

آبیاری کوزه‌ای

بررسی امکان استفاده از کوزه‌های سفالی در آبیاری

موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک
پرهام جواهری

خلاصه

یک سری آزمایش و مشاهده جهت بررسی امکان استفاده از کوزه در آبیاری توسط موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک در سال ۲۵۳۴ انجام گردید که در آن : تراوش آب از کوزه بخاک ، لگه گیری کوزه و رشد گیاه در مجاورت کوزه مورد مطالعه قرار گرفت و اثرات فاکتورهای شکل ، حجم و جنس کوزه ، فشار و کیفیت آب داخل کوزه ، بافت خاک مزرعه و بالاخره میزان تبخیر آزاد آب در میزان تراوش آب از کوزه و مقدار شعاع پیاز رطوبتی و در صد رطوبت خاک بررسی شد . مطالعات انجام شده نشان داد که بکار گرفتن کوزه جهت آبیاری موفقیت آمیز است . بخاطر مزایایی که این سیستم نسبت به سیستم‌های دیگر آبیاری در بعضی از شرایط دارد لازمست که تحقیقات دامنه داری جهت بررسی امکانات مکانیزه کردن و اجرای اقتصادی آن در سطوح وسیع صورت گیرد .

پیش‌گفتار

هنگامی که با مر اعلیحضرت همایون شاهنشاه آریامهر تحقیقات مربوط به بررسی امکانات استفاده از سیستمهای نوین آبیاری مورد توجه قرار گرفت و مقرر گردید که مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک در این مورد اقدام نماید ، با مطالعه و بررسی تاریخ کشاورزی ایران ملاحظه گردید که بمنظور حداکثر بهره‌گیری از آب و جلوگیری از هدر رفتن آب در زراعت یک روش آبیاری با استفاده از کوزه در سالیان پیش در بعضی از مناطق کشور بخصوص مناطق حاشیه کویر متداول بوده است . طبق تحقیقات بعمل آمده زراعتین اشک زر و خرانق از توابع یزد تا دهه قبل نیز از این سیستم آبیاری برای کشت هندوانه استفاده مینموده‌اند . زارعین مناطق خشک بخاطر حداکثر بهره‌گیری از آب قلیل خود در مجاور هر بوته یک کوزه چال نموده آب مورد احتیاج بوته را درون کوزه ریخته و بوسیله تراوش تدریجی که آب از کوزه مینمود و بخاک اطراف ریشه میرسید عمل آبیاری را انجام میدادند . با بهره‌گیری از این فکر و روش کاملاً " ایرانی مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک امکان ادغام و ترکیب این سیستم قدیم آبیاری را با سیستمهای جدید

آبرسانی یعنی استفاده از لوله و فشار جهت بوجود آوردن یک سیستم کاملا " پیشرفته آبیاری و مناسب مناطق خشک مورد توجه قرار دارد . جهت رسیدن باین هدف ابتدا لازم بود که فاکتورهای مؤثر در آبدهی کوزه و حرکت آب و املاح از کوزه بخاک و ریشه مورد شناسائی قرار گیرد . بدین منظور در سال ۲۵۳۴ شاهنشاهی چند سری آزمایش و مشاهده در مرکز تحقیقات اصلاح خاک آهو چر بر روی کوزه توسط آقایان پرهام جواهری و اکرم زهدی کارشناس و کمک کارشناس این مؤسسه انجام گرفت که این نشریه گویای مطالعات انجام شده است . عناوین مطالعات و مشاهدات مختلفی که بدین منظور انجام گرفته عبارتند از :

— بررسی مقدماتی در مورد امکان تراوش آب از کوزه

— لگه گیری کوزه قبل از استفاده

— بررسی عوامل مربوط بکوزه در میزان تراوش آب

— بررسی اثر بافت خاک اطراف کوزه در میزان تراوش آب

— بررسی اثر فشار آب داخل کوزه در میزان تراوش آب

— عبور املاح از داخل بخارج کوزه

— رابطه میزان تبخیر از تشتک با تراوش کوزه

— مشاهده وضع رشد گیاه در جوار کوزه

— بررسی سایر مسائل جنبی کار

از آنجا که نتایج آزمایشات از نظر امکان گسترش این سیستم آبیاری درخشان و حائز کمال اهمیت است برنامه تحقیقات آبیاری کوزه ای تا دستیابی بیک روش کاملا " پیشرفته ادامه خواهد یافت و هم اکنون این برنامه در سطح نسبتا " وسیعی با روش نوین آبرسانی در مرکز تحقیقات اصلاح خاک آهو چر اجرا میگردد که نتایج آن پس از هردوره آزمایش منتشر خواهد شد .

بدینوسیله از زحمات آقای جواهری که در طرح و اجرای آزمایش صمیمانه تلاش نموده است تشکر میشود . ضمنا " قرائت این نشریه که تلاشی جهت شناسائی و بررسی مسائل آب و خاک مملکت ودگرگون نمودن آن جهت دستیابی بکشاورزی بهتر است بهمه مشتاقان توصیه مینماید . امید است که در آینده نزدیک نتایج درخشانتری از آزمایشات کوزه‌ای توسط این مؤسسه منتشر گردد و موفق گردیم مسائل گوناگون و فراوانی که در این زمینه پیش روی داریم حل نموده بیک سیستم نوین و پیشرفته آبیاری دست یابیم .

فیروز مهدوی

رئیس مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک

فصل اول

بررسی مقدماتی در مورد امکان تراوش آب از کوزه

قبل از طرح برنامه آزمایشات لازم بود که اقلاً "اطلاعات ابتدائی و خیلی سطحی از کوزه بدست آید و مهمتر از همه ضروری بود بوسیله یک آزمایش ساده مشخص شود که اگر کوزه‌ای در خاک قرار داده شود آیا میتواند آب داخل خود را بخاک اطراف منتقل نماید یا نه . گرچه صحبت آبیاری سنتی کوزه‌ای در نواحی حاشیه کویر بین کارشناسان آبیاری کشور شنیده میشد و مکرراً دیده میشد که در ایام نوروز از کوزه جهت سبزه کردن دانه گندم و بذور بقولات در هوای آزاد (نه در خاک) استفاده میشود ولی یک مشاهده ساده میتوانست مبنائی برای اجرای طرحهای بزرگ آزمایشی باشد . بدین منظور در فروردین سال ۲۵۳۴ شاهنشاهی چند کوزه باندازه‌های مختلف از بازار خریداری و در خاک داخل چند سطل نشاندند و درون کوزه‌ها از آب پر گردید . خالی شدن کوزه‌ها و مرطوب شدن خاک اطراف آنها نشانه امکان موفقیت در بهره‌گیری از کوزه در آبیاری بود . اندازه کوزه ، مقدار تقریبی تراوش آب و قطر خیس شده خاک در این مشاهده ایده‌هائی در مورد حجم کوزه‌های آزمایشی ونحوه اجرای آزمایشات آینده در اختیار اجرا کننده آزمایش گذاشت که در طرح برنامه‌های آزمایشات از آن استفاده گردید .

فصل دوم

لگه گیری کوزه قبل از استفاده

اکثر خاکهای ایران دارای مقادیر زیادی آهک میباشد اگر در موقع تهیه کوزه دقت کافی بعمل نیاید پودرهای آهک همراه خاک رس در بدنه کوزه کار گذاشته میشود . بین کوزه گران اصطلاحی است که میگویند گل کوزه میباشد خوب عمل آید در اینصورت آهک زنده نیز بمرده مبدل میشود . ولی عملاً "کوزه گران امروزی باین امر توجه کافی نمیکند و در نتیجه کوزه آنها را دارای ترکهای است و یا دارای لکه‌هائی از آهک میباشد . خریداران جهت اطمینان از عدم وجود ترک در کوزه بهنگام خرید در آن میدمند اگر هوا از کوزه خارج نشد کوزه سالم است . آزمایشات مرکز تحقیقات اصلاح خاک آهوچر نشان داد که حتی پس از دمیدن در کوزه نمیتوان از سالم بودن کوزه مطمئن بود و قبل از اینکه در خاک کار گذاشته شود و آب درون آن ریخته شود کوزه را میباشد یک شبانه روز در ظرفی خیساند . این عمل باعث میشود که آهکهای موجود در بدنه کوزه باز گردد و به استفاده کننده این امکان را بدهد که اگر مقدار آهک کم باشد کوزه را تعمیر نماید و اگر زیاد باشد از بکار بردن آن خود داری کند . اگر اینکار نشود و مستقیماً "کوزه در خاک کار گذاشته شود آب در کوزه‌های معیوب بصورت تراوش خارج نشده بلکه قطره قطره و یا بطور مداوم از آن خارج میگردد که در اینصورت هدف آبیاری کوزه‌ای که همانا تراوش آب بخاک است تامین نمیگردد . تعمیر محل باز شدن آهکها بوسیله مقدار کمی مخلوط سیمان و گچ امکان پذیر است .

فصل سوم

بررسی عوامل مربوط بکوزه در میزان تراوش آب

هدف :

پس از اطمینان از امکان تراوش آب از کوزه بخاک اولین مسئله و سئوالی که در تحقیقات آبیاری کوزه‌ای پیش می‌آید اینست که کوزه دارای چه مشخصاتی میباشد تا با شدت زیاد برای زراعت مورد نظر حداکثر بهره وری را داشته باشد . کوزه‌ها بوسیله چهار عامل جنس ، شکل ، حجم و حرارت کوزه از یکدیگر مشخص میشوند و این چهار فاکتور در آزمایش بررسی عوامل مربوط بکوزه مورد بررسی قرار گرفته‌اند .

طرح آزمایش :

فاکتورهای آزمایش عبارتند از سه جنس کوزه ، دو شکل ، دو حجم و دو حرارت بهنگام پخت کوزه بشرح زیر :

جنس کوزه : ○ = خاک خالص فتح آباد

۱ = مخلوط خاک فتح آباد و خاک سبک تپه فتح آباد بنسبت یک قسمت خاک سبک

و چهار قسمت خاک سنگین .

۲ = مخلوط بنسبت دو قسمت خاک سبک و سه قسمت خاک سنگین .

شکل کوزه : A = استوانه‌ای

B = گروی

حجم کوزه : L = حجم ۲۵۰ میلی لیتری

S = حجم ۱۵۰ میلی لیتری

حرارت کوزه : N = کوزه نزدیک بکوره بهنگام پخت

F = کوزه دور از کوره بهنگام پخت

بدین ترتیب سفارش ۲۴ نوع کوزه با فاکتورهای فوق هر کدام در ۳ تکرار جمعا ۷۲ کوزه بکارگشاده شد .

کوزه گر عملا " نتوانست تربیتانهای حرارت را بر روی کوزه‌ها پیاده نماید در نتیجه آزمایش با سه فاکتور جنس کوزه

(۰ ، ۱ ، ۲) ، دو فاکتور شکل کوزه (A و K) و دو فاکتور حجم کوزه (L و S) در ۵ تکرار جمعا " با ۶ کوزه

اجرا گردید . از هر تربیتان یک تکرار بعلت پریدگی آهک و یا متناسب نبودن شکل و حجم کوزه از آزمایش کنارگذاشته

شد بطوریکه در هر تربیتان بجای ۶ تکرار از ۵ تکرار کوزه استفاده شد .

تربیتانها بوسیله حرف K یا A نماینده شکل کوزه مشخص میگردد که بوسیله شماره‌های ۰ ، ۱ ، ۲ نماینده

جنس خاک دنبال میشود و با حروف S یا L - که گویای فاکتور حجمند خاتمه می‌یافت . بنابراین مثلا " علامت A₀S

نماینده تربیتانی است که کوزه دارای شکل استوانه‌ای ، جنس خالص فتح آباد و حجم ۱۵۰ میلی لیتری است .

نحوه اجرای آزمایش :

استقرار کوزه‌ها - تربیتانها کاملا " بصورت تصادفی در زمین پیاده گردید (شکل شماره ۱) . کوزه‌ها در هفت

ردیف و در هر ردیف ۹ کوزه کار گذاشته شد باستثناء ردیف هفتم که دارای ۶ کوزه بود . فاصله کوزه‌ها در هر ردیف

یک متر و فاصله ردیفها از یکدیگر ۲ متر بود .

از آنجا که آب میبایست از کوزه‌ها بطور مداوم تراوش نماید و لازمه اینکار اتصال کوزه‌ها بمخازن آب است و

همچنین بخاطر لزوم تعیین میزان تراوش آب از هر کوزه بطور جداگانه ، بهر کوزه یک مخزن آب متصل گردید . مخزن

آب هر کوزه از یک سیلندر بطول ۵۰ سانتیمتر و قطر ۱۰ سانتیمتر و از جنس پی وی سی تشکیل میشود که در انتهای

آن یک لوله باریک بقطر ۱ سانتیمتر و طول ۲/۵ سانتیمتر از همان جنس پی وی سی وصل شده بود . رابطه بین کوزه

و مخزن یک لوله ۱۰ سانتیمتری نرم پلاستیکی بود که از یکطرف بگردن کوزه و از طرف دیگر بلوله باریک انتهائی مخزن

وصل میشود . لازم بتذکر است که گردن کلیه کوزه‌ها باریک ساخته شده بود بطوریکه قطر خارجی آن حدود ۱/۵ سانتیمتر

بود . مخزن کوزه‌ها بکمک تیرهای فلزی دو متری که در دو طرف هر مخزن قرار داشت و همچنین بکمک طناب مستقیم

نگهداشته میشد .

خاک محل آزمایش - بافت خاک سیلتی کلی لوم میباشد و تجزیه شیمیائی خاک بهنگام شروع آزمایش نشان

داد که شوری خاک حدود ۲/۲ میلی موس در سانتیمتر و PH برابر ۸/۲ میباشد . مشخصات بیشتر خاک محل آزمایش

در نشریه فعالیتها و بررسیهای مرکز تحقیقات اصلاح خاک آهوچر (جواهری ۱۳۵۳) مندرج است .

آب آبیاری - کیفیت آب آبیاری خوب بوده و شوری آن حدود ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر میباشد .
اندازه‌گیریها - در طول آزمایش میزان تراوش روزانه کوزه‌ها از طریق محاسبه کسر آب درون مخازن اندازه‌گیری
گردید در ضمن قطر پیاز رطوبتی نیز در چند نوبت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت .

نتایج و تفسیر:

شکل ۲ متوسط تراوش روزانه از کوزه‌های ۵ تکرار ۱۲ تریتمان آزمایش را در طول ۲ ماه نشان میدهد . مقایسه
این شکلها با یکدیگر و با منحنی متوسط ۶ کوزه (کلیه تریتمانها) عدم وجود تفاوت بین تریتمانها را در میزان
آبدهی کوزه‌ها مشخص مینماید .

شکل ۳ شعاع پیاز رطوبتی تریتمانهای فوق را بیان مینماید . مقایسه ارقام با یکدیگر عدم وجود تفاوت بین
تریتمانها در شعاع پیاز رطوبتی متشکله در اطراف کوزه‌ها را معلوم میسازد . در این شکل تریتمانهایی تحت عناوین
ماه نیمه شور، شور و فشار دیده میشود که نشان دهنده عوامل خارجی کوزه‌میباشد و در مورد آنها بعداً " بحث خواهد
شد . غیر از ۱۶ کوزه مربوط باین تریتمانها سایر کوزه‌ها دارای فاکتورهای خارجی مشترک میباشند و میتوان تاثیر
عوامل مربوط بکوزه را در آنها مشاهده نمود . لازم بتذکر است که کلیه ۶ کوزه در ابتدا دارای هیچگونه تریتمان
خارجی نبودند و پس از گذشت ۲ تا ۳ ماه این تریتمانها بر روی ۱۶ کوزه آن پیاده شده است .

شکل ۴ - رابطه تراوش از کوزه و پیاز رطوبتی ۶۰ کوزه (۴ تکرار ۱۲ تریتمان) را در روز ۲۵۳۴/۵/۷ نشان میدهد .
این شکل بخوبی مشخص مینماید که هیچگونه اختلافی را نمیتوان بین تریتمانهای مختلف پیدا نمود . نقاط مربوط
بنکرارها و تریتمانهای مختلف در وسط گراف بصورت تصادفی پراکنده‌اند و نظم آشکار و یا تقریبی از نظر فاکتورهای
مورد بررسی که جنس و شکل و حجم کوزه است بین نقاط دیده نمیشود .

تجزیه و تحلیل آماری آزمایش نیز هیچگونه اختلافی را بین تریتمانها نشان نمیدهد ، بدین معنی که اثرات
اصلی جنس و شکل و حجم و اثرات متقابل جنس و شکل ، جنس و حجم و بالاخره شکل و حجم معنی دار نیست .
جداول میانگین آبدهی تریتمانها و LSD های مربوط بشرح زیر است . از آنجا که مقدار آبدهی بعضی از کوزه‌ها
بعلل مختلف از قبیل گرفتگی دهانه کوزه مورد اطمینان نبود ارقام مشکوک از محاسبات حذف گردید ، لذا در جداول
۱ ، ۲ ، ۳ و ۴ اعداد با ستاره تعداد تکرارشان یکی کمتر از اعداد بدون ستاره است . بدلیل متفاوت بودن تعداد
تکرار تریتمانها تعداد LSD ها بیشتر از حد معمول است .

