شیارها قرار می‌گرفتند. تلفات آب با این سیستم تنها ۲ تا ۵ درصد بود در حالی که میزان تلفات در سیستم بارانی رایج ۲۵ تا ۳۰ درصد می‌باشد.

در سال ۱۹۸۳، انجمن ترویج کشاورزی تگزاس وابسته به دانشگاه تگزاس کار بر روی لپا را جهت رسیدن به اهداف زیر ادامه داد:

- کاربردی کردن آزمایشات تجربی
 - توسعه تجاری سیستم لپا که مناسب برای دستگاه‌های دوار مرکزی موجود و جدید باشد
 - طراحی مناسب و مدیریت صحیح برای محدودیت‌های موجود
 - تقلیل هزینه‌های مواد اولیه برای ساخت نازل‌های لپا
 - و سپس فایده آمدن به مقاومت فروشنده و کشاورز برای توسعه این تکنولوژی
- که در نهایت همکاری محققان با تولیدکنندگان، منجر به تولید سه مدل مختلف از نازل‌های لپا (شکل ۱) گردید.



شکل ۱- سه مدل مختلف از کاربرد یک نازل بارانی لپا

مزایای لپا

- ۱- کاهش تلفات ناشی از تبخیر و بادبردگی
- ۲- یکنواختی بالای آب آبیاری در سطح مزرعه
- ۳- افزایش راندمان کاربرد آبیاری تا حد ۹۸٪
- ۴- استفاده از مدل‌های مختلف نازل برای آبیاری یا سم‌پاشی
- ۵- عدم خیس شدگی شاخ و برگ گیاهان و در نتیجه امکان استفاده از آب با کیفیت نامتعارف
- ۶- کاهش آفات و بیماری‌ها

۷- کاهش مصرف انرژی

۸- خشک ماندن جای چرخ‌های دستگاه در کشت دایره‌ای

۹- کاهش تبخیر از سطح خاک با استفاده از نازل نوع حبابی و شیلنگی

۱۰- امکان استفاده از سیستم‌های دوار مرکزی یا خطی در خاک‌های

سنگین با توجه به کاربرد توام سیستم لپا و مدیریت خاک‌ورزی

معایب لپا

۱- هزینه‌های بیشتر لوازم و نصب آنها

۲- کنترل رواناب از طریق مسائل مدیریتی مانند ایجاد شیارهای

مسدود و کاشت محصولات ردیفی به صورت دایره‌ای

۳- نیاز به شیرهای تنظیم فشار برای جریان مناسب نازل

۴- کاهش احتمالی ظرفیت آبیاری سیستم برای کنترل رواناب

کاربرد

لپا ترکیبی از یک سیستم آبیاری مکانیکی با مدیریت سطحی خاک برای فراهم کردن و استفاده مفید از تمام مقادیر آب دریافت شده (بارش و آبیاری) می‌باشد. این سیستم با استفاده از نازل‌هایی که با فشار کم و در نزدیکی سطح زمین عمل می‌کنند سبب کاهش انرژی می‌گردد. کار تجربی و آزمون‌های مزرعه‌ای نشان داد که ارتفاع بهینه برای نازل لپا بین ۲۰ تا ۴۵ سانتی‌متر بالای سطح زمین می‌باشد

(Fipps and New, 1990). همچنین لپا سیستم کارآمدی است که از طریق کاهش رواناب و تلفات تبخیر و بادبردگی، سبب افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه کاهش مقدار آب آبیاری نسبت به سایر دستگاه‌های آبیاری می‌گردد. سیستم‌های بارانی معمولی طوری طراحی می‌شوند که شدت پاشش با شدت نفوذ خاک منطبق باشد ولی سیستم‌های لپا طوری طراحی می‌شوند که مقدار کاربرد آب با ذخیره سطحی خاک منطبق گردد، که از طریق مدیریت خاک‌ورزی و آبیاری صحیح این انطباق ایجاد می‌گردد. برای کاربرد سیستم لپا در مزرعه می‌بایست شرایط زیر فراهم گردد (Rogers *et al.*, 1994):

