

بررسی عملکرد، مشکلات بهره‌برداری و فنی سیستم‌های آبیاری بارانی دوار در منطقه جوین خراسان

تیمور سهرابی* و مهدی امیدوار*

چکیده

باتوجه به این که دستگاه آبیاری آفشان دوار تاحدودی در داخل کشور ساخته می‌شود، لزوم تحقیق درمورد سازگاری این سیستم با شرایط اقلیمی ایران و بهینه نمودن کارایی سیستم امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در این تحقیق چهار دستگاه آبیاری آفشان دوار در کشت و صنعت جوین باتوجه به نوع گیاه تحت آبیاری، طول لاترال، اختلاف ارتفاع ردیف‌های شعاعی و مدیریت مزرعه انتخاب گردید. برای ارزیابی ابتدا خصوصیات خاک، گیاه، آب و هوای منطقه و مشکلات بهره‌برداری مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. از مشکلات بهره‌برداری موجود می‌توان انتخاب نامناسب ارتفاع نازل‌ها باتوجه به نوع گیاه، عدم توقف دستگاه در مواقع اضطراری، تغییرات دبی و فشار در سیستم، فرو رفتن دستگاه در گل، وجود پستی و بلندی و شیب غیریکنواخت در مزرعه را نام برد. برای اندازه‌گیری شاخص‌های ارزیابی در دو ردیف شعاعی ظروف نمونه‌برداری به فواصل پنج متری قرار داده شدند و سپس کلیه عوامل لازم جهت ارزیابی تعیین گردیدند. مقادیر یکنواختی توزیع (DU) برای دستگاه‌های انتخابی ۱، ۴، ۵ و ۱۳ به ترتیب ۷۹/۱، ۸۰/۴، ۷۹/۱ و ۷۸/۴ درصد حاصل شد که متوسط آن برابر ۷۹/۲ درصد می‌باشد. مقادیر ضریب یکنواختی (Cuh) برای همان دستگاه‌ها به ترتیب ۸۲/۷، ۸۳/۴، ۸۴/۳ و ۸۱/۱ درصد برآورد شد که متوسط آن ۸۲/۹ درصد می‌باشد. مقادیر بازده پتانسیل ربع پایین (PELQ) برای دستگاه‌های مذکور به ترتیب ۷۱/۵، ۷۳/۲، ۶۶/۸ و ۷۱/۳ درصد حاصل شد که متوسط آن ۷۰/۷ درصد می‌باشد. تلفات تبخیر و بادبردگی نیز به ترتیب ۹/۶، ۹/۷، ۱۴/۸ و ۹/۵ درصد حاصل شد که متوسط آن ۱۰/۷ درصد بود. تجزیه و تحلیل عوامل ارزیابی نشان داد که این دستگاه‌ها از کارایی چندان خوبی برخوردار نبوده و مقادیر نسبتاً کم DU و PELQ به علت عدم کارکرد صحیح سیستم و شرایط اقلیمی منطقه بوده است. همچنین کاهش PELQ در دستگاه شماره پنج به علت تبخیر و بادبردگی زیاد در اثر فشار زیاد سیستم و همچنین درجه‌ی حرارت زیاد هوا تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: آفشان دوار، آبیاری بارانی، بازده پتانسیل، سترپیوت، یکنواختی توزیع

*- به ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده‌ی علوم کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران - ایران

مقدمه

بشر از ابتدای آشنایی با امر آبیاری و کاربرد آن، به مسأله‌ی ارزیابی و بهبود آن پرداخته است. ارزیابی، مقوله‌ای است که اکثر سازمان‌ها به آن نیاز دارند. به‌خصوص در تشکیلات بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری باتوجه به سرمایه‌گذاری‌های عظیمی که انجام شده است، باید به آن بیشتر توجه شود. بنابراین جهت بررسی عملکرد سیستم‌های آبیاری نیز لازم است ارزیابی براساس چارچوب‌های نظری انجام شود.

تاکنون مطالعات زیادی در زمینه ارزیابی عملکرد دستگاه آبیاری بارانی دوار انجام گرفته است. هیرمن و هین (۶) باتوجه به محاسبات همپوشانی و تأثیر آبپاش‌های مجاور و فرم پاشش آبپاش‌ها (بیضوی یا مثلثی) به یک ضریب یکنواختی رسیدند. این ضریب یکنواختی را به‌عنوان یک نمایه ارزیابی سیستم آبیاری بارانی دوار پیشنهاد کردند.

تویومانی و نریوم (۷) عملکرد آبپاش‌های با فشار کم را در سیستم دستگاه آبیاری بارانی دوار مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق شش دستگاه مورد بررسی قرار گرفت و یکنواختی توزیع آب در ۳۷ درصد اوقات در حدود ۸۰ درصد برآورد شد که بیانگر این است که در این سیستم‌ها طراحی سرعت پخش آبپاش‌ها به‌دقت انجام شده بود ولی یکنواختی و همپوشانی زیاد مناسب نبوده است.

تویومانی و همکاران (۸) سرعت پخش و یکنواختی را در سیستم‌های آبفشان دوار با نازل‌های افشانه مورد بررسی قرار دادند. در این

مطالعه هشت سیستم مورد ارزیابی قرار گرفتند و ضریب یکنواختی کریستیانسن همیشه بیش از ۸۰ درصد به‌دست آمد.

تیمر پریکنیز (۹) راندمان آبیاری در دو روش آبفشان دوار مرکزی را مورد تحقیق قرار دادند و راندمان کاربرد آب را به‌دست آوردند که همواره راندمان آبیاری بیش از ۹۰ درصد بیان شد.

وان برنوف و گیلی (۱۰) با بررسی پتانسیل رواناب در انواع آبپاش‌ها و خاک‌ها پیشنهاد نمودند که سیستم‌های نوع افشانه در خاک‌های شنی که ذخیره سطحی مناسب دارند انتخاب شود. همچنین بیان نمودند که اگرچه سیستم‌های کم فشار سبب کاهش هزینه پمپاژ می‌شوند ولی سبب کاهش نفوذپذیری و افزایش شدت پخش و در نتیجه پتانسیل رواناب زیادی می‌شود.

سهرابی و اصیل‌منش (۱) عملکرد آبیاری بارانی دوار را در منطقه مشکین‌آباد کرج مورد بررسی قرار دادند. در این سیستم مقادیر راندمان کاربرد ربع پایین و یکنواختی توزیع به‌ترتیب ۷۵/۸ و ۸۴ درصد برآورد شد دلیل مقادیر نسبتاً کم این شاخص‌ها احتمالاً می‌تواند عدم مطابقت شرایط کارکرد و طراحی این سیستم باشد.

دستگاه آبیاری بارانی دوار (ستریپوت) یکی از سیستم‌های آبیاری بارانی می‌باشد که اخیراً در ایران کاربرد نسبتاً زیادی پیدا کرده است. باتوجه به کاربرد و عنایت به این مسأله که دستگاه آبیاری بارانی دوار تاحدودی در داخل کشور ساخته می‌شود، لزوم تحقیق

واقع در شمال شهرستان سبزوار بود. شیب زمین بین ۰/۱ تا ۱/۲۵ درصد متغیر بود و بافت خاک نیز عموماً لوم شنی (Sandy loam) تعیین شد. مشخصات کلی زمین زیر پوشش دستگاه‌های آبیاری بارانی دوار مورد مطالعه، در جدول ۱ آورده شده است.

مشخصات چهار دستگاه که آزمایش روی آنها انجام شده در مزرعه تعیین گردید که در جدول ۲ آورده شده است.

مفاهیم و تعاریف مورد استفاده برای تعیین عوامل ارزیابی

در طراحی و عملکرد یک سیستم آبیاری شاخص‌های زیادی نقش دارند. در این تحقیق بعضی از شاخص‌های عملکرد آبیاری که دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند به شرح زیر معرفی می‌گردند:

درمورد سازگاری این سیستم با شرایط اجتماعی، اقتصادی، اقلیمی منطقه و بهینه نمودن کارایی سیستم امری اجتناب‌ناپذیر بود. هدف از این ارزیابی، شناخت وضع موجود این دستگاه‌ها می‌باشد که براساس آن بتوان در جهت بهبود وضعیت دستگاه و رفع نقاط ضعف آن تصمیم‌گیری نمود. اهمیت موضوع از یک طرف و کمبود اطلاعات از طرف دیگر، ضرورت انجام تحقیقات در این زمینه را روشن می‌سازد. در این تحقیق دستگاه‌های آبیاری بارانی دوار ساخت داخل که در کشت و صنعت جوین در استان خراسان مورد بهره‌برداری قرار گرفته، جهت ارزیابی انتخاب شدند.

مواد و روشها

محل طرح مزرعه کشت و صنعت جوین

جدول ۱ - مشخصات عمومی زمین تحت آبیاری دستگاه‌های مختلف

شماره دستگاه				مشخصات
۱۳	۵	۴	۱	
۵۶/۱۳	۴۱/۵۸	۴۲/۹۷	۴۱/۵۸	مساحت (هکتار)
لوم شنی	لوم شنی	لوم شنی	لوم رسی	بافت خاک
۰/۰۷	۱/۲۵	۰/۳۷	۰/۴۸	شیب زمین (درصد)
مربع	مربع	مربع	مربع	شکل زمین
۳/۷	۲/۴	۳/۵	۱/۸	نفوذپذیری نهایی (سانتیمتر بر ساعت)
یونجه	یونجه	چغندر قند	چغندر قند	نوع کشت

جدول ۲ - مشخصات عمومی دستگاه‌های آبیاری بارانی دوار مورد تحقیق

شماره دستگاه				مشخصات
۱۳	۵	۴	۱	
۴۲۳	۳۶۴	۳۷۰	۳۶۴	طول بال تا آخرین چرخ (متر)
-	-	-	-	طول بال اضافی (متر)
۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰	ارتفاع آبپاش‌ها از سطح زمین (متر)
۵۲/۵۸	۵۲/۸۵	۵۲/۸۵	۵۲/۸۵	فواصل بین برج‌ها (متر)
۸	۷	۷	۷	تعداد برج‌ها
۱۶۸/۳	۱۶۸/۳	۱۶۸/۳	۱۶۸/۳	قطر لوله اصلی (میلی‌متر)
۶/۴	۶	۶	۶	قطر بزرگترین نازل (میلی‌متر)
۱۴۴	۱۲۲	۱۲۴	۱۲۲	تعداد کل آبپاش‌ها
۳	۳/۵	۳	۳/۵	فشار در مرکز چرخش (بار)
۲/۷	۲/۹	۲/۵	۲/۸	فشار در آبپاش انتهایی (بار)
۱۳۹	۱۴۰/۱	۱۳۹/۵	۱۳۹	سرعت حداکثر دستگاه (متر بر ساعت)
۲/۹۵	۲/۹۵	۲/۹۵	۲/۹۵	فاصله آبپاش‌ها از یکدیگر (متر)
۵۹	۴۴	۴۱	۴۵	دبی سیستم (لیتر بر ثانیه)

مقادیر کم DU در صورتی که در تمام مزرعه، آبیاری کافی انجام پذیرد نشانه تلفات آب در اثر نفوذ عمقی یا آبیاری بیش از مورد نیاز است. هرچند مقدار کم DU نسبی است لیکن مقادیر کمتر از ۶۷ درصد عموماً غیرقابل قبول است (۳). DU از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$DU = \left(\frac{d_w}{D_w} \right) \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

d_w = میانگین وزنی ربع پایین نمونه‌های آب در طول آزمایش

D_w = میانگین وزنی کل نمونه‌ها است.