جدول ۱ - میانگین اثر اصلی جنس و شکل و حجم کوزه در میزان تراوش
روزانه بر حسب میلی لیتر

تربتانه	میانگین	
K ₀ L	۵۷۱/۴ *	
K ₁ L	۷۲۳/۶	LSD ₁ = ۱۹۵/۰ (برای مقایسه میانگینهای بدون ستاره)
K ₂ L	۵۵۲/۹	LSD ₂ = ۲۰۶/۸ (برای مقایسه میانگینهای بدون ستاره و ستاره دار)
K ₀ S	۵۷۲/۴	LSD ₃ = ۲۱۸/۰ (برای مقایسه میانگینهای ستاره دار)
K ₁ S	۶۰۸/۹ *	C.O.V. = ۲۷% (ضریب تغییرات)
K ₂ S	۳۸۰/۹	
A ₀ L	۶۵۳/۱	
A ₁ L	۵۰۴/۰	
A ₂ L	۶۴۳/۵	
A ₀ S	۶۱۹/۵	
A ₁ S	۵۹۸/۵	
A ₂ S	۵۲۰/۹	
کل	۵۷۹/۲	

جدول شماره ۲ - میانگین اثر متقابل شکل و جنس کوزه بر روی
میزان تراوش روزانه بر حسب میلیمتر

متوسط	A	K	شکل جنس
۶۰۴/۱ *	۶۳۶/۳	۵۷۱/۹ *	0
۶۰۸/۸	۵۵۱/۳	۶۶۶/۳	1
۵۲۴/۶ *	۵۸۲/۲	۴۶۶/۹ *	2
۵۷۹/۲	۵۸۹/۹	۵۶۸/۴ *	متوسط

۱۳۷/۹	۱ - برای مقایسه اعداد بدون ستاره	
۱۴۱/۷	۲ - برای مقایسه اعداد بدون ستاره و یا ستاره دار	L.S.D. متن جدول :
۱۴۵/۳	۳ - برای مقایسه اعداد با ستاره	
۱۰۰/۰	۱ - برای مقایسه اعداد با ستاره	L.S.D. جنس :
۹۸/۸	۲ - برای مقایسه اعداد با ستاره و بی ستاره	
۸۱/۰		L.S.D. شکل :

جدول شماره ۳ - میانگین اثر متقابل حجم و جنس کوزه بر روی میزان تراوش روزانه بر حسب میلی لیتر

حجم جنس	S	L	متوسط
0	۵۹۶/۰	۶۱۲/۳	۶۰۴/۱ *
1	۶۰۳/۷	۶۱۳/۸	۶۰۸/۸
2	۴۵۰/۹ *	۵۹۸/۲	۵۲۴/۶ *
متوسط	۵۵۰/۲ *	۶۰۸/۱ *	۵۷۹/۲

L.S.D. متن جدول : مانند جدول ۲
 L.S.D. جنس : مانند جدول ۲
 L.S.D. حجم : ۸۱/۰

جدول ۴ - میانگین اثر حجم و شکل کوزه بر روی میزان تراوش روزانه بر حسب میلی لیتر

حجم جنس			متوسط
	۵۲۰/۷ *	۶۱۶/۰ *	۵۶۸/۴ *
	۵۷۹/۶	۶۰۰/۲	۵۸۹/۹
متوسط	۵۵۰/۲ *	۶۰۸/۱ *	۵۷۹/۲

متن جدول :
 ۱ - برای مقایسه اعداد بدون ستاره ۱۱۲/۶
 ۲ - برای مقایسه اعداد بدون ستاره و با ستاره ۱۱۴/۶
 ۳ - برای مقایسه اعداد با ستاره ۱۱۶/۵
 شکل : مانند جدول ۲
 حجم : مانند جدول ۳

بطور کلی از چهار فقره بررسی فوق میتوان نتیجه گرفت که در شرایط این آزمایش جنس و شکل و حجم کوزه ناشیری در آبدهی کوزه و شعاع پیاز رطوبتی ندارند . البته نمیتوان بطور قاطع تاثیر این سه فاکتور را رد نمود بلکه بعلت عدم یکنواختی در تهیه کوزه‌ها میتوان تفسیر کرد که در شرایط این آزمایش اختلاف موجود بین این فاکتورها کمتر از اختلافی است که از عدم امکان تهیه یکنواخت کوزه بوجود میآید و از آنجا که منبع تهیه کوزه برای آبیاری کوزه در حال حاضر کوزه گران شهرها و دهات میباشند و آنان با حداکثر دقت نیز نمیتوانند کوزه‌های یکنواختی تهیه کنند لذا حجم و شکل و جنس کوزه در صورتیکه در محدوده تغییرات موجود در این آزمایش باشند تاثیری در کمی و یازیادی آبدهی کوزه و شعاع پیاز رطوبتی ندارند .

فصل چهارم

بررسی اثر بافت خاک اطراف کوزه در میزان تراوش آب

هدف :

آب تراوش یافته بسطح خارجی کوزه توسط نیروی کاپیلاری در خاک جایجا میشود . از آنجا که بافت خاک در انتقال آب مؤثر میباشد دو بافت سبک و سنگین برای مطالعه انتخاب گردید .

طرح آزمایشی :

فاکتورهای آزمایش عبارتند از دو بافت خاک اطراف کوزه :

T_1 = خاک سنگین با بافت سیلتی کلی لوم

T_2 = خاک سبک با بافت شن

که هر یک در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت .

نحوه اجرای آزمایش :

در تاریخ ۲۲ شهریور ۲۵۳۴ تعداد ۸ کوزه از میان ۶۰ کوزه مستقر در آزمایش سوم انتخاب و خاک سیلتی کلی لوم اطراف ۴ کوزه بشعاع و عمق نیم متر با ماسه‌ای که از الک دو میلیمتری گذشته بود تعویض گردید . فشار آب داخل کوزه‌ها ۴۰ سانتیمتر آب ، غلظت آب آبیاری ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر برای ۸ کوزه ثابت گرفته شد .

اندازه‌گیریها عبارت بودند از تعیین تراوش روزانه کوزه قبل و بعد از ۲۲ شهریور ، تعیین شعاع پیاز رطوبتی و محاسبه در صد وزنی رطوبت خاک اطراف کوزه‌ها .

نتایج و تفسیر :

شکل ۵ میزان تراوش آب از کوزه‌ها قبل و بعد از تعویض خاک اطراف کوزه‌ها را نشان میدهد . خطوط ترسیم شده وسیله خط و نقطه در این شکل زمان تعویض محیط اطراف کوزه‌ها را مشخص مینماید ، یکی از تکرارهای تربتمان T_2

بر روی کوزه‌های گذارده شد که تراوش روزانه آن قبل از تعویض محیط بسیار کم شده بود (کوزه ۵۹) و هدف این بود که مشخص شود تعویض محیط آیا میتواند تراوش کوزه را بوضع معمولی باز گرداند یا خیر . تراوش روزانه از کوزه‌های ۷ ، ۱۸ ، ۴۴ و همچنین کوزه کم تراوش ۵۹ در اثر تغییر بافت خاک اطراف کوزه هیچگونه تغییری نکرد و این موضوع از مقایسه کوزه شماره ۷ با کوزه ۸ و کوزه ۴۴ با ۴۶ مشخص میشود (شکل ۶) . در بافت خاک اطراف کوزه‌های ۸ و ۴۶ هیچگونه تغییری داده نشده است و این کوزه‌ها جزء تربیتمان T_1 میباشد .

در شکل ۷ ملاحظه میشود که تغییر بافت محیط اطراف کوزه در تراوش روزانه کوزه همانطور که بحث شد تغییری ایجاد نمینماید و تراوش روزانه کوزه پس از آنکه محیط اطراف تعویض گردید رقمی حدود متوسط تراوش سایر کوزه‌ها را نشان میدهد و اگر این تراوش در دو کوزه از کوزه های تربیتمان T_2 در حد متوسط سایر کوزه‌ها نیست بعلت آنستکه تراوش این کوزه‌ها قبل از تعویض محیط اطراف کوزه نیز کم بوده است . علیرغم عدم تغییر میزان تراوش آب از کوزه شکل ۷ نشان میدهد که شعاع پیاز رطوبتی خاک اطراف کوزه بستگی به بافت خاک دارد و در ماسه بیش از سیلتی کلی لوم میباشد (در کوزه شماره ۵۹ پیاز رطوبتی بعلت عدم آبدهی تشکیل نگردید) . ارقام شعاع پیاز رطوبتی کوزه های تربیتمان T_2 در شکل ۳ مشخص است و میتوان با ارقام سایر کوزه‌ها مقایسه نمود . کمی قدرت نگهداری آب در خاکهای سبک و پائین بودن در صد رطوبت در حالت‌های اشباع و حد مزرعه در این خاکها علت اصلی ازدیاد شعاع پیاز رطوبتی است . در جدول ۵ در صد وزنی رطوبت خاک تا فاصله ۵۰ سانتیمتری کوزه مشخص است . از بررسی ارقام رطوبتی تربیتمان ماسه (کوزه‌هایی که خاک محیط اطرافشان با ماسه تعویض شده) با تربیتمان ساده که دارای بافت سنگین کلی لوم در محیط اطراف است ملاحظه میشود که رطوبت محیط ماسه‌ای اطراف کوزه بر مراتب کمتر از محط سیلتی کلی لوم است و تقریباً "ثلث آن میباشد" . هر چه از کوزه دور میشویم رطوبت محیط میبایستی کمتر شود (بطوریکه کلیه تربیتانهای جدول ۵ نشان میدهد) و این مورد تا فاصله ۳۰ سانتیمتری کوزه‌ها در تربیتمان ماسه‌ای صدق مینماید ولی از این فاصله بعد میزان رطوبت بیشتر میشود علت این امر اختلاط خاک سیلتی کلی لوم از فاصله ۳۰ سانتیمتری کوزه با ماسه تعویضی است و وجود این اختلاط باعث سنگین شدن جنس بافت محیط و بالا رفتن میزان نگهداری آب در آن شده است .

بطور کلی میتوان گفت که محیط ماسه‌ای اطراف کوزه با مقایسه به محیط سیلتی کلی لوم ، دارای :

۱ - تراوش یکسان آب از کوزه بخاک

۲ - شعاع بزرگتر پیاز رطوبتی

۳ - رطوبت کمتر خاک در پیاز رطوبتی

میباشد که میتوان هر سه را با هم ارتباط داد یعنی بهنگامی که تراوش از کوزه در دو تربیتمان بافت اطراف کوزه یکسان باشد و قدرت نگهداری رطوبت در یکی کمتر از دیگری باشد بالنتیجه انتظار بزرگتر بودن شعاع پیاز رطوبتی را میبایستی داشت .

جدول ۵ در صد وزنی رطوبت نمونه خاک تریتمانه‌های مختلف

تریتمان
فاصله نمونه
از کوزه
(سانتیمتر)
% وزنی رطوبت خاک در تاریخهای :
۵۴/۸/۲۷ ۵۴/۸/۲۰ ۵۴/۸/۱۹
و برای کوزه‌های :

کوزه	کوزه	کوزه	فاصله نمونه از کوزه (سانتیمتر)	تریتمان
۳۹	۳۰	۱۳		ساده
۲۶/۸۲	۲۶/۲۰	۲۵/۲۵	۱۰	
۲۱/۹۶	۱۹/۸۲	۱۵/۵۸	۲۰	
۱۳/۷۰	۱۱/۹۲	۱۱/۹۱	۳۰	
۱۳/۲۶	۱۱/۱۷	۱۱/۴۸	۴۰	
۱۲/۲۰	۱۰/۷۳	۱۰/۴۴	۵۰	
۴۵	۲۸	۱۴		آب شور
۲۸/۵۷	۲۹/۴۰	۲۷/۸۱	۱۰	
۲۴/۱۴	۲۵/۴۶	۲۲/۳۹	۲۰	
۲۲/۱۴	۱۸/۴۱	۱۳/۳۷	۳۰	
۱۰/۶۸	۱۱/۹۱	۱۲/۰۲	۴۰	
۱۱/۹۳	۱۲/۰۱	۱۱/۹۶	۵۰	
۵۱	۳۵	۱۵		آب نیمه‌شور
۲۷/۳۴	۲۷/۱۲	۲۹/۵۵	۱۰	
۲۲/۳۱	۲۳/۵۹	۲۳/۳۴	۲۰	
۱۶/۶۵	۱۷/۸۱	۱۶/۹۳	۳۰	
۱۲/۰۴	۱۱/۴۹	۱۱/۹۲	۴۰	
۱۱/۳۶	۱۰/۹۹	۱۲/۱۷	۵۰	
۵۹	۴۴	۱۸		ماسه
۷/۶۲	۶/۶۹	۸/۳۸	۱۰	
۲/۵۷	۴/۹۸	۷/۰۶	۲۰	
۲/۱۰	۸/۳۷	۴/۹۴	۳۰	
۷/۲۶	۱۰/۹۲	۱۱/۶۶	۴۰	
۹/۹۶	۱۰/۹۸	۱۱/۶۸	۵۰	
۵۳	۳۳	۳		فشار
۲۹/۰۰	۲۵/۱۹	۲۸/۷۱	۱۰	
۲۵/۱۹	۱۸/۷۲	۲۴/۱۱	۲۰	
۲۲/۷۱	۱۱/۷۸	۱۷/۸۸	۳۰	
۱۳/۴۴	۱۱/۰۰	۱۲/۶۹	۴۰	
۱۰/۷۳	۱۱/۷۸	۱۰/۸۵	۵۰	

فصل پنجم بررسی اثر فشار آب داخل کوزه در میزان تراوش آب

هدف :

کوزه از یک محوطه خالی تشکیل شده که اطراف آن بوسیله یک جنس متخلخل گرفته شده است وقتی که آب داخل محوطه خالی داخلی دارای فشار باشد خروج آب از بدنه کوزه تحت قانون داری می باشد که آنرا میتوان بصورت زیر نوشت .

$$Q = AK \frac{H}{D}$$

قانون داری جریان آب را در محیطهای متخلخل اشباع مشخص مینماید . با قبول متخلخل بودن بدنه کوزه این قانون را میتوان برای حرکت آب از داخل بخارج کوزه نیز تعمیم داد در اینصورت اجزاء فرمول فوق در شرایط حرکت آب از کوزه دارای تعاریف زیر میباشد :

Q = مقدار تراوش آب کوزه (سانتیمتر مکعب در شبانه روز)

A = مساحت سطح بدنه داخلی کوزه (سانتیمتر مربع)

H = فشار آب داخل کوزه (سانتیمتر)

D = ضخامت بدنه کوزه (سانتیمتر)

K = ضریب آبدگری بدنه کوزه (سانتیمتر در شبانه روز)

طبق فرمول فوق فشار آب میبایستی بر روی میزان تراوش کوزه تاثیر بگذارد مگر آنکه این فرمول در مورد کوزه صدق ننماید . آزمایش پنجم تحقیقی است بر روی تاثیر کلی فشار آب بر روی میزان تراوش روزانه کوزه ها .

طرح آزمایش :

فاکتورهای آزمایش عبارتند از دو فشار آب داخل کوزه :

H_1 = فشار آب داخل کوزه ۴۰ سانتیمتر

H_2 = فشار آب داخل کوزه ۱۴۰ سانتیمتر

که هر یک در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت .

طول سلندرهاي مخزن آب که بر روی کوزه ها سوار میشد ۴۰ سانتیمتر بود بنابراین حداقل فشار آب ۴۰ سانتیمتر انتخاب گردید و از آنجا که فشار ۴۰ سانتیمتر آب برای خیساندن خاک " طبق ارقامی که موجود بود " تقریباً " کافی بنظر میرسید لذا یک تریتمان دیگر با فشار ۱۴۰ سانتیمتر آب (یک متر اختلاف با تریتمان قبلی) نیز انتخاب شد و از انتخاب تریتمان دیگر با فشار بیشتر خود داری گردید .

نحوه اجرای آزمایش :

در تاریخ ۱۲ مهر ۲۵۳۵ فشار آب داخل کوزه شماره ۳۳ و در تاریخ ۱۴ مهر فشار آب کوزه های شماره ۳، ۱۹، ۱۵۳ از ۴۰ سانتیمتر به ۱۴۰ سانتیمتر تغییر داده شد . لوله پلاستیکی اتصال بین سلندر و گردن کوزه بطول یکصد و شش سانتیمتر انتخاب گردید که ۶ سانتیمتر آن گردن کوزه و همچنین لوله پی وی سی باریک انتهای سلندر را میپوشانید . در تاریخ ۱۲ آذر ۲۵۳۴ یکی دیگر از کوزه ها (کوزه شماره ۱۱) که با فشار ۴۰ سانتیمتری آب مقدار آبدهی بسیار

ناچیزی داشت بمخزنی بارتفاع ۱۴۰ سانتیمتر وصل شد تا اثر فشار بیشتر بر روی این کوزه که آبدهی آن بصفر نزدیک شده بود بررسی گردد .

اندازه گیریها عبارت بودند از :

۱ - تراوش روزانه کوزه قبل و بعد از تغییر فشار

۲ - شعاع پیاز رطوبتی

۳ - درصد وزنی رطوبت خاک اطراف کوزه

نتایج و تفسیر :

شکل ۸ میزان تراوش آب از کوزه ها را قبل و بعد از تغییر فشار آب نشان میدهد . تراوش روزانه از کوزه های شماره ۳ ، ۱۹ ، ۳۳ ، ۵۳ در اثر تغییر فشار آب یکمرتبه زیاد گردید و تقریبا " بدو برابر مقدار اولیه خود رسید بطوریکه تغییرات آبدهی کوزه را قبل و بعد از تغییر فشار میتوان بصورت جدول ۶ نوشت :

جدول ۶ - مقایسه آبدهی کوزه ها قبل و بعد از تغییر فشار آب

شماره کوزه	تاریخ تعویض	تاریخ قرائت قبلی	آبدهی قبلی (میلی لیتر)	تاریخ قرائت بعدی	آبدهی بعدی (میلی لیتر)
۳	۳۴/۷/۱۴	۳۴/۷/۱۴	۵۰۰	۳۴/۷/۲۱	۱۰۷۰
۱۹	۳۴/۷/۱۴	۳۴/۷/۱۴	۴۱۰	۳۴/۷/۲۱	۸۰۰
۳۳	۳۴/۷/۱۲	۳۴/۷/۷	۳۳۰	۳۴/۷/۱۴	۶۸۰
۵۳	۳۴/۷/۱۴	۳۴/۷/۱۴	۵۳۰	۳۴/۷/۲۱	۱۱۹۰
۱۱	۳۴/۹/۱۲	۳۴/۹/۳	۲۵	۳۴/۹/۱۳	۲۹۰

ازدیاد فشار از ۴۰ به ۱۴۰ سانتیمتر یعنی به $\frac{3}{5}$ برابر مقدار اولیه باعث افزایش حدود ۲ برابر در میزان آبدهی کلیه کوزه ها غیر از کوزه شماره ۱۱ گردید . در کوزه ۱۱ بعلت آنکه قبلا " گرفتگی در منافذ بوجود آمده بود ، ازدیاد فشار باعث برطرف شدن این انسداد شد و بنابراین میزان آبدهی آن خیلی بیش از ۲ برابر افزایش یافت . این کوزه در ابتدا دارای تراوشی برابر ۳۸۰ میلی لیتر در روز بود که ظرف ۱۵ روز بشدت و بصورت لگاریتمی این میزان تراوش پائین افتاد و بمقدار ۵۰ میلی لیتر در روز رسید .