- شیب کمتر از ۱ درصد مزرعه
- کشت دایره‌ای و خطی به موازات مسیر چرخ‌ها به ترتیب در سیستم‌های دوار مرکزی و خطی
- مسدود کردن شیارها در سیستم‌های دوار مرکزی و خطی
- استفاده از نازل‌های با فشار کم

انواع نازل‌ها

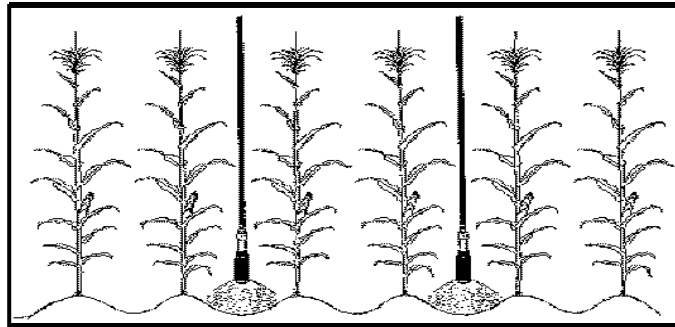
یکی از ویژه‌گی‌های سیستم لپا این است که نازل‌های آن در نزدیکی سطح زمین (بین ۲۰ تا ۴۵ سانتی‌متری) واقع شده و به‌طور معمول در ردیف‌های یک در میان بسته به شرایط کشت قرار می‌گیرند. به‌طور مثال برای محصول ذرت که فاصله شیارها ۷۵ سانتی‌متر است، فواصل

لوله‌های آبدۀ ۱/۵ متر از یکدیگر (شکل ۲) در طول لوله آبرسان^۱ دستگاه قرار می‌گیرند (Lamm, 1998). به همین علت در واقع سیستم لپا می‌تواند به عنوان یک سیستم آبیاری سطحی در حال حرکت محسوب شود. انواع نازل‌هایی که در این سیستم کاربرد دارند به شرح زیر می‌باشند (Rogers *et al.*, 1994):

- ۱- حبابی^۲، آب را به هر ردیف که به صورت دایره‌ای یا خطی کشت شده می‌رساند، که در این نوع از نازل‌ها تلفات باد و تبخیر از خاک و پوشش گیاهی حداقل است (شکل ۳).
- ۲- شیلنگی^۳، مانند نوع حبابی عمل می‌کند و فقط آب توسط شیلنگ‌های کوتاه با فشار کم به شیارها وارد می‌شود (شکل ۴).
- ۳- افشانک^۴، مدل پاششی افقی که برای آبیاری اولیه طراحی شده است و برای جوانه‌زنی گیاه و همچنین کاربرد علف‌کش‌ها و پاشش مواد شیمیایی روی شاخ و برگ گیاهان کوتاه مناسب می‌باشد (شکل ۵).

1- Span
2- Bubble
3- Drag sock
4- Spray

۴- سمپاش^۱، برای پاشش مخلوط آب و ماده شیمیایی داخل پوشش گیاهان بلند مانند ذرت مناسب می‌باشد. مزیت مدل سمپاش این است که داخل و سطح پایینی شاخ و برگ‌ها را می‌تواند به آسانی تحت تاثیر قرار دهد (شکل ۶).



شکل ۲- آبیاری لپا در داخل شیارهای یک‌درمیان ذرت



شکل ۳- نازل حبابی پا



شکل ۴- نازل شیلنگی پا



شکل ۵- نازل افشانک پیا



شکل ۶- نازل سم پاشی پیا

نکته قابل توجه این است که یک کارگر برای تبدیل نازل‌های لپا به یکدیگر در یک دستگاه ۴۰۰ متری به کمتر از یک ساعت وقت نیاز دارد. همچنین نازل‌های جدیدی تولید شده که تمامی این حالات را در بر دارد.