مفهوم ربع پایین برای اولین بار به وسیله

یکنواختی توزیع آب در مزرعه^۱ - یکنواختی توزیع (DU)، معیاری برای بیان یکنواختی پخش آب و همچنین یکنواختی نفوذ آن در مزرعه است (۳). یکنواختی توزیع آب برای گیاه و خاک مهم می‌باشد. غیریکنواختی توزیع می‌تواند قسمت‌هایی از مزرعه که گیاه نیاز به آبیاری دارد را محروم کند و قسمتی را بیشتر آبیاری نماید و تنش به گیاه، شوری خاک و حرکت املاح به داخل آب‌های زیرزمینی را سبب می‌شود (۵).

غیروزی است که در آن فرض می‌شود همه آبپاش‌ها سطح مساوی را آبیاری می‌کنند.

ضریب یکنواختی هیرمن و هین^۲ - هیرمن و هین (۶) فرمولی برای ضریب یکنواختی ارائه کردند. این فرمول برای سیستم آبیاری بارانی دوار ارائه شده است. براساس این که در این سیستم در طول بال هر آبپاش سطح مختلفی را آبیاری می‌کند به صورت وزنی می‌باشد.

$$Cuh = 100 \times \left\{ 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (e_i r_i |x_i - \bar{x}|)}{\sum_{i=1}^n (e_i r_i x_i)} \right] \right\} \quad (3)$$

که در آن :

Cuh = ضریب یکنواختی هیرمن و هین

x_i = عمق آب در هر ظرف جمع‌آوری آب (میلی‌متر)

\bar{x} = میانگین وزنی نمونه‌ها (میلی‌متر)

e_i = فاصله بین ظرف‌ها (متر)

r_i = فاصله بین هر ظرف از نقطه محور (متر)

n = تعداد ظرف‌های جمع‌آوری آب است.

میانگین وزنی نمونه‌ها (\bar{x}) از رابطه زیر

به دست می‌آید که پارامترهای آن قبلاً تعریف شده‌اند :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i r_i x_i}{\sum_{i=1}^n e_i r_i} \quad (4)$$

ضریب تغییرات نمونه‌های وزنی^۳ Cuv - این

ضریب تغییرات نمونه‌های وزنی را نشان می‌دهد و درحقیقت نسبت انحراف معیار بر میانگین است (۶).

SCS در سال ۱۹۴۰ ارائه شد و برای اراضی آبی عملی و مناسب است (۵). یک چهارم کمترین عمق، متوسط عمق‌های جمع‌آوری شده در یک چهارم سطح مزرعه که کمترین مقدار آب را دریافت کرده‌اند می‌باشد. DU یک پارامتر بازده نیست، زیرا که یک آبیاری ممکن است دارای یکنواختی توزیع (DU) بالایی باشد اما اگر آب به کار برده شده بیشتر از حد باشد، رواناب و نفوذ عمقی وجود خواهد داشت و نشان‌دهنده بازده کاربرد پایین خواهد بود و اگر یکنواختی توزیع بالا باشد با حداقل آبیاری می‌توان به یک بازده کاربرد بالا رسید. در جریان ارزیابی یک سیستم آبیاری در مزرعه، برآورد یکنواختی یکی از گام‌های اولیه ارزیابی است (۵). مقادیر یکنواختی توزیع موردانتظار در سیستم آبیاری بارانی دوار ۹۰ درصد گزارش شده است (۲).

ضریب یکنواختی کریستیانسن^۱ - پارامتر دیگری که در ارزیابی یکنواختی آبیاری بارانی به کار می‌رود توسط کریستیانسن (۱۹۴۲) تعریف شده است (۵).

$$CU = 100 \left[1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}} \right) \right] \quad (2)$$

که در آن :

x_i = مقدار عمق آب جمع‌آوری شده در هر

ظرف جمع‌آوری آب (mm)

\bar{x} = میانگین عمق آب در ظروف جمع‌آوری

آب (mm)

n = تعداد ظروف است.

ضریب یکنواختی کریستیانسن یک ضریب

2 - Heermann and Hein Coefficient

3 - Variation Coefficient

1 - Christiansen Uniformity Coefficients

نتایج و بحث

در این مرحله از تحقیق لازم است نمایه‌های ارزیابی مورد بحث و نتیجه‌گیری قرار گیرد تا براساس آن یک نتیجه‌گیری منطقی به عمل آید و پیشنهادهای لازم ارائه گردد. در این مطالعه شاخص‌هایی نظیر یکنواختی توزیع، ضریب یکنواختی، بازده پتانسیل ربع پایین، ضریب تغییرات و بازده کاربرد ربع پایین بررسی گردید. نتایج ارزیابی سیستم آبیاری دستگاه شماره ۵ در جدول ۴ برای نمونه آورده شده است. در ستون اول، دوم و سوم این جدول به ترتیب تاریخ آزمایش، میانگین وزنی کل نمونه‌ها و میانگین وزنی یک چهارم کمترین نمونه‌های وزنی که باتوجه به عمق آب کاربردی که از تقسیم حجم آب آبیاری بر مساحت آبیاری شده به دست می‌آید، آورده شده است. در ستون پنجم تلفات تبخیر محاسبه شده است. در ستون ششم مقادیر یکنواختی توزیع (Du) آمده است که از تقسیم اعداد ستون سوم یعنی میانگین وزنی یک چهارم کمترین نمونه‌ها بر اعداد ستون دوم یعنی میانگین وزنی کل نمونه‌ها به دست می‌آید. در ستون هفتم ضریب یکنواختی هیرمن و هین محاسبه شده است. در ستون هشتم ضریب تغییرات که نسبت انحراف معیار نمونه‌ها به میانگین وزنی نمونه‌ها می‌باشد ارائه گردیده است. در ستون نهم بازده پتانسیل که از تقسیم میانگین یک چهارم کمترین نمونه‌ها بر عمق آب کاربردی به دست آمده، ذکر شده است. در ستون دهم مقادیر کمبود رطوبت خاک (SMD) برحسب میلی‌متر محاسبه شده

$$Cuv = 100 \left\{ 1 - \left[\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n [e_i r_i (x_i - \bar{x})^2]} / \sum_{i=1}^n (e_i r_i) / \bar{x}} \right] \right\} \quad (5)$$

هرچه مقدار Cuv بالاتر باشد نشان‌دهنده تغییرات کمتر نمونه‌های وزنی است.

روش اندازه‌گیری

برای تعیین نمایه‌های ارزیابی در سیستم آبیاری بارانی دوار ردیف‌های شعاعی در زیر دستگاه طوری انتخاب شد که در انتهای سیستم ظرف‌ها ۳۵ متر از هم فاصله داشتند. سپس به وسیله ترازیاب اختلاف ارتفاع ردیف‌ها با مرکز دستگاه تعیین شد. فاصله بین ظروف جمع‌آوری پنج متر در نظر گرفته شد که به وسیله متر نواری در امتداد هر مسیر به فواصل پنج متری از محل مرکز دستگاه به طرف انتهای بال دستگاه علامت‌گذاری شده، ظروف جمع‌آوری آب کار گذاشته شد (۳). سپس از طرف مرکز به انتهای بال دستگاه به ترتیب به هر طرف شماره‌ای اختصاص داده شد. در این تحقیق چهار دستگاه آبیاری بارانی دوار در طول فصل آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. زمان آزمایش‌ها بستگی به چرخش دستگاه داشت که هر موقع دستگاه به ردیف‌های شعاعی می‌رسید، آزمایش شروع شده و اطلاعات جمع‌آوری و ثبت می‌گردید. شرایط آزمایش به نحوی بود که تقریباً همه تغییرات روزانه از قبیل درجه حرارت و سرعت باد را شامل می‌شد. آمار و ارقام جمع‌آوری شده برای ارزیابی برای یک آزمایش در دستگاه شماره ۵ و در جدول ۳ به طور نمونه آورده شده است.

جدول ۳ - حجم آب در ظروف جمع‌آوری شده و نمونه‌های وزنی (میلی‌متر)

شماره ۵ :		شماره ردیف ۱ :		درجه تنظیم سرعت دستگاه ۸۰٪		ظرف		ظرف		نمونه وزنی	
شماره	ظرف	شماره	ظرف	شماره	ظرف	شماره	ظرف	شماره	نمونه	نمونه	
قطعه	شماره محل	نمونه وزنی	شماره محل	قطعه	نمونه	قطعه	نمونه	محل	نمونه	وزنی	
۱	۱	-	-	۳	۲۹	۶۵	۱۸۸۵	۶	۵۷	۹۴	۵۳۵۸
۱	۲	-	-	۳	۳۰	۵۰	۱۵۰۰	۶	۵۸	۸۱	۴۶۹۸
۱	۳	-	-	۳	۳۱	۵۵	۱۷۰۵	۶	۵۹	۹۱	۵۳۶۹
۱	۴	-	-	۴	۳۲	۶۰	۱۹۲۰	۶	۶۰	۷۷	۴۶۲۰
۱	۵	۸۳	۴۱۵	۴	۳۳	۵۷	۱۸۸۱	۶	۶۱	۶۵	۳۹۶۵
۱	۶	۷۷	۴۶۲	۴	۳۴	۶۵	۲۲۱۰	۶	۶۲	۵۷	۳۵۳۴
۱	۷	۷۶	۵۳۲	۴	۳۵	۵۸	۲۰۳۰	۶	۶۳	۶۳	۳۹۶۹
۱	۸	۹۳	۷۴۴	۴	۳۶	۸۴	۳۰۲۴	۶	۶۴	۶۶	۴۲۲۴
۱	۹	۱۰۳	۹۲۷	۴	۳۷	۵۷	۲۱۰۹	۶	۶۵	۵۶	۳۶۴۰
۱	۱۰	۱۰۵	۱۰۵۰	۴	۳۸	۶۲	۲۳۵۶	۶	۶۶	۵۹	۳۸۹۴
۲	۱۱	۷۵	۸۲۵	۴	۳۹	۷۳	۲۸۴۷	۷	۶۷	۶۲	۴۱۵۴
۲	۱۲	۶۳	۷۵۶	۴	۴۰	۷۰	۲۸۰۰	۷	۶۸	۵۸	۳۹۴۴
۲	۱۳	۷۰	۹۱۰	۴	۴۱	۵۳	۲۱۷۳	۷	۶۹	۶۱	۴۲۰۹
۲	۱۴	۸۷	۱۲۱۸	۴	۴۲	۵۷	۲۳۹۴	۷	۷۰	۶۰	۴۲۰۰
۲	۱۵	۱۰۶	۱۵۹۰	۵	۴۳	۸۱	۳۴۸۳	۷	۷۱	۵۰	۳۵۵۰
۲	۱۶	۶۵	۱۰۴۰	۵	۴۴	۸۳	۳۶۵۲	۷	۷۲	۵۰	۳۶۰۰
۲	۱۷	۵۰	۸۵۰	۵	۴۵	۷۷	۳۴۶۵	۷	۷۳	۴۵	۳۲۸۵
۲	۱۸	۸۶	۱۵۴۸	۵	۴۶	۸۶	۳۹۵۶	۷	۷۴		
۲	۱۹	۸۰	۱۵۲۰	۵	۴۷	۶۷	۳۱۴۹	۷	۷۵		
۲	۲۰	۵۲	۱۰۴۰	۵	۴۸	۷۰	۳۳۶۰				
۲	۲۱	۴۵	۹۴۵	۵	۴۹	۷۶	۳۷۲۴	۲۶۹۱	شماره	جمع	
۳	۲۲	۴۶	۱۰۱۲	۵	۵۰	۷۰	۳۵۰۰		محل‌ها	کل	
۳	۲۳	۸۲	۱۸۸۶	۵	۵۱	۷۹	۴۰۲۹	۱۸۴۰۳۱	نمونه‌های		
۳	۲۴	۵۴	۱۲۹۶	۵	۵۲	۷۶	۳۹۵۲		وزنی		
۳	۲۵	۵۲	۱۳۰۰	۵	۵۳	۸۱	۴۲۹۳	۷۰۰	شماره	جمع	
۳	۲۶	۷۲	۱۸۷۲	۵	۵۴	۸۵	۴۵۹۰		محل‌ها	ربع	
۳	۲۷	۶۶	۱۷۸۲	۶	۵۵	۹۳	۵۱۱۵	۳۶۸۹۹	نمونه‌های	کمترین	
۳	۲۸	۸۳	۲۳۲۴	۶	۵۶	۸۷	۴۸۷۲		وزنی		

- حجم آب اندازه‌گیری نشده است.

جدول ۴ - نتایج نمایه‌های ارزیابی برای دستگاه شماره پنج

تاریخ آزمایش	میانگین وزنی کل نمونه‌ها DW (mm)	میانگین وزنی کمترین نمونه‌ها DLQ (mm)	میانگین عمق آب کاربردی WA (mm)	تلفات تبخیر و بادبردگی (%)	یکنواختی توزیع DU (%)	ضریب یکنواختی Cuh (%)	ضریب تغییرات Cuv (%)	راندمان پتانسیل PELQ (%)	کمبود رطوبت خاک SMD (mm)	راندمان واقعی AELQ (%)
۷۷/۵/۰۲	۶/۵۱	۵/۰۷	۷/۴۷	۱۲/۹۰	۷۷/۸۹	۸۴/۲۴	۷۹/۵۸	۶۷/۸۵	۱۱/۷۲	۶۷/۸۵
۷۷/۵/۰۳	۶/۷۷	۵/۴۰	۷/۴۹	۹/۶۶	۷۹/۷۲	۸۵/۶۶	۷۹/۷۵	۷۲/۰۲	۵/۷۸	۷۲/۰۲
۷۷/۵/۲۱	۶/۵۰	۵/۱۳	۷/۶۱	۱۴/۵۸	۷۸/۹۲	۸۱/۷۳	۷۶/۹۲	۶۷/۴۱	۴/۵۴	۵۹/۶۵
۷۷/۵/۲۲	۹/۲۰	۶/۹۷	۹/۷۳	۵/۴۵	۷۵/۷۳	۸۲/۵۹	۷۷/۵۶	۷۱/۶۱	۱۱/۰۱	۷۱/۶۱
۷۷/۶/۰۶	۷/۱۸	۵/۵۴	۹/۲۹	۲۲/۶۹	۷۷/۱۲	۸۳/۴۳	۷۷/۷۰	۵۹/۶۳	۸/۳۲	۵۹/۶۳
۷۷/۶/۰۷	۹/۳۸	۷/۱۸	۱۰/۸۴	۱۳/۵۲	۷۶/۵۳	۸۴/۷۴	۸۱/۲۹	۶۶/۱۹	۹/۷۳	۶۶/۱۹
۷۷/۶/۲۸	۸/۱۰	۶/۷۱	۹/۷۰	۱۶/۵۶	۸۲/۸۵	۸۶/۳۰	۸۲/۲۸	۶۵/۰۴	-	-
۷۷/۶/۲۹	۹/۷۷	۷/۶۸	۱۱/۸۲	۱۷/۳۸	۷۸/۶۲	۸۵/۴۳	۸۱/۵۸	۶۴/۹۸	-	-
۷۷/۶/۲۹	۷/۶۹	۶/۵۳	۹/۷۰	۲۰/۷۲	۸۴/۹۳	۸۴/۹۴	۷۹/۸۲	۶۷/۳۳	-	-

مقادیر بازده واقعی نشان می‌دهد که سیستم در حالت کم آبیاری کار می‌کند و مقادیر راندمان واقعی با بازده پتانسیل ربع پایین برابر است. نتایج حاصل از این مطالعه به‌طور خلاصه در جدول ۵ آورده شده است.

ترسیم حجم نمونه‌ها در مقابل فاصله از محور که چند نمونه‌ی آن در شکل‌های ۵ و ۶ آمده ممکن است بسیار مفید واقع شود. همان‌طوری‌که در منحنی‌ها نشان داده شده است آب جمع شده در قوطی‌های نمونه‌برداری در طول لوله فرعی در بعضی نقاط کمتر یا زیاده‌تر از میانگین نمونه‌ها بوده و این نمایانگر این است که اندازه آبپاش‌ها در نقاط فوق مناسب انتخاب نشده و بهتر است در اندازه آبپاش‌ها تجدید نظر شود.

است. این مقادیر باتوجه به عمق توسعه ریشه تعیین گردید و روش کار به این صورت بود که در هر آزمایش، قبل و بعد از آبیاری با نمونه‌برداری از خاک مزرعه در عمق‌های مختلف به‌طریق وزنی رطوبت آن تعیین و سپس کمبود رطوبت خاک مشخص می‌گردید. در ستون یازدهم بازده واقعی سیستم که نشان‌دهنده عملکرد سیستم در مزرعه که بیانگر مشکل مدیریت و طرز کاربرد سیستم است آورده شده است.

بازده واقعی سیستم درحقیقت همان بازده پتانسیل ربع پایین است. در صورتی‌که مقادیر کمبود رطوبتی خاک کمتر از مقادیر ربع پایین نمونه‌ها باشد به‌جای یک چهارم کمترین مقادیر در صورت کسر مقادیر SMD را قرار می‌دهیم.

جدول ۵ - خلاصه نتایج شاخص‌های ارزیابی برای سیستم‌های آبیاری بارانی دوار تحت مطالعه

شاخص‌ها					
شماره دستگاه	یکنواختی توزیع	ضریب یکنواختی	ضریب تغییرات	راندمان پتانسیل	تلفات تبخیر
	DU	Cuh	Cuv	PELQ	Loss
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
۱	۷۹/۱	۸۲/۷	۷۵/۳۸	۷۱/۵	۹/۶
۴	۸۰/۴	۸۳/۴	۷۸/۹	۷۳/۲	۹/۷
۵	۷۹/۱	۸۴/۳	۷۹/۶	۶۶/۸	۱۴/۸
۱۳	۷۸/۴	۸۱/۱	۷۴/۹	۷۱/۳	۹/۵
میانگین	۷۹/۲	۸۲/۹	۷۷/۲	۷۰/۷	۱۰/۷

یکنواختی توزیع (DU)

میانگین یکنواختی توزیع (DU) به دست آمده در طول یک فصل زراعی ۷۹/۲ درصد بوده است. باتوجه به یکنواختی توزیع قابل قبول برای سیستم آفشان دوار این مقدار در حد نسبتاً پایینی قرار دارد. مقادیر یکنواختی توزیع برای چهار دستگاه ۱، ۴، ۵ و ۱۳ به ترتیب ۷۹/۱، ۸۰/۴، ۷۹/۱ و ۷۸/۴ حاصل شده است که نشان می‌دهد اختلاف چندانی با هم ندارند. تغییرات یکنواختی توزیع در طول فصل زراعی برای دستگاه‌های مذکور همان‌طور که در شکل‌های ۱ تا ۴ نشان داده شده است منظم نمی‌باشد زیرا که این تغییرات بیشتر تابع عوامل اقلیمی و کارکرد صحیح سیستم می‌باشد و مقادیر متوسط یکنواختی توزیع برای کلیه آزمایش‌ها در دستگاه‌های منتخب در شکل ۷ نشان داده شده است.

ضریب یکنواختی (Cuh)

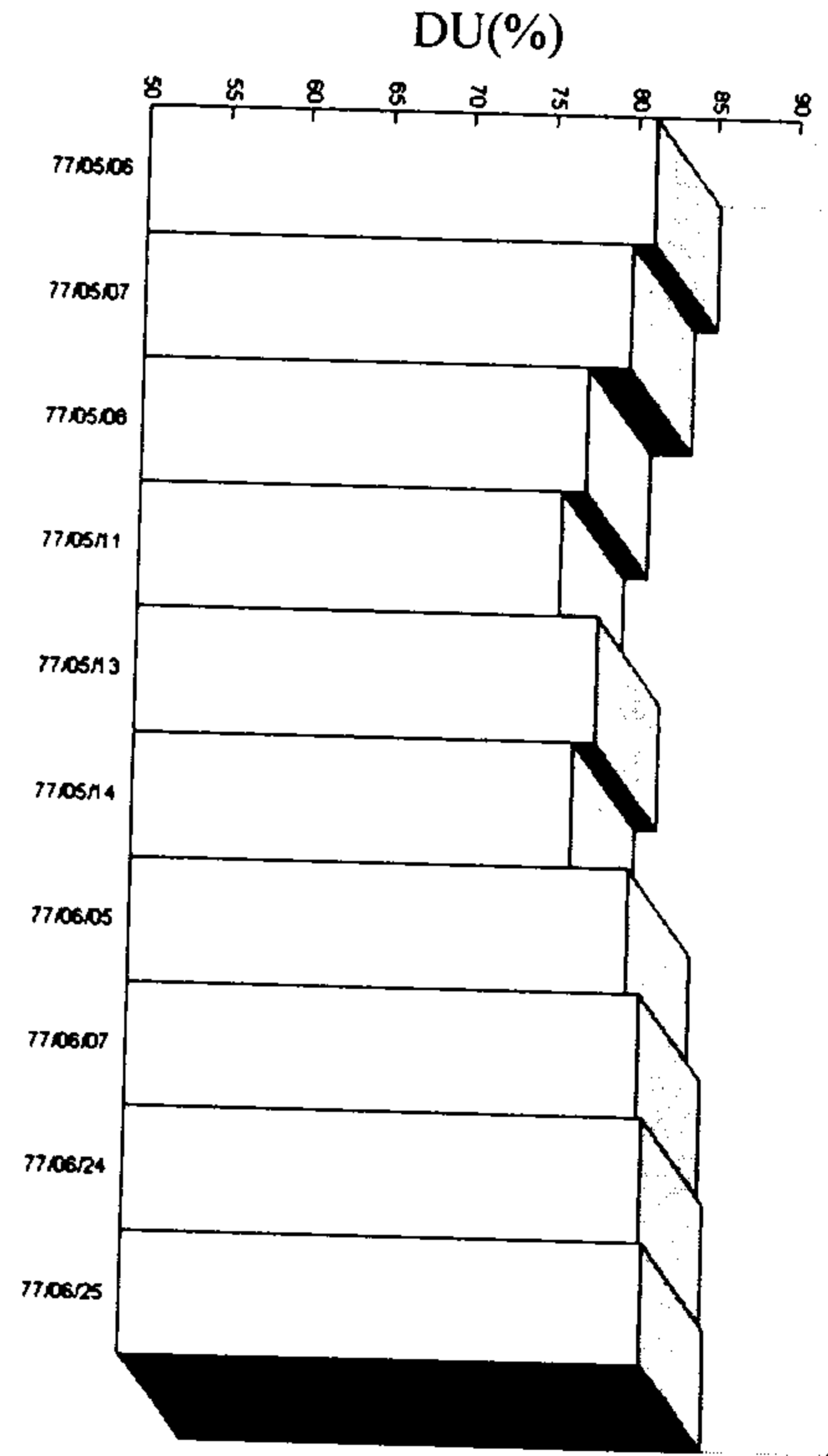
میانگین ضریب یکنواختی به دست آمده در طول یک فصل زراعی ۸۲/۹ درصد بوده است که این مقدار تقریباً برای سیستم دوار در حد متوسط است. در چهار دستگاه مورد بررسی ضریب یکنواختی هیرمن و هین ۸۲/۷، ۸۳/۴، ۸۴/۳ و ۸۱/۲ به ترتیب برای دستگاه‌های شماره ۱، ۴، ۵ و ۱۳ (جدول ۵) می‌باشد که کمترین مقدار آن مربوط به دستگاه شماره ۱۳ می‌باشد که دلیل آن احتمالاً به خاطر طولانی بودن بال سیستم می‌باشد. زیرا این دستگاه دارای هشت دهانه بوده که طول کلی آن ۴۲۲ متر است.

ضریب تغییرات (Cuv)

میانگین ضریب تغییرات در طول یک فصل زراعی برابر ۷۷/۲ درصد بوده است هرچه مقدار این ضریب نزدیک به یک باشد

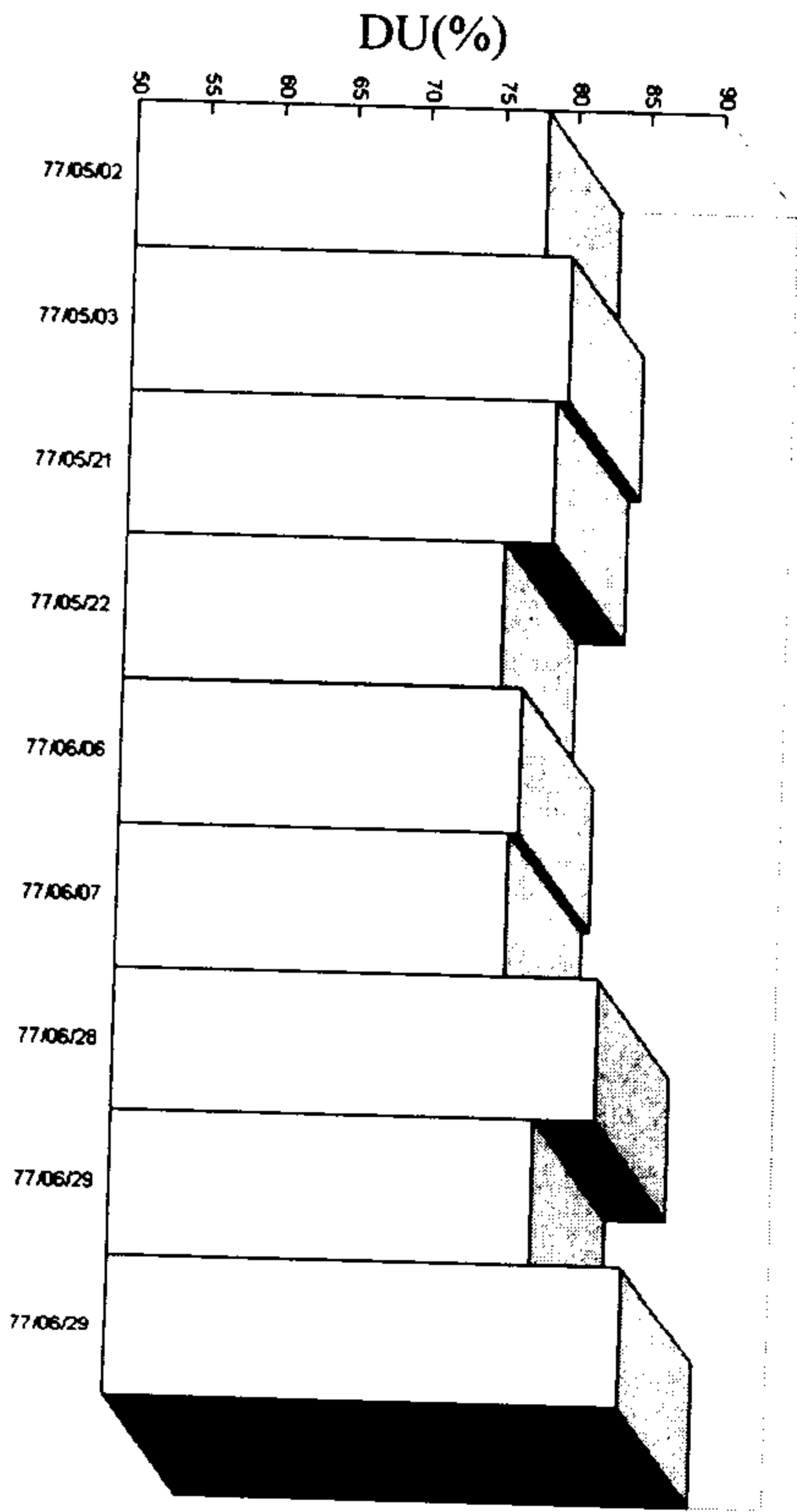
شکل ۲ - تغییرات بکنواختی توزیع در طول فصل زراعی در دستگاه شماره چهار

دوره رشد (روز)



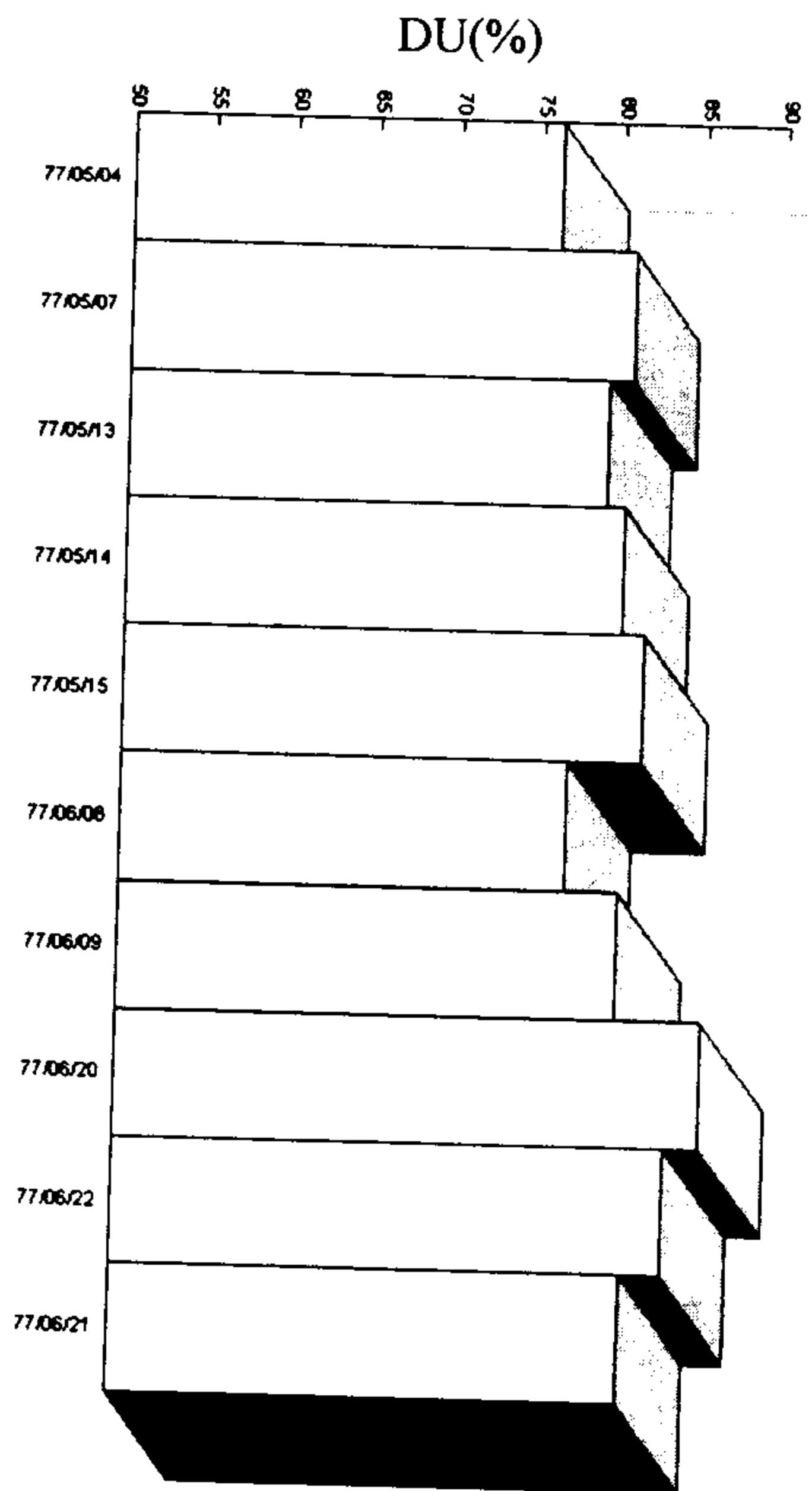
شکل ۴ - تغییرات بکنواختی توزیع در طول فصل زراعی در دستگاه شماره ۱۳

دوره رشد (روز)



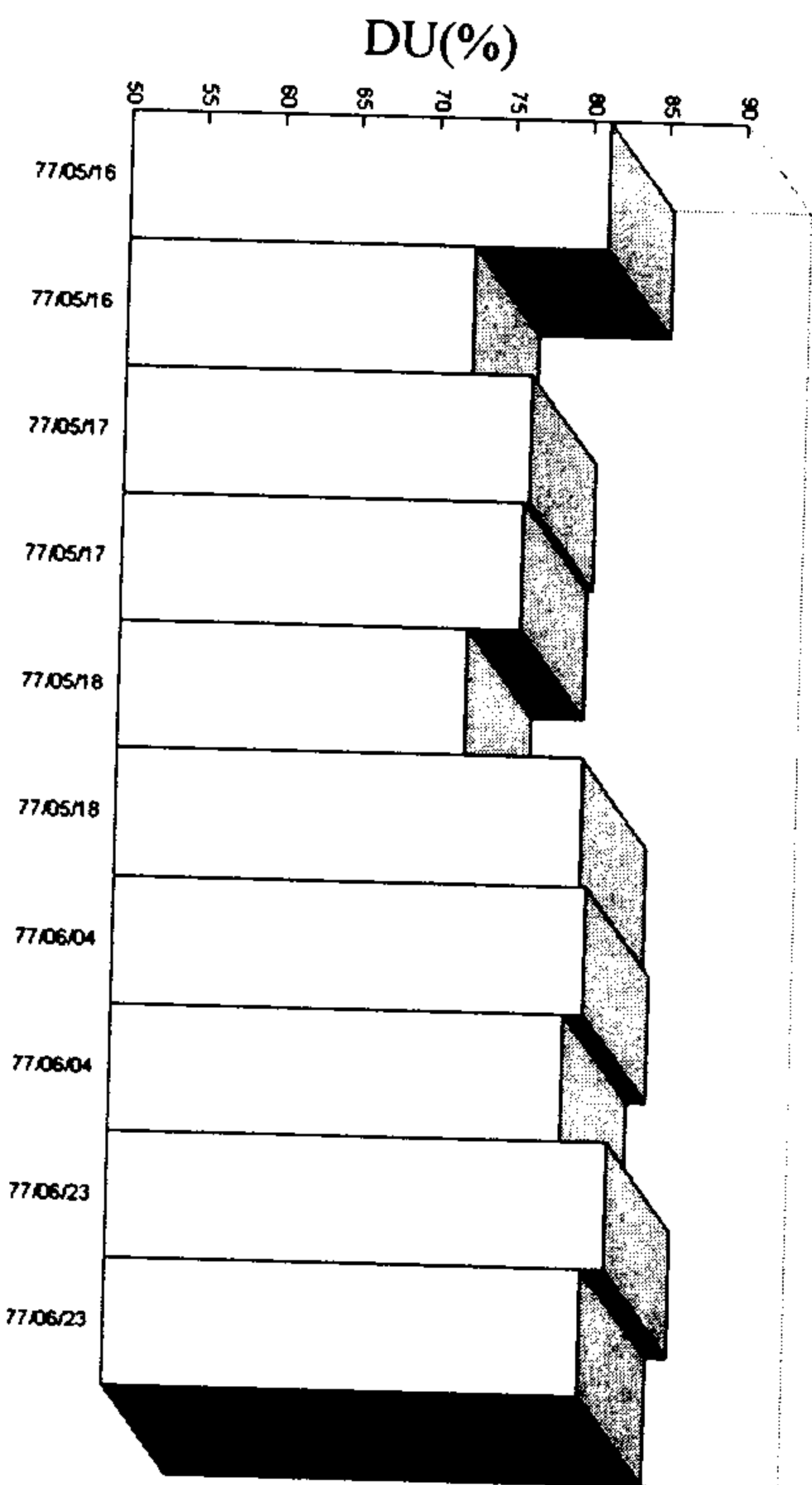
شکل ۱ - تغییرات بکنواختی توزیع در طول فصل زراعی در دستگاه شماره یک

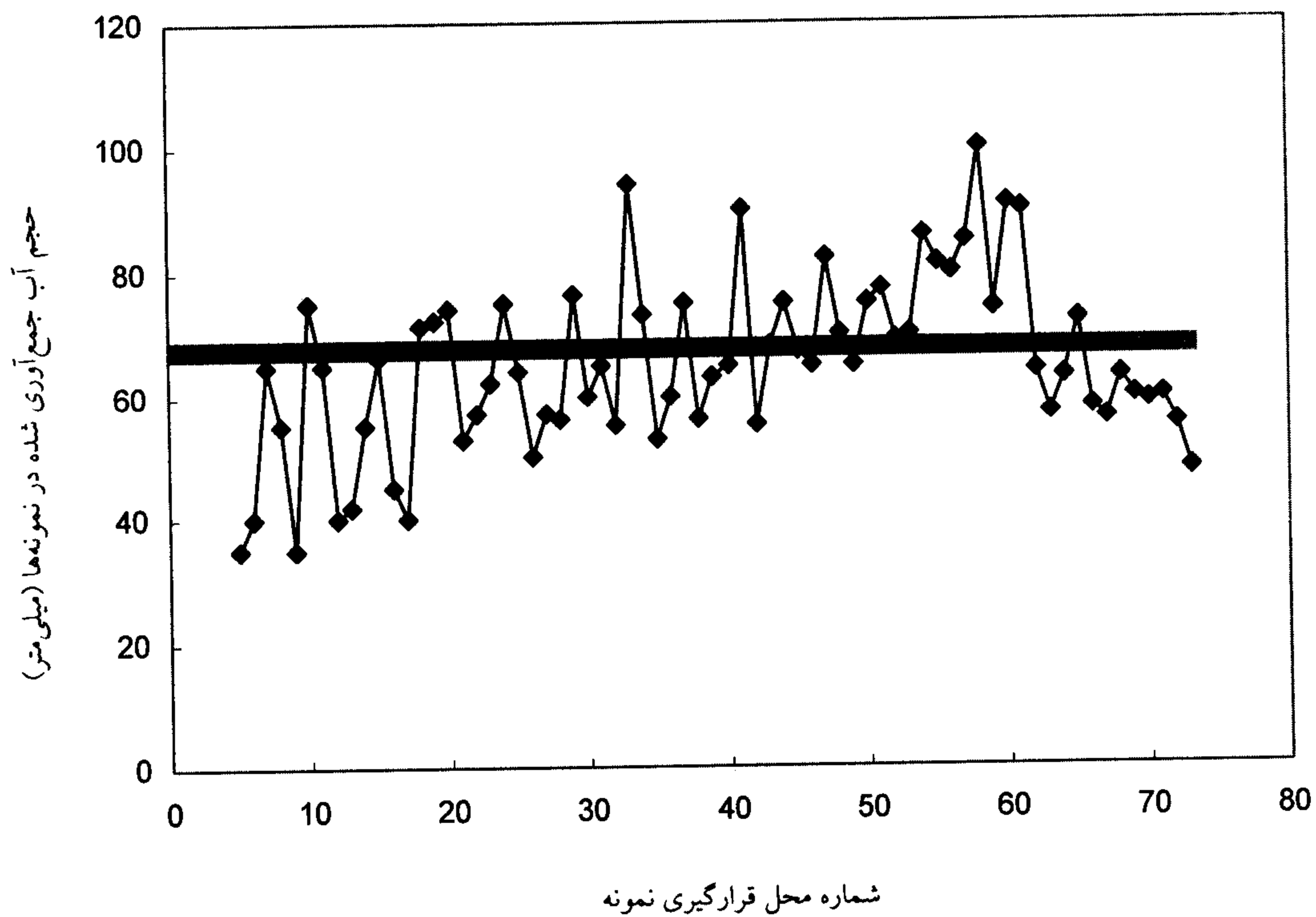
دوره رشد (روز)



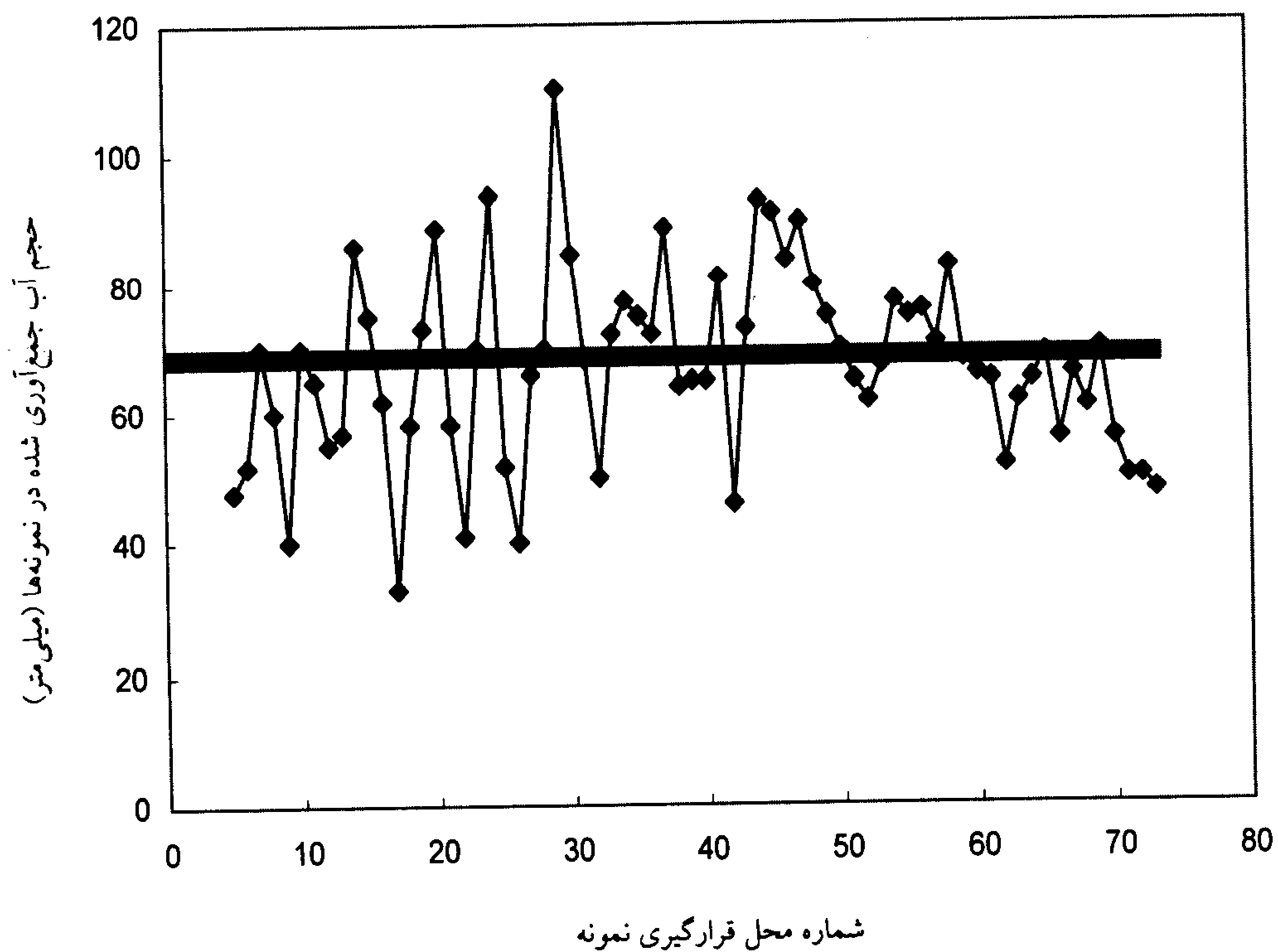
شکل ۳ - تغییرات بکنواختی توزیع در طول فصل زراعی در دستگاه شماره پنج

دوره رشد (روز)





شکل ۵ - پروفیل حجم آب جمع‌آوری شده در نمونه‌ها - ردیف ۱ (دستگاه شماره ۵)



شکل ۶ - پروفیل حجم آب جمع‌آوری شده در نمونه‌ها - ردیف ۲ (دستگاه شماره ۵)

همانطور که در شکل‌های ۹ تا ۱۲ نشان داده شده است دارای روند صعودی یا نزولی نمی‌باشد. پایین بودن مقدار PELQ معمولاً در ارتباط با طراحی ناقص سیستم، تلفات تبخیر و بادبردگی و غیریکنواختی توزیع آب می‌باشد. مقادیر متوسط بازده پتانسیل در دستگاه‌های منتخب در شکل ۸ نشان داده شده است.