از آنجا که تراوش روزانه هر کوزه در طول زمان ثابت نبوده و مرتب کم میگردد جهت مقایسه نسبت تنزل بین آبدهی کوزه تحت فشار بیشتر با کوزه تحت فشار کمتر دو کوزه نزدیک با یکدیگر انتخاب و منحنی تغییرات تراوش روزانه آنها با یکدیگر مقایسه گردید . شکل ۹ چگونگی این مقایسه را برای کوزه های شماره ۱۹ (تحت فشار ۱۴۰ سانتیمتر) و کوزه ۱۷ (تحت فشار ۴۰ سانتیمتر) نشان میدهد . با جابجائی منحنی تراوش روزانه کوزه شماره ۱۷ با اندازه ۹۰ میلی لیتر بطرف پائین شکل ، قسمت ابتدائی دو منحنی که مربوط بزمان قبل از تغییر فشار میباشد بر روی هم منطبق میگردد . این جابجائی مقایسه آبدهی دو کوزه را پس از تغییر فشار امکان پذیر مینماید . انطباق دو قسمت اولیه منحنی تراوش آب دو کوزه بر روی یکدیگر (با اختلاف ۹۰ میلی لیتر) نشان میدهد که آبدهی دو کوزه در اثر

مور زمان بیکسان پائین میافتد و اگر فشار آب کوزه شماره ۱۹ تغییر نمیکرد قسمت دوم منحنی آن نیز میبایست بر روی قسمت دوم منحنی کوزه ۱۷ منطبق گردد و عدم انطباق این قسمت از دو منحنی بر روی یکدیگر اثر فشار را بر روی آبدهی مشخص مینماید . با مراجعه بستون ۳ از جدول شماره ۷ میتوان حدس زد که اگر فشار کوزه شماره ۱۹ تغییری نمیکرد و همان ۴۰ سانتیمتر باقی میماند تراوش روزانه کوزه در طول ۷ هفته بعد چه مقدار میتوانست باشد و مقایسه بستون ۴ با بستون ۳ جدول ۷ نشان میدهد که در طول ۷ هفته بعد از تغییر فشار ، مقدار تراوش از کوزه با فشار آب ۱۴۰ سانتیمتری حدود ۲ برابر مقدار تراوش آب از کوزه با فشار آب ۴۰ سانتیمتری میباشد .

جدول ۷ - قرائت‌های هفتگی تراوش روزانه از کوزه‌های تحت فشار آب ۴۰ و ۱۴۰

سانتیمتر				
تعداد هفته بعد از تغییر فشار	تراوش روزانه کوزه ۱۷ (میلی لیتر)	۹۰ میلی لیتر کمتر از تراوش بستون ۲	تراوش روزانه کوزه ۱۹ (میلی لیتر)	نسبت افزایش تراوش در اثر تغییر فشار
۰	۵۰۰	۴۱۰	۴۱۰	۱/۰۰
۱	۴۸۰	۳۹۰	۸۰۰	۲/۰۵
۲	۴۴۰	۳۵۰	۶۹۰	۱/۹۷
۳	۴۰۰	۳۱۰	۵۹۰	۱/۹۰
۴	۳۹۰	۳۰۰	۵۹۰	۱/۹۷
۵	۳۸۰	۲۹۰	۵۷۰	۱/۹۷
۶	۳۳۰	۲۴۰	۵۱۰	۲/۱۲
۷	۳۶۰	۲۷۰	۴۸۰	۱/۷۸

مقدار بیشتر تراوش آب از کوزه‌های تحت فشار ۱۴۰ سانتیمتر نسبت بکوزه‌های با فشار ۴۰ سانتیمتر از روی شکل ۱۰ نیز مشخص میباشد . کوزه‌های با فشار بیشتر آب دارای تراوشی بیشتر نسبت بمعدل سایر کوزه‌ها میباشد ، از روی این شکل مشخص میشود که شعاع پیاز رطوبتی این کوزه‌ها نیز تقریباً "بیشتر از معدل سایر کوزه‌ها میباشد ولی این اختلاف چندان زیاد نمیشود .

مقدار رطوبت خاک اطراف کوزه‌های با فشار ۱۴۰ سانتیمتر نسبت بکوزه‌های ساده (فشار ۴۰ سانتیمتر) تا فاصله ۳۰ سانتیمتری کوزه بیشتر میباشد ولی از فاصله ۴۰ تا ۵۰ سانتیمتری اختلاف چندان محسوس نیست (جدول ۵) . استفاده از فرمول داری و ارقام بدست آمده از این آزمایش جهت بررسی حرکت آب از داخل بخارج کوزه نشان میدهد که با افزایش ۳/۵ برابر فشار آب مقدار تراوش ۲ برابر گردیده است و چون فرض بر آنست که اشباع ، قطر و سطح داخلی بدنه کوزه ها ثابت میباشد لذا این دو نسبت میبایستی برابر یکدیگر گردند .

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{H_1}{H_2}$$

عدم انطباق نسبت فشار به نسبت تراوش در کوزه‌ها نمایانگر آنست که حرکت آب در کوزه‌ها نمیتواند فقط تابع خود کوزه باشد و خاک مرطوب اطراف کوزه از نظر ضخامت و شدت رطوبت که بر روی K موئینگی تاثیر میگذارد بر روی تراوش آب از داخل کوزه بخواک مؤثر میباشد . همانطور که قبلاً ذکر شد فرمول داری برای محیطهای اشباع صادق است ولی در محیطهای غیر اشباع نیز از آن میتوان استفاده نمود بشرط آنکه بجای از K اشباع (ضریب موئینگی) از غیر اشباع (ضریب هدایت K موئینگی) استفاده نمود (ریچاردز ۱۹۳۱) . تحقیقات بعمل آمده نشان میدهد که با تغییر رطوبت یک خاک K موئینگی نیز تغییر مییابد (گاردنر ۱۹۵۸) .

فصل ششم عبور املاح از داخل بخارج کوزه

هدف :

در کوزه‌های معمولی که برای شرب در کلیه نقاط روستائی کشور مورد استفاده است وجود املاح در آب باعث گرفتگی کوزه پس از مدتی میشود . عدم قدرت خنک نمودن آب داخل کوزه پس از مدتی نشانه عدم تراوش آب از کوزه میباشد که علت آن گرفتگی خلل و فرج کوزه از املاح میباشد . آب بهنگام تبخیر مقداری حرارت اطراف خود را میگیرد و بنابراین آب تراوش یافته از کوزه که بعرق کوزه مشهور است بهنگام تبخیر در هوای آزاد بدنه کوزه و آب داخل آنرا خنک مینماید و خنک نشدن آب داخل کوزه میتواند دلیل عرق نمودن کوزه یا عدم تراوش آب از کوزه باشد . آب تراوش یافته به اطراف کوزه شرب (عرق این کوزه‌ها) در هوای آزاد بلافاصله تبخیر میگردد و املاح محلول آب را روی جدار خارجی کوزه جا میگذارد ولی در کوزه‌های آبیاری بعلت عدم تماس عرق کوزه با هوای آزاد و بخاطر تماس باذرات خاک این آب بلافاصله تبخیر نمیشود بلکه همراه با املاح محلول خود بوسیله حرکت موئینگی بخاک انتقال مییابد که در آنجا در اثر تبخیر و تعرق از دست میرود . این اختلاف در محل تبخیر باعث میشود که نتایج مشاهدات گرفتگی کوزه شرب برای کوزه‌های آبیاری قابل تعمیم نباشد لذا ضروری است که حرکت املاح در این کوزه‌ها بوسیله مشاهدات و آزمایشات جداگانه مشخص گردد که آزمایش زیر جهت همین منظور میباشد .

طرح آزمایش :

سه کیفیت آب آبیاری برای این آزمایش انتخاب شد که بوسیله آنها سلندر کوزه‌ها مرتب پر میگردد . این سه کیفیت آب تشکیل سه تریتمان زیر را در این آزمایش میدهد .

$Q_1 =$ آب شیرین چاه ایستگاه آهوچر با شوری یک میلی موس در سانتیمتر

$Q_2 =$ آب نیمه‌شور که از امتزاج ۴ به ۳ آب آبیاری با آب داخل زهکش ایستگاه آهوچر بدست میآید با شوری متوسط ۱۸ میلی موس در سانتیمتر .

$Q_3 =$ آب شور که از امتزاج ۳ به ۴ آب آبیاری با آب داخل زهکش ایستگاه آهوچر بدست میآید با شوری متوسط ۲۳ میلی موس در سانتیمتر .

که هر یک در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت . سایر فاکتورهای آزمایش در سه تریتمان ثابت فرض گردید . این فاکتورها عبارت بودند .

۱- فشار آب داخل کوزه : ۴۰ سانتیمتر

۲- خاک اطراف کوزه : سیلنتی کلی لوم

و از آنجاکه شکل و حجم و جنس کوزه طبق آزمایشات قبلی تاثیری در میزان آبدهی کوزه‌ها نداشت بعلت محدودیتهای تعداد کوزه‌ها سعی در یکنواخت بودن آنها بعمل نیامد .

نحوه اجرای آزمایش :

در تاریخ ۵۴/۵/۲۸ کیفیت آب آبیاری بعضی از کوزه‌ها عوض شد ، بطوریکه از این تاریخ کوزه‌های شماره ۱۵ ، ۲۳ ، ۲۵ ، ۵۱ با آبی که از امتزاج ۴ به ۳ آب چاه ایستگاه به آب داخل زهکش تهیه شده بود و کوزه‌های شماره ۱۴ ،

۲۸ ، ۴۳ ، و ۴۵ با آبی که از امتزاج ۳ به ۴ آب چاه ایستگاه به آب داخل زهکش تهیه شده بود آبیاری گردیدند . قبل از این تاریخ کلیه کوزه‌ها با آب چاه ایستگاه آهوجر بشوری ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر آبیاری میگردد . اندازه‌گیریها عبارت بودند از :

۱ - تراوش روزانه کوزه قبل و بعد از تغییر غلظت آب آبیاری

۲ - شعاع پیاز رطوبتی

۳ - در صد وزنی رطوبت خاک اطراف کوزه

۴ - غلظت آبهای تهیه شده جهت آبیاری

۵ - غلظت املاح خاک اطراف کوزه

نتایج و تفسیر :

شکل ۱۱ تراوش آب از کوزه‌های تربتمان آبیاری با آبی بغلظت ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر ، شکل ۱۲ تراوش آب قبل و بعد از تغییر غلظت آب آبیاری از ۱۰۰۰ به ۱۸۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر چهار کوزه و شکل ۱۳ تراوش آب چهار کوزه دیگر قبل و بعد از تغییر غلظت آب آبیاری از ۱۰۰۰ به ۲۳۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر را نشان میدهد . مقایسه منحنیهای این سه شکل با یکدیگر اختلافی در میزان تراوش آب از کوزه در تربتمانهای مختلف را مشخص نمی نماید . شکل ۱۴ میزان تراوش آب از سه کوزه مجاور یکدیگر که با سه آب بغلظتهای مختلف مشروب میگردد نشان میدهد و عدم وجود اختلاف در میزان تراوش کوزه‌ها در شکل روشن و مشخص است . این امر نشان دهنده اینست که حتی سه ماه پس از تغییر غلظت آب داخل کوزه‌ها ، هیچ گرفتگی در داخل منافذ کوزه‌ها بخاطر املاح موجود در آب پیش نیامده است . بزبان دیگر تراوش از کوزه تحت تاثیر شوری آب آبیاری قرار نگرفته است .

در شکل ۱۵ ملاحظه میشود که تراوش آب از کوزه‌های تربتمان آبیاری با آب ۱۸۰۰۰ و ۲۳۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر مانند سایر کوزه‌های آبیاری شده با آب ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر میباشد و اگر یکی از کوزه‌های آبیاری با آب ۲۳۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر دارای مقدار آبدهی کم است باید توجه داشت که کمی مقدار تراوش از این کوزه بعلت گرفتگی کوزه در اثر شوری آب آبیاری نمیشود و این کوزه از قبل از تعویض آب آبیاری خود دارای آبدهی کم بوده است و علت انتخاب آن همانند علت انتخاب کوزه‌های کم تراوا در آزمایش تاثیر فشار آب داخل کوزه و تاثیر بافت خاک اطراف کوزه بخاطر مشاهده امکان افزایش قدرت تراوش کوزه بعلت تغییر فاکتور مورد مطالعه میباشد . در شکل ۱۵ همچنین مشاهده میشود که شعاع پیاز رطوبتی در اطراف کوزه‌های آبیاری با آب شور بیشتر از کوزه‌های آبیاری شده با آب شیرین است و اگر بجدول ۵ مراجعه شود دیده میشود که بیشترین رطوبت خاک در اطراف کوزه‌های تربتمان آب شور (آبیاری با آب به شوری ۲۳۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر) است و کمترین مربوط بکوزه تربتمان آب شیرین ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر (تحت عنوان ساده) میباشد و رطوبت خاک در اطراف کوزه‌های تربتمان آبیاری با آب ۱۸۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر (آب نیمه شور) ، با وجودیکه تقریباً " نزدیک بتربتمان آب شور است ولی از آن کمتر میباشد .

بطور خلاصه در این سری آزمایش دیده شد که در اثر شور شدن آب آبیاری :

۱ - تراوش روزانه کوزه تغییر نکرد .

۲ - قطر پیاز رطوبتی زیاد شد .

۳ - در صد رطوبت خاک در اطراف کوزه زیاد گردید .

گرچه این سه فاکتور تراوش ، قطر و رطوبت با یکدیگر روابطی دارند که اگر اولی ثابت باشد با زیاد شدن دومی ، مقدار سومی میبایستی کم شود ولی با مراجعه بجواهری (۲۵۳۵) میتوان حدس زد که دلیل افزایش همزمان قطر پیاز رطوبتی و در صد رطوبت خاک ، کم شدن قدرت تبخیر آب از خاک بهنگام شور بودن آب موجود در خاک میباشد .

فصل هفتم

رابطه میزان تبخیر از تشتک با تراوش از کوزه

هدف :

طبق نتایج آزمایش فصل پنجم میزان تراوش آب از کوزه تنها بفشار آب بستگی ندارد و محل عبور آب یعنی بدنه کوزه و قطر خیس شده خاک اطراف کوزه نیز در این میزان مؤثر میباشند . در آن فصل تاثیر ضریب هدایت موئینگی خاک (K غیر اشباع) در میزان تراوش آب دیده شد و بیان گردید که این ضریب در یک خاک ثابت نیست و با تغییر رطوبت تغییر مینماید . در این صورت تاثیر رطوبت خاک در میزان تراوش آب از کوزه مشخص گردید . فرمول داری را میتوان برای حرکت آب در خاکهای غیر اشباع بکار برد مشروط بر آنکه بجای ضریب آبدگری حالت اشباع از ضریب آبدگری حالت غیر اشباع (ضریب هدایت موئینگی) که متأثر از رطوبت خاک است در فرمول استفاده شود . در این صورت H نماینده فشار موئینگی خاک است که مجموع مکش خاک S و قوه ثقل Z یعنی $(-S+Z)$ میباشد . در حرکت افقی آب فشار موئینگی تنها برابر مکش است از طرف دیگر مقدار ضریب هدایت موئینگی نیز به مکش خاک بستگی دارد ، هر چه مکش خاک زیادتر شود یعنی خاک خشکتر گردد ضریب هدایت موئینگی خاک کمتر میشود . بدین ترتیب حرکت آب در خاک غیر اشباع به مکش خاک بستگی دارد و عاملی که باعث کم و زیاد و یا ثابت ماندن مکش خاک میشود فاکتورهای تعادل آبی خاک میباشد . آب خاک اطراف کوزهها از طریق تراوش از کوزه (در صورت عدم بارندگی) تامین میشود و بعلت غیر اشباع بودن خاک و نداشتن آب ثقلی ، این آب فقط از طریق تبخیر و تعرق از ناحیه خارج میشود بنابراین فاکتور بسیار مهم در مکش خاک و در نتیجه حرکت آب از کوزه بخاک میزان تبخیر و تعرق میباشد و از آنجا که رابطه ای بین تبخیر و تعرق و تبخیر از تشتک وجود دارد میبایستی رابطه ای بین تراوش از کوزه و تبخیر از تشتک وجود داشته باشد .

نحوه بررسی :

بمنظور بررسی رابطه بین تراوش از کوزه و تبخیر از تشتک مقادیر تراوش سه کوزه که دارای آبدهی متفاوت بودند و همچنین متوسط میزان تراوش از ۴۴ کوزه با میزان تبخیر از تشتک کلاس A مقایسه گردید . کوزههایی که ارقام تراوش آب از آنها مورد استفاده قرار گرفت کوزههای ساده میباشند که مشخصات فاکتورهای آن عبارت بودند از : غلظت آب آبیاری برابر ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر ، فشار داخل کوزه ۴۰ سانتیمتر ، بافت خاک اطراف کوزه سیلتی کلی لوم .

نتایج تفسیر :

شکل ۱۶ میزان تراوش روزانه سه کوزه با میزان تبخیر روزانه تشتک کلاس A مقایسه شده است . نحوه انتخاب سه کوزه مذکور بصورتی بود که یکی دارای تراوش زیاد ، کوزه شماره ۲۰ ، دیگری متوسط (کوزه شماره ۳۷) و سومی با تراوش بسیار کم (کوزه شماره ۳۴) باشد . شکل فوق نشان میدهد که تغییرات تراوش روزانه با تغییرات تبخیر روزانه تشتک تقریباً "یکنواخت" است البته اختلافات جزئی در مشابهنه منحنیها دیده میشود که میتوان آنها را بحساب اشتباه اندازه گیری و تاثیر عوامل دیگر مثل فشار آب داخل کوزه دانست . در اندازه گیری که در یک روز زمستان بعمل آمد پس از دو روز بارندگی متناوب و ملایم و در زمانی که تشتک تبخیر پس از کسر میزان باران هیچگونه تبخیری

را نشان نمیداد کوزه‌ها تحت تاثیر فشار آب داخل سلندر هنوز آب از خود تراوش مینمودند . بنابراین از آنجاکه تنها میزان مکش خاک بر روی میزان تراوش اثر نمیگذارد و عواملی مثل فشار آب داخل کوزه و تجمع موادی با ملکول های بزرگتر از خلل و فرج بدنه در شکم کوزه ، در میزان تراوش آب از کوزه مؤثر است هم آهنگی کامل بین منحنیها دیده نمیشود . بعلاوه با مقایسه منحنی تراوش روزانه سه کوزه با یکدیگر (شکل ۱۶) دیده میشود که وقتی تراوش کوزه زیاد باشد کم شدن میزان تبخیر بشدت در میزان تراوش تاثیر میگذارد در حالیکه در آبدهی کوزه‌های با تراوش کم این تاثیر بکندی صورت میگیرد . علت آن را هم باید در شعاع پیاز رطوبتی و رطوبت موجود در این شعاع کوزه‌های با تراوش کم دانست چه در رطوبتهای کم خاک نسبت بر رطوبتهای زیاد نیروی مکش بیشتری لازم است تا مقدار معینی آب از خاک جدا گشته تبخیر گردد . ضمناً وقتی شعاع پیاز رطوبتی بیشتر باشد سطح تبخیر زیادتر گشته بالنتیجه حجم تبخیر روزانه از محل نیز زیادتر میشود و آب زیادتری از کوزه میبایست تراوش کند تا جایگزین آب از دست رفته شود .

در اندازه گیری میزان تراوش از کوزه اشتباهات چندی صورت میگیرد که حاصل موارد زیر است :

- ۱- عدم امکان دقت کافی در آبیاری روز قبل بطوریکه در اثر پر کردن سلندر سطح آب در سلندر ممکن است کمی بالاتر و یا پائین تر از حد مشخص شده باشد و بالنتیجه بر روی مقدار قرائت میزان تراوش روز بعد تاثیر بگذارد .
- ۲- عدم امکان دقت کافی در آبیاری و پر نمودن سلندر روز اندازه گیری .
- ۳- اشتباهات در قرائت میزان آب اضافه شده روزانه سلندرها .
- ۴- امکان تراوش آب از محل اتصال کوزه به سلندر در معدودی از کوزه‌ها .
- ۵- فراموشی در گذاردن سرپوش سلندرها در یکی دو کوزه در معدودی از روزها و بالنتیجه تبخیر آزاد آب از روی سلندر .
- ۶- سایر عوامل .

جهت کم کردن اشتباهات اندازه گیری و همچنین کم نمودن تاثیر متفاوت تبخیر در تراوش از کوزه‌های کم تراوا و زیاد تراوا ، معدل تراوش روزانه ۴۴ کوزه گرفته شد و این معدل با مقدار تبخیر روزانه تشتک کلاس A مقایسه گردید . شکل ۱۷ ارقام این دو اندازه گیری را با یکدیگر مقایسه مینماید . این مقایسه نیز نشان میدهد که رابطه‌ای بین تبخیر از سطح آزاد آب و میزان تراوش از کوزه وجود دارد .

فصل هشتم

مشاهده وضع رشد گیاه در جوار کوزه

از آنجا که هدف نهائی از بررسی سیستم‌های آبیاری ، مطالعه رشد گیاه در رطوبتی است که توسط سیستم در اختیار خاک قرار گرفته میباشد لذا ضروری بود در این مرحله از آزمایشات بذری گیاهی در جوار کوزه کشت گردد تا وضع رشد گیاه در رطوبت حاصله از تراوش آب از کوزه به خاک مشاهده و بررسی شود . گر چه بعلت اشکالات پیش‌بینی نشده آزمایشات اولیه در اواخر فصل زراعی شروع شد و مدتی طول کشید تا این اطمینان حاصل گردد که کوزه پیاز رطوبتی مناسبی در خاک بوجود می‌آورد ولی از آنجا که حتی اواخر تیر ماه نیز برای رشد بوته هندوانه (ولی نه محصول آن) دیر نبود و فاصله دو ماه و نیم تا سه ماه وقت موجود تا شروع فصل سرما و سرماخوردگی فرصت خوبی

- برای مشاهده وضع رشد گیاه در جوار کوزه‌ها بود لذا در دهه سوم تیرماه اقدام بکشت بذر هندوانه در مجاورت کوزه‌ها شد. در این مشاهده از میزان محصول هیچگونه اندازه‌گیری بعمل نیامد چون زمان فرصت برداشت آن را نداد و از تاریخ ۱۶ مهر سرما شروع گردید. بطور کلی عملیات و مشاهدات این مطالعه را میتوان بصورت زیر خلاصه نمود:
- ۱- در تاریخ ۲۵۳۴/۴/۲۰ بذر هندوانه در ۸ سانتیمتری کلیه ۶ کوزه کشت گردید.
 - ۲- در تاریخ فوق در زمین مجاور آزمایشات کوزه‌ای در ۲۴ محل بذر هندوانه کشت گردید و بطور دستی آبیاری گردید بدین طریق که خاک اطراف محل کشت بذر از فاصله ۵ تا ۲۰ سانتیمتری باندازه چند سانتیمتر گود گردید و با ریختن آب در این گودالهای کوچک، آب مورد نیاز گیاه بخاک رسانیده میشد.
 - ۳- مقدار آب آبیاری بوته‌های آزاد (بوته‌هایی که در مجاور کوزه‌ها نبودند و آبیاری آنها دستی بود) از طریق متوسط‌گیری تراوش روزانه کلیه کوزه‌ها (بجز کوزه‌های تحت فشار ۱۴۰ سانتیمتری آب) محاسبه و بطور روزانه در اختیار این بوته‌ها قرار داده میشد.
 - ۴- بذور هندوانه در مجاور کلیه کوزه‌ها و با آبیاری توسط تراوش کوزه سبز شد بجز در چند کوزه که آبدهی آنها از ۸۰ میلی لیتر در روز کمتر بود.
 - ۵- بذور هندوانه در ۲۴ محل سطح آبیاری دستی سبز شد و رشد نمود.
 - ۶- کلیه بوته‌های کوزه‌ای رشد کافی نمودند، بگل نشستند و محصول دادند ولی سرمای ۲۵ مهر از رشد بوته و محصول جلوگیری می نمود.
 - ۷- رشد بوته‌های مجاور کوزه‌ها عموماً "بیشتر از بوته‌های سطحی بود.
 - ۸- در تاریخ ۲۵۳۴/۵/۲۸ کیفیت آب ۸ کوزه که قبلاً "با آب شیرین ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر آبیاری میشد تعویض گردید بنحوی که ۴ کوزه با آبی بغلظت ۲۳۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر و ۴ کوزه با آب ۱۸۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر آبیاری شد. همزمان کیفیت آب آبیاری زراعت غیر کوزه‌ای نیز برای ۴ بوته بغلظت ۲۳۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر و برای ۴ بوته دیگر بغلظت ۱۸۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر تغییر داده شد.
 - ۹- بوته‌های مجاور کوزه‌های آبیاری با آبهای شور و نیمه شور بگل و محصول نشستند و تفاوت زیادی بین این بوته‌ها با سایر بوته‌ها دیده نشد.
 - ۱۰- بوته‌هایی که با آب شور و نیمه شور بطور دستی آبیاری میگردید رشد کمی داشتند و بگل و محصول نشستند در آخر شهریور آثار سوختگی در برگ این بوته‌ها ظاهر شد و در هفته دوم مهر کلیه بوته‌هایی که با آب شور ۲۳۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر آبیاری میشدند کاملاً "در اثر شوری از بین رفته بودند و در همین هفته بوته‌هایی که با آب نیمه شور ۱۸۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر آبیاری میشدند در شرف از بین رفتن بودند.
 - ۱۱- در زمانی که بوته‌های سطحی در اثر شوری در حال از بین رفتن بودند شوری در رشد بوته‌های مجاور کوزه‌ها تاثیری نشان نداد و این بوته‌ها کاملاً "شاداب بودند.
 - ۱۲- سرمای شب ۲۵ مهر کلیه بوته‌های کوزه‌ای وسطی را ضعیف کرد و سرمای ششم آبان محصول هندوانه‌های بوته‌ها را نرم و غیر قابل استفاده نمود.
 - ۱۳- املاح در آبیاری سطحی و دستی بر روی زمین بصورت حلقهای در شعاع ۲۵ سانتیمتری بوته و در آبیاری کوزه‌ای از فاصله ۵-۲۰ سانتیمتری دهانه کوزه بر روی خاک تریمانهای آبیاری شده با آب شور و نیمه شور دیده میشد و بدین ترتیب املاح در آبیاری کوزه‌ای پای طوقه گیاه و در دستی با فاصله دور از آن بود.
 - ۱۴- وجود رطوبت یکنواخت و مداوم خاک پای ریشه گیاه در آبیاری کوزه‌ای سبب رشد بیشتر بوته نسبت به آبیاری سطحی گردید. این رطوبت یکنواخت و مداوم که اغلب حدود حد مزرعه مییابد از دو جهت باعث میشود از صدمه خوردن گیاه بهنگام آبیاری با آب بسیار شور ۲۳۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر جلوگیری نماید:

الف) غلظت املاح محلول خاک اطراف ریشه همیشه ثابت و در حداقل ممکن خود قرار دارد در حالیکه در آبیاری های دستی با کمتر شدن رطوبت خاک از حالت حد مزرعه بتدریج نیز غلظت املاح آب خاک (محلول خاک) زیاد میگردد بطوریکه در نقطه پژمردگی غلظت املاح محلول خاک تقریباً " ۲ برابر همین غلظت در حالت حد مزرعه میشود . (ریچاردز ۱۹۵۴) ، (ب) جذب آب توسط ریشه گیاه در رطوبت مناسب خاک در اطراف کوزه در پتانسیل زیاد متریک انجام میشود و بنابراین گیاه فرصت دارد که پتانسیل کمتر اسمزی را تحمل نماید و این بدان معنی است که گیاه میتواند در این شرایط مقاومت بیشتری نسبت بشوری داشته باشد .

۱۵- هرچه میزان تراوش آب از کوزه کمتر باشد که در نتیجه شعاع پیاز رطوبتی نیز کمتر است ریشه گیاه بیشتر بطرف شکم کوزه که محل تراوش آب است متمایل میشود و کوزه هائیکه دارای شعاع پیاز رطوبتی حدود ۲۰ سانتیمتر بودند کلیه ریشه ها در این پیاز پراکنده شده بودند ولی آنان که پیاز رطوبتی خیلی کوچک داشتند و یا میزان تراوش از کوزه بقدری کم بود که فقط بدنه کوزه نمناک میشد ریشه ها کاملاً " در اطراف بدنه کوزه میچسبیدند .

فصل نهم

بررسی سایر مسائل جنبی کار

۱- در بررسیهای انجام شده و در ادامه آزمایشات متفاوت دیده شد که یخ بندان زمستانی باعث جدا شدن کوزه ها از لوله های متصل بدان شده و یخ ها پس از ذوب در ساعتهای گرمتر روز مستقیماً " از سلندر و لوله های متصل بآن بر روی خاک ریخته میشوند و امکان تراوش آب از طریق کوزه از بین میرود .

۲- در کوزه های ساده (فشار آب ۴۰ سانتیمتر ، بافت خاک سیلتی کلی لوم آب آبیاری ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر) ، هر چه قطر پیاز رطوبتی کمتر بود رطوبت داخل پیاز نیز کمتر بود .

۳- در محل اتصال سلندرها با بعضی از کوزه ها جلبک گرفته بود و از ورود آزاد آب بکوزه ها جلوگیری می نمود . در بارزی از شکم یکی از کوزه هائی که در شروع گردن جلبک داشت و بوسیله اره برش داده شده بود هیچگونه آثار جلبک دیده نشد .

۴- در فصول قبلی بحث شد که رابطه ای بین میزان تراوش آب از کوزه و شعاع پیاز رطوبتی وجود دارد . شکل ۱۸ که از ارقام سه اندازه گیری در روزهای متفاوت سال تهیه شده رابطه بین تراوش آب از کوزه و شعاع پیاز رطوبتی را نشان میدهد هر چه تراوش آب از کوزه بیشتر باشد شعاع پیاز رطوبتی بیشتر میگردد . این رابطه کاملاً " خطی نیست و با زیاد شدن میزان تراوش آب نسبت افزایش شعاع پیاز رطوبتی کم میگردد .

۵- اندازه شعاع پیاز رطوبتی در جهات مختلف بمحل استقرار کوزه یکسان نیست و شکل ۳ نشان میدهد که اختلاف بین اندازه های شعاع پیاز رطوبتی یک کوزه در جهات مختلف تا ۹ سانتیمتر نیز رسیده است .

فصل دهم

استنتاج و پیشنهادات

اهم نتایجی که از فصول گذشته میتوان استخراج نمود بصورت زیر میباشد :

۱- در صورت قرار دادن کوزه در خاک ، آب درون کوزه بخاک تراوش نموده پیاز رطوبتی در اطراف آن تشکیل

میگردد .

- ۲- قرار دادن کوزه‌ها بمدت ۲۴ ساعت در آب باعث میشود تا اگر توده آهکی در بدنه وجود داشته باشد بموقع باز شود و از کار گذاری کوزه‌های معیوب در خاک خود داری شود و کوزه‌هایی که عیب آنها کم است بتوان قبل از کار گذاری با سیمان و گچ لکه گیری نمود .
- ۳- در شرایط این آزمایشات ، جنس و شکل و حجم کوزه تأثیری در آبدهی کوزه و شعاع پیاز رطوبتی نداشتند ، در این شرایط اختلاف موجود بین این فاکتورها کمتر از اختلافی است که از عدم امکان تهیه یکنواخت کوزه بوجود میآید .
- ۴- بافت خاک مزرعه تأثیر مشخصی در آبدهی کوزه‌ها نشان نداد .
- ۵- شعاع پیاز رطوبتی حاصله از تراش کوزه در ماسه بیش از سیلتی کلی لوم میباشد .
- ۶- رطوبت محیط ماسه‌ای اطراف کوزه بمراتب کمتر از محیط سیلتی کلی لوم است و تقریباً "ثلث آن میباشد .
- ۷- ازدیاد فشار آب از ۴۰ به ۱۴۰ سانتیمتر یعنی به $\frac{3}{5}$ برابر مقدار اولیه در کوزه باعث افزایشی حدود ۲ برابر در میزان آبدهی کوزه‌ها گردید .
- ۸- مقدار رطوبت خاک اطراف کوزه‌های با فشار آب ۱۴۰ سانتیمتر نسبت بکوزه‌های با فشار ۴۰ سانتیمتر تا فاصله ۳۰ سانتیمتری کوزه بیشتر میباشد .
- ۹- استفاده از فرمول داری نشان داد که حرکت آب از کوزه نمیتواند فقط تابع خود کوزه و فشار آب داخل آن باشد و خاک اطراف کوزه نیز از نظر رطوبت موجود در میزان تراوش آب از داخل کوزه بخاک موثر است .
- ۱۰- تراوش از کوزه تحت تأثیر شوری آب آبیاری قرار نمیگیرد .
- ۱۱- در اثر آبیاری با آب شور قطر پیاز رطوبتی اطراف کوزه زیاد میگردد .
- ۱۲- در صد رطوبت خاک در اطراف کوزه‌های آبیاری با آب شور بیشتر از اطراف کوزه‌های آبیاری با آب شیرین است .
- ۱۳- تغییرات تراوش روزانه با تغییرات تبخیر روزانه تشک تقریباً "یکنواخت است و رابطهای بین تبخیر از سطح آزاد و میزان تراوش از کوزه وجود دارد .
- ۱۴- میزان مکش خاک ، فشار آب داخل کوزه و تجمع مواد با ملکولهای بزرگتر از خلل و فرج بدنه در شکم کوزه عواملی هستند که بر روی میزان تراوش آب از کوزه تأثیر میگذارند .
- ۱۵- وقتی تراوش کوزه زیاد باشد کم شدن میزان تبخیر بشدت در میزان تراوش تأثیر میگذارد و درحالیکه در آبدهی کوزه‌های کم تراوش این تأثیر بکندی صورت میگیرد .
- ۱۶- بذر هندوانه کشت شده در مجاور کوزه‌ها با آب تراوش یافته آنها سبز شدند ، بگل نشستند و محصول دادند .
- ۱۷- رشد بوته‌های مجاور کوزه‌ها عموماً "بیشتر از بوته‌هایی بود که بطور سطحی آبیاری میگرددند .
- ۱۸- آبیاری کوزه‌های قادر است که از آبهای شور تا شوری نزدیک آب دریا جهت کشت و آبیاری استفاده نماید . بوته‌های مجاور کوزه‌های آبیاری شورو نیمه شور (۲۳۰۰۰ و ۱۸۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر) بگل و محصول نشستند و تفاوت زیادی بین این بوته‌ها با بوته‌های آبیاری شده با آب شیرین دیده نشد . بوته‌هایی که بطور سطحی و روزانه با آبهای شور و نیمه شور آبیاری گردیدند رشد کمی داشتند و بگل و محصول نشستند .
- ۱۹- هرچه میزان تراوش آب از کوزه کمتر باشد ریشه گیاه بیشتر بطرف شکم کوزه متمایل میشود . در کوزه‌های کم تراوش ریشه‌ها بدور بدنه کوزه میچسبند ولی در کوزه‌های زیاد تراوش با شعاع پیاز رطوبتی متناسب ریشه‌ها بیشتر عمودی در محیط پیاز پائین میروند .
- ۲۰- یخ بندان زمستانه باعث جدا شدن کوزه از لوله‌های اتصال میشود .

۲۱- درگردن بعضی از کوزه‌ها در اثر مرور زمان جلبک تشکیل گردید ولی در داخل شکم این کوزه‌ها از جلبک اثر نبود .

۲۲- در کوزه‌های با فشار ۴۰ سانتیمتر ، بافت سیلنتی کلی لوم و کیفیت ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر ، هر چه قطر پیاز رطوبتی کمتر باشد رطوبت داخل پیاز نیز کمتر میگردد .

۲۳- هر چه تراوش آب از کوزه بیشتر باشد شعاع پیاز رطوبتی بیشتر میشود ولی این رابط کاملآ " خطی نیست و با زیاد شدن میزان تراوش آب نسبت افزایش شعاع پیاز رطوبتی کم میگردد .