مدیریت بهره‌برداری لپا

طراحی سیستم‌های رایج آبیاری بارانی به ظرفیت پذیرش خاک وابستگی زیادی دارد و خیلی کم به ذخیره سطحی خاک وابسته می‌باشند. اما سیستم لپا بستگی زیادی به حجم ذخیره سطحی خاک دارد. بررسی تغییرات پروفیل خاک نشان می‌دهد در سیستم لپا مقدار آب زیادتری نسبت به سیستم‌های رایج با فشار بالا در خاک ذخیره می‌گردد که نشان دهنده رسیدن آب بیشتر به خاک می‌باشد (Gillies *et al.*, 1994). این نتایج با داده‌های محققان دیگر (Fipps and New, 1990) که پیشنهاد کردند در سیستم لپا نسبت به سیستم‌های رایج به علت حذف تلفات تبخیر و بادبردگی حداقل ۲۰ درصد آب بیشتری به سطح خاک خواهد رسید، هم‌خوانی دارد. همچنین به خاطر مساحت خیس شده کم، شدت‌های کاربرد لحظه‌ای نازل نوع حبابی می‌تواند از ۱۵۲/۴ سانتی‌متر در ساعت فراتر رود، بطوریکه حتی از شدت‌های پذیرش بالای خاک نیز بیشتر گردد. برای

جلوگیری از رواناب حاصله (به‌خصوص در خاک‌های رسی) و افزایش فرصت نفوذ خاک دو کار باید صورت پذیرد (Hansen and Trimmer, 1997):

الف) شیارهای مسدود شده

مسدود کردن شیار یکی از موثرترین روش‌ها برای کاهش رواناب در سیستم‌های دوار مرکزی و خطی می‌باشد. مسدود کردن شیار یک عملیات خاک‌ورزی مکانیکی است که داخل شیار تپه کوچکی از خاک درست می‌شود تا مخزنی برای آبگیری شکل گیرد (شکل ۷). باران یا آب آبیاری داخل مخزن جمع شده و با فرصت بیشتری داخل خاک نفوذ می‌نماید. این عمل برای کاهش دادن رواناب و افزایش دادن عملکردها برای تولید گیاهان آبی و دیم بسیار موثر می‌باشد. روش متداول برای این کار استفاده از ماشین شیار بند است (Jones and Baumhardt, 2003).

ب) کاشت دایره‌ای

روش دیگر برای کاهش رواناب و بهبود توزیع آب داخل خاک کشت گیاهان به‌صورت دایره‌ای در سیستم دوار مرکزی است (شکل ۸). این عمل برای هر دو سیستم دوار مرکزی لپا و رایج مفید می‌باشد. وقتی گیاهان دایره‌ای کشت می‌شوند دستگاه هرگز مانند حالت کشت

ماشین‌های آبیاری بارانی با مصرف انرژی کم (LEPA)

موازی همه آب را در چند شیار انباشته نمی‌کند. برای ایجاد شیارها به صورت دایره‌ای از مسیر عبور چرخ‌ها کمک گرفته می‌شود. معمولاً در دو یا سه قطعه اول لوله آبرسان که شعاع دایره‌ها کوچک است می‌توان کاشت را بصورت خطی انجام داد.

گاهی اوقات برای بهبود نفوذپذیری خاک، عملیات خاک‌ورزی دیگری مانند خراش دادن شیارها و شخم عمیق با گاو آهن قلمی نیز انجام می‌شود. همچنین افزایش سرعت حرکت دستگاه می‌تواند جبران آب اضافی رسیده به زمین را بنماید تا از رواناب جلوگیری گردد (Fipps and New, 1990).



شکل ۷- شیارهای مسدود در کاشت دایره‌ای



شکل ۸- کاشت دایره‌ای در سیستم آبیاری لپا

راندمان کاربرد

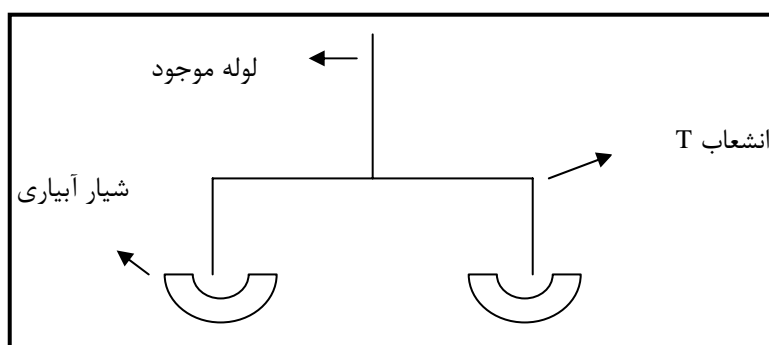
در سیستم‌های رایج آبیاری بارانی برای تعیین میزان آب، تلفات تبخیر و بادبردگی نیز لحاظ می‌شود، در صورتی که در سیستم لپا و استفاده از نازل‌های حبابی یا شیلنگی این تلفات نزدیک به صفر خواهد بود و به همین دلیل میزان آب آبیاری کمتر در نظر گرفته می‌شود. با توجه به کاهش تلفات در اثر بادبردگی و همچنین تبخیر از گیاه و سطح خاک راندمان کاربرد آب آبیاری در این روش بین ۹۵ تا ۹۸ درصد می‌باشد.

تبدیل سیستم‌های رایج به لپا

ریزش لپا معمولاً در شیارهای یک‌درمیان محصولات زراعی ردیفی صورت می‌گیرد. بهر حال، ترتیب ردیف‌های یک‌درمیان طوری انتخاب می‌شود که جای چرخ‌ها خشک بماند. بنابراین فاصله نازل‌های لپا روی لوله اصلی نسبت به فاصله به کار رفته در دیگر سیستم‌های بارانی دوار مرکزی نزدیکتر می‌باشد. از این رو، خروجی بیشتری روی خط اصلی مورد نیاز است. برای تطبیق دادن خروجی اضافی مورد نیاز لپا، اغلب تولید کنندگان دوار مرکزی هم‌اکنون پیشنهاد خروجی $1/5$ تا 2 متری روی خط اصلی را می‌دهند. خروجی‌های آب روی خط اصلی دستگاه‌های دوار مرکزی یا خطی موجود معمولاً بین $2/6$ تا 3 متر قرار گرفته‌اند، بنابراین جهت تبدیل سیستم‌های رایج به لپا اتصالات اضافی ما بین نازل‌های موجود نیاز می‌باشد که به یکی از دو روش زیر امکان‌پذیر است:

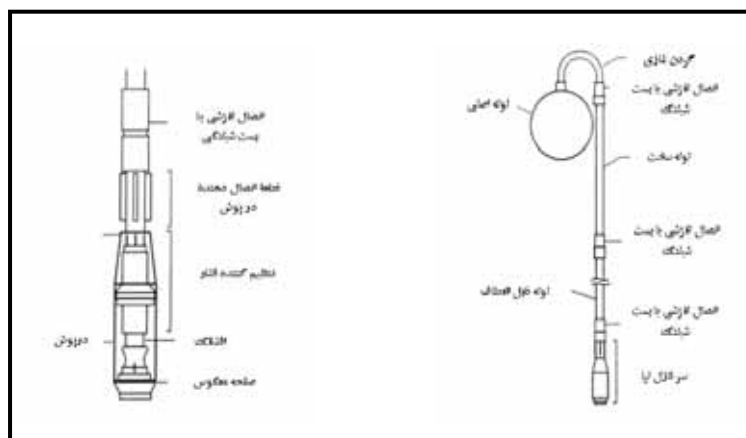
الف) استفاده از خروجی‌های موجود با گرفتن انشعاب T (شکل ۹)

ب) اضافه کردن خروجی‌ها بر روی لوله اصلی دستگاه



شکل ۹- اضافه کردن خروجی لپا از طریق انشعاب T

در شکل ۱۰ الف نحوه اتصال سر نازل لپا به لوله اصلی نشان داده شده است. یک زانوئی u شکل گردن غازی به خروجی در لوله اصلی متصل شده و بعد از آن یک لوله پلی اتیلن سخت یا فلزی به وسیله بست به آن متصل می شود. جهت نصب سر نازل لپا از یک لوله انعطاف پذیر و بست استفاده می شود. در شکل ۱۰ ب نیز جزئیات سر نازل لپا نشان داده شده است.



شکل ۱۰ الف- نحوه اتصال سر نازل لپا ب- نمائی از جزئیات سر نازل لپا

برنامه‌ریزی آبیاری

برنامه‌ریزی آبیاری بوسیله دستگاه‌های مکش‌سنج یا رطوبت‌سنج خاک (تانسیومتر یا بلوک گچی) جهت کاهش نفوذ عمقی و جلوگیری از تنش وارده به گیاه، انجام می‌گیرد. پایش اطلاعات سیستم و کنترل فشار مناسب از طریق یک فشارسنج در خروجی آخر در انتهای خط اصلی جهت برنامه‌ریزی آبیاری بسیار مفید می‌باشد. فشار ورودی اغلب سر نازل‌های لپا برای کاربرد صحیح حداقل ۶۲ کیلو پاسکال می‌باشد که توسط تنظیم‌کننده‌ها، فشار خروجی به ۴۱ کیلو پاسکال کاهش می‌یابد.

ارزیابی‌های مزرعه ای لپا

آزمایشات مزرعه‌ای متعددی بر روی این سیستم انجام شده است. اولین آزمایشات در سال‌های ۱۹۸۳ و ۱۹۸۴ در تگزاس برای سه محصول ذرت، سورگوم دانه‌ای و چغندر قند انجام شد. آبیاری با نازل‌های لپا و به‌صورت یک‌درمیان (کشت دایره‌ای) صورت گرفت. نتایج نشان داد که اختلاف‌های آبیاری یک‌درمیان با معمولی از کاهش ۰/۸ درصدی عملکرد برای ذرت تا افزایش ۲/۱ درصدی عملکرد برای چغندر قند بود (Fipps and New, 1990).

در سال ۱۹۹۰ آزمایشی در جنوب تگزاس برای مقایسه عملکرد بین لپا و سیستم رایج با دو نوع نازل مختلف انجام گرفت. مشخصات دستگاه رایج به شرح زیر بود (Fipps and New, 1990):

ارتفاع پمپاژ: ۷۶ متر

افت‌های اصطکاک در سیستم: ۱/۵ اتمسفر

فشار اعمال شده: ۶/۲ اتمسفر

دبی سیستم: ۵۶ لیتر در ثانیه

طول دستگاه: ۴۰۰ متر

زمان کاربرد سالانه: ۲۵۰۰ ساعت

خلاصه‌ای از نتایج این مقایسه در خصوص راندمان کاربرد، فشار کاربردی، حجم آب بکار رفته، میزان سوخت و عملکرد در جداول ۱، ۲ و ۳ آورده شده است.

