

## تعیین آب مصرفی گیاهان با استفاده از تبخیر طشتک کلاس A

مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک

عبدالرضا خسروی

مقدمه

آگاهی از میزان آب مصرفی نباتات نه تنها راهنمای خوبی در سطح مزرعه برای کشاورزان میباشد که حداکثر استفاده را از منابع آبی خود بنمایند بلکه در سطح مملکتی نیز برای طراحی پروژه‌های بزرگ‌ا‌عم از سد سازی یا ایجاد شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی ضروری است. تحقیقات و بررسیها در این زمینه در مملکت ما بسیار تازه میباشد و تاکنون حجم اینکار با توجه به دامنه وسیع کشاورزی مملکت بسیار ناچیز بوده است. علاوه بر تحقیقات پراکنده‌ای که توسط محققین دانشگاهی و یا سازمانهای مختلف در این مورد در مناطق خاصی صورت گرفته است عملاً "مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک از سال ۲۵۲۶ در اولین ایستگاه تحقیقاتی خود واقع در مرو دشت فارس در شرائط کنترل شده در اینراه قدم برداشت و بتدریج دامنه کار را به سایر ایستگاههای دیگر استانها نیز بسط داد و براساس آن مقالاتی در سمینارهای قبلی کمیته ملی آبیاری و زهکشی و یا کنفرانسهای بین‌المللی ارائه گردیده است. در سالهای اول کار در آزمایشات تیمارها براساس میزان رطوبت خاک بود که از طریق وزنی در محل اندازه‌گیری میشد و یا از فرمولهای مختلف و ضرائب گیاهی میزان آب هر تیمار مشخص میگردد (۱) (۲) (۳). در طول اجرای این آزمایشات که بر روی نباتات عمده منطقه انجام میگرفت کارشناسان آبیاری مؤسسه ب فکر روشی بودند که در عین علمی بودن عملی نیز باشد و امکان بکار بردن آن با شرائط موجود در مناطق غیر از ایستگاههای تحقیقاتی نیز مسیر گردد. با تجربیاتی که در ایستگاههای مؤسسه بدست آمده بود و تجسّاتی که از روشهای معمول در کشاورزی‌های پیشرفته بعمل آمد طشتک تبخیر کلاس A بعنوان وسیله‌ای استاندارد انتخاب گردید که براساس آن تیمارهای آزمایشات پیاده گردد. مسلم است که رابطه جالبی بین تبخیر و تعرق گیاهی و تبخیر آزاد آب موجود است که توسط عده‌ای از دانشمندان و محققین ارائه گردیده است (۴) (۵) (۶)، مهم شناخت این ارتباط در شرائط مختلف بر روی نباتات است. نتایج آزمایشات هنگامی از این طریق قابل اعتماد است که رابطه‌ای نیز بین تبخیر طشتک و تحلیل رطوبت در خاک در طول رویش گیاه برقرار گردد و قدر مسلم اگر در یک منطقه پس از بررسیهای لازم بتوانیم شرائط بالای سطح زمین را (پوشش گیاهی و تبخیر و تعرق و تبخیر از سطح طشتک) با شرائط زیر خاک (توسعه ریشه، مکش خاک، وزن مخصوص، حد ظرفیت مزرعه، نقطه پژمردگی دائم و میزان رطوبت موجود در خاک) ارتباط داده و فاکتورهای دقیق مشخص نمائیم که عملاً "نیز قابل لمس باشند گام موثری در راه بدست آوردن رقم آب مورد نیاز نباتات برداشته‌ایم این حقیقت را نمیتوان انکار نمود که با پیشرفت علم و تکنیک در ایستگاههای کنترل

شده میتوان با استفاده از لیسمترهای وزنی یا حجمی بسیار دقیق یا نوترون مترها و سایر ابزار دقیق محققین موفق به اندازه‌گیری میزان آب مصرفی نه تنها برای یک دور آبیاری بلکه روزانه و ساعتی گردیده و حتی ارقام اعشاری آنرا نیز ثبت کرده‌اند ولی بدینموضوع بایستی توجه داشت که با توجه به امکانات موجود و وسعت مناطق کشاورزی مملکت و اختلافات محیطی فراوان از نظر شرایط جوی و غیره راهی جز انتخاب روشی ساده و امکان پذیر میسر نیست و با توجه به پائین بودن راندمان آبیاری در سطح کشور در حال حاضر ضرورتی برای اجرای آزمایشات بسیار بفرنج در تمام نقاط دیده نمی‌شود .

آزمایشات تعیین آب مورد نیاز نباتات با روش استفاده از طشتک تبخیر کلاس A توسط کارشناسان موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک در مناطق مختلف ( شرایط ایستگاهی و مزارع زارعین ) از فروردین سال ۲۵۳۳ آغاز گردید و در این نشریه نتایج مربوطه به سه منطقه فارس ، خراسان و استان مرکزی گزارش میگردد .

## هدف

تعیین میزان آب مصرفی اقتصادی با استفاده از طشتک تبخیر کلاس A و بررسی اثرات متقابل آب و کود بر روی گندم و چغندر قند و پنبه در مزارع کنترل شده استانهای مرکزی ، خراسان ، فارس

## روش انجام آزمایش

این آزمایشات با طرح بلوکهای کامل تصادفی ( باستثنای خراسان که طرح آن کرت‌های خرد شده بوده‌است ) در ۳ تکرار ( هر تکرار شامل ۹ تیمار ) در مزارع کنترل شده زارعین انجام گردیده است . در هر آزمایش سطوح تیمارهای آبیاری براساس تبخیر از طشتک و تیمارهای کودی براساس نتایج تحقیقاتی که قبلاً در اجرای طرحهای حاصلخیزی خاک در منطقه بدست آمده انتخاب گردیده است . جدول شماره ۱ این سطوح را برای مناطق و محصولات مختلف مشخص میسازد .

بمنظور آگاهی از میزان دقیق تبخیر و اندازه گیری آب تیمارها در مزرعه اقدام به نصب دستگاههای طشتک تبخیر کلاس A و پارشال فلوم گردیده و در طول فصل این اطلاعات همراه با اطلاعات اگرونومی و خاکشناسی توسط کمک کارشناسان بدقت جمع آوری شده است . اندازه کرت‌های آزمایشی ۵۰ یا ۶۰ متر مربع اختیار شده و روشزراعی و دور آبیاری مناسب نیز طبق رسوم منطقه بوده و محصول کرتها پس از حذف حاشیه کرتها از سطح معینی برداشت و دقیقاً " اندازه‌گیری گردیده است .

جدول شماره ۱ - تیمارهای آبیاری و کود شیمیایی

تیمارهای آبیاری	تیمارهای کودی	محصول	منطقه	استان
$E_1 = 70\%$ $E_2 = 85\%$ $E_3 = 100\%$	$F_1 = 40-40-0$ $F_2 = 60-60-0$ $F_3 = 80-80-0$	گندم	ابرکوه	
$E_1 = 70\%$ $E_2 = 85\%$ $E_3 = 100\%$	$F_1 = 80-80-0$ $F_2 = 120-120-0$ $F_3 = 160-160-0$	چغندر قند		
$E_1 = 70\%$ $E_2 = 85\%$ $E_3 = 100\%$	$F_1 = 40-20-0$ $F_2 = 60-30-0$ $F_3 = 80-40-0$	گندم	سرحد چهاردانگه	
$E_1 = 70\%$ $E_2 = 85\%$ $E_3 = 100\%$	$F_1 = 80-40-0$ $F_2 = 120-60-0$ $F_3 = 160-80-0$	چغندر قند		
$E_1 = 130\%$ $E_2 = 100\%$ $E_3 = 70\%$	$F_1 = 120-120-0$ $F_2 = 90-90-0$ $F_3 = 60-60-0$	چغندر قند		
$E_1 = 70\%$ $E_2 = 100\%$ $E_3 = 130\%$	$F_1 = 47-60-0$ $F_2 = 70-90-0$ $F_3 = 90-120-0$	پنبه	مرودشت	

بقیه جدول شماره ۱ - تیمارهای آبیاری و کود شیمیایی

استان	منطقه	محصول	تیمارهای کودی	تیمارهای آبیاری	
فارس	مرودشت	گندم	$F_1 = 80-80-0$	$E_1 = 130\%$	
			$F_2 = 60-60-0$	$E_2 = 100\%$	
			$F_3 = 40-40-0$	$E_3 = 70\%$	
گلستان	گلشن آباد	چغندر قند	$F_1 = 270-180-0$	$E_1 = 130\%$	
			$F_2 = 180-120-0$	$E_2 = 100\%$	
			$F_3 = 90-60-0$	$E_3 = 70\%$	
	آبکوه	گندم	$F_1 = 90-90-0$	$E_1 = 130\%$	
			$F_2 = 60-60-0$	$E_2 = 100\%$	
			$F_3 = 30-30-0$	$E_3 = 85\%$ $70\%$	
قزوین	قزوین	چغندر قند	$F_1 = 156-117-39$	$E_1 = 70\%$	
			$F_2 = 120-90-30$	$E_2 = 85\%$	
			$F_3 = 84-63-21$	$E_3 = 100\%$	
	کرج	کرج	گندم	$F_1 = 117-78-39$	$E_1 = 70\%$
				$F_2 = 90-60-30$	$E_2 = 85\%$
				$F_3 = 63-42-21$	$E_3 = 100\%$

## تفسیر نتایج

نتایج حاصل از آزمایشات بتفکیک منطقه و محصول بشرح زیر گزارش میگردد .

### استان مرکسزی

نتایج یکسال آزمایشات انجام شده (۲۵۳۴) در این استان بشرح زیر است :

#### گندم ( امید )

##### ۱- فیص آباد ( قزوین )

تجزیه وتحلیل آماری نشان میدهد که در این آزمایش اثرات متقابل آب و کود و اختلاف بین تیمارهای کودی معنی دار بوده ( جدول شماره ۲ ) و  $E_1F_2$  یعنی تیمار آبیاری براساس ۷۰ در صد تبخیر از سطح طشتک با میزان ۳۱۶۰ متر مکعب در هکتار و فرمول کودی ۹۰ - ۶۰ - ۳۰ با متوسط عملکرد یک و نیم تن در هکتار بهترین تیمار بوده است . بطور کلی سطح عملکرد این آزمایش در مقایسه با مناطق دیگر بعلت بارندگی بی موقع و آلودگی به زنگ پائی بوده است .

#### شهنام ( کرج )

چون اختلافات معنی داری بین تیمارهای کودی و آبی و اثرات متقابل مشاهده نگردیده است ( جدول شماره ۳ ) از بررسیهای اقتصادی چنین برمیآید که بالاترین رقم درآمد خالص از تیمار  $E_2F_3$  حاصل گردیده است . ( جدول شماره ۴ ) .

#### اسماعیل آباد ( کسرج )

در این نقطه نیز اختلافات معنی دار آماری بین عوامل ملاحظه نمیگردد ( جدول شماره ۵ ) ولی از بررسیهای اقتصادی میتوان چنین نتیجه گرفت که تیمار  $E_1F_3$  بالاترین رقم درآمد خالص را داشته است ( جدول شماره ۶ ) تعداد و میزان آب داده شده به آزمایشات گندم استان مرکزی در جدول شماره ۷ گزارش گردیده است .

#### چغندر قند

##### ۱- شهنام ( کرج )

بطوریکه جدول آماری شماره ۸ نشان میدهد اختلاف معنی داری بین تیمارها و اثرات متقابل وجود ندارد ولی عملکرد سطوح  $E_1$  و  $E_2$  کمی بیشتر از  $E_3$  و عملکرد در سطح  $F_3$  بیشتر از دو سطح دیگر است بدیهی است بررسی نتایج سالهای بعد ممکن است اختلافات را بیشتر روشن نماید . جداول شماره ۹ و ۱۰ دفعات و میزان آب آبیاری را در این آزمایش نشان میدهد .

##### ۲- اسمعیل آباد ( کرج )

اختلافات این آزمایش از نظر آماری معنی دار نیست ولی تا اخذ نتایج بررسیهای مجدد میتوان فرمول  $E_2F_2$  را توصیه نمود . جدول شماره ۱۱ میانگین عملکرد و جداول ۹ و ۱۰ دفعات و میزان آب آبیاری را مشخص میسازد .

جدول شماره ۲ - میانگین عملکرد گندم بر حسب تن در هکتار - فیض آباد - ۲۵۳۴

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	MEAN
F <sub>1</sub>	1.138	.0948	1.113	1.066
F <sub>2</sub>	1.505	1.071	1.088	1.221
F <sub>3</sub>	1.084	1.496	1.327	1.302
MEAN	1.242	1.172	1.176	1.197

حداقل اختلاف معنی دار بودن دو میانگین در سطح ۵٪ برای متن جدول ۲۳۱/۰ و برای حاشیه جدول ۱۳۶/۰ میباشد.

جدول شماره ۳ - میانگین عملکرد گندم بر حسب تن در هکتار - شهنام - ۲۵۳۴

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	MEAN
F <sub>1</sub>	2.633	2.332	2.467	2.511
F <sub>2</sub>	2.683	2.417	2.783	2.626
F <sub>3</sub>	2.650	3.500	2.293	2.644
MEAN	2.655	2.633	2.514	2.601

حداقل اختلاف معنی دار بودن در سطح ۵٪ ما بین دو میانگین برای متن جدول ۲۹۹٪ N و برای حاشیه جدول برابر است با ۲۹۹/۰

جدول شماره ۴ - محاسبه اقتصادی عملکرد گندم در قطعه شهنام

E <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	E <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	E <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	E <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	E <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	E <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	
2633	2683	2650	2433	2417	3050	2468	2783	2293	کیلوگرم در هکتار
24070	25030	25240	20946	21226	28096	20120	23720	19360	درآمدخالص

جدول شماره ۶ - محاسبه اقتصادی عملