

# بررسی رواناب در سیستم‌های آبیاری بارانی سنتر پیوت کم فشار

## تیمور سهرابی و فرداد فتح‌اله زاده

به ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه آبیاری و آبادانی

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۶/۶/۲۶

### خلاصه

در حال حاضر به منظور کاهش مصرف انرژی در سیستم‌های سنتر پیوت از آبیاری کم فشار مانند آفشان که کاربرد آن با توجه به داشتن قطر پاشش کم، باعث ایجاد پاشی بسیار بالاتر از ظرفیت نفوذپذیری اکثر خاکهای کشاورزی می‌گردد استفاده می‌شود. در نتیجه رواناب ایجاد شده، راندمان کاربرد آب بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد که این امر در قسمت‌های انتهایی لاترال از اهمیت بیشتری برخوردار است. در این تحقیق که با توجه به وجود یک چنین مشکلی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی تبرک واقع در استان همدان انجام شد، کاربرد دو نوع بوم، کوتاه (طول ۸ متر با دو آفشان) بلند (طول ۱۳ متر با سه آفشان) جهت افزایش محدوده پخش آب، در راستای عمود بر لاترال (با یک پلان بیضی) مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور اندازه‌گیری رواناب از سه کرت مانند هم با مساحت ۷۲/۴۸ متر مربع در شیب‌های ۱/۰۷، ۱/۴۸ و ۱/۸۷ درصد و به شکل قطاعی ناقص از دایره و یک کرت پتانسیل به مساحت ۲/۷۸ متر مربع، همگی بصورت جدای از هم ایجاد شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری رواناب در کرت‌های آزمایشی، نشان داد که کاربرد بوم بلند در مقایسه با آفشان منفرد، رواناب را به میزان ۷۳/۱٪ در سرعت چرخشی ۲۰٪ و ۶۹/۱٪ در سرعت چرخشی ۴۰٪ کاهش داد. همچنین کاربرد بوم کوتاه نیز نسبت به آفشان منفرد، باعث کاهش رواناب، به میزان ۵۱/۹٪ در سرعت چرخشی ۲۰٪ و ۴۵/۸٪ در سرعت چرخشی ۴۰٪ گردید. صحت این داده‌ها و اثرات مفید استفاده از بوم در کاهش رواناب، توسط نتایج حاصل از کرت پتانسیل نیز تأیید شد.

### واژه‌های کلیدی: آبیاری، سنتر پیوت، رواناب و آفشان

#### مقدمه

در منطقه انجام بگیرد، دارای راندمان بسیار مطلوبی بوده و کاربرد و مدیریت آن نیز آسان تر از سایر سیستم‌ها انجام می‌پذیرد. این سیستمها معمولاً جهت آبیاری محصولات متراکم و در مزارع نسبتاً بزرگ، یکپارچه و مربعی شکل بکار گرفته می‌شود. مهمترین مزایای آنها در خودکار بودن، عدم نیاز چندان به نیروی کارگری، تامین نیاز آبی روزانه گیاه، راندمان آبیاری و یکنواختی پخش بالا، دقت کاری زیاد و امکان کنترل بهینه، حذف لوله و کانال در سطح

سیستم آبیاری بارانی سنتر پیوت در واقع نوعی ماشین آبیاری است که در سال ۱۹۴۲ بدلیل کمبود نیروی کارگری در ایالت نبراسکای ایالات متحده آمریکا اختراع شد و در طول سالهای بعد از آن تکامل و گسترش یافت (۳). چنانچه طراحی و ساخت اولیه این سیستم بطور صحیح و متناسب با شرایط نفوذپذیری خاک، توپوگرافی، آب و هوا، نوع محصول، نیازهای نگهداری و سرویس

مزرعه، امکان کاربرد کودها و سم‌های محلول در آب و غیره می‌باشد (۸). مهمترین محدودیتهای آن نیز امکان ایجاد پدید آمدن رواناب بر روی خاکهای نیمه سنگین تا سنگین خصوصا" در انتهای لاترال، امکان تغییرات زیاد فشار در زمینهایی با شیب زیاد و ناهموار، افت فشار زیاد در طول لاترال، مشکل بودن آبیاری گوشه‌های زمین و ضرورت وجود برق سه فاز با ولتاژ منظم در مزرعه می‌باشد. در سالهای اخیر جهت اقتصادی کردن سیستمهای سنتریوت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هزینه پمپاژ، از سیستمهایی با فشار مرکزی پایین تر و همچنین از آبیاریهای کم فشار مانند آبیاری استفاده می‌گردد. لیکن کاربرد آبیاریها باعث کاهش شعاع پخش اکش آب و در نتیجه کاهش مدت زمان پاشش آب روی هر نقطه از خاک و همچنین افزایش بیش از حد شدت پخش می‌گردد که در اکثر موارد خصوصا" بر روی خاکهای نیمه سنگین تا سنگین و بالاخص در نقاط نزدیک به انتهای لاترال سیستم میزان آن از ظرفیت نفوذپذیری خاک افزونتر گردیده و در نتیجه باعث ایجاد رواناب پتانسیل و کاهش راندمان آبیاری و یکنواختی پخش می‌گردد. البته لازم به ذکر است که چون با نزدیک شدن به انتهای لاترال سیستم، جهت برقراری عمق آبیاری یکسان، دبی خروجی از آبیاریها و شدت پخش نیز به همان نسبت باید افزایش یابد. این مسئله بر روی ایجاد رواناب اثر تشدید کننده دارد و هر چه بمنظور اقتصادی تر کردن سیستم، طول لاترال آن افزایش یابد این مشکل بیشتر خودنمایی می‌کند.

در این تحقیق با نصب بوم‌هایی کوتاه (بطول ۸ متر) و بلند (بطول ۱۳ متر) در راستای عمود بر لاترال سیستم سعی شد تا با پخش آب از ۲ یا ۳ نقطه با فواصل معین، محدوده الگوی پخش آب با یک الگوی بیضوی در این راستا افزایش داده شود و در نتیجه با افزایش زمان عبور الگوی پخش از روی نقاط و کاهش میزان شدت پخش، احتمال ایجاد هرز آب کمتر گردد.

پژوهش متون: هیرمن و هین میزان آب پتانسیل را با فرض ثابت ماندن شدت نفوذپذیری خاک تحت سیستم سنتریوت اندازه گیری نموده و نشان دادند که مقدار کل عمق رواناب با افزایش فاصله از محور چرخش دستگاه بطور نسبی افزایش می‌یابد. (۵)

کینکید و همکاران به منظور طراحی سیستم سنتریوت، استفاده از استوانه‌های مضاعف را جهت اندازه گیری نفوذ پذیری در

این سیستم را تصحیح نمودند و توانستند برآورد بهتری از میزان رواناب ایجاد شده بدست آورند. (۶)

دیلن و همکاران روشی را برای اندازه گیری میزان ذخیره سازی سطحی خاک در هنگامی که میزان پاشش آب از ظرفیت نفوذپذیری خاک بیشتر باشد را ابداع نموده و با توجه به تغییرات شیب، اعدادی رابه عنوان راهنما در طراحی‌ها ارائه نمودند. (۴)

تحقیقات مزرعه‌ای توسط ادینک نشان داد که استفاده از آبیاریهای کم فشار مانند آبیاری در سیستم سنتریوت باعث افزایش شدید شدت پخش گردیده که منجر به افزایش رواناب می‌گردد. (۱)

کلسو و گیلی سیستم جدیدی را که شامل یک کرت کوچک با شرایطی خاص جهت اندازه گیری میزان نفوذ پذیری تحت کارکرد سیستم سنتریوت بود ابداع نمودند. (۷)

گیلی گزارشی در رابطه با مشکلات استفاده از سیستمهای سنتریوت کم فشار که منجر به افزایش هرز آب می‌شود ارائه نمود که عبارتند از: ۱- افزایش شدت پخش و کاهش زمان پخش آب، ۲- کاهش سرعت ذرات آب خروجی در سر روزنه بعلت کاهش فشار و همچنین افزایش قطر روزنه جهت تامین دبی قبلی بعلت کاهش فشار (باعث درشتی قطر قطرات می‌شود) و ۳- کاهش یکنواختی پخش. این موارد فوق در جهت افزایش رواناب بوسیله این سیستم‌ها کمک می‌کنند. (۳)

### مواد و روشها

این آزمایشها بر روی سیستم آبیاری سنتریوت مستقر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی تجرک واقع در ۵۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان همدان که دارای مشکل ایجاد رواناب و خروج آب از مزرعه بود، انجام گردید. در این مزرعه ۱۸۰ درجه از زمین به کشت سیب زمینی و ۹۰ درجه دیگر برای آیش اختصاص داده شده بود. خاک مزرعه دارای بافت سنگین Clay loam و ساختمان کلوخه‌ای و بیش از ۳۰٪ رس و شیب عمومی آن بین ۱ تا ۲ درجه متغیر بود. سیستم سنتریوت فوق از نوع Valmont 6000 با فشار مرکزی تتوریک در حدود ۳۸ psi، فواصل آبیاریها ۲/۷۸ متر و آبیاریهای مورد استفاده از نوع Pivot Rotator بودند که با توجه به درشت بودن قطرات خروجی خاک سطحی سه بسته و کاهش

شدید نفوذپذیری خاک را در پی داشت.

بر این اساس از آبیاشهای نوع آبهشان که دارای قطرات ریزتری هستند استفاده گردید. البته آبهشان ها دارای شعاع پاشش کمتری (در حدود ۵/۵ متر) بودند. به همین دلیل از بوم های عمود بر لاترال به منظور افزایش محدوده پخش آب استفاده گردید. با توجه به شعاع پاشش و هم پوشانی لازم بین آبیاشها ۲ نوع بوم بلند و کوتاه بترتیب بطول ۱۳ متر با ۳ آبهشان و بطول ۸ متر و با ۲ آبهشان مورد استفاده قرار گرفتند. آبهشان های نصب شده روی بوم بلند و کوتاه به ترتیب دارای دبی معادل ۱/۳ و ۱/۲ دبی آبهشان های اصلی بودند تا بدین ترتیب در میزان عمق آبیاری در حالت های مختلف تفاوتی ایجاد نگردد. بین برج های هفتم و هشتم که احتمال پتانسیل رواناب حداکثر بود، ۷ آبیاش با شماره یکسان (۵/۱۶) در نظر گرفته شد (آبیاشهای شماره ۱۹ تا ۱۲۵ طبق کاتالوگ دستگاه) که متناسب با آنها ۷ عدد آبهشان شماره ۲۰ (۴۰/۱۲۵) نیز تهیه گردید. با توجه به عدم استاندارد بودن نازل های مربوط به آبهشان های ۱/۲ و ۱/۳، پس از تعیین قطر داخلی آنها با استفاده از آلیاژ برنج ساخته شد و در درون آبهشان هایی با قطر نازل بزرگتر که موجود بودند (توسط چسب مخصوص) جای داده شدند. سپس لوله های عصایی جهت نصب آبهشان ها در ارتفاع مناسب با استفاده از لوله های گالوانیزه به قطر ۳/۴ اینچ ساخته شدند. در محدوده بین برج های هفتم و هشتم سه کرت با شیب های ۱/۰۷٪، ۱/۴۸٪ و ۱/۸۷٪ و مساحت های یکسان (۷۲/۴۸ متر مربع) و به شکل های قطاعی ناقص از دایره ایجاد گردید که قوس داخلی و خارجی آنها به ترتیب ۷ و ۷/۲۱ متر بود. فاصله این دو قوس در جهت شعاعی، با توجه به هم پوشانی آبیاشها و عدم تاثیر آبیاشهای دیگر بر روی میزان آب پاشیده شده بداخل کرت ها ۱۰/۲۰ متر در نظر گرفته شد. کرتها پس از علامتگذاری، بوسیله ورقهای گالوانیزه مرزبندی گردیدند. بطوریکه ورود آب به قسمتهای دیگر به داخل کرت های آزمایشی ممانعت بعمل آید. سپس با آماده کردن سطح خاک و ایجاد شیارهای لازم، شرایطی فراهم گردید تا از جمع شدن آب در محلهای خاص جلوگیری و آب نفوذ نیافته بطرف خروجی کرتها هدایت گردد. با اتصال لوله های PVC به خروجی این کرتها و امتداد آن تا گودالهایی به عمق ۱/۸ متر و قرار دادن بشکه های بزرگ استوانه ای کالیبره شده در داخل این گودالها،

مسیر مطمئنی جهت هدایت و جمع آوری هرز آب بداخل این بشکه ها ایجاد گردید. یک کرت پتانسیل نیز به مساحت ۲/۷۷ متر مربع با ایجاد جوی و پشته و شرایطی خاص جهت اندازه گیری هرز آب پتانسیل ایجاد شد. بالاخره سیستم های برقی و ایمنی بخش های مختلف دستگاه نیز کنترل گردید و با انجام تنظیم های لازم فشار مورد نیاز جهت کارکرد مناسب آبیاشهای اصلی (۲۱ الی psi ۲۱/۴) تامین گردید. خصوصیات فیزیکی خاک نیز در کرت های اصلی اندازه گیری شد.

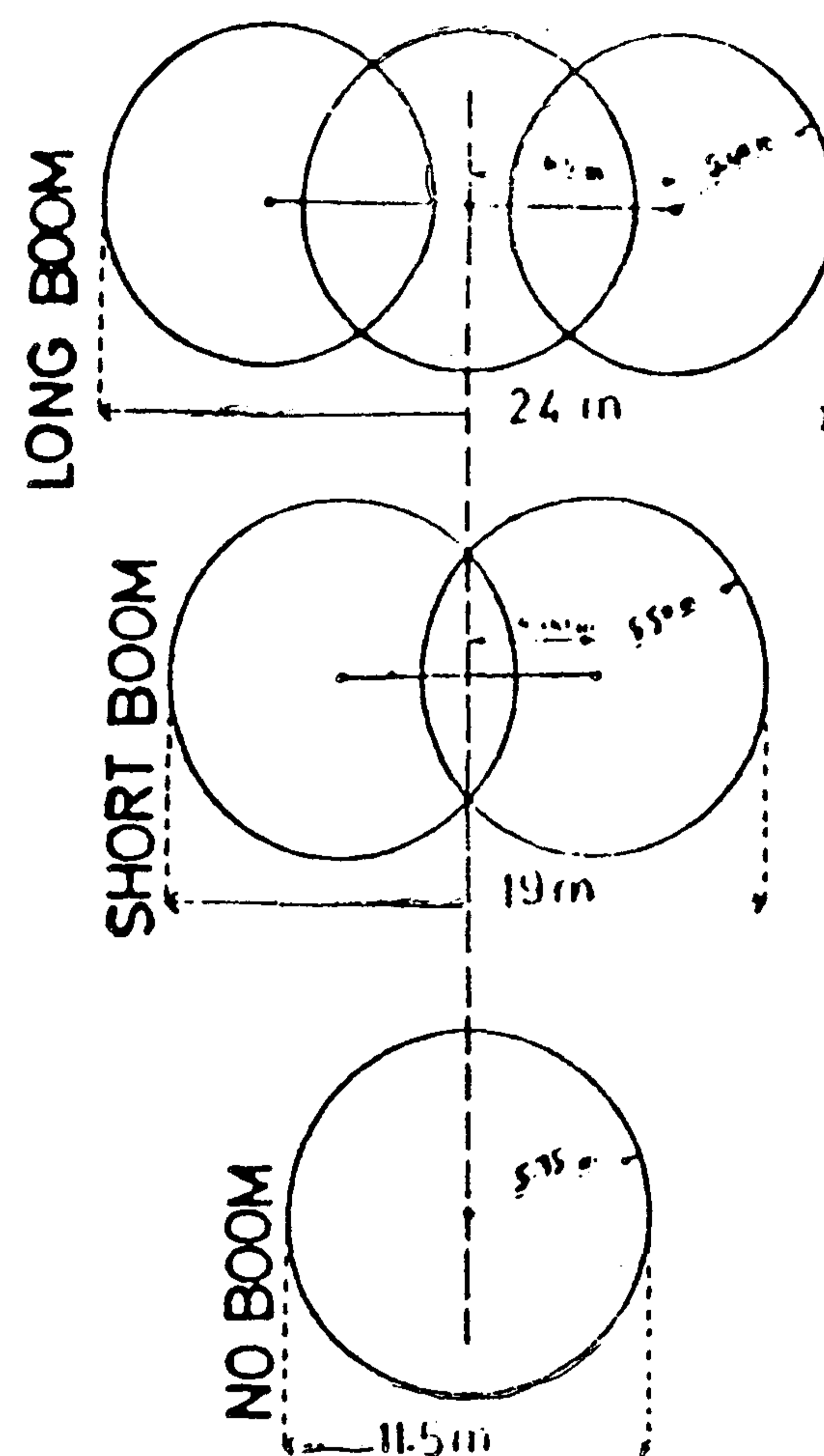
جهت انجام آزمایش ها ابتدا آبیاشهای Pivot Rotator

از روی لاترال باز و بجای آنها لوله های عصایی که به انتهای آنها آبهشان های منفرد نصب گردید. ابتدا در سرعت چرخش ۲۰٪ آزمایش های اندازه گیری رواناب با عبور لاترال سیستم از روی سه کرت اصلی و کرت پتانسیل انجام و مقادیر هرز آب بصورت حجمی اندازه گیری شد. پس از اتمام این آزمایش ها، آبهشان های اولیه باز شده و بجای آنها، بوم های کوتاه با دو عدد آبهشان در طرفین نصب و مجدداً آزمایش های رواناب در هر دو سرعت چرخش انجام شد. در مرحله بعد با نصب بوم های بلند با سه آبهشان و تکرار آزمایش ها بود. در نهایت بوم ها پیاده و مجدداً آبیاش های اولیه Pivot Rotator نصب و آزمایش های رواناب جهت مقایسه انجام گردید. در طی هر ۴ مرحله، آزمایش های دیگری نیز از جمله اندازه گیری پخش مؤثر آب کاربردی (Fe) و ضریب یکنواختی (CU) در داخل کرت های اصلی نیز انجام شد که جهت اینکار از ۳ ردیف قوطی جمع کننده و در هر ردیف ۷ عدد از آنها مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با قرار دادن ۲ ردیف قوطی به فواصل ۱ متری از هم و در امتداد عمود بر لاترال الگوی پخش آب و سپس شدت پخش در حالتی که سیستم در حال سکون بود برای هر سه حالت مربوطه با استفاده از آبهشان ها بدست آمد. از نظر تئوریک می توان گفت با نصب بوم های کوتاه و بلند و محدوده پخش آب از ۱۱/۵ متر بترتیب به ۱۹ و ۲۴ متر افزایش پیدا می کند (شکل ۱). نمونه ای از یک بوم بلند با ۳ آبهشان در شکل ۲ نشان داده شده است.

### نتایج و بحث

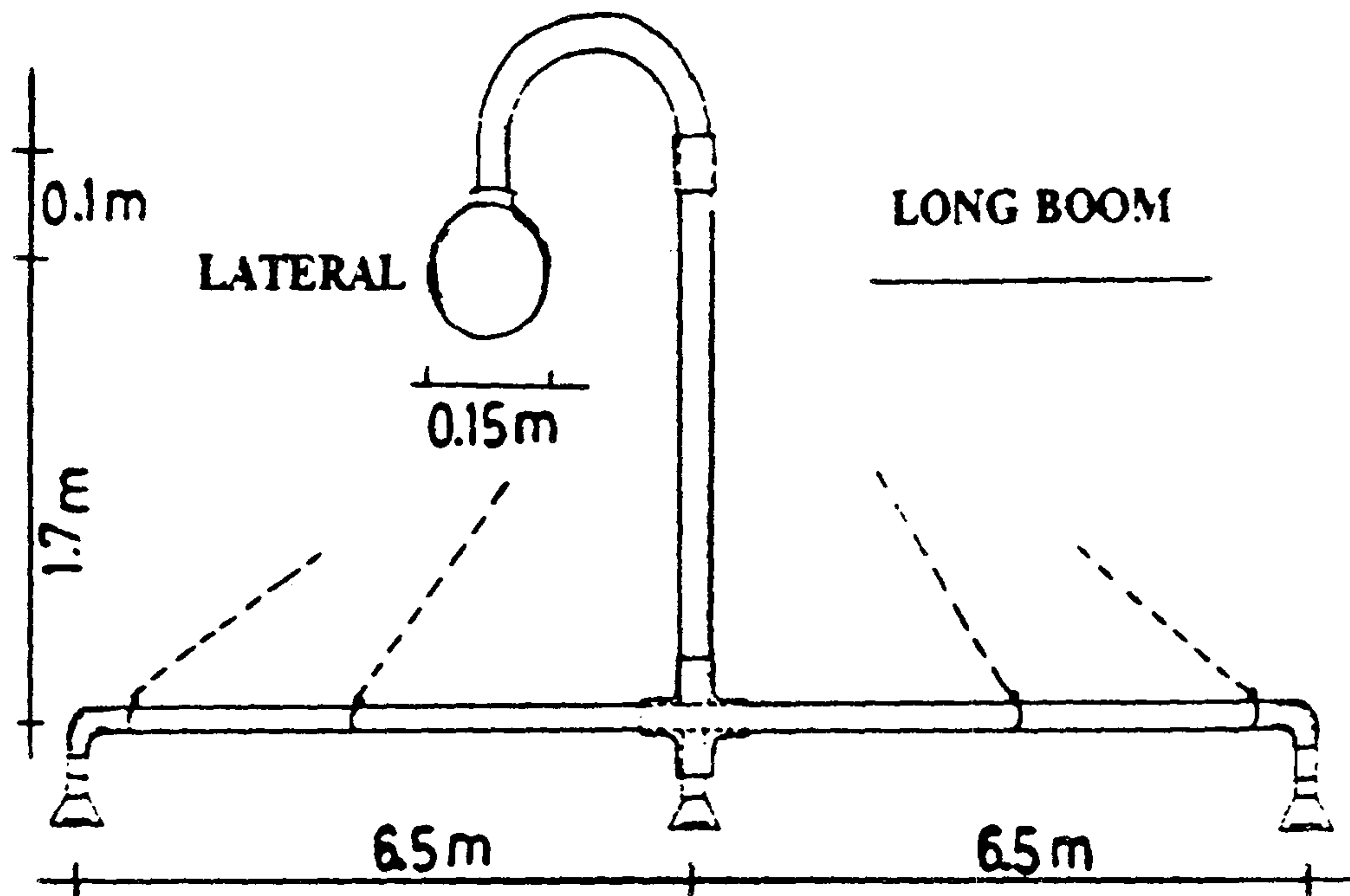
ضریب یکنواختی پخش آب (CU) با استفاده از

مقادیری بیشتر از هرز میزان واقعی آن می‌باشد ولی به منظور مقایسه گزینه‌ها (سه نوع سیستم پاششی آبفشان و یک نوع سیستم پاشش با Pivot Rotator مورد استفاده قرار گرفته شد. اندازه گیری رواناب سه کرت اصلی با شبیه‌ای تقریباً مشابه (جهت تکرار بیشتر و تایید صحت داده‌ها) مورد استفاده قرار گرفت. هر چند اختلاف شیبی در حدود ۰/۸ درصد در بین آنها باعث ایجاد تغییراتی به میزان ۲٪ تا ۴٪ در رواناب حاصله شد و با توجه به اثرات ذخیره سطحی، می‌توان گفت با افزایش شیب میزان رواناب روند صعودی داشته است. نتیجه اصلی این آزمایش‌ها را می‌توان چنین بیان نمود که بطور کلی کاربرد بوم باعث کاهش چشمگیری در میزان رواناب شده و این نتیجه در مورد همه کرت‌های اصلی و پتانسیل نیز صادق بوده است. مقادیر متوسط رواناب از کرت‌های اصلی در هر دو سرعت چرخشی (۲۰٪ و ۴۰٪) در شکل ۳ بصورت هیستوگرام نشان داده شده است. بطور کلی کاربرد آبفشان منفرد باعث تولید حداکثر میزان رواناب گردیده است. در سرعت چرخشی ۴۰٪ میزان رواناب متوسط در این حالت ۳۳٪ بوده که با کاربرد بوم کوتاه و بلند درصد هرز آب حاصله بترتیب به ۱۷/۹٪ و ۱۰/۲٪ کاهش یافته است. این مقادیر بترتیب نمایانگر ۱۵/۱٪ و ۲۲/۸٪ کاهش در میزان رواناب می‌باشد. در سرعت چرخشی ۲۰٪ نیز میزان رواناب متوسط در حالت استفاده از آبفشان منفرد ۴۵/۵٪ بود که با کاربرد بوم کوتاه و بلند این میزان بترتیب به ۲۱/۹٪ و ۱۲/۳٪ تقلیل یافته است، که به ترتیب نشان دهنده کاهش معادل ۲۳/۷٪ و ۳۳/۳٪ می‌باشد. همانگونه که در هیستوگرام شکل ۴ ملاحظه می‌شود مقادیر حاصله از کرت‌های پتانسیل نیز بیان کننده آن هست که با کاربرد آبفشان منفرد در سرعت چرخشی ۲۰٪ حدود ۵۸/۹٪ از آب پخش شده بر سطح خاک به رواناب پتانسیل تبدیل شده که با کاربرد بوم کوتاه و بلند این مقادیر بترتیب به ۳۴/۱٪ و ۱۸/۴٪ کاهش پیدا کرده است. در سرعت چرخش ۴۰٪ رواناب حاصل از کاربرد آبفشان منفرد مقداری معادل ۴۹/۲٪ اندازه گیری شد که با کاربرد بوم‌های کوتاه و بلند به ترتیب به ۳۰/۲٪ و ۱۷/۲٪ تنزل پیدا کرده است. مقادیر رواناب حاصل از کاربرد Pivot Rotator در کرت پتانسیل در سرعت‌های چرخشی ۲۰٪ و ۴۰٪ به ترتیب برابر با ۴۲/۲٪ و ۳۷/۷٪ و در مقایسه کمتر از مقادیر رواناب ناشی از



شکل ۱ - محدوده بخش آب در حالت بدون بوم و با بوم

قوطی‌های چیده شده در محدوده کرت‌های اصلی بدست آمد. ضریب یکنواختی برای تمام حالتها بیش از ۹۸٪ بود که نمایانگر پخش مناسب و یکنواخت آب و ثابت بودن فشار در آبپاشهای مورد استفاده بود و با تقسیم میانگین عمق آب درون قوطی‌ها بر عمق آب خروجی از آبپاشها، میزان پخش مؤثر آب کاربردی (Re) در هر ۴ نوع سیستم پاششی مورد مطالعه بدست آمد. این مقدار (Re) برای Pivot Rotator به علت درشتی قطرات و اثرات کم با دو تبخیر بر روی آنها در بالاترین حد (۹۶/۲٪) قرار داشت. با کاربرد آبفشان‌ها و افزایش تعداد آنها روی بوم مقدار Pe نیز کاهش یافته و در زمان استفاده از بوم بلند با ۳ آبفشان به حداقل مقدار خود (۹۱/۲ درصد) رسید. به منظور مقایسه مناسب مقادیر رواناب، حجم آبی که در هر سرعت چرخشی در کرت‌های اصلی و پتانسیل و در هر ۴ نوع سیستم پاششی به سطح خاک پاشش شده در جداول ۱ و ۲ درج گردیده است. مقادیر رواناب بدست آمده بر حسب حجم و درصد در هر دو سرعت چرخشی (۲۰٪ و ۴۰٪) و در هر ۴ سیستم پاششی برای کرت‌های اصلی (بطور جداگانه) و کرت پتانسیل اندازه گیری و در جداول ۳ و ۴ ارائه گردیده است. با توجه به عدم پوشش گیاهی و رواناب حاصله از کرت‌های اصلی نشان دهنده



شکل ۲ - یک بوم بلند با ۳ اسپریر

جدول ۱ - حجم و ارتفاع آب جمع آوری شده در قوطی ها در سرعت چرخش ۴۰٪

نوع سیستم	متوسط میزان ریزش آب (mm)	Re (%)	حجم آب در کرت پتانسیل (Lit)	حجم آب در کرت های اصلی (Lit)
خروجی از آبیاش	۲۷/۱۷۵	۱۰۰	۷۵/۴۱	۱۹۶۹/۶۲
1-SPRAY HEAD	۲۵/۲۱	۹۲/۸	۶۹/۹۶	۱۸۲۷/۲۰
2-SPRAY HEAD	۲۴/۹۶	۹۱/۸	۹۶/۲۶	۱۸۰۹/۰۸
3-SPRAY HEAD	۲۴/۷۸	۹۱/۲	۶۸/۲۶	۱۷۹۶/۰۳
Rotator	۲۶/۱۲	۹۶/۲	۷۲/۵۲	۱۸۹۲/۶۰

جدول ۲ - حجم و ارتفاع آب جمع آوری شده در قوطی ها در سرعت چرخش ۲٪

نوع سیستم	متوسط میزان ریزش آب (mm)	Re (%)	حجم آب در کرت پتانسیل (Lit)	حجم آب در کرت های اصلی (Lit)
خروجی از آبیاش	۵۴/۳۵	۱۰۰	۱۵۰/۸۲	۳۹۳۹/۲۳
1-SPRAY HEAD	۵۰/۴۲	۹۲/۸	۱۳۹/۹۲	۳۶۵۲/۳۹
2-SPRAY HEAD	۴۹/۹۲	۹۱/۸	۱۳۸/۵۳	۳۶۱۸/۱۵
3-SPRAY HEAD	۴۹/۵۶	۹۱/۲	۱۳۷/۵۳	۳۵۹۲/۰۶
Rotator	۵۲/۲۸	۹۶/۲	۱۴۵/۰۸	۳۷۸۹/۲۰

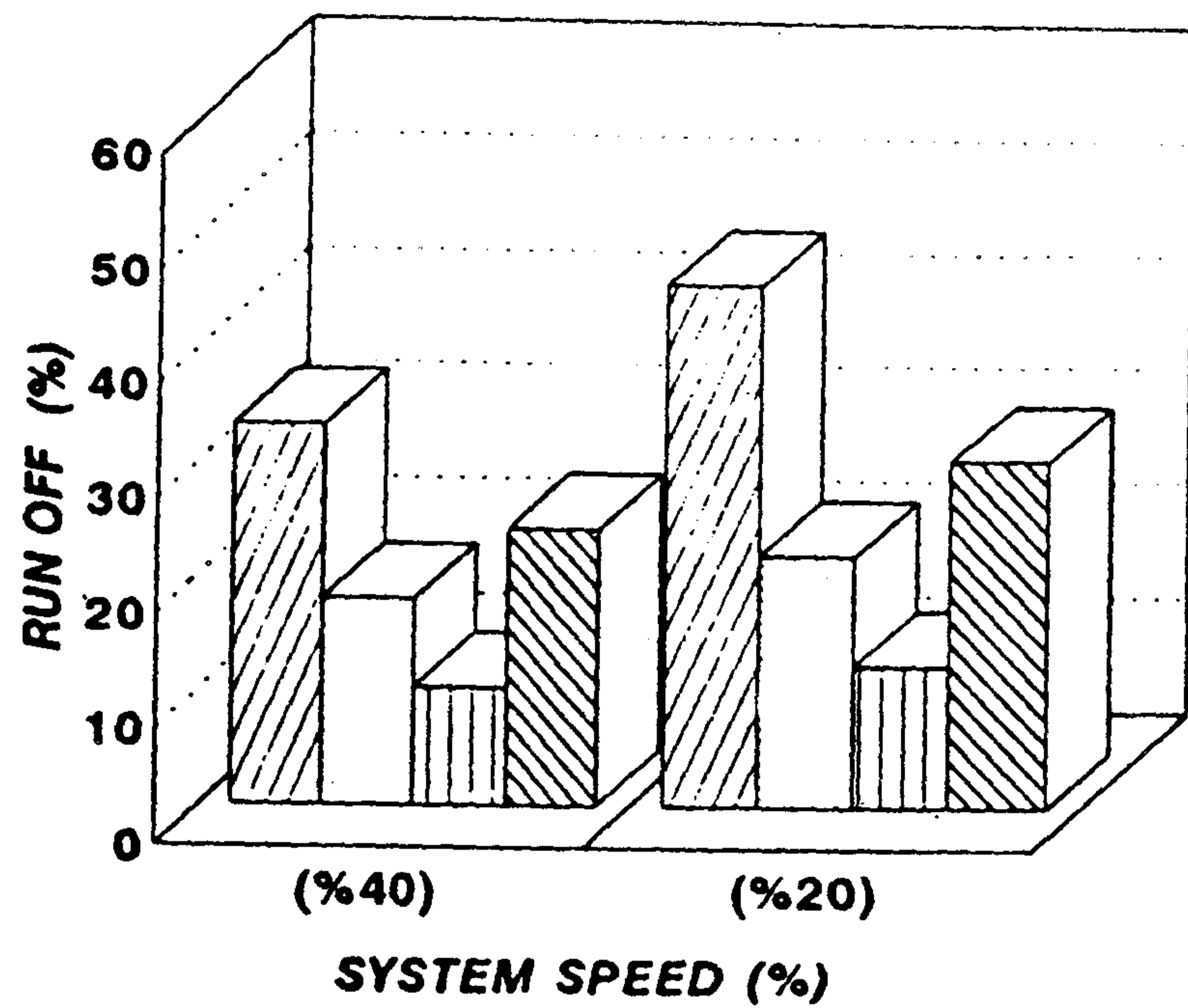
بوجود آورد. با مقایسه مقادیر درصد روانآب حاصل از آفشان های منفرد و بوم - منظور برآوری بهتر از کاربردهای بوم مشاهده می شود که بکارگیری بوم های کوتاه و بلند مقدار روانآب در کرت های اصلی را در سرعت چرخشی ۴۰ درصد به ترتیب ۴۵/۸ و ۶۹/۱ درصد و در سرعت چرخشی ۲۰ درصد به ترتیب ۵۱/۹ و ۷۳/۱ درصد کاهش داده است.

چنانچه الگوی توزیع آب و همچنین الگوی شدت پخش آب در فاصله ای برابر با ۳۳۸/۶ متر از مرکز سیستم (در مرکز پتانسیل) مورد بررسی قرار گیرد مشاهده می شود که شدت پخش متوسط آب از یک آفشان منفرد در حدود ۹۵ mm/hr بوده که با کاربرد بوم کوتاه و بلند بترتیب به حدود ۵۵ و ۴۴ میلیمتر در ساعت کاهش یافته است (شکل ۵). همانگونه که در شکل ۵ مشخص است با استفاده از بوم های کوتاه و بلند الگوی پخش آب وسیع تر شده و بترتیب در حدود ۴۲٪ و ۵۴٪ از میزان متوسط شدت پخش آب کاسته شده است. همچنین زمان عبور این الگوی توزیع آب از روی آن نقطه خاص (نقطه مرکزی کرت پتانسیل) از ۱۷/۶ دقیقه در حالت استفاده از یک آفشان منفرد به ۲۹/۱ دقیقه جهت بوم کوتاه و به ۳۶/۴ دقیقه جهت بوم بلند افزایش پیدا کرده است.

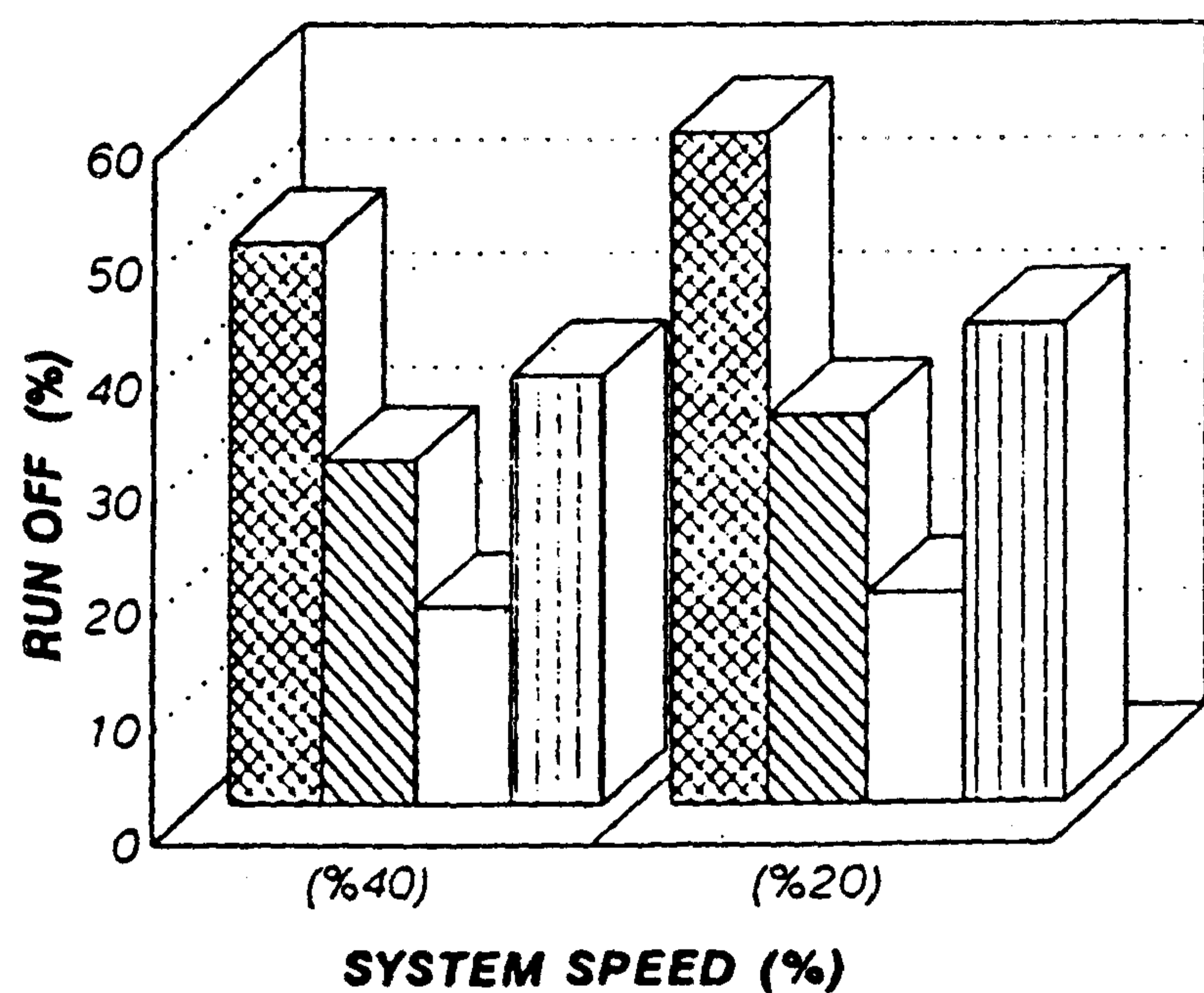
نتایج بدست آمده از این تحقیق را می توان بشرح زیر خلاصه نمود:

الف) در نتیجه استفاده از بوم های کوتاه و بلند، متوسط روانآب نسبی حاصله از سه کرت آزمایشی در سرعت چرخشی ۲۰٪ به ترتیب برابر با ۵۱/۹٪ و ۷۳/۱٪ و در سرعت ۴۰٪ به ترتیب برابر با ۴۵/۸٪ و ۶۹/۱٪ در مقایسه با آفشان منفرد کاهش یافت. این مطلب علاوه بر آنکه بیانگر مزیت اصلی استفاده از بوم در سیستم های سنتریوت، بر روی خاکهای نیمه سنگین تا سنگین می باشد در ضمن نشان دهنده آنست که کاربرد بوم در سرعت های چرخشی کمتر مؤثرتر می باشد. همچنین استفاده از بوم بلند میزان روانآب حاصله را بطور متوسط در حدود ۲۲٪ بیش از کاربرد بوم کوتاه کاهش می دهد. بطور کلی کاربرد هر دو نوع بوم نسبت به سیستم پاشش اولیه (Pivot Rotator) باعث گردید تا از میزان روانآب در حدود ۲۶/۶٪ تا ۵۸/۸٪ کاسته شود.

ب) با بررسی الگوی پخش آب در هر سه نوع سیستم

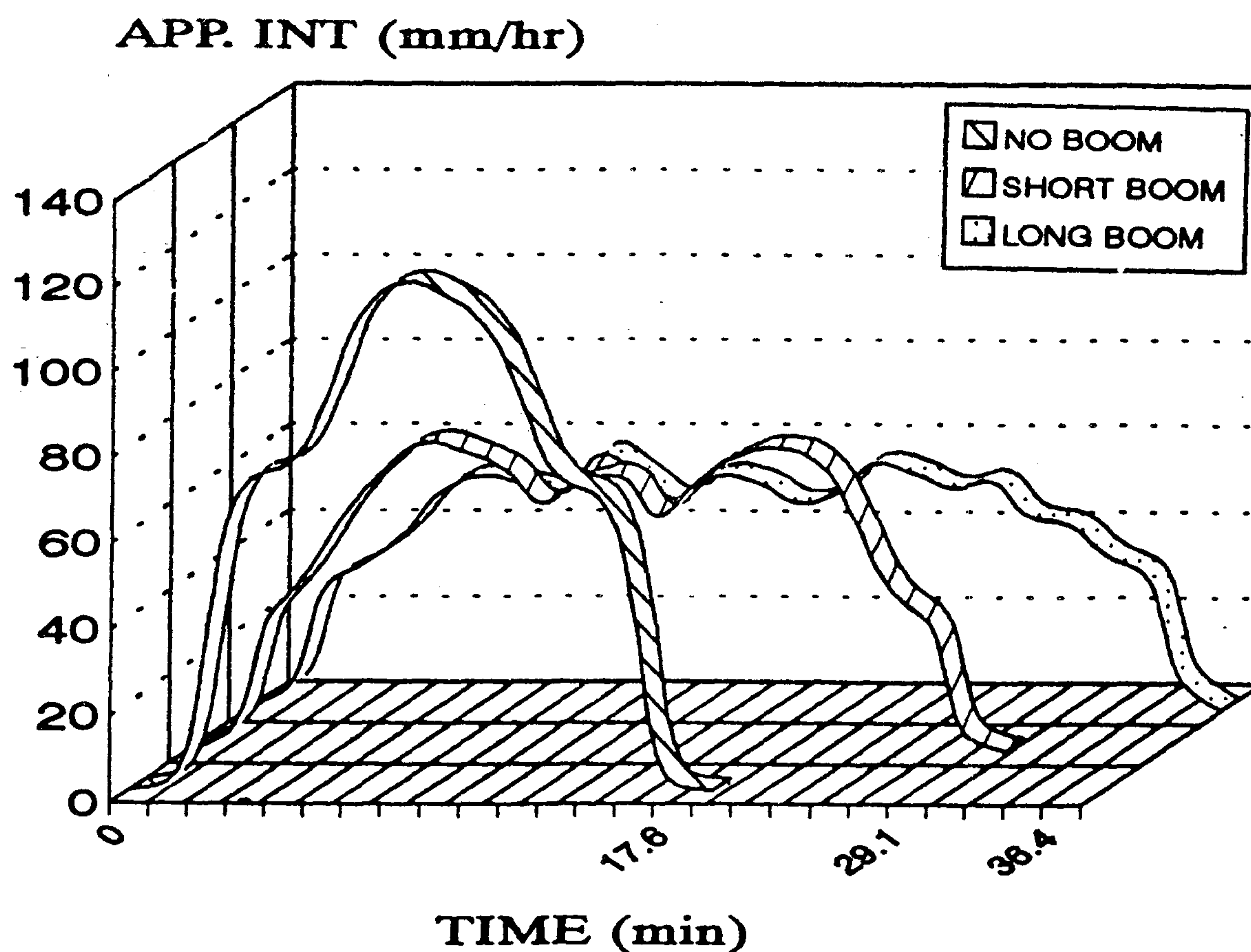


شکل ۳ - هیستوگرام مقایسه میانگین هرز آب حاصله از کرت های آزمایشی در سیستم های مختلف پاشش (در دو سرعت چرخش ۴۰٪ و ۲۰٪)



شکل ۴ - هیستوگرام مقایسه روان آب حاصله از کرت پتانسیل در سیستم های مختلف پاشش آب (در دو سرعت مختلف ۴۰٪ و ۲۰٪)

کاربرد آفشان های منفرد می باشد. لازم به ذکر است که در اینجا از اثرات مربوط به کاربرد طولانی و ایجاد سله و کاهش نفوذ پذیری ناشی از درشتی و قطرات آن صرف نظر گردیده است. در هر حال کاربرد هر نوع بوم علاوه بر کاهش اثرات مخرب برخورد قطرات آب بر روی ساختمان خاکدانه های خاک سطحی روانآب کمتری در مقایسه با کاربرد Pivot Rotator را نشان داد. ضمناً کاربرد هر دو نوع بوم در سرعت چرخش ۲۰٪ اثرات مثبتی را در کاهش هرز آب نسبت به سرعت چرخش ۴۰٪



شکل ۵ - منحنی های شدت پخش آب و زمان عبور آنها از روی نقطه ای در فاصله ۳۳۹ متری از محدوده دستگاه و مقایسه آنها در سه سیستم مختلف پاشش آب

شیب در کاهش ذخیره سطحی و افزایش رواناب باشد.  
 (د) باندازه گیری بخش موثر آب کاربردی (Pe) مشخص گردیده که میزان آن در سیستم پاشش اولیه Pivot Rotator ۹۶/۲٪ بوده و با کاربرد آبهشان منفرد به ۹۲/۸٪، بوم کوتاه به ۹۱/۸٪ و با بوم بلند به ۹۱/۲٪ کاهش پیدا کرده اند. در واقع میزان تبخیر و بادبردگی با استفاده از آبهشان و افزایش تعداد آن روی بوم میزان آن حداکثر تا ۵٪ افزایش پیدا کرد.

#### سپاسگزاری

کلیه هزینه ها و امکانات اجرایی این طرح توسط تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی فراهم شده است. بدینوسیله صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

پاشش، ملاحظه شد که با کاربرد بوم کوتاه و بوم بلند محدوده پخش آب، که قبلاً دارای پلان دایره ای به قطر ۱۱/۵ متر بود، به محدوده ای بیضوی که قطر بزرگ آن در راستای عمود بر لاترال سیستم و موازی با مسیر حرکت لاترال قرار گرفته به ترتیب تبدیل به طول ۱۹ متر و ۲۴ متر در بوم های کوتاه و بلند بشود. بعلاوه مدت زمان پخش آب بر روی خاک، در حد واسط بین دو برج آخر از ۱۷/۶ دقیقه به ترتیب به ۲۹/۱ و ۳۶/۴ دقیقه و شدت پخش متوسط آب نیز به ترتیب در حدود ۴۲٪ و ۵۴٪ کاهش داده شد.  
 (ج) هر چند اختلاف شیب زمین در ۳ کرت آزمایشی ناچیز و حداکثر در حدود ۰/۸ درصد بود، لیکن متوسط نتایج آزمایشها در کرت شماره ۱ با شیب حداکثر ۱/۸۷٪ بیانگر روانابی به میزان ۲ تا ۴ درصد بیش از سایر کرتها بود و این می تواند نمایانگر اثرات

#### REFERENCES

- 1- Addink, J. W. 1975. Runoff potential of spray nozzle and sprinkler center pivots. ASAE paper No. 75- 2056, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
- 2- Chu, S. T. & D, L. Moe. 1975. Hydraulics of a center pivot systems.

- 3- Cilley, J. R. 1992. Design and management of center pivot irrigation systems. Davidson Hall, Ames, Iowa 50011(USA).
- 4- Dillon, R. C., E. A. Hiller & G. Vittetoe. 1972. Center pivot sprinkler design based on intake characteristics. TRANSACTION of the ASAE, 15 (5):996-1001.
- 5- Heermann, D. F. & Hein, P. R. 1968. Performance characteristics of self propelled center pivot sprinkler irrigation systems. TRANSACTIONS of the ASAE, 11(1):11-15.
- 6- Kincaid, D. C. Heermann, D. F. & Kruse, E. G. 1969. Application rates and runoff in center pivot sprinkler irrigation. TRANSACTIONS of the ASAE, 12(6): 790-794.
- 7- Kelso, G. L & Cilley, J. R. 1986. A system for measuring infiltration rates under center pivot irrigation systems. TRANSACTION of the ASAE, 29(4):1058-1064
- 8- Keller, J. & Bliesner, R. D. 1990 Sprinkle and trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold, New York, New York.