ماشین‌های آبیاری بارانی با مصرف انرژی کم (LEPA)

جدول ۱- مقایسه سیستم آبیاری بارانی دوار مرکزی رایج (با دو نازل) و لپا

ارتفاع دینامیکی کل ^۱ (متر)	متوسط کار سالانه (ساعت)	فشار اعمال شده (اتمسفر)	راندمان کاربرد (درصد)	نوع سیستم
۱۵۵	۲۵۰۰	۶/۲	۶۰	ضربه ای فشار بالا
۱۲۰	۱۸۷۵	۲/۷۶	۸۰	نازل های کم فشار
۱۰۶	۱۵۷۹	۱/۳۸	۹۵	لپا

(۱) ارتفاع دینامیکی کل = ارتفاع پمپاژ + تلفات اصطکاک + فشار اعمال شده

جدول ۲- حجم آب پمپاژ شده و میزان مصرف سوخت

میزان سوخت (m ³)	حجم آب (m ³)		سیستم
	مورد استفاده گیاه	پمپاژ شده	
۸۸	۳۰۵۳۳۷	۵۰۹۷۱۷	ضربه ای فشار بالا
۵۱	۳۰۵۳۳۷	۳۸۱۶۷۲	نازل های کم فشار
۳۸	۳۰۵۳۳۷	۳۲۲۵۷۴	لپا

جدول ۳- مقایسه عملکرد گیاهان مختلف در دو سیستم لپا و رایج

افزایش عملکرد (%)	افزایش با لپا (kg/ha)	عملکرد (kg/ha)		گیاه
		رایج	لپا	
۹	۵۱۵۲	۵۷۵۶۸	۶۲۷۲۰	ذرت علوفه ای
۸/۳	۱۶۴	۱۹۷۵	۲۱۳۸	ذرت
۱۲/۸	۱۰۱	۷۹۰	۸۹۳	پنبه
۱۲/۲	۱۰۰۸	۸۲۴۳	۹۲۵۱	چغندر قند
۲۴/۵	۱۱۹۸	۴۸۹۴	۶۰۹۳	لوبیا

نتایج تحقیقاتی در سال ۱۹۹۴ در منطقه‌ای از کانادا (Gillies *et al.* 1994) در خصوص مقایسه سیستم دوار مرکزی با تکنولوژی لپا (فشار کم) و فشار بالای رایج برای دو گیاه باقلا و جو حاکی از آن بود که:

- متوسط ضریب یکنواختی برای هر دو سیستم ۸۵ درصد به‌دست آمد.
- دامنه راندمان کاربرد فشار بالا از ۸۹ درصد در سرعت باد ۳ کیلومتر در ساعت تا ۷۰ درصد در سرعت باد ۳۲ کیلومتر در ساعت متغیر بود. در حالی که دامنه راندمان کاربرد لپا از ۹۵ درصد در سرعت باد ۱۱ کیلومتر در ساعت تا ۷۴ درصد در سرعت باد ۳۷ کیلومتر در ساعت متغیر بود.

- متوسط مصرف انرژی در مدل فشار بالا و لپا به ترتیب عبارت بود از ۰/۱۰۸ و ۰/۰۵۷ کیلو وات ساعت بر متر مکعب. بدین معنی که در مدل فشار بالای رایج مصرف انرژی ۱/۹ برابر مدل لپا می‌باشد یا به عبارتی با بکار بردن سیستم لپا می‌توان در مصرف انرژی ۵۰ درصد صرفه جوئی نمود.
- آنالیز واریانس داده‌ها در طول فصل رشد نشان داد که آب مصرفی گیاه در نازل‌های فشار بالا نسبت به نازل‌های لپا برای هر دو محصول باقلا و جو بیشتر بود.

