

## بررسی عملکرد سیستم های آبیاری بارانی در مزارع تحت مدیریت زارعین در شبکه آبیاری و زهکشی دشت قزوین

مجید میرزائی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی - گروه آبیاری - دانشکده مهندسی آب و خاک - دانشگاه تهران

E-MAIL: [mirzaei@gmail.com](mailto:mirzaei@gmail.com)

تیمور سهرابی

دانشیار گروه آبیاری دانشگاه تهران

مسعود رشمائلو حمید آبادی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی - گروه آبیاری - دانشکده مهندسی آب و خاک - دانشگاه تهران

وحید رضا وردی نژاد و مهدی قبادی نیا

دانشجویان دکتری آبیاری و زهکشی - گروه آبیاری - دانشکده مهندسی آب و خاک - دانشگاه تهران

### چکیده :

کاهش تلفات آب و افزایش بازده آبیاری، یکی از اصول اساسی در توسعه کشاورزی می باشد. بررسی و شناخت مدیریتهای مختلف و عملکرد آنها مهمترین عامل برای ارزیابی و بهبود شرایط نامطلوب و نهایتاً افزایش بازده آبیاری محسوب می گردد. در این راستا برای دستیابی به اهداف مذکور، عملکرد سیستم های آبیاری بارانی چرخدار و ثابت با آبیاری متحرک در مزارع تحت شبکه آبیاری دشت قزوین در سال ۱۳۸۴ بررسی شد. برای این منظور دو مزرعه یونجه تحت مدیریت زارعین انتخاب شد و با اندازه گیری رطوبت خاک در قبل و بعد از آبیاری و همچنین اندازه گیری آب پخش شده در روی زمین و تعیین میزان آب خارج شده از آبیاریها و تعیین خصوصیات فیزیکی خاک، مقادیر  $DU$ ،  $CU$ ،  $PELQ$ ،  $AELQ$  در این دو مزرعه تعیین گردید. برای مقایسه بهتر دو سیستم این آزمایشها در پنج نوبت آبیاری و در طول فصل رشد انجام شد. با محاسبات صورت گرفته مقادیر متوسط و حد پایین و حد بالای شاخصهای مذکور تعیین شد. در سیستم آبیاری بارانی چرخدار دامنه شاخص  $AELQ$  بین ۲۸/۳ تا ۴۱/۲ درصد که بطور متوسط ۳۳/۸٪ و شاخص  $PELQ$  بین ۵۱/۶ تا ۷۵/۱ درصد که بطور متوسط ۶۲/۲٪ و شاخص  $CU$  بین ۷۳/۵ تا ۸۷/۱ درصد که بطور متوسط ۸۱/۰٪ و شاخص  $DU$  بین ۵۸/۳ تا ۷۹/۳ درصد که بطور متوسط ۶۲/۶٪ تعیین گردید. برای سیستم آبیاری بارانی ثابت با آبیاری متحرک دامنه شاخص  $PELQ$  بین ۳۲/۱ تا ۶۲/۶ درصد که بطور متوسط ۴۶/۸٪ و شاخص  $CU$  بین ۴۰/۶ تا ۷۸/۰۱ درصد که بطور متوسط ۶۸/۰٪ و شاخص  $DU$  بین ۳۵/۶ تا ۷۳/۵ درصد که بطور متوسط ۵۵/۷٪ تعیین گردید.

کلمات کلیدی : آبیاری بارانی، ارزیابی،  $AELQ$ ،  $PELQ$ ، قزوین

## ۱. مقدمه

کاهش روز افزون منابع آب زیرزمینی از یک طرف و افزایش جمعیت و روند رو به رشد نیاز به محصولات غذایی از طرف دیگر اهمیت استفاده بهینه از منابع آبی و افزایش راندمانهای آبیاری امری واضح می باشد. در این راستا توسعه سیستمهای آبیاری تحت فشار و گذر از روشهای سنتی به سوی روشهای اتوماتیک یکی از برنامه های است که می توان مشکلاتی که در مدیریت مزارع تحت آبیاری سیستمهای ثقلی وجود دارد رفع گردد. چنانچه طراحی اولیه سیستمهای تحت فشار صحیح بوده و ساخت آنها نیز با در نظر گرفتن مسائل مربوطه و کنترل های لازم انجام شود مدیریت این سیستمها توسط کشاورزان با سهولت و با راندمان بالا با رعایت دستور العملهای و توصیه های متخصصین براحتی امکان پذیر است.

سیستمهای آبیاری بارانی ثابت و چرخدار از سیستمهای تحت فشاری است که در ایران استفاده می شود ولی متأسفانه بعضی از آنها تحت مدیریت غیر اصولی و با راندمان پایین بکار گرفته می شوند. در بعضی موارد طراحی اولیه نیز مطابق با شرایط خاک و منطقه انجام نگرفته و این خود عاملی است که گاهی با ارائه روشهای صحیح مدیریتی نیز اصلاح پذیر نیست. کریستان سن (۱۹۴۲) توزیع یکنواختی آب (CU) و ضریب یکنواختی را در روشهای آبیاری بارانی به عنوان شاخص های یکنواختی بکار گرفت [5].

دادگر و فرجودی (۱۳۵۷) در مرکز بررسی های مهندسی زراعی کرج ارزیابی فنی دستگاههای آبیاری بارانی صورت گرفت و به صورت نشریه داخلی منتشر گردید [1].

سهرابی، ت. و ابراهیمی (۱۳۷۵) متوسط راندمان پتانسیل کاربرد آب در سیستم چرخدار در منطقه مشهد و تربت حیدریه را به ترتیب ۵۸ و ۵۵ درصد و ماکزیمم و مینیمم ۴۵ و ۶۵ درصد بدست آوردند [3].

سهرابی، ت. و امیدوار، م. (۱۳۸۱) مفادیر متوسط یکنواختی توزیع و ضریب یکنواختی را در سیستم آبیاری دوار در جوبین خراسان به ترتیب برابر ۷۹/۲ درصد و ۸۲/۹ درصد بدست آوردند [2].

سهرابی، ت. و اصیل منش. (۱۳۷۷) عوامل ارزیابی نظیر بازده کاربرد پتانسیل، بازده کارکرد واقعی و توزیع یکنواختی را با تجزیه و تحلیل داده های صحرایی، محاسبه کردند. متوسط عوامل مذکور در طول فصل زراعی برای سیستم آبیاری دوار به ترتیب ۷۹ و ۷۵/۸، ۸۴ درصد تعیین گردید [4].

هدف اصلی این مطالعه اندازه گیری و محاسبه پارامترهای مهم ارزیابی (توزیع یکنواختی، راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین، راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین) بود.

روشهای ارزیابی سیستم آبیاری که در این مطالعه بیان شده اند حتی امکان برای ارزیابی واقعی سیستم در حال کار و روش مدیریت آن و ارائه پتانسیل واقعی سیستم برای کاربرد با صرفه تر و بازدهی بیشتر است.

## ۲. مواد و روشها

### ۲-۱. موقعیت مزرعه و نوع گیاه

این تحقیق در دو مزرعه واقع در شبکه آبیاری دشت قزوین صورت گرفت. این منطقه در بخشی از فلات مرکزی ایران قرار دارد که دارای اقلیمی نیمه خشک بوده و تابستانهای نسبتاً گرم و زمستانهای نسبتاً سرد دارد. طبق نقشه بیوکلیماتیک ایران، این منطقه جزء مناطق مدیترانه‌ای محسوب می شود. مزرعه دارای سیستم چرخدار در شرکت کشت و صنعت مگسال و مزرعه دارای سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در نزدیکی فرودگاه واقع شده است.

در مزرعه ای که با سیستم آبیاری چرخدار و کلاسیک ثابت با آبپاشهای متحرک آبیاری می شد به ترتیب یونجه هفت ساله و یونجه سه ساله کاشته شده بود. مشخصات خاک مزارع در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) مشخصات خاکهای مزارع انتخابی