۲۴- اندازه شعاع پیاز رطوبتی در جهات مختلف نسبت بمحل استقرار کوزه یکنان نیست . نتایج فوق نشان میدهد که بکار گرفتن کوزه جهت آبیاری موفقیت آمیز خواهد بود . مزایای آبیاری کوزه‌ای رامتیوان بصورت زیر نوشت :

۱- مقدار مصرف آب در این روش بسیار کم است و بعلت عدم تخییر آزاد آب از سطح خاک احتمال زیاد می‌رود که مصرف آب از آبیاری قطره‌ای نیز بنسبت چشمگیری کمتر باشد .

۲- با استفاده از کوزه بدر دست داشتن ارقام جوی جهت مجاسبه عمق لازم آبیاری احتیاج نیست و خود کوزه حالت یک دستگاه اتوماتیک را در خاک پیدا می‌نماید که با زیاد و کم شدن احتیاجات آبی گیاه و خاک ، آب مورد لزوم را در اختیار آن ها میگذارد .

۳- بهنگامی که آب آبیاری شور باشد و امکان استفاده از آن در آبیاریهای سطحی ، بارانی و حتی قطره‌ای نیست میتوان با بهره گیری از آبیاری کوزه‌ای از آن آب در زراعت استفاده نمود .

۴- کلیه مزایائی که برای قطره‌ای شمرده میشوند از قبیل کمتر شدن رشد علفهای هرز برای این روش نیز صادق است .

۵- با اتوماتیک نمودن سیستم ، احتیاج بکارگر آبیاری حداقل ممکنه میرسد . در این سیستم حتی بکارگر آبیاری کمتری نسبت به آبیاری قطره‌ای احتیاج است چون مسئله روشن و خاموش نمودن پمپ بهنگام آبیاری در این سیستم وجود ندارد و آب بطور مداوم شب و روز در اختیار کوزه قرار میگیرد .

۶- کوزه براحتی در همه جای مملکت یافت میشود و میتوان سفارش تهیه آنرا داد .

۷- رطوبت خاک در اطراف ریشه همیشه ثابت و در بهترین حد ممکنه وجود دارد (خاک نه اشباع است و نه خشک) .

۸- علاوه بر مزایای تکنیکی ، آبیاری کوزه‌ای این مزیت را برای کشور ایران دارد که این سیستم یک آبیاری سنتی است . و در ایران براساس احتیاجات زارعین ایرانی بوجود آمده و کاملآ " با احتیاجات امروزه کشاورزی مطابقت مینماید و امکان مدرنیزه نمودن آن از هر جهت وجود دارد .

با توجه بمزایای آبیاری کوزه‌ای و موفقیت آمیز بودن این سیستم پیشنهاد میشود :

۱- آبیاری کوزه‌ای با وسائل آبرسانی مدرن تلفیق گردد و آب بطور اتوماتیک و بایک سیستم پیشرفته تحت فشار وارد کلیه کوزه‌ها گردد و جهت بررسی این امر احتیاج است که قبلا " تحقیقات لازمه صورت پذیرد . این تحقیق در مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک و با توجه به نتایج این نشریه شروع گردیده است و تا رسیدن نتیجه قابل توصیه ادامه خواهد یافت .

۲- در سیستم تحت فشار و مدرن آبیاری کوزه‌ای ، تغییرات فشار آب داخل لوله‌های آبرسانی بین یک تا نیم متر آب برای اول تا آخر مسیر میبایست انتخاب شود . زیادتر نمودن فشار باعث تراوش بیشتر آب از کوزه‌ها میشود .

۳- امکان اقتصادی این سیستم بررسی شود و از آنجا که سیستم مشابهتائی با سیستم قطره‌ای دارد این بررسی مخصوصا " با مقایسه سیستم قطره‌ای انجام پذیرد .

- ۴- در مناطقی که آب آبیاری کم است و یا شور میباشد و یا خطر بالآمدن سفره آب زیر زمینی وجود دارد از این سیستم آبیاری در زراعتهای ممکنه از قبیل جالیزکاری و درختکاری استفاده گردد .
- ۵- تلاش جهت استاندارد نمودن کوزه‌های آبیاری و مکانیزه نمودن تهیه آن بعمل آید .

منابع مورد استفاده

- ۱- جواهری پرهام . ۱۳۵۳- فعالیت‌ها و بررسیهای مرکز تحقیقات اصلاح خاک آهوچر ، مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک نشریه شماره ۳۹۸
- ۲- جواهری پرهام . ۲۵۳۵- حدنهائی شوری خاکهای شسته شده آهوچر (مرودشت فارس) ، مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک (در حال انتشار)

3. Gardner, W.R., 1958. Some steady state solution of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a waterable- Soil Sci 85:228-232.
4. Richards, L.A., 1931. Capillary conduction of liquids through porous mediums. Physics 1:318-333.
5. Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook No. 60.

\vec{K}_L \vec{K}_2S \vec{A}_2S \vec{A}_0S \vec{K}_2L \vec{K}_2S

+26 +27 +28 +29 +30

\vec{A}_2S \vec{A}_1S \vec{K}_0S \vec{A}_2L \vec{A}_1L \vec{K}_0S \vec{K}_1S \vec{A}_1L

+31 +32 +33 +34 +35 +36 +37 +38

\vec{K}_1S \vec{K}_0S \vec{A}_1L \vec{A}_2L \vec{K}_0L \vec{K}_2L \vec{A}_1S \vec{A}_0S \vec{A}_1S

+39 +40 +41 +42 +43 +44 +45 +46

\vec{A}_0S \vec{K}_1L \vec{K}_0L \vec{K}_2L \vec{A}_0S \vec{K}_1S \vec{A}_0L \vec{A}_2S \vec{K}_0L

+47 +48 +49 +50 +51 +52 +53 +54

\vec{K}_1L \vec{A}_0L \vec{A}_0S \vec{K}_1L \vec{K}_2L \vec{A}_0L \vec{A}_2L \vec{K}_1L \vec{A}_2S

+55 +56 +57 +58 +59 +60 +61 +62

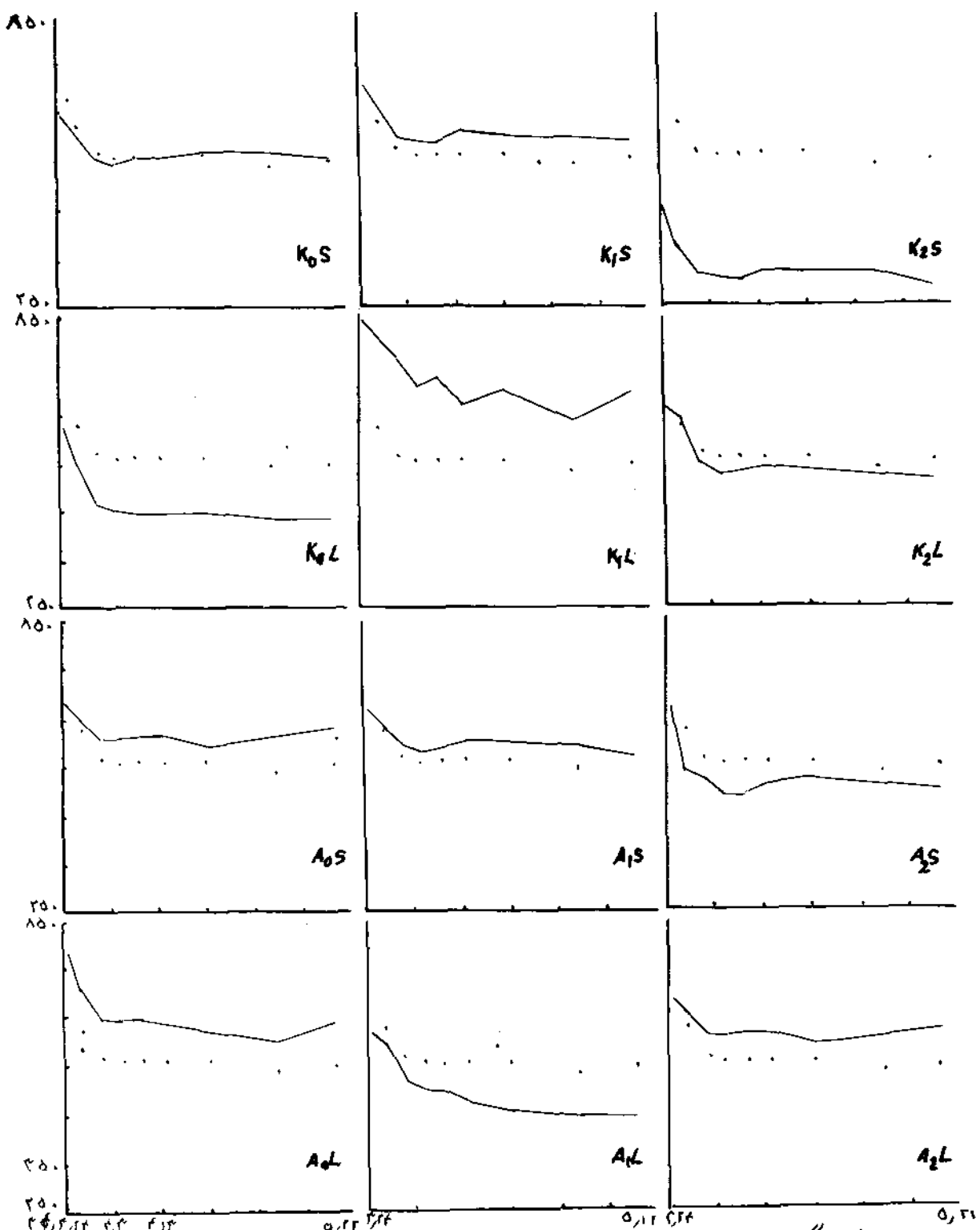
\vec{K}_0S \vec{A}_2L \vec{A}_1S \vec{K}_0S \vec{A}_1L \vec{K}_0S \vec{K}_2S \vec{K}_0L \vec{K}_1S

+63 +64 +65 +66 +67 +68 +69 +70

\vec{A}_0L \vec{K}_2L \vec{A}_2L \vec{A}_1L \vec{K}_0S \vec{A}_2S \vec{A}_1S \vec{K}_2S \vec{A}_0L

+71 +72 +73 +74 +75 +76 +77 +78

شکل ۱ موقعیت ترتیباتهای مربوط به کوزو

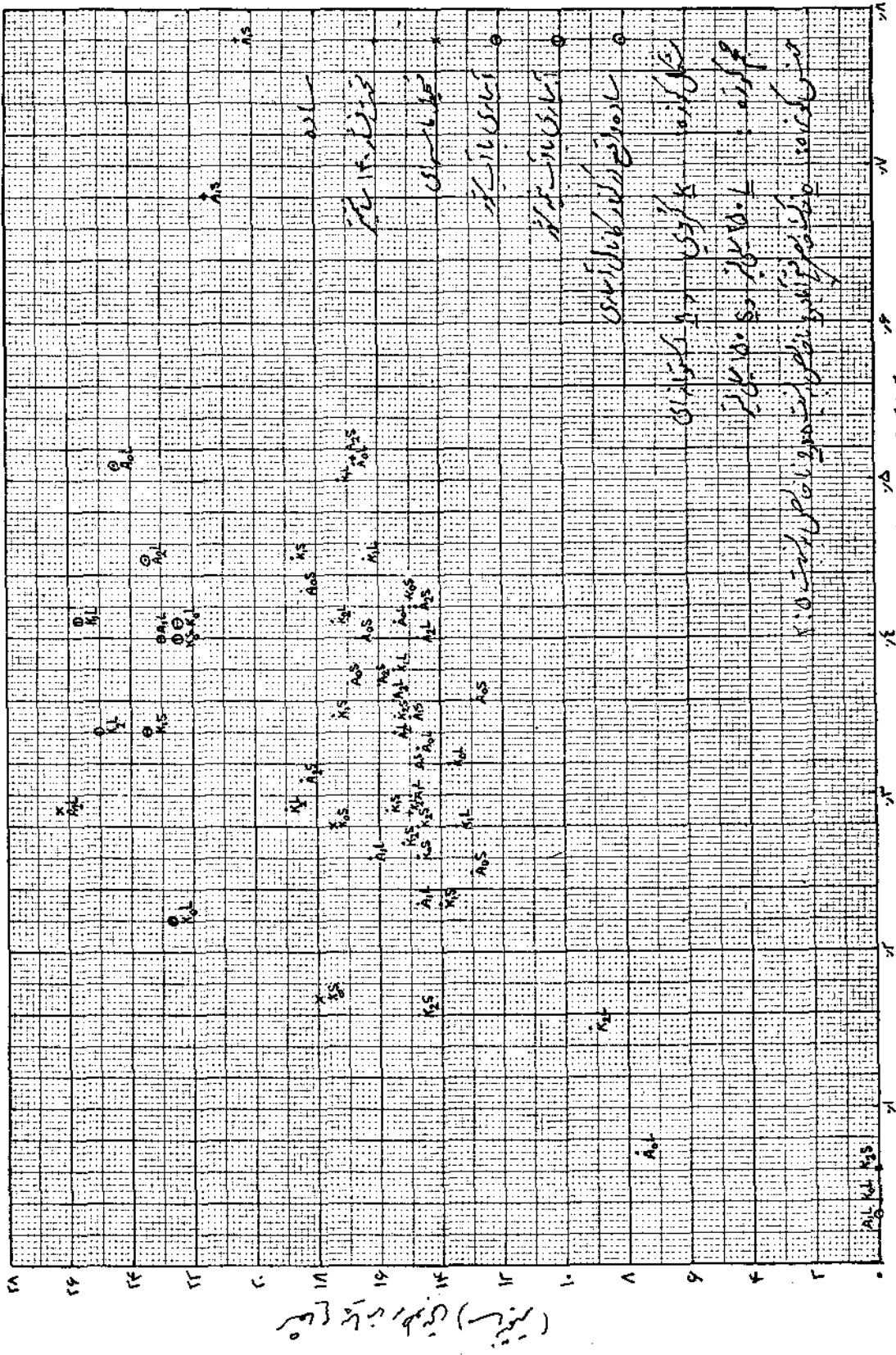


خطوط متصل : متوسط بارش هر روز
 نقاط : نقاط : متوسط بارش کلیه روزها
 ایزم آنالیز گوی
 شکل ۲ : متوسط بارش روزانه

۴۶. +۵۹	+۵۸	+۵۷	+۵۶	+۵۵	۱۳+۱۱	+	۱۲+۱۳	+	۱۱+۱۲	+
۴۷. +۵۲	+۵۱	+۵۰	+۴۹	+۴۸	۱۳+۱۰	۱۵+۱۷	۱۴+۱۵	۱۳+۱۴	۱۲+۱۳	۱۱+۱۲
۴۸. +۴۵	+۴۴	+۴۳	+۴۲	+۴۱	۱۴+۱۶	۱۳+۱۵	۱۲+۱۴	۱۱+۱۳	۱۰+۱۲	۹+۱۱
۴۹. +۴۰	+۳۹	+۳۸	+۳۷	+۳۶	۱۴+۱۴	۱۳+۱۵	۱۲+۱۴	۱۱+۱۳	۱۰+۱۲	۹+۱۱
۵۰. +۳۴	+۳۳	+۳۲	+۳۱	+۳۰	۱۴+۱۴	۱۳+۱۵	۱۲+۱۴	۱۱+۱۳	۱۰+۱۲	۹+۱۱
۵۱. +۲۸	+۲۷	+۲۶	+۲۵	+۲۴	۱۴+۱۴	۱۳+۱۵	۱۲+۱۴	۱۱+۱۳	۱۰+۱۲	۹+۱۱
۵۲. +۲۲	+۲۱	+۲۰	+۱۹	+۱۸	۱۴+۱۴	۱۳+۱۵	۱۲+۱۴	۱۱+۱۳	۱۰+۱۲	۹+۱۱
۵۳. +۱۶	+۱۵	+۱۴	+۱۳	+۱۲	۱۴+۱۴	۱۳+۱۵	۱۲+۱۴	۱۱+۱۳	۱۰+۱۲	۹+۱۱
۵۴. +۱۰	+۹	+۸	+۷	+۶	۱۴+۱۴	۱۳+۱۵	۱۲+۱۴	۱۱+۱۳	۱۰+۱۲	۹+۱۱
۵۵. +۴	+۳	+۲	+۱	۰	۱۴+۱۴	۱۳+۱۵	۱۲+۱۴	۱۱+۱۳	۱۰+۱۲	۹+۱۱

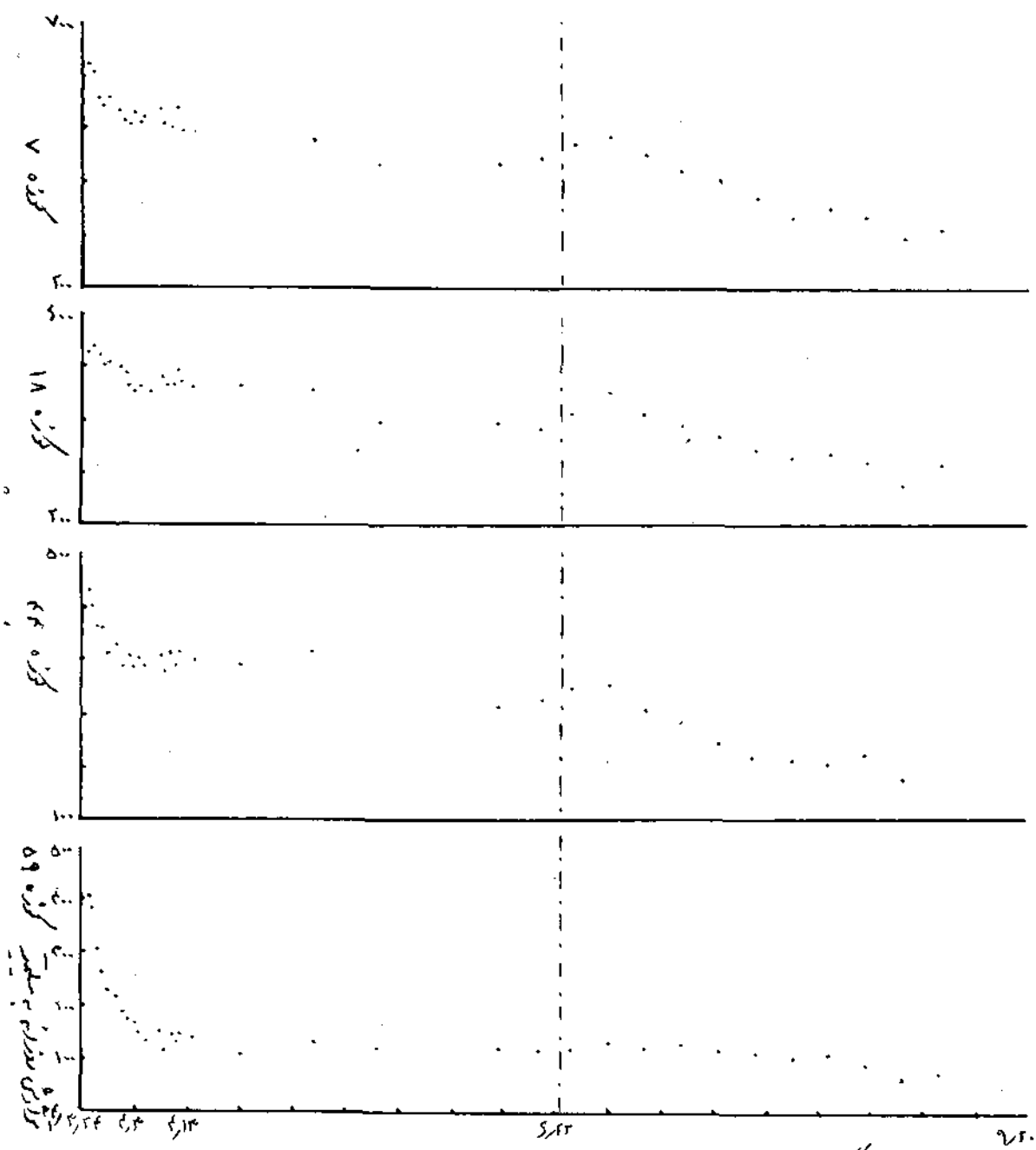
موقعیت و ترتیب‌های کوزه‌ها شعاع پياز رطوبتی کوزه‌ها بر روی سطح زمین بسیار بیشتر

شکل ۳ شعاع پياز رطوبتی ترتیب‌های مربوط به کوزه



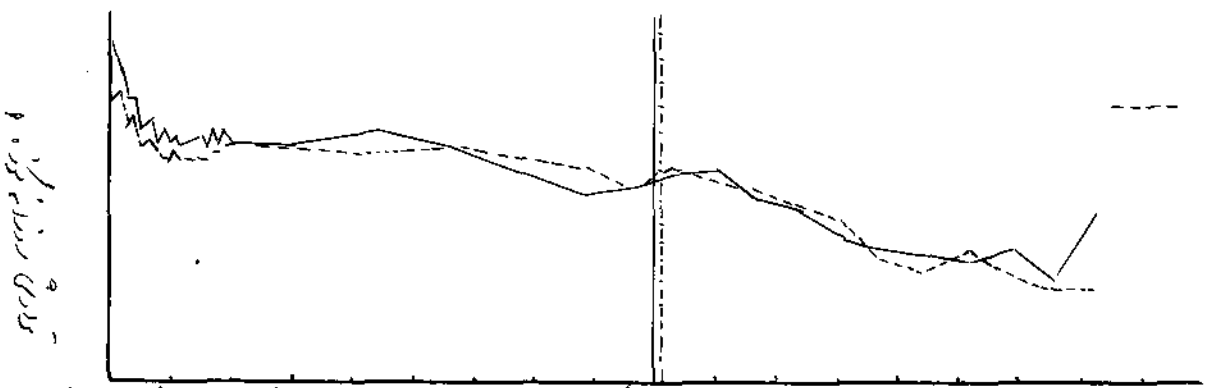
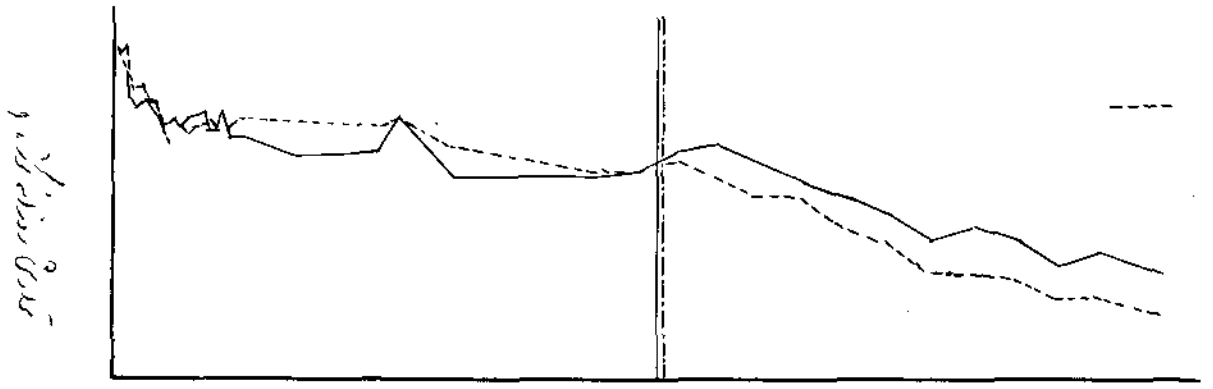
تراوش آب از کوزه به محله اطراف (بیر)

شکل ۴ : نقشه شکل و حجم و جنس کوزه در تراوش آب و شعاع بسیار رطوبتی



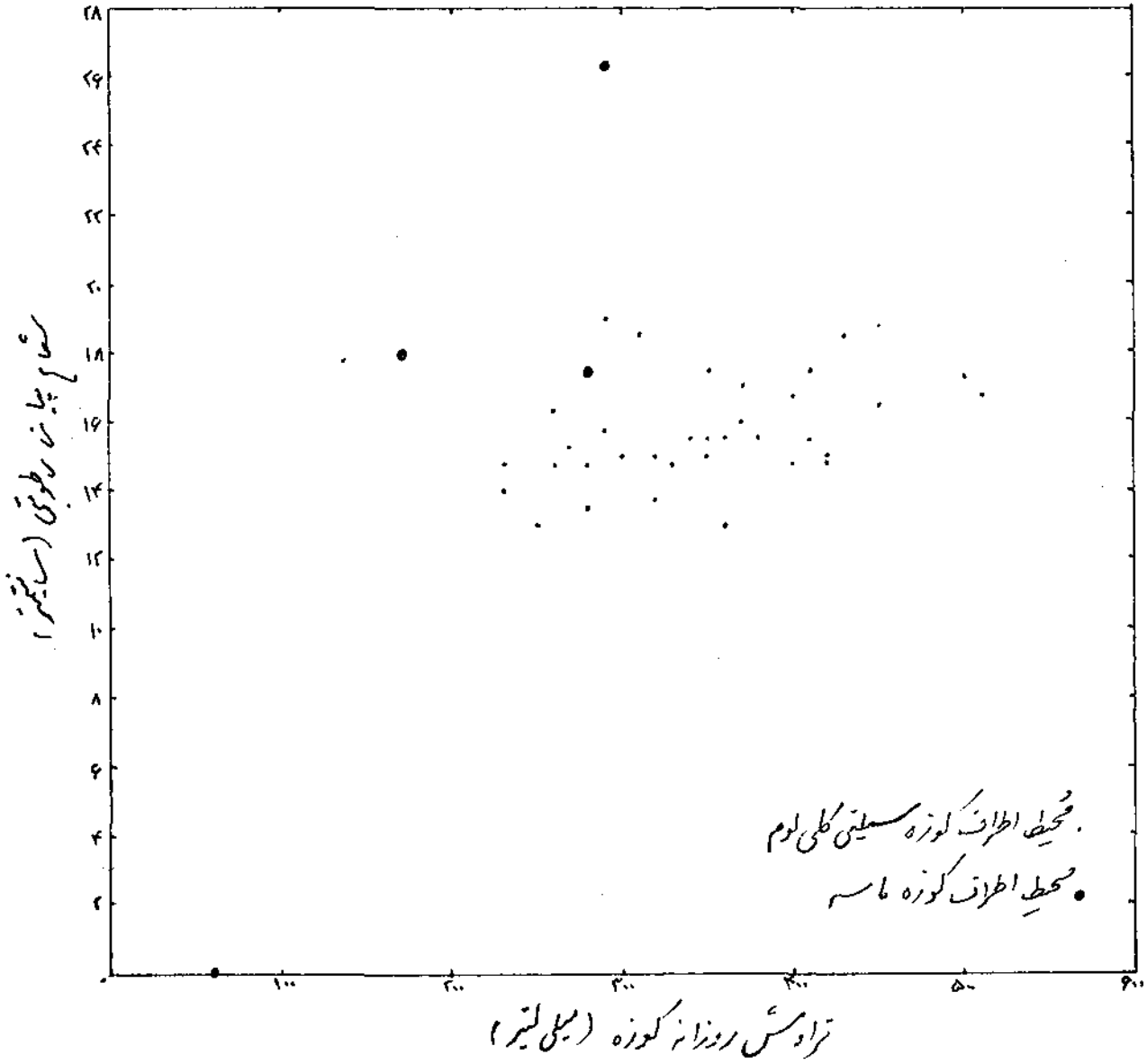
روزهای افزایش برگه

شکل ۵ - اثر تیمارهای مختلف خاک و نور بر طول روزهای دراز شدن برگه

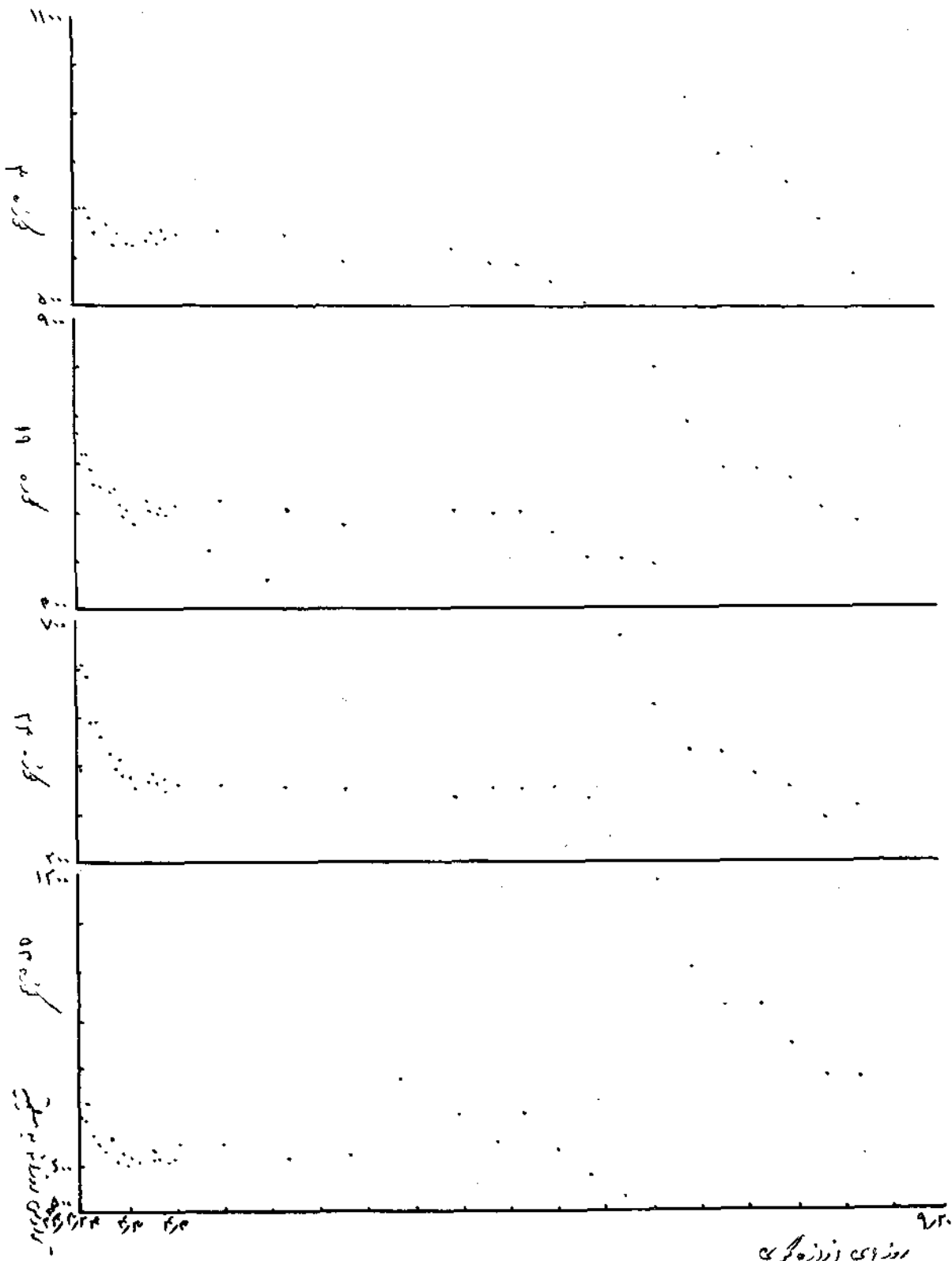


۲۴، ۲۳، ۲۲، ۲۱، ۲۰، ۱۹، ۱۸، ۱۷، ۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱

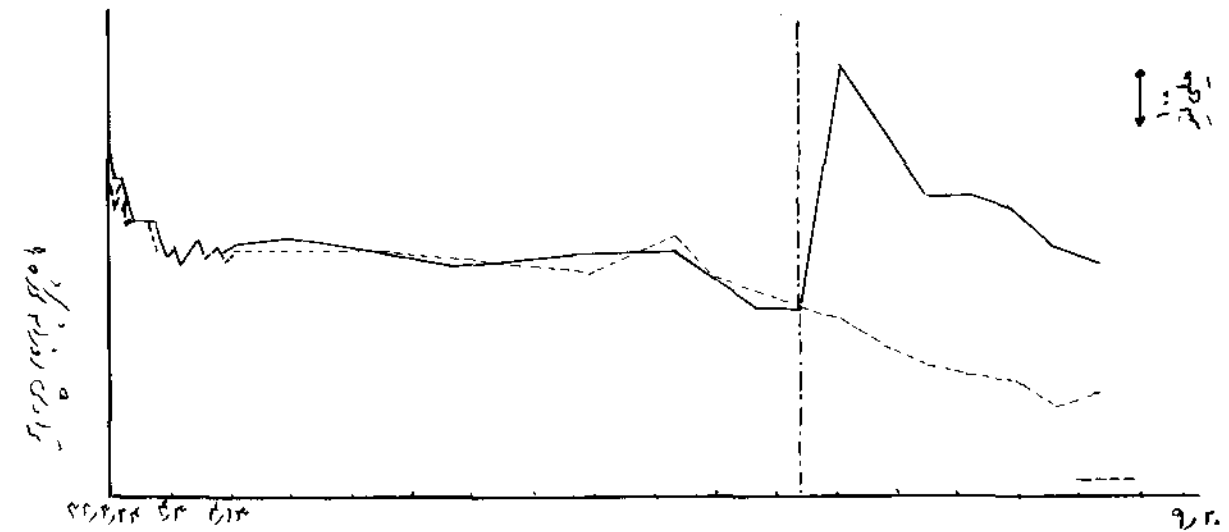
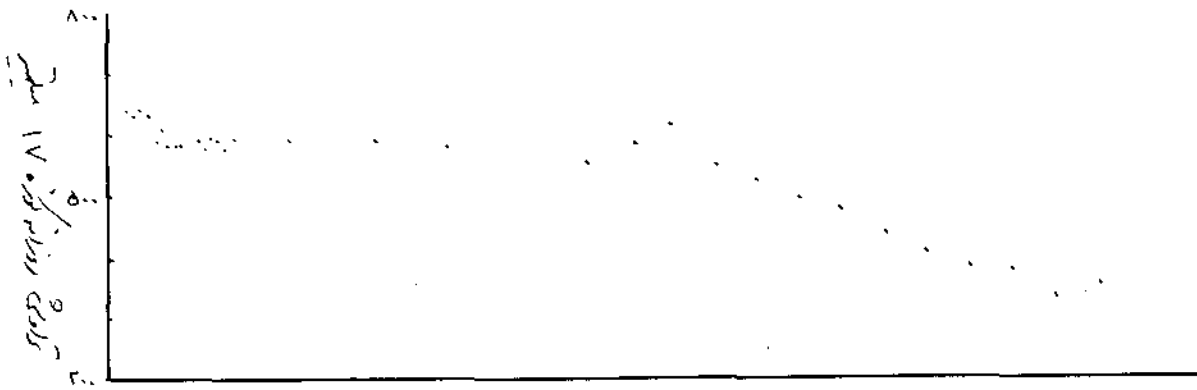
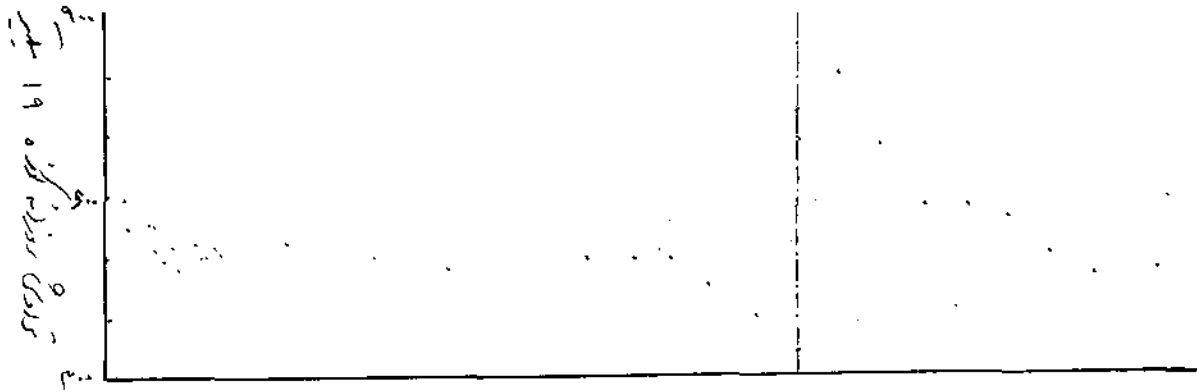
روزهای اندرزه گریه / شکل ۵ - مقایسه اثر دو محیط اطراف کنده در آب هم به کنده ۱



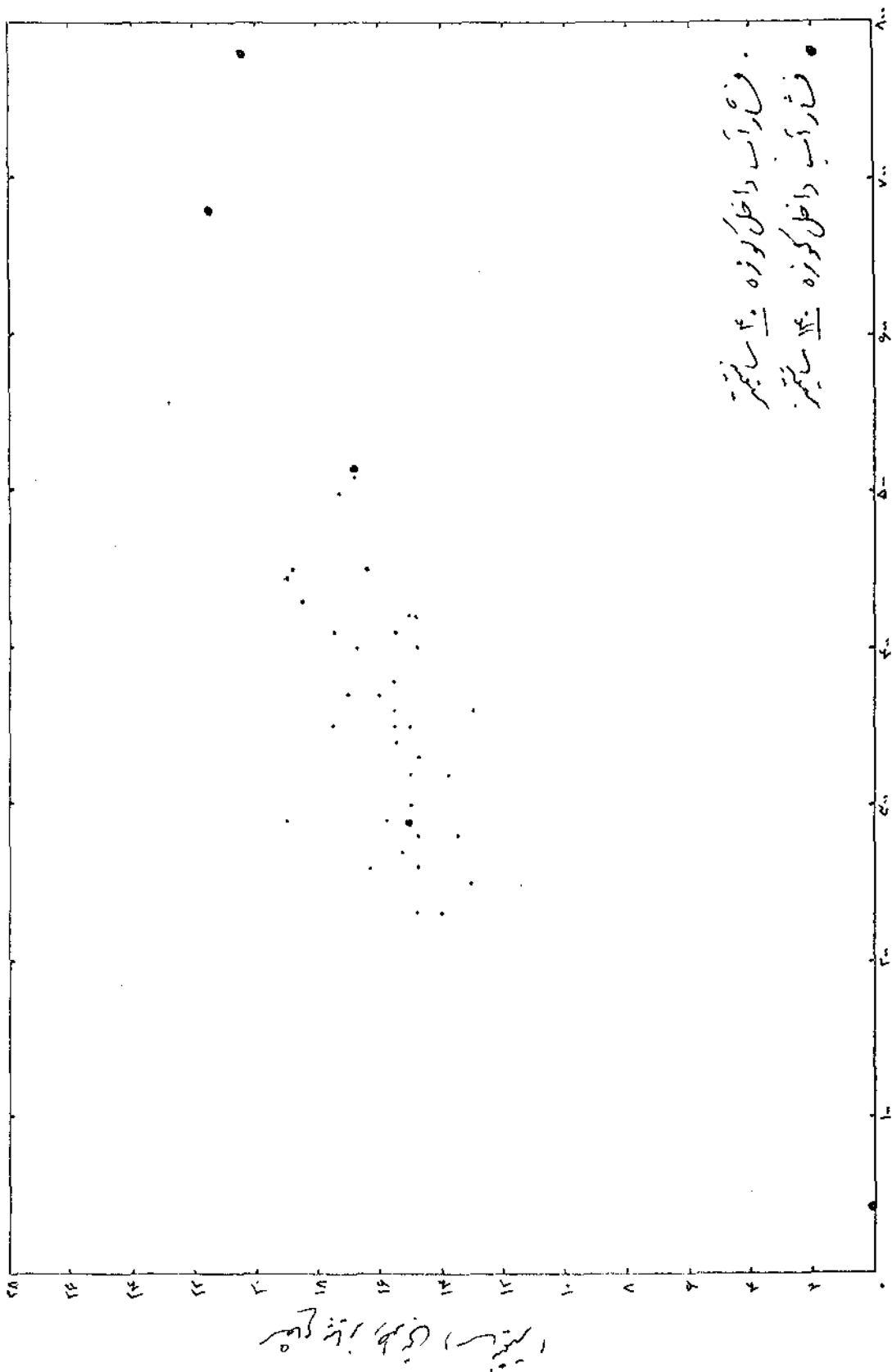
شکل ۷ تأثیر بافت محیط اطراف کوزه در تراوش آب و شعاع پیاژ رطوبتی



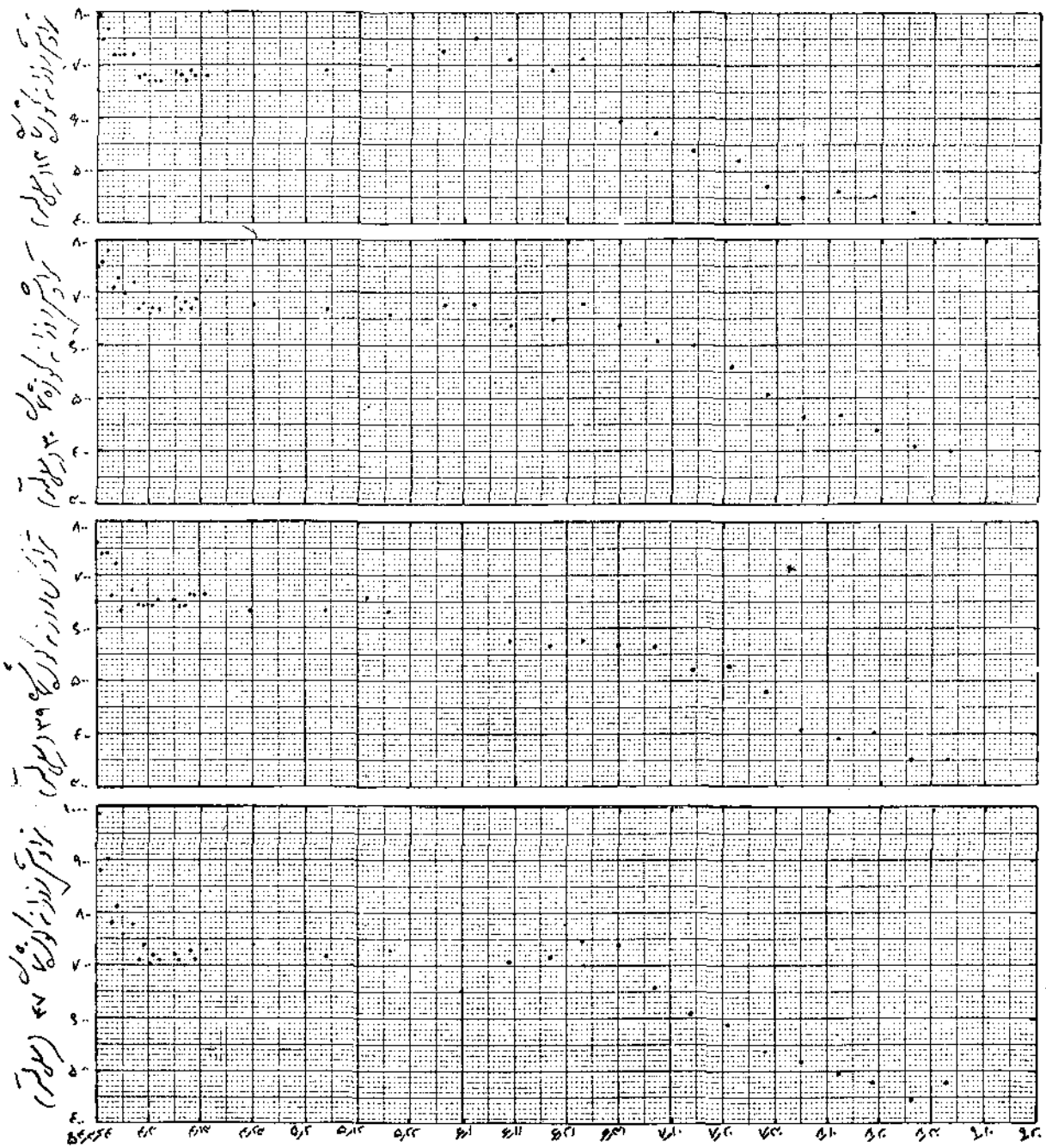
روزهای اندازه گیری
 شکل ۸ - تاثیر از دیدار فو آکب در محل کوه در حدود آن



شماره ۹ - تأثیر آب و هوا بر رطوبت خاک
روزهای اندازه گیری

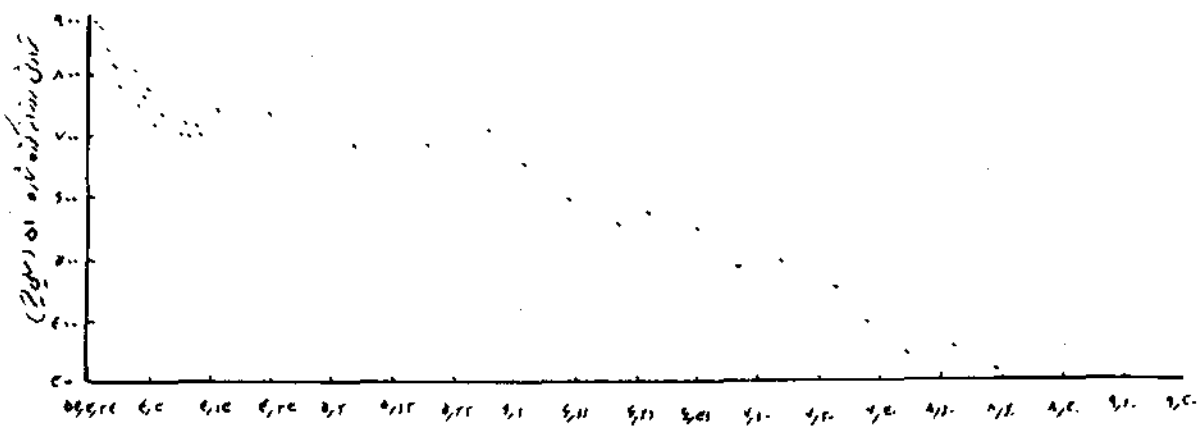
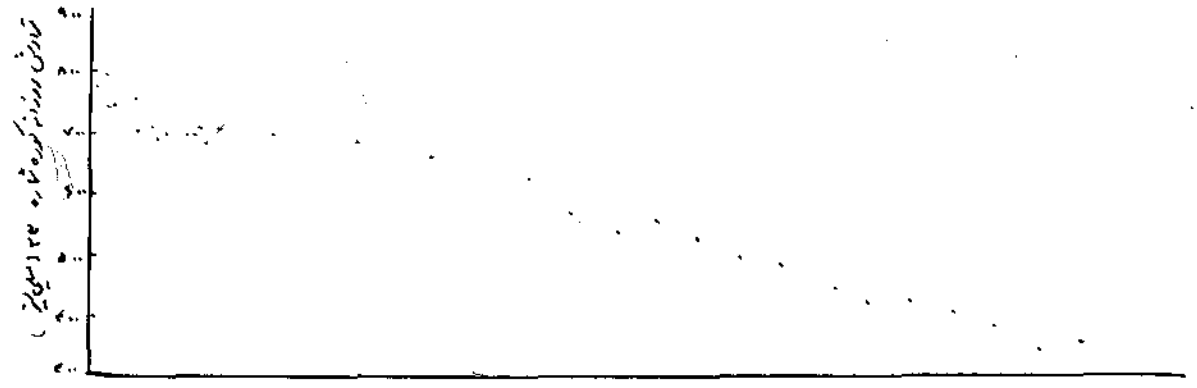


شکل ۱۰ تأثیر فشار آب در تراوسنس کوزه و شعاع پیاز رطوبتی



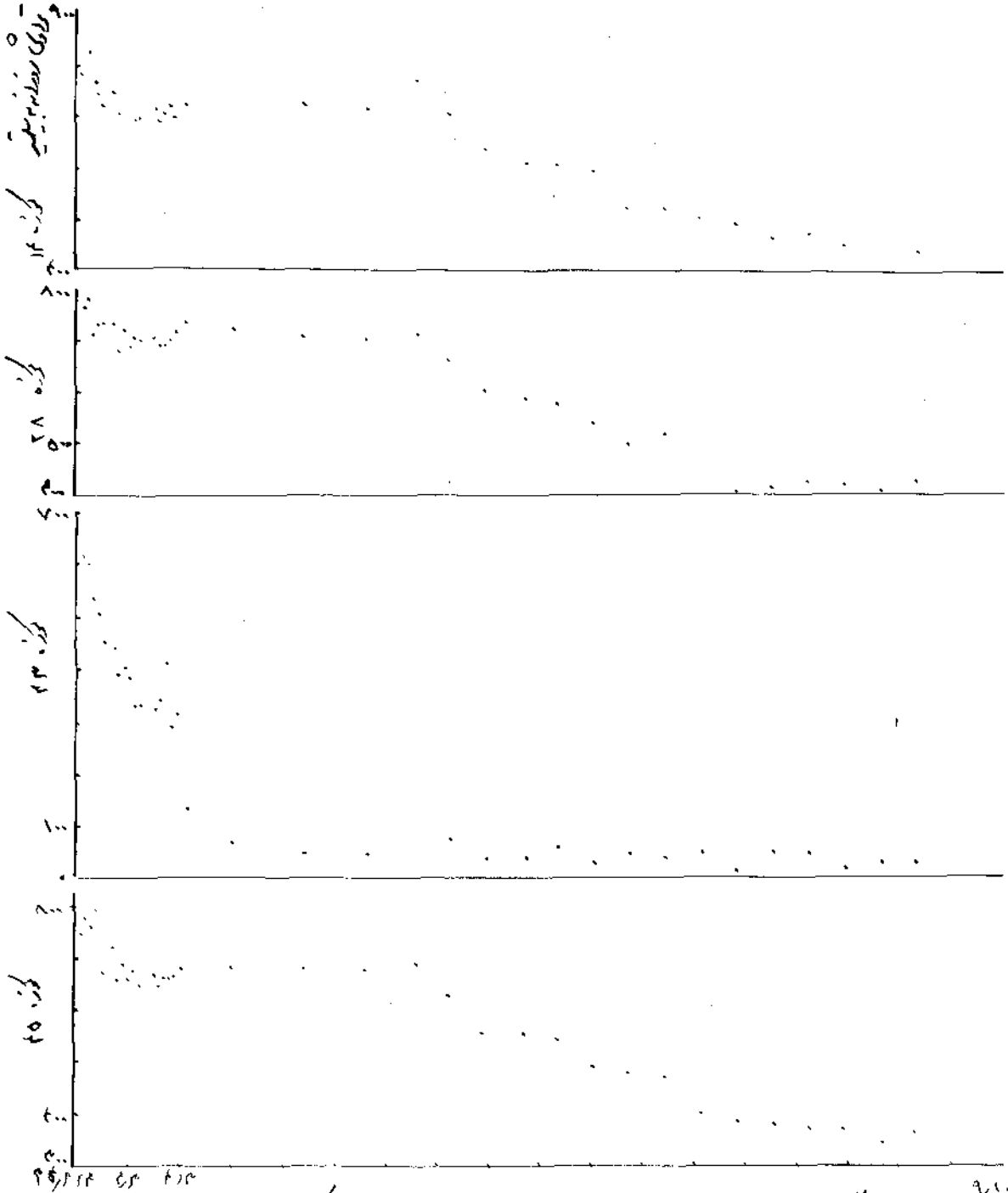
رزها ایندازه گونیز

شکل ۱۱ تراوش آب با غلظت ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر از کوزه



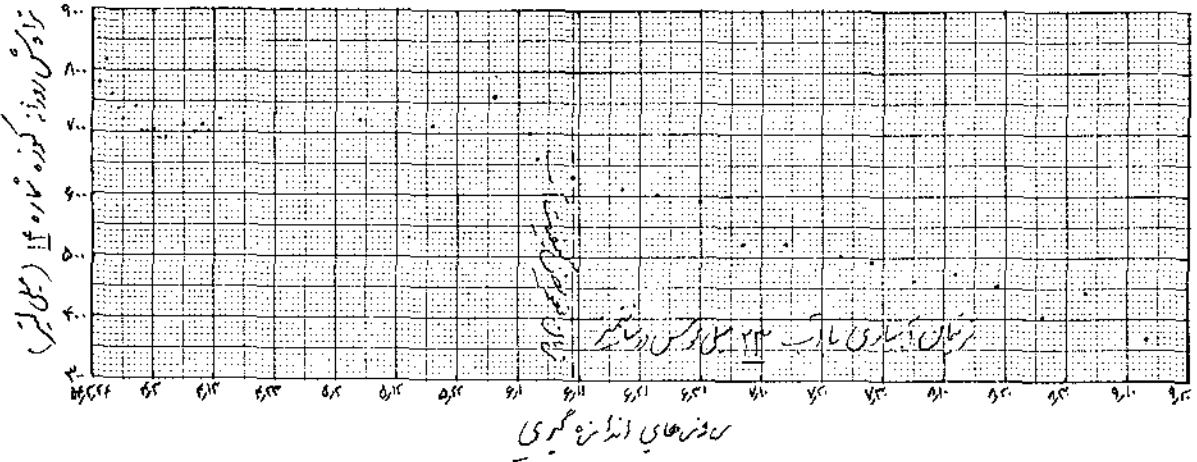
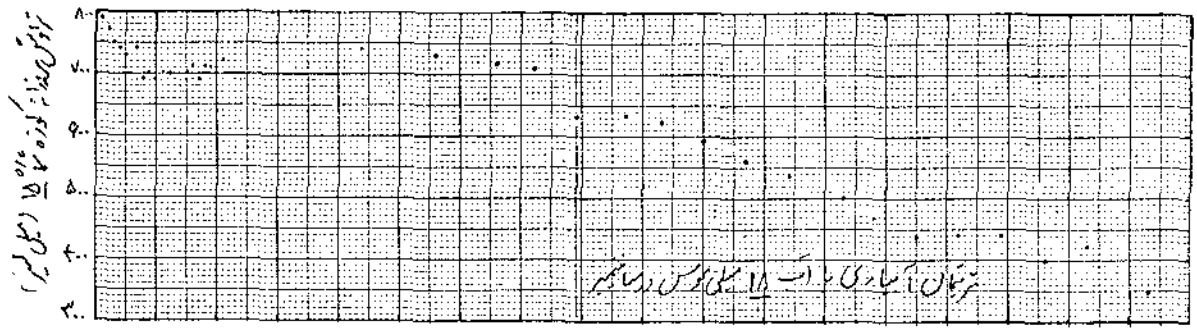
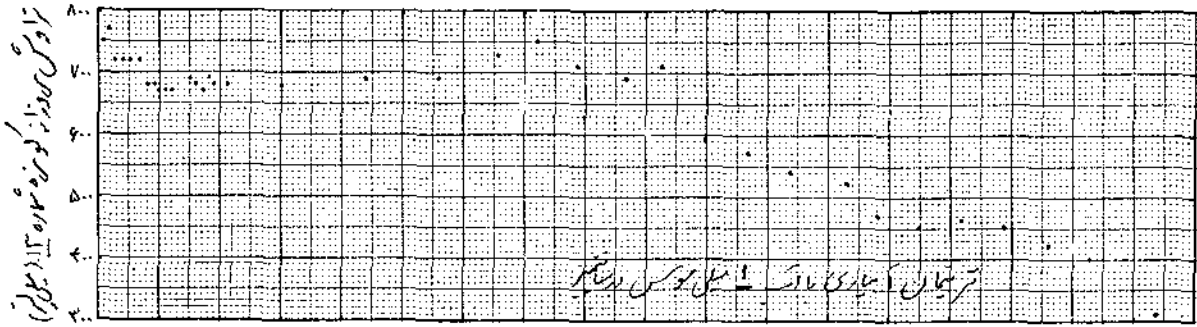
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

سنگ ۱۲ درازگی آب : غلظت ۱۸۰۰۰ میکروولی در سانتیگراد در روز
 اندازه‌های اندازه گیری

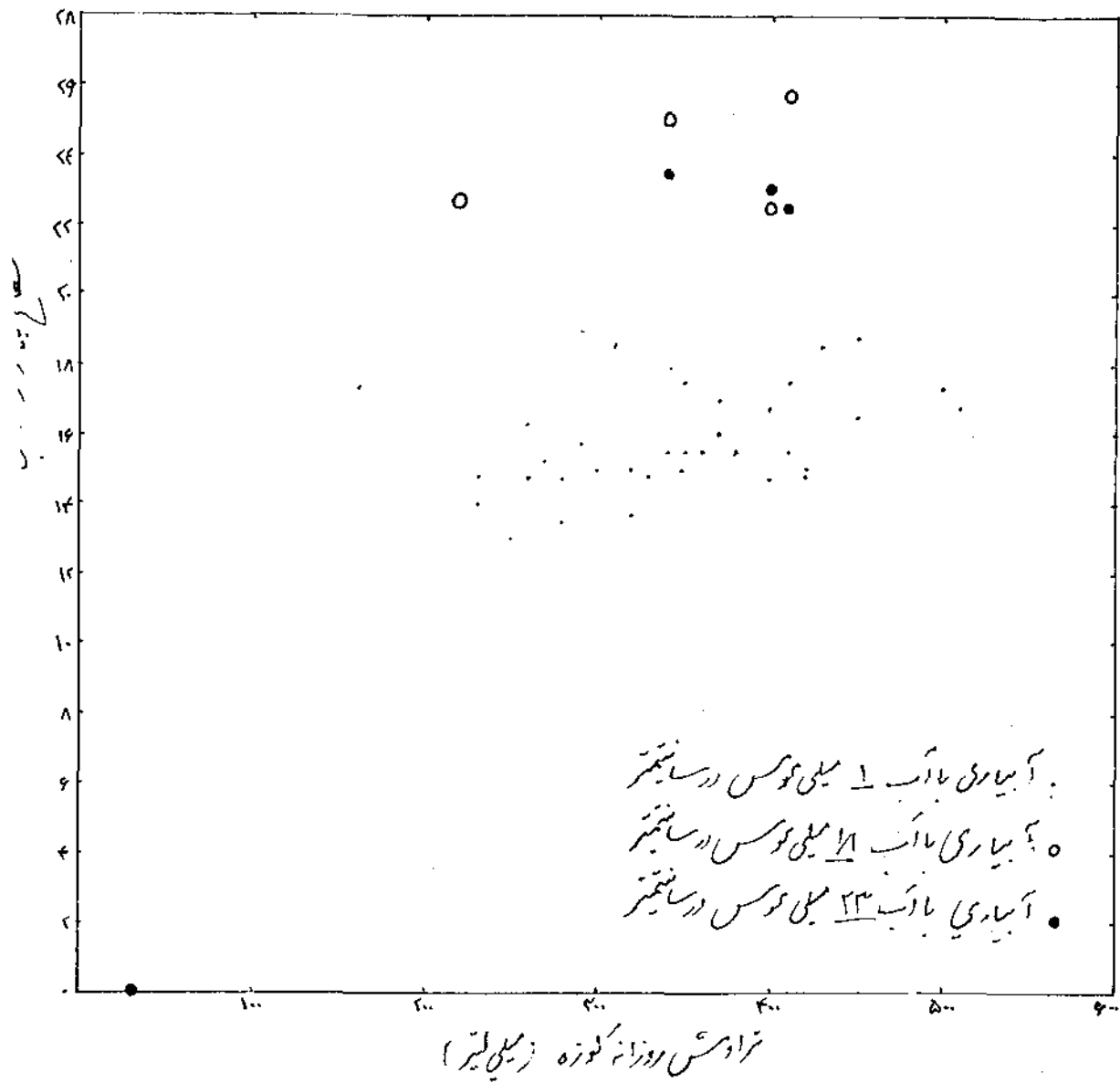


کتابت ۱۳ - کتابت ۱۴ - کتابت ۱۵ - کتابت ۱۶

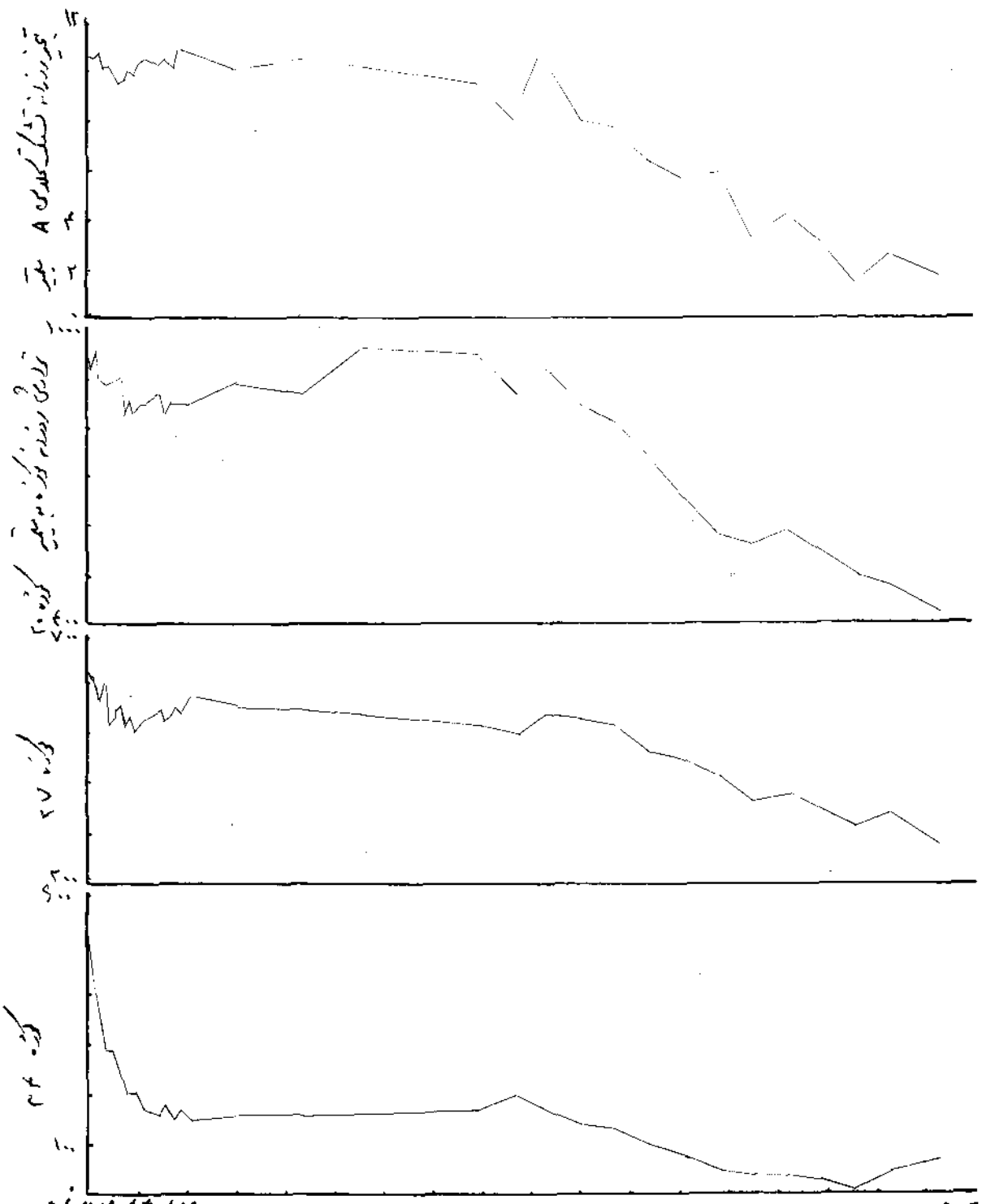
کتابت ۱۷



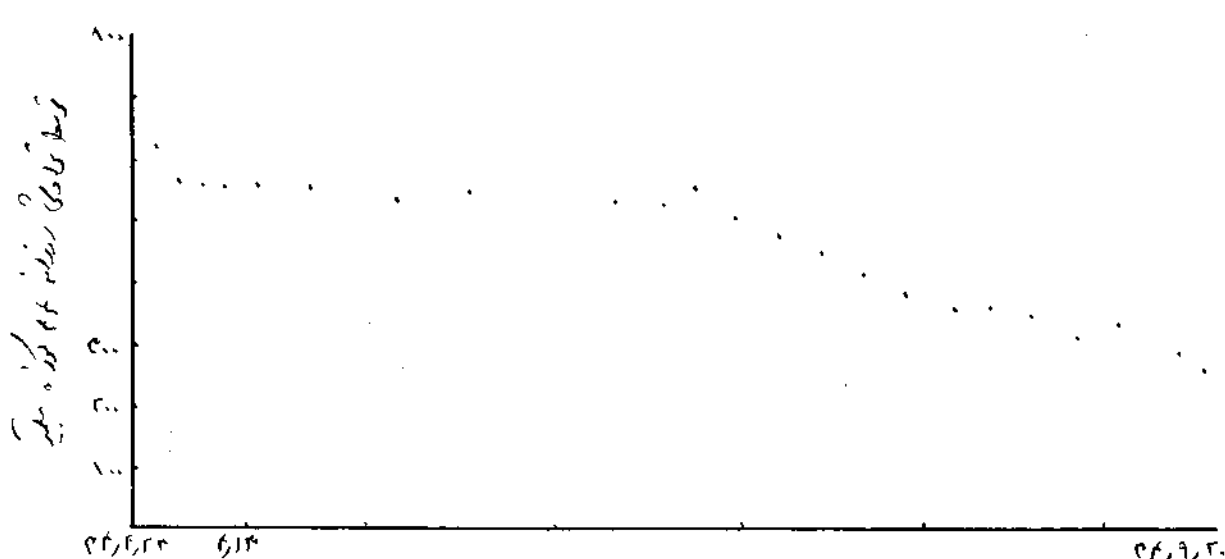
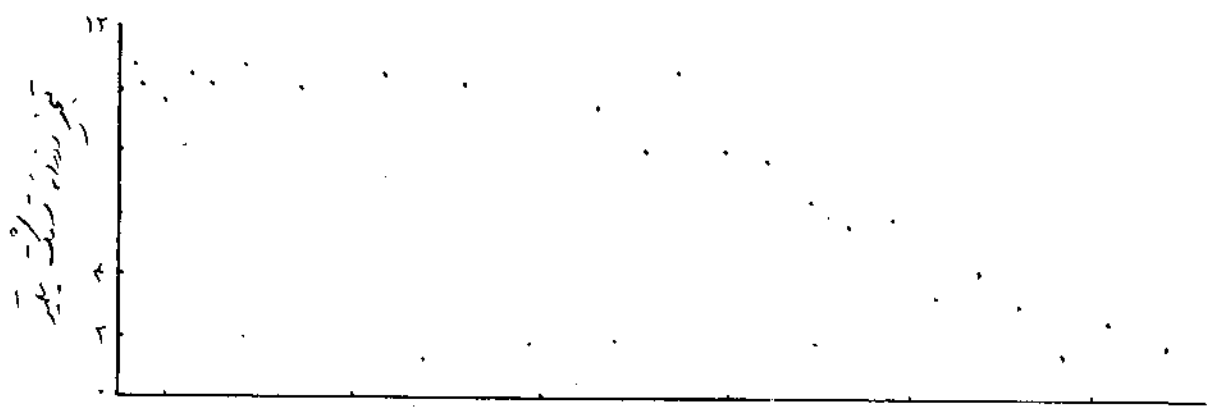
شکل ۴ تراوش آب با کیفیتهای مختلف از کوزه



شکل ۱۵ تاثیر کیفیت آب در تراوش از کوزه و شمع پیاز رطوبتی

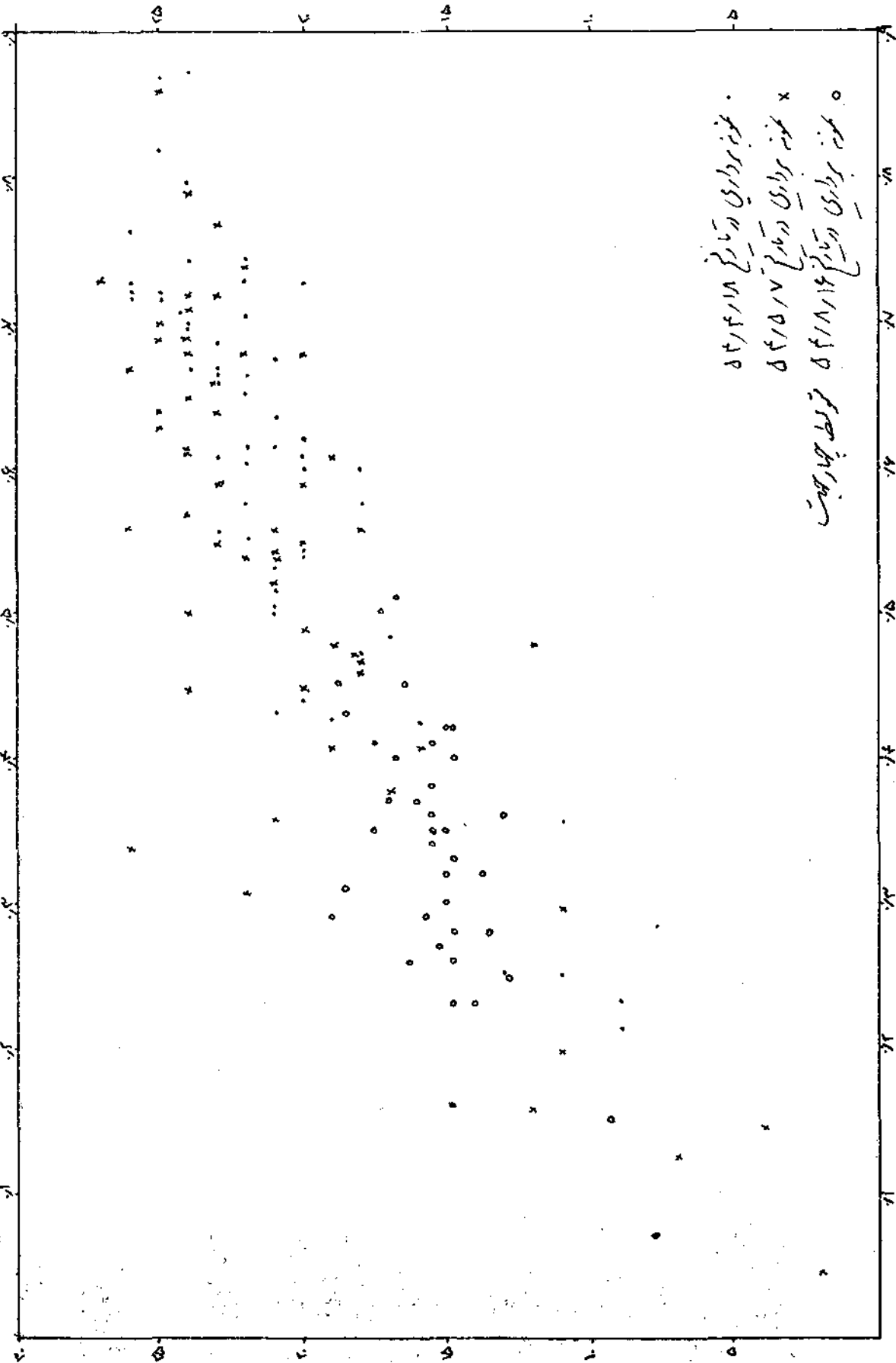


موزیوم انواره گویه
 ۱۵ - ۱۶ - ۱۷ - ۱۸ - ۱۹ - ۲۰ - ۲۱ - ۲۲ - ۲۳ - ۲۴ - ۲۵ - ۲۶ - ۲۷ - ۲۸ - ۲۹ - ۳۰
 ۱۵ - ۱۶ - ۱۷ - ۱۸ - ۱۹ - ۲۰ - ۲۱ - ۲۲ - ۲۳ - ۲۴ - ۲۵ - ۲۶ - ۲۷ - ۲۸ - ۲۹ - ۳۰



روزانه ۴۴ نهان کربوهیدرات
 ۲۴، ۹، ۲۰
 ۱۷ - میانگین عدد کربوهیدرات روزانه ۱۰۰ با میانگین روزانه شکر کلاسی A
 ۲۴، ۴، ۲۴ ۶، ۱۴

تراکم آب از کوزه (لیتر)



شماره پلاک ثبتی (استیشن)

STUDY OF THE POSSIBILITIES FOR USING JARS IN IRRIGATION PRACTICES

This report contains the results of some experiments and observations on the use of clay jars for irrigation purposes. The experiment was conducted in Ahuchar research station of the Soil Institute of Iran in 1975. The following points were studied:

1. Water discharge of jars as affected by the following:
 - Size, shape, and material of jars
 - Pressure exerted on water in the jars
 - Quality of water
 - Soil moisture and texture
 - Evaporation from free water surface.
2. The volume of the wetted soil around the jar.
3. Growth of crop irrigated by a jar.

The preliminary results are promising and, considering the advantages of this method, it is recommended to conduct more research on the use of jars for irrigation and especially for finding a method of water conveyance to the jars for large scale application.