نتیجه‌گیری

با توجه به کاهش شدید کیفیت و کمیت سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک و افزایش روز افزون هزینه‌های مربوط به انرژی، استفاده از سیستم آبیاری لپا با راندمان ۹۵ تا ۹۸ درصد در خاک‌های با بافت متوسط تا سنگین و مناطق بادخیز که کاربرد سایر سیستم‌های آبیاری بارانی محدودیت دارد، توصیه می‌شود. این سیستم علاوه بر افزایش راندمان آبیاری سبب کاهش مصرف انرژی (به علت کاهش فشار مورد نیاز نازل‌ها) تا حد ۵۰ درصد نیز می‌شود. با توجه به اینکه نازل‌های لپا در فاصله کمی از سطح زمین قرار می‌گیرند و در دو نوع حبابی و شیلنگی آب بر روی شاخ و برگ گیاهان ریخته نمی‌شود،

بنابراین در این سیستم می‌توان از آب‌های لب شور نیز استفاده نمود. در واقع آبیاری از طریق این سیستم را می‌توان به روش آبیاری جویچه‌ای تشبیه نمود با این تفاوت که در آن شیارها یک درمیان آبیاری می‌شوند و سیستم کاملاً مکانیزه است که سبب افزایش بهره‌وری آب می‌گردد. افزایش فرصت نفوذ آب به داخل خاک از طریق مسدود نمودن شیارها نیز از جمله راهکارهایی است که می‌بایست به‌صورت توأم با کاربرد نازل‌های لپا به‌کار رود. این عملیات سبب می‌شود که آب داخل مخازن کوچک ایجاد شده جمع گردد و به مرور زمان داخل خاک نفوذ نماید و از رواناب نیز جلوگیری نماید. با توجه به نتایج به‌دست آمده از ارزیابی‌های مزرعه‌ای مشخص شد که این سیستم نسبت به سیستم رایج علاوه بر کاهش هزینه‌های انرژی، سبب افزایش محصول نیز شده و در نتیجه درآمد زارع افزایش می‌یابد. بنابراین هزینه‌ی مازادی که کشاورز برای تغییر سیستم متقبل می‌شود در طی چند سال اول جبران می‌گردد.

در زیر به اختصار پیشنهادات لازم برای کاربرد سیستم لپا آورده شده است:

- کاشت محصولات در زیر دستگاه دوار مرکزی به خصوص از اسپن وسط به بعد به‌صورت دایره‌ای انجام گیرد.

- شیارهای ایجاد شده توسط ماشین شیاربند (شکل ۱۱) مسدود شوند یا داخل آن‌ها مخزن‌های کوچکی توسط ماشین مخزن ساز (شکل ۱۲) ایجاد گردد.
- در جایی که کیفیت آب مناسب است، ابتدا برای جوانه‌زنی بذور از نازل افشانک استفاده شده و سپس از نازل حبایی یا شیلنگی تا آخر فصل رشد در شیارهای یک‌درمیان استفاده گردد.



شکل ۱۱- شیاربند بیلچه‌ای چرخان



شکل ۱۲- ماشین مخزن ساز

منابع مورد استفاده

- 1- Fipps, G., and L. L. New. 1990. Improving the efficiency of center pivot irrigation with LEPA. Proceedings of the Third National Irrigation Symposium, Phoenix, Oct. 28-Nov. 1. ASAE Publication 04-90.
- 2- Gillies, J., K. B. Stonehouse, L.C. Tollefson and T.H. Hogg. 1994. Application of Low Energy Precision Application Technology in Saskatchewan. Agriculture and Agri-Food Canada, www.agr.gc.ca. 8 pgs.
- 3- Hansen, H., and W. Trimmer. 1997. Irrigation runoff control strategies. The Oregon State University Extension Service, Pacific Northwest Extension Publication, PNW 287. 4 pgs.
- 4- Jones O. R. and R. L. Baumhardt. 2003. Furrow Dikes. Encyclopedia of Water Science. DOI: 10. 1081/E-EWS 120010226.

- 5- Lamm, F. R. 1998. Uniformity of in-canopy center pivot sprinkler irrigation. Paper No. 982069 an ASAE meeting presentation.
- 6- Rogers, D. H., F. R. Lamm and W. Spurgeon. 1994. LEPA irrigation management for center pivots. Irrigation Management Series. Cooperative Extension Service, Manhattan, Kansas. 4 pgs.