میانگین عمق آب کاربردی

میانگین عمق آب کاربردی و میانگین وزنی کل نمونه‌ها در سرعت‌های تنظیم دستگاه نشان می‌دهد که باتوجه به نیاز آبی گیاه، سیستم همواره به صورت کم آبیاری در ماه‌های اوج مصرف کار می‌کند. در فشار سه اتمسفر میانگین عمق آب کاربردی در سرعت تنظیم ۷۰ درصد (دور آبیاری یک روزه)، ۸/۷ میلی‌متر است در حالی که نیاز آبی گیاه ۹/۷۵ میلی‌متر در ماه‌های اوج مصرف برآورد شده است.

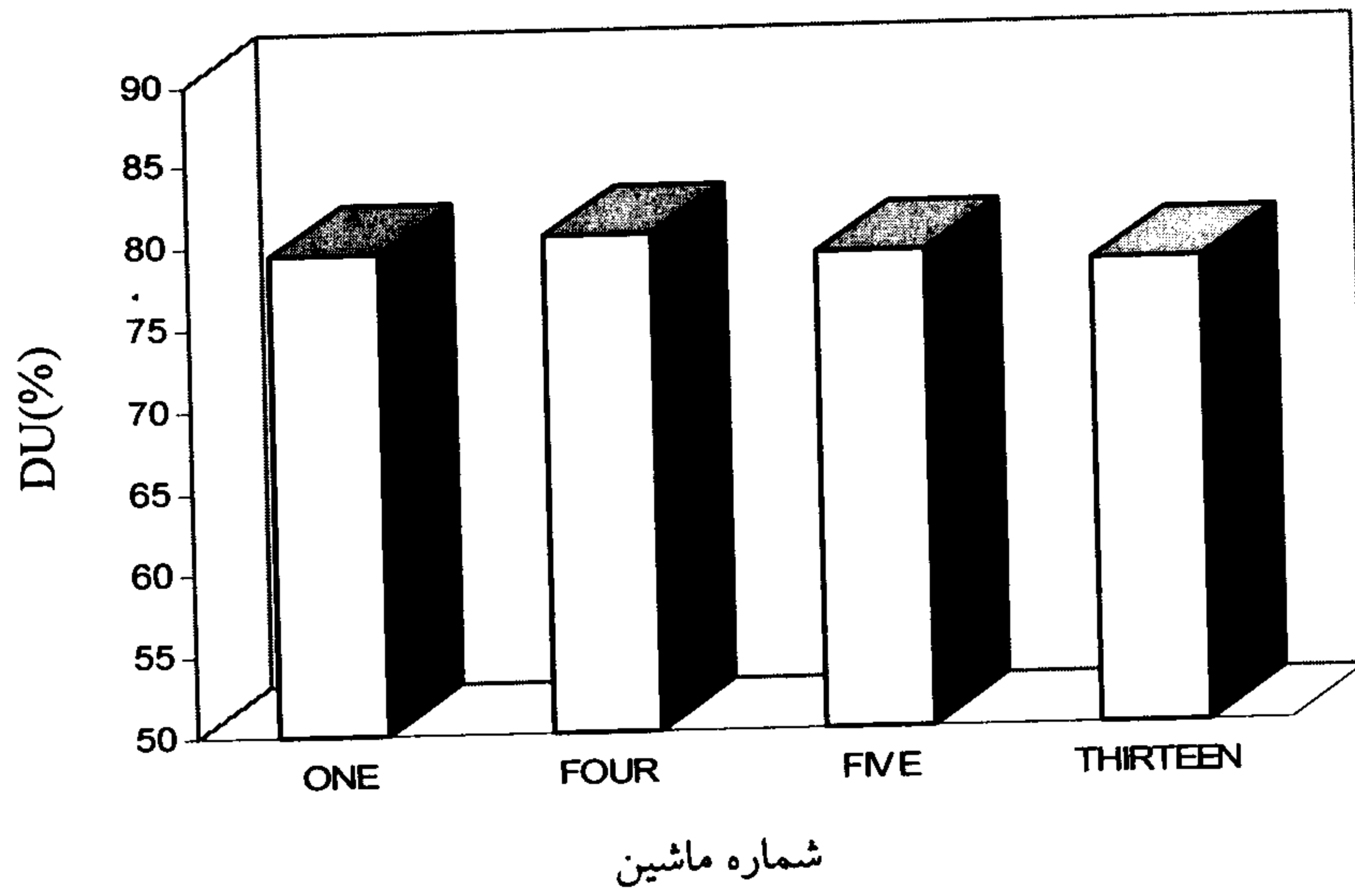
تلفات تبخیر

متوسط تلفات تبخیر در کلیه آزمایش‌ها ۱۰/۷ درصد محاسبه شده است که بیشترین درصد تلفات ۱۴/۸ درصد مربوط به دستگاه شماره ۵ (جدول ۵) به دلیل این‌که در این دستگاه اولاً در اکثر آزمایش‌ها فشار بیشتر از ۳/۵ اتمسفر بوده و لذا ذرات به صورت پودری و ریز پخش می‌شود و باعث تلفات بیشتر تبخیر و بادبردگی می‌شود و ثانیاً زمان آزمایش در این دستگاه در بیشتر مواقع در اواسط ظهر که درجه حرارت هوا زیاد بود انجام می‌گرفت. اما متوسط تلفات و بادبردگی ۹/۶، ۹/۷ و ۹/۵ به ترتیب در دستگاه شماره ۱، ۴ و ۱۳ می‌باشد که نشان می‌دهد تفاوت چندانی با هم ندارند.

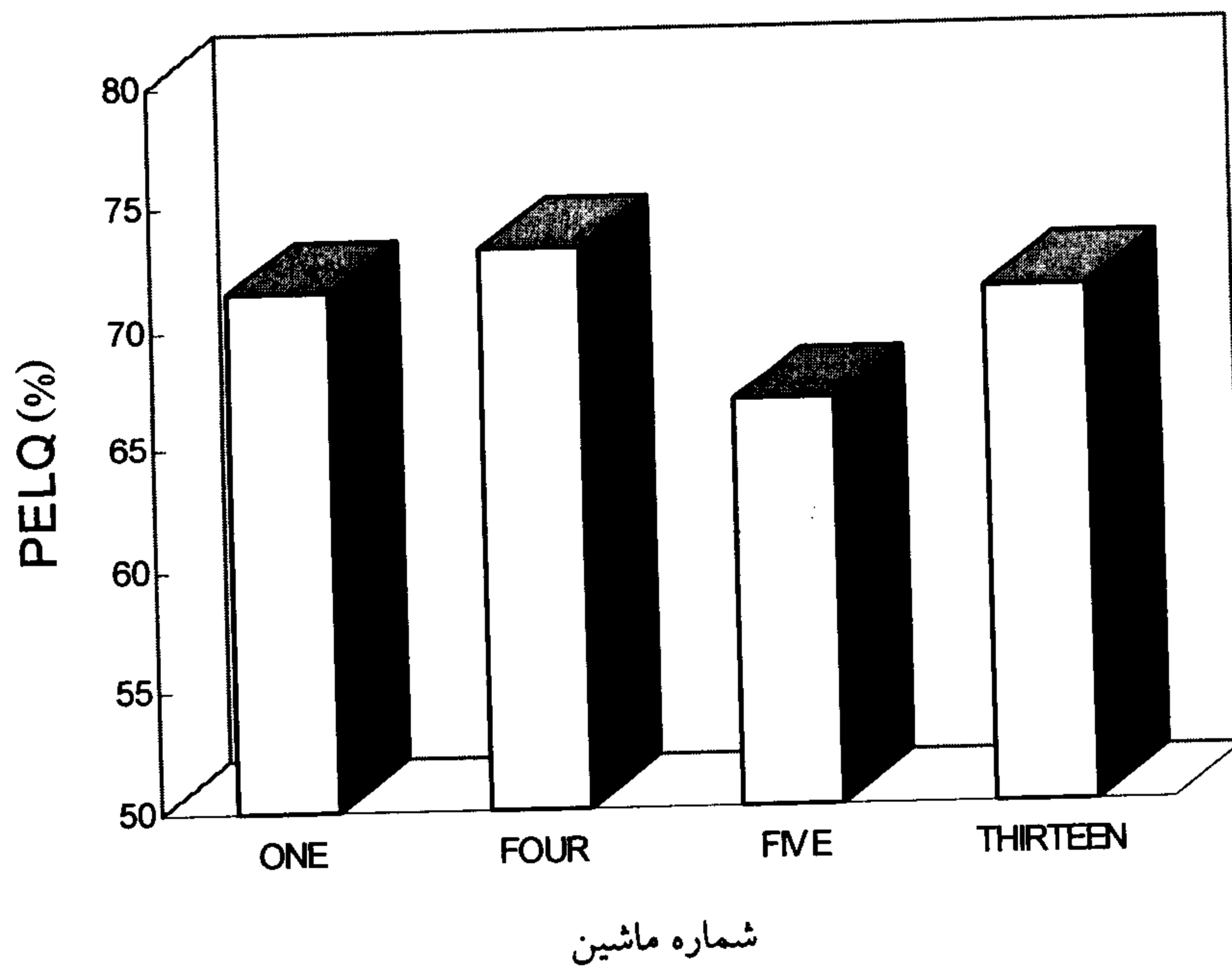
نشان‌دهنده این است که مقادیر نسبت به میانگین اختلاف کمی دارند. کم بودن این ضریب در این بررسی‌ها نمایانگر این است که مقادیر نسبت به میانگین عمق آب جمع‌آوری شده در ظروف اختلاف زیادی دارد. مقادیر ضریب تغییرات برابر با ۷۵/۳۸، ۷۸/۹، ۷۹/۶ و ۷۴/۹ به ترتیب برای دستگاه‌های شماره ۱، ۴، ۵ و ۱۳ بوده است (جدول ۵) که کمترین مقدار مربوط به دستگاه شماره ۱۳ احتمالاً به دلیل طول زیاد لاترال می‌باشد.