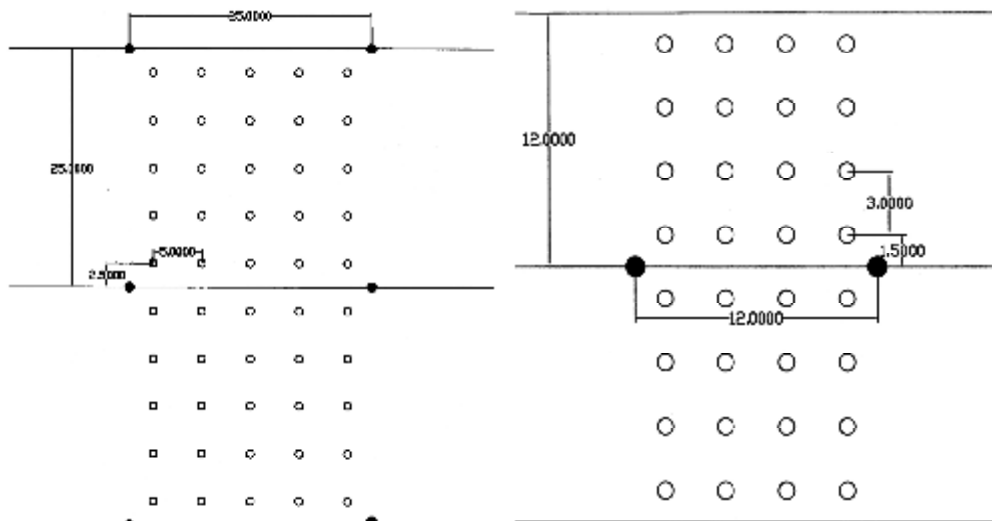
ردیف	نام مالک/ مزرعه / باغ	شماره خاک	روش آبیاری	مشخصات پروفیل
۱	شرکت دامپروری مگسال	6.1	بارانی چرخدار	خاک شماره 6 با بافت خاک سطحی سنگین ، شیب اصلی ۰ تا ۲ درصد
۲	احسانی	6.1	بارانی ثابت	خاک شماره 6 با بافت خاک سطحی سنگین ، شیب اصلی ۰ تا ۲ درصد

### ۲-۲. آرایش قوطی های جمع کننده

در این تحقیق برای اندازه گیری میزان آب رسیده به زمین از قوطی های جمع کننده آب به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر و به شعاع ۷/۵ سانتیمتر استفاده شد.

نحوه چیدن قوطی های جمع کننده در سیستم آبیاری چرخدار با آرایش مستطیلی که در بین دو آبپاش چیده شده بودند که آرایش چیده شدن قوطی ها در شکل (۱) آورده شده است.

در سیستم کلاسیک ثابت با آبپاشهای متحرک از آرایش مستطیلی و در مجموع از ۵۰ عدد قوطی استفاده شد که آرایش چیده شدن قوطی ها در شکل (۲) آورده شده است.



شکل (۱) آرایش قوطی های جمع کننده در سیستم چرخدار      شکل (۲) آرایش قوطی های جمع کننده در سیستم ثابت

### ۲-۳. روابط ارزیابی

برای ارزیابی سیستم آبیاری چرخدار و کلاسیک ثابت از روابط زیر استفاده شد.

در این شیوه آبیاری پارامترهای زیر محاسبه شدند:

الف- ضریب یکنواختی (*Uniformity Coefficient*) که یکنواختی پخش آب را برای سیستم‌های آبیاری بارانی تعیین می‌کند از رابطه زیر تعیین گردید .

$$CU = \left(1 - \frac{\sum |X|}{mn}\right) \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

CU = ضریب یکنواختی *Christiansen*.

X = انحراف از متوسط = (میانگین آب دریافتی - آب دریافتی هر نقطه)،

m = میانگین آب دریافتی

n = تعداد مشاهدات.

شاخص مفید دیگری نیز موسوم به DU که یکنواختی کاربرد آب را در سرتاسر مزرعه نشان می‌دهد از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$DU = \frac{\text{متوسط ربع پایین دریافت}}{\text{متوسط عمق آب دریافت}} \times 100 = \frac{\bar{X}_{LQ}}{\bar{X}} \times 100 \quad (2)$$

که در آن :

$\bar{X}_{LQ}$  = متوسط  $\frac{1}{4}$  کمترین عمق‌ها، حجم آب دریافتی یا آب نفوذ یافته

$\bar{X}$  = عمق متوسط ؛ حجم آب دریافتی ؛ آب نفوذ یافته

ب- تعیین راندمان پتانسیل کاربرد آب

*Potential Application Efficiency of Low Quarter (PELQ)*

این شاخص که مبین راندمان قابل حصول از سیستم می‌باشد با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$PELQ = \frac{\text{متوسط ربع پایین}}{\text{متوسط عمق آب از آبپاشها}} \times 100 = \frac{\bar{X}_{LQ}}{\bar{X}} \times 100 \quad (3)$$

ج- تعیین راندمان واقعی کاربرد آب

*Application Efficiency of Low Quarter (AELQ)*

این شاخص که مبین یکنواختی و کفایت آبیاری می‌باشد با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید:

$$AELQ = DU \times R_e \quad (4)$$

که در آن  $R_e$  بخش مؤثر آب پخش شده از آبپاشها یا به عبارتی دیگر بخشی از آن که به سطح زمین می‌رسد می‌باشد و از

رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R_e = \frac{\text{شدت متوسط آب جمع شده (یا عمق)}}{\text{شدت متوسط آبپاش (یا عمق)}} \quad (5)$$

در سال ۱۹۸۰ *Israelsen and Hansen* راندمان کاربرد آب را به شرح زیر نسبت آب ذخیره شده در منطقه توسعه ریشه به

آب اضافه شده به مزرعه تعریف نمودند [6].

$$E_a = \frac{(q_{fc} - q_i) r_b \times R_z}{\nabla} \times 100 \quad (6)$$

$$\nabla = \bar{Q}t / A$$

که در آنها:

$E_a$  = راندمان کاربرد آب (درصد)،

$R_z$  = عمق توسعه ریشه،

$q_i$  و  $q_{fc}$  = به ترتیب رطوبت‌های وزنی در ظرفیت زراعی خاک و قبل از آبیاری به درصد،

$\nabla$  = کل عمق آب تحویلی به قطعه تحت آبیاری در مزرعه،

$\bar{Q}$  = متوسط دبی ورودی در حین آبیاری،

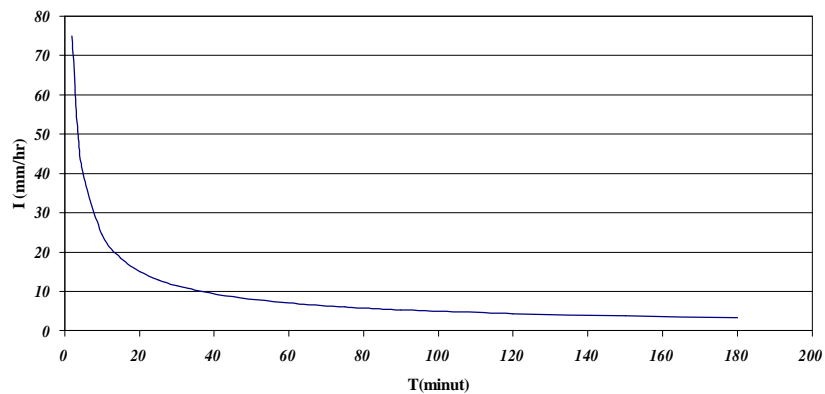
$t$  = مدت زمان آبیاری،

$A$  = سطح آبیاری شده .

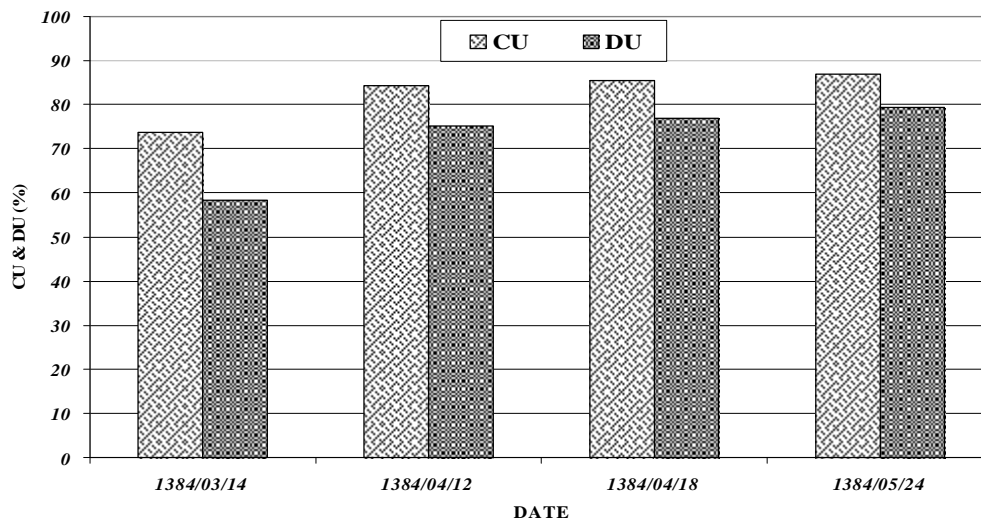
### ۳- نتایج و بحث

#### ۳،۱- سیستم آبیاری چرخدار

در تابستان سال ۱۳۸۴ آزمایش‌های ارزیابی سیستم چرخدار در مزرعه یونجه به مساحت ۱۰/۷ هکتار صورت گرفت. در این مدت چهار آزمایش روی این سیستم صورت گرفت. در ابتدا مقدار نفوذ پذیری خاک در دو نقطه از مزرعه با رینگ مضاعف اندازه گیری شد که در شکل (۳) منحنی نفوذ خاک مزرعه آورده شده است. مقدار  $DU, CU$  که در این سیستم بدست آمد به صورت نمودار ستونی در شکل (۴) آورده شده است.

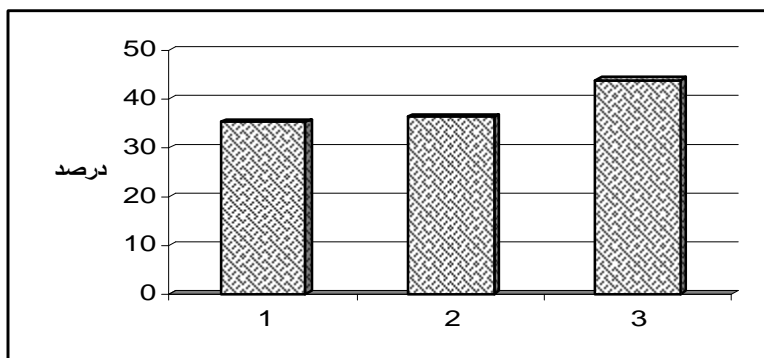


شکل ( ۳ ) منحنی نفوذ برای مزرعه یونجه تحت آبیاری بارانی چرخدار



شکل (۴) روند تغییرات توزیع یکنواختی ( $DU, CU$ ) در طول فصل اندازه‌گیری در مزرعه یونجه تحت آبیاری بارانی چرخدار

با استفاده از رابطه (۶) مقدار راندمان کاربرد در این مزرعه محاسبه شد که در شکل (۵) آورده شده است. مقادیر شاخصهای توزیع یکنواختی ( $DU, CU$ ) این سیستم به ترتیب بطور متوسط ۸۲ و ۷۱/۵ درصد بدست آمد. شکل (۴) در این مزرعه کمترین راندمان کاربرد آب ۳/۳۵ درصد و بیشترین آن ۱/۴۴ درصد و متوسط در طول فصل آبیاری ۳۸/۶ درصد بدست آمد که این مقدار راندمان برای سیستم آبیاری بارانی چرخدار خیلی کم محسوب می شود شکل (۵).



شکل (۵) روند تغییرات راندمان کاربرد در طول فصل اندازه‌گیری در مزرعه یونجه تحت آبیاری بارانی چرخدار

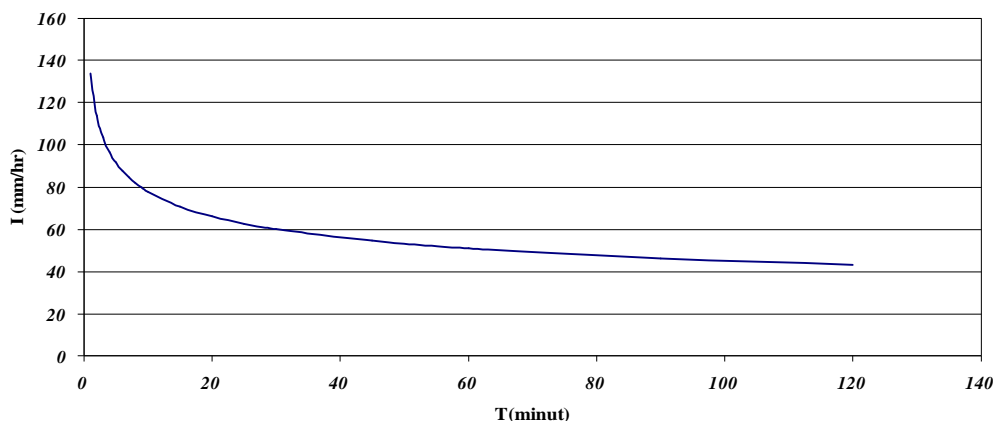
مقادیر راندمانهای کاربرد  $CU, DU, PELQ$  و  $AELQ$  در سیستم آبیاری چرخدار در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲) مقادیر  $AELQ, PELQ, CU, DU, Ea$  در سیستم آبیاری چرخدار

شاخص های ارزیابی					نوبت اندازه گیری	نوع محصول	روش آبیاری	اسم مزرعه
AELQ	PELQ	CU	DU	Ea				
۳۱,۴۱	۵۱,۶۴	۷۳,۵۲	۵۸,۳۶	۳۵,۲۸	۱	یونجه	آبیاری بارانی چرخدار	مگسال (خاکعلی)
۲۸,۳۱	۵۹,۷۵	۸۵,۲۹	۷۶,۹	۳۶,۴۲	۲			
۴۱,۸۲	۷۵,۱۱	۸۷,۱۴	۷۹,۲۸	۴۴,۱۲	۳			
۲۸,۳۱	۵۱,۶۴	۷۳,۵۲	۵۸,۳۶	۳۵,۲۸	Min			
۴۱,۸۲	۷۵,۱۱	۸۷,۱۴	۷۹,۲۸	۴۴,۱۲	Max			
۳۳,۸۵	۶۲,۱۷	۸۱,۹۸	۷۱,۵۱	۳۸,۶۱	Average			

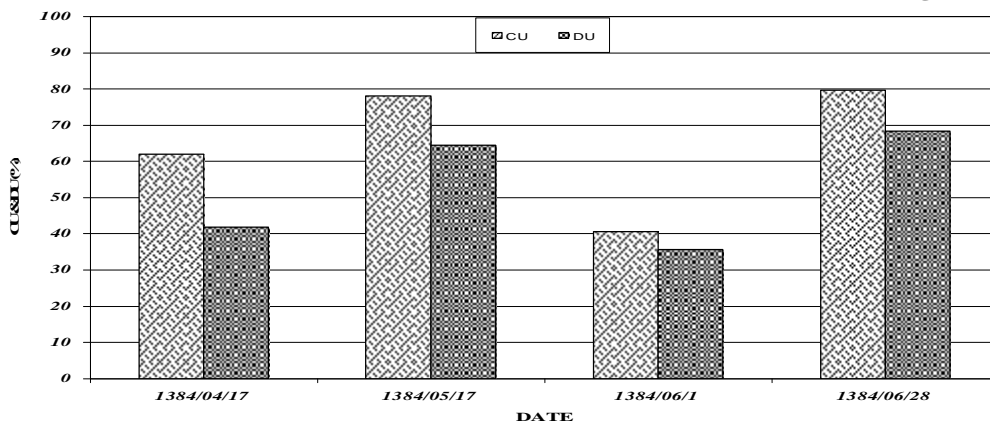
### ۳،۲- سیستم آبیاری ثابت با آبپاشهای متحرک

آزمایشهای انجام شده بر روی این سیستم در مزرعه ای انجام شد که سیستم آبیاری ثابت آن در سال اول بهره برداری قرار داشت با اندازه گیری نفوذ با رینگ مضاعف در چندین نقطه منحنی سرعت نفوذ سیستم تعیین شد که در شکل (۶) آورده شده است.

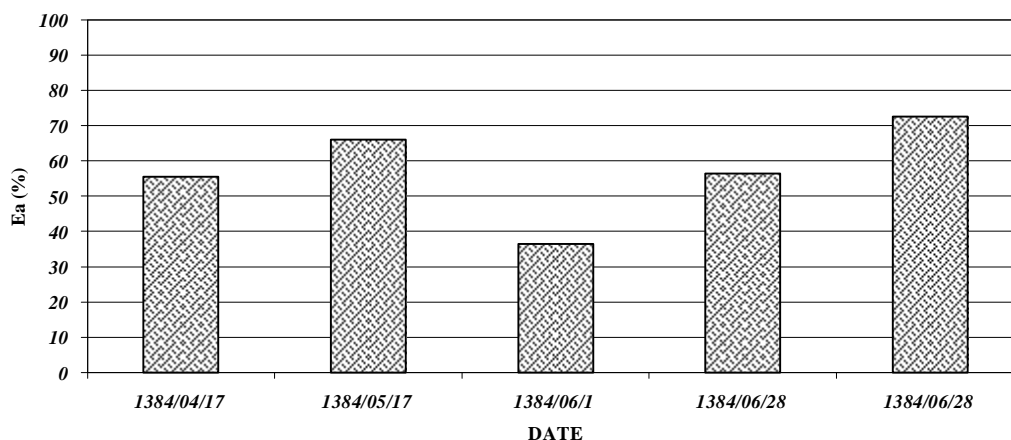


شکل (۶) نفوذ برای مزرعه یونجه تحت آبیاری بارانی ثابت با آبپاشهای متحرک

مقادیر متوسط شاخصهای توزیع یکنواختی ( $DU, CU$ ) با توجه به ۴ عدد اندازه گیری به ترتیب ۶۸ و ۵۵/۷ درصد بدست آمد شکل (۷). که متأثر از سرعت باد منطقه و بعضی از پارامترهای طراحی (فشار کارکرد و فاصله آبپاشها) می تواند باشد. در این مزرعه کمترین راندمان کاربرد آب ۳۶/۵ درصد و بیشترین آن ۷۲/۶ درصد و متوسط آن با توجه به ۵ عدد اندازه گیری در طول فصل آبیاری ۵۷/۴ درصد بدست آمد که این مقدار راندمان برای سیستم آبیاری بارانی ثابت کم محسوب می شود شکل (۸).



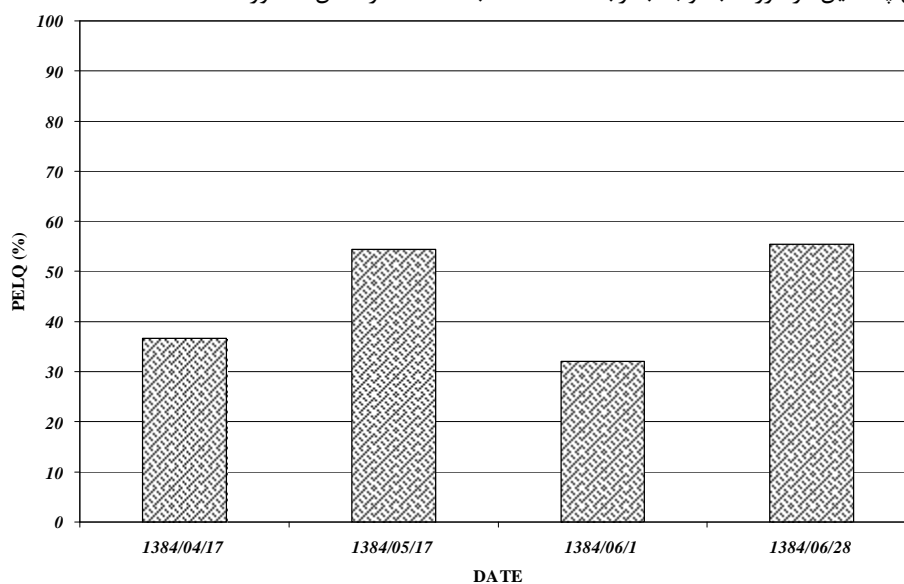
شکل (۷) تغییرات توزیع یکنواختی ( $DU, CU$ ) در طول فصل اندازه گیری در مزرعه یونجه تحت آبیاری بارانی ثابت با آبپاشهای متحرک



شکل (۸) تغییرات راندمان کاربرد آب در طول فصل اندازه‌گیری در مزرعه یونجه تحت آبیاری بارانی ثابت با آبپاشهای متحرک در جدول (۳) مقادیر شاخصهای ارزیابی سیستم آبیاری ثابت با آبپاش متحرک آورده شده است. جدول (۳) شاخصهای ارزیابی سیستم آبیاری ثابت با آبپاشهای متحرک

شاخصهای ارزیابی				نوبت اندازه گیری	نوع محصول	روش آبیاری
PELQ	CU	DU	Ea		یونجه	آبیاری بارانی ثابت
36.61	62.07	41.88	55.41	1		
54.44	78.01	64.42	65.93	2		
32.06	40.63	35.65	36.55	3		
48.14	74.17	63.22	56.48	4		
62.64	85.24	73.52	72.61	5		
32.06	40.63	35.65	36.55	Min		
62.64	78.01	73.52	72.61	Max		
46.78	68.02	55.74	57.4	Average		

مقادیر راندمان پتانسیل در مزرعه با توجه به رابطه (۳) محاسبه شد که در شکل (۹) آورده شده است.



شکل (۹) تغییرات (PELQ) در طول فصل اندازه‌گیری در مزرعه یونجه تحت آبیاری بارانی ثابت با آبپاشهای متحرک



#### ۴. نتیجه گیری

همانطور که در شکل (۵) و جدول (۲) مشاهده می شود راندمان کاربرد در سیستم آبیاری چرخدار خیلی پایین است . با توجه به این که مقدار  $CU, DU, PELQ$  سیستم نسبت به راندمان سیستم بسیار بالاتر هستند می توان علت پایین بودن راندمان کاربرد را به کاهش نفوذ پذیری زمین به مرور زمان عنوان کرد عبور ماشینهای کشاورزی سنگین برای برداشت محصول و جمع آوری آن از روی زمین از علل متراکم شدن خاک و کاهش نفوذ پذیری نام برد. در این مزرعه نفوذپذیری به مقداری رسیده بود که از نفوذ پذیری نهایی که در طراحی این سیستم مورد استفاده قرار گرفته بود کمتر شده بود که این عامل باعث ایجاد رواناب در سطح مزرعه می شد. این موضوع به روشنی در منحنی نفوذپذیری اندازه گیری شده نمایان است. با توجه به شکل (۲) نفوذپذیری نهایی خاک مزرعه به ۵ میلی متر رسیده بود در حالی که شدت پخش آبپاشها ۱۲ میلی متر اندازه گیری گردید.

بنابراین عمده بارش آبپاشها بصورت رواناب سطحی در مزرعه به راه می افتد. بنابراین عامل کاهش راندمان کاربرد آب در این سیستم آبیاری، مربوط به تلفات رواناب سطحی بود. تنها راهکار افزایش راندمان کاربرد آب در این سیستم کاهش رواناب سطحی می باشد که راه حل آن به نظر می رسد شخم عمیق و کشت مجدد یونجه تازه در این مزرعه باشد. یکی دیگر از مشکلات موجود در سیستم آبیاری بارانی با آبپاشهای متحرک سرعت زیاد باد در منطقه بود که یکنواختی کل سیستم را کاهش می داد. این موضوع نیز در شکل (۷) نشان داده شده است. مقدار کم شاخص  $PELQ$  در سیستم آبیاری ثابت با آبپاش متحرک نشان می دهد که سیستم کارایی بیشتری از این را در مزرعه با توجه به شرایط موجود در آن ندارد. ضمناً تغییرات فشار نیز در بین آبپاشها نسبتاً زیاد بود و بنظر می رسد که فواصل آبپاشها نیز با توجه به شرایط مناسب انتخاب نشده باشد شکل (۹).

#### منابع

- ۱- دادگر، فرجودی. ارزیابی آبیاری بارانی، ۱۳۵۵، انتشارات مهندسی زراعی
- ۲- سهرابی، ت. و امیدوار، م. ۱۳۸۱. بررسی عملکرد، مشکلات بهره برداری و فنی سیستم های آبیاری بارانی دوار در منطقه جوین خراسان. مجله علوم کشاورزی و عمران روستایی، جلد ۴، شماره ۱.
- ۳- سهرابی، ت. و ابراهیمی، ح. ۱۳۷۸. بررسی و ارزیابی عملکرد سیستم های آبیاری بارانی در سطح استان خراسان. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۰ شماره ۱.
- ۴- سهرابی، ت. و اصیل منش. ۱۳۷۷. ارزیابی عملکرد روش آبیاری بارانی عقبه ای (سنترپوت) در کرج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۲، شماره ۲

5. Christiansen, J, E, *Irrigation by sprinkling, bulletin 67, Agricultural Experiment station, University of California, Berkeley, California*

6. Lary, G. James. 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley & Sons*