بازده پتانسیل کاربرد (PELQ)

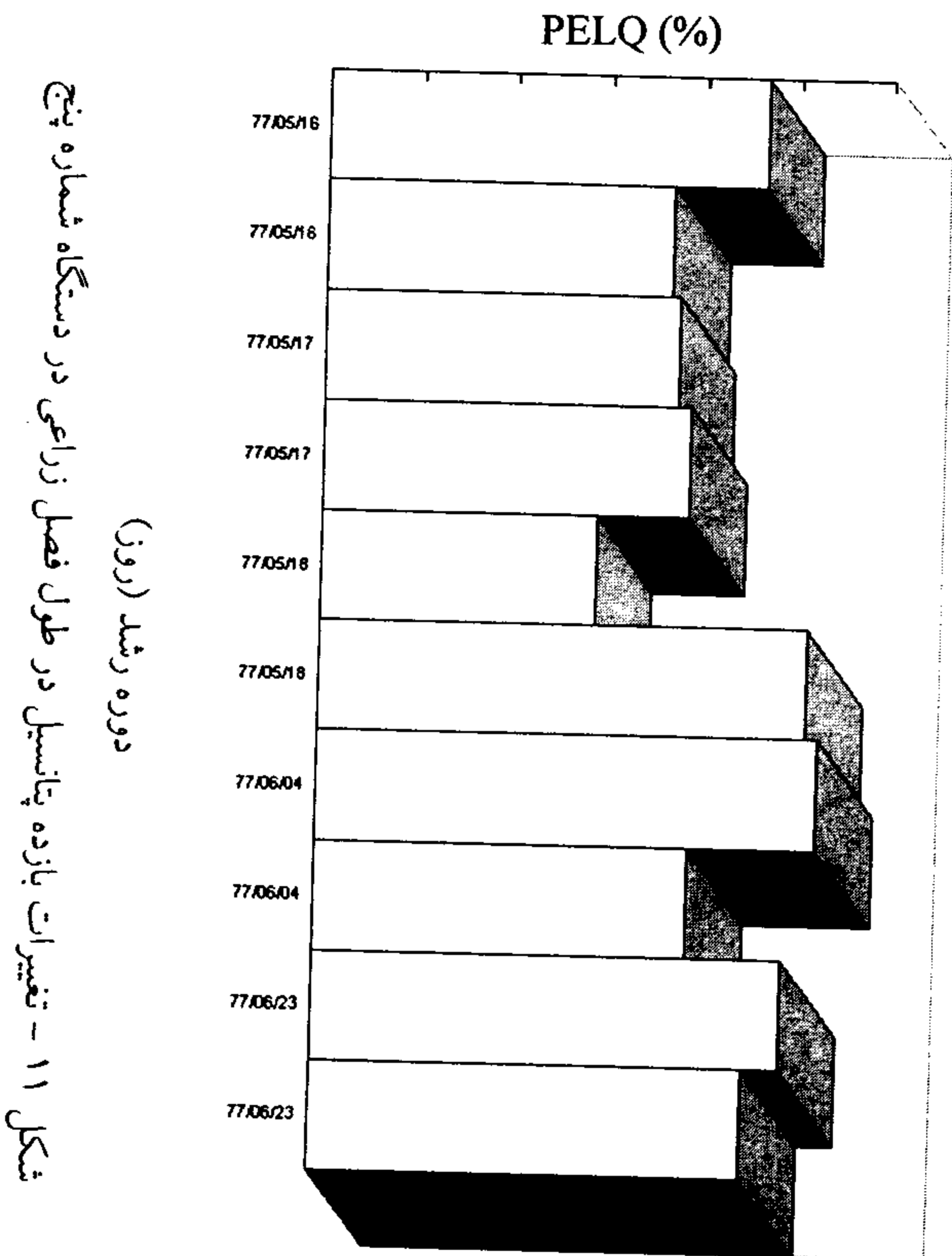
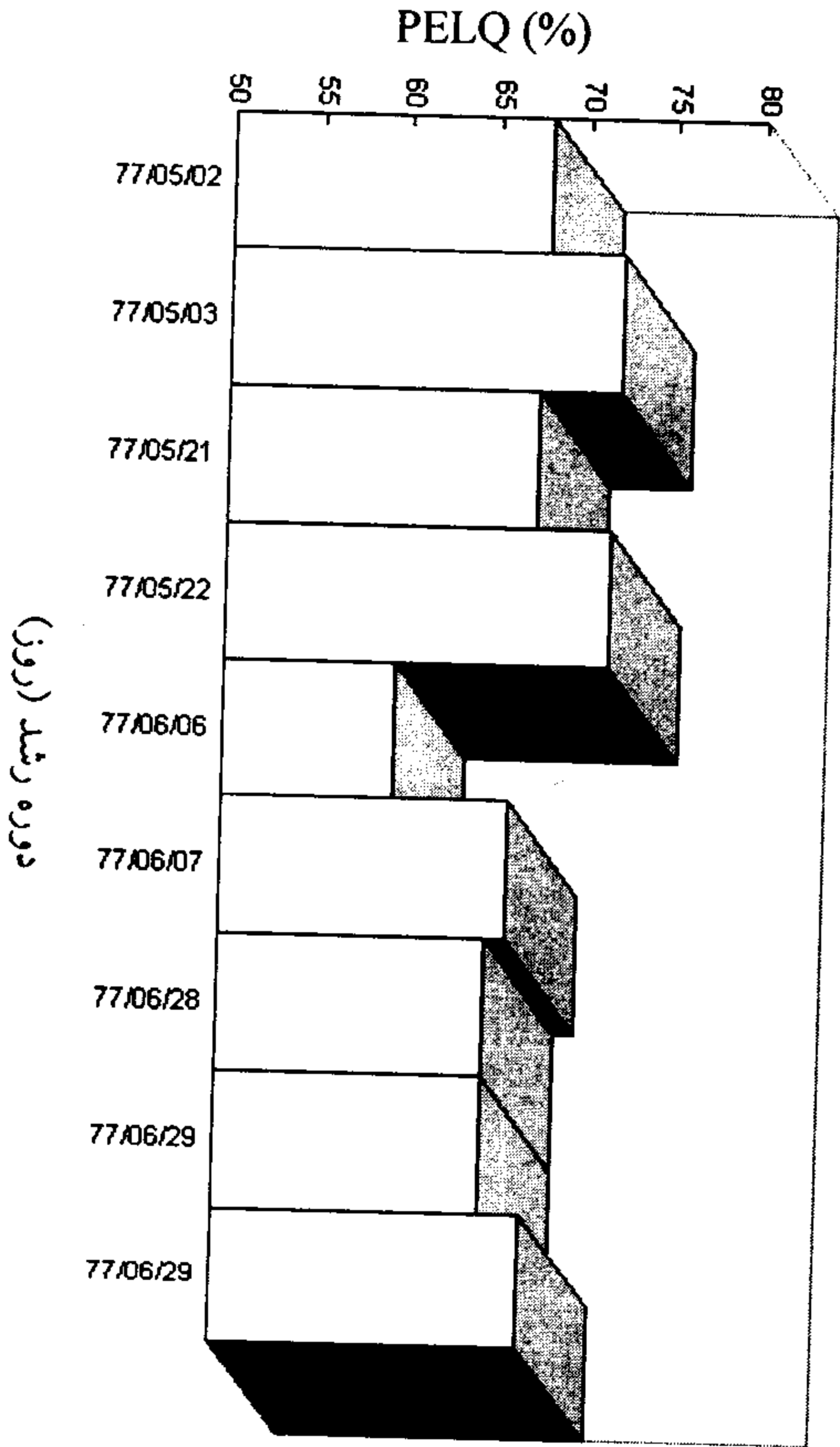
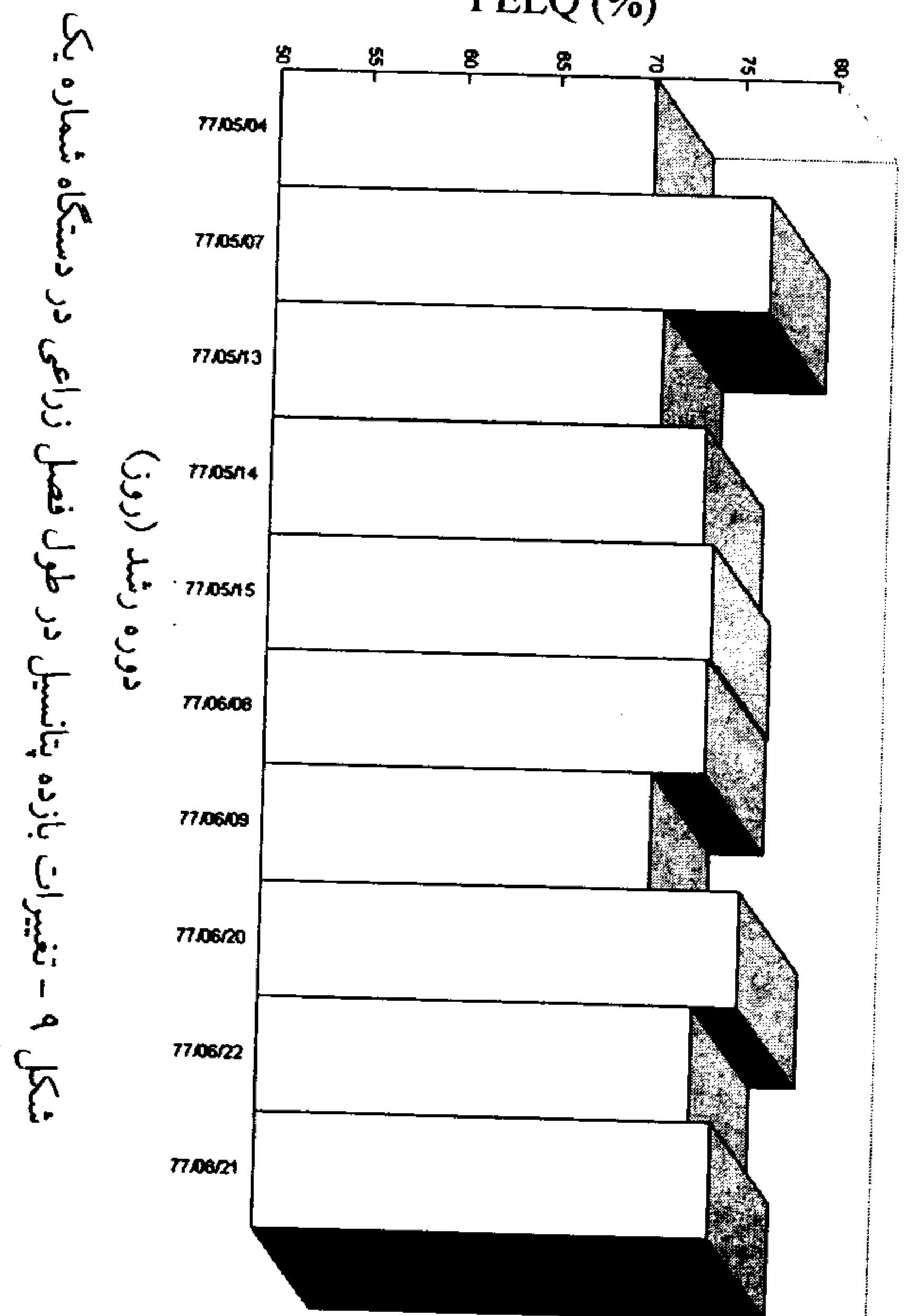
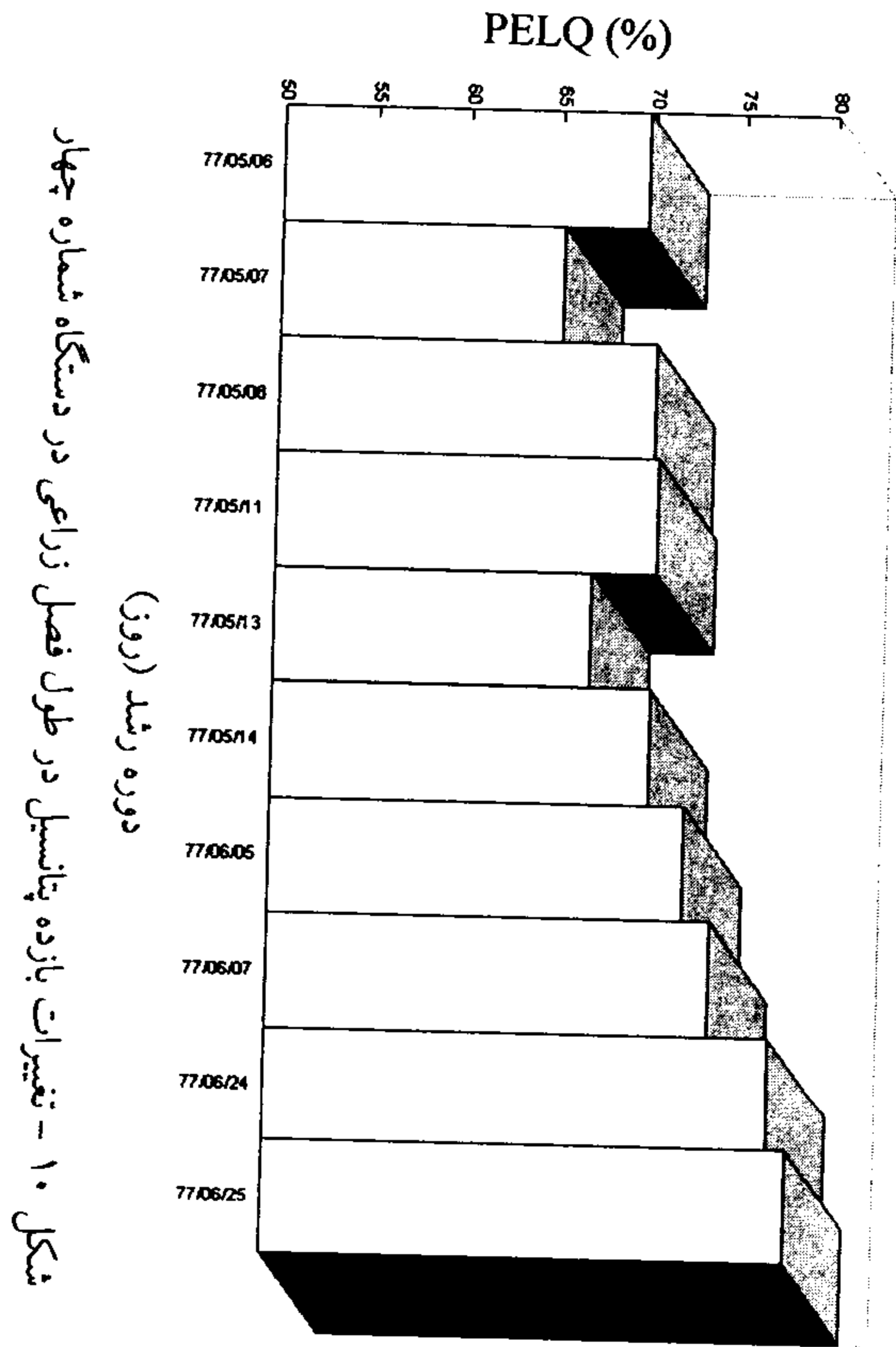
میانگین مقادیر بازده پتانسیل کاربرد در طول یک فصل زراعی برابر ۷۰/۷ درصد به دست آمد. این مقدار برای بازده پتانسیل در سیستم آبی‌فشان دوار تطابق خوبی ندارد. مقدار بازده پتانسیل در دستگاه‌های شماره ۱، ۴ و ۱۳ تقریباً یکسان بودند ولی کمترین مقدار بازده پتانسیل مربوط به دستگاه شماره ۵ بود که همانطور که قبلاً گفته شد به خاطر زیاد بودن تلفات تبخیر و بادبردگی در اثر فشار زیاد سیستم و درجه‌ی حرارت زیاد هوا حاصل شده است. عامل دیگری که در کم بودن بازده پتانسیل در این دستگاه دخالت دارد احتمالاً به خاطر اختلاف ارتفاع زیاد در ردیف‌های شعاعی (۴/۵ متر) بوده است. همان‌طور که بیان شد تأثیر اختلاف ارتفاع دو سر بال بر بازده پتانسیل نیز مشهود است. همچنین آزمایش‌ها نشان داد که سرعت چرخش دستگاه نیز بر (PELQ) مؤثر بوده و هرچه سرعت دستگاه کمتر بوده باعث افزایش PELQ شده است. تغییرات بازده پتانسیل در طول فصل زراعی



شکل ۷ - مقایسه یکنواختی توزیع بین دستگاه‌های منتخب



شکل ۸ - مقایسه بازده ربع پایین بین دستگاه‌های منتخب



کمبود رطوبتی خاک (SMD)

کمبود رطوبتی خاک (SMD) نشان می‌دهد که میانگین وزنی یک چهارم کمترین نمونه‌های جمع‌آوری شده کمتر از کمبود رطوبتی خاک (SMD) می‌باشد (جدول ۴) و این نشان می‌دهد که تلفات نفوذ عمقی وجود ندارد و سیستم در یک حالت کم آبیاری می‌کند. برای به‌دست آوردن بازده واقعی بایستی مقدار SMD بر عمق آب تقسیم شود. البته در صورتی که مقدار کمبود رطوبتی (SMD) بزرگتر از یک چهارم کمترین نمونه‌های وزنی باشد مقدار بازده ربع پایین با بازده پتانسیل کاربرد پایین برابر خواهد بود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تجزیه و تحلیل‌های انجام شده روی داده‌های صحرائی نشان می‌دهد که مقادیر یکنواختی توزیع (DU) برای دستگاه‌هایی که با شماره‌های ۱، ۴، ۵ و ۱۳ مشخص شده‌اند به ترتیب ۷۹/۱، ۸۰/۴، ۷۹/۱ و ۷۸/۴ درصد حاصل شده است که متوسط آن ۷۹/۲ درصد است. مقادیر ضریب یکنواختی (Cuh) برای دستگاه‌ها به ترتیب ۸۲/۷، ۸۳/۴، ۸۴/۳ و ۸۱/۱ درصد برآورد شد که متوسط آن ۸۲/۹ درصد است. مقادیر بازده پتانسیل ربع پایین (PELQ) برای دستگاه‌های مذکور به ترتیب ۷۱/۵، ۷۳/۲، ۶۶/۸ و ۷۱/۳ درصد حاصل شد که متوسط آن ۷۰/۷ درصد است. تلفات تبخیر و بادبردگی نیز به ترتیب ۹/۶، ۹/۷، ۱۴/۸ و ۹/۵ درصد حاصل شد که متوسط آن ۱۰/۷ درصد بوده است. تجزیه و تحلیل

عوامل ارزیابی نشان داد که سیستم از کارایی چندان خوبی برخوردار نبوده و مقادیر کم DU و PELQ به علت عدم کاربرد صحیح سیستم و شرایط اقلیمی حاکم در منطقه بوده است. انتخاب نامناسب ارتفاع آبپاش‌ها با توجه به نوع گیاه، پستی و بلندی و شیب غیریکنواخت زمین، تغییرات دبی و فشار سیستم، عدم قطع آبیاری در هنگام توقف دستگاه به دلایل مختلف، فرورفتن دستگاه در گل و عدم آشنایی لازم آبیاران با این دستگاه‌ها از جمله مشکلات بهره‌برداری از این سیستم آبیاری بود. اعمال مدیریت صحیح آبیاری و خاک‌ورزی بخش زیادی از این مشکلات را برطرف ساخته و امکان دستیابی به بازده بالا را فراهم می‌سازد.

سپاسگزاری

از آنجایی که این پژوهش مستخرج از طرح بررسی عملکرد و مشکلات فنی سیستم‌های آبیاری تحت فشار (ستریپوت) در استان خراسان (به شماره ۷۱۱/۱/۳۰۱) است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران به انجام رسیده است، بدین وسیله از آن معاونت محترم صمیمانه تشکر می‌شود.

References

منابع مورد استفاده

- ۱ - سهرابی، ر و اصیل‌منش، ف. ۱۳۷۷. ارزیابی عملکرد روش آبیاری بازانی عقبه‌ای (ستریپوت) در کرج. مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۲: ۸۷-۹۵.

- ۲ - علیزاده، ا. ۱۳۷۴. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری، چاپ دوم، دانشگاه امام‌رضا (ع). ۵۳۹ صفحه.
- ۳ - قاسم‌زاده، م. ۱۳۶۹. ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع، ترجمه شرکت بینش، مشهد. ۳۲۹ صفحه.
- 4 . Bermond B and Molle B (1995) Characterization of rainfall under center pivot: influence of measuring procedure, ASCE, 121: 429 – 440.
- 5 . Burt CM, Clemments AJ, Strelkoff TS, Solomon KH, Bliesner RD, Hardy LA, Howell TA, and Eisenhauer DE (1997) Irrigation performance measures: efficiency and uniformity, ASCE, 123: 253-261.
- 6 . Heermann DF and Hein PR (1968) Performance characteristics of self-propelled center pivot sprinkler irrigation system, ASAE, 11: 11-15.
- 7 . Thooyamani K and Norum DI (1987) Performance of low-pressure center-pivot. Saskatchewan Canadian Agricultural Engineering 29: 143-178.
- 8 . Thooyamani K, Norum DI and Dubetz S (1987) Application rate and uniformity under center pivot sprinkler irrigation systems using spray nozzles, Canadian Agricultural Engineering 29: 149 154.
- 9 . Timmer WL and Perkins WA (1987) Irrigation efficiency of center pivot sprinkler, ASAE. Paper No. 87-2594. 16 PP.
- 10 . Von Bernuth RD and Gilley JR (1985) Evaluation of center-pivot application packages considering droplet infiltration reduction, ASAE, 28: 1940-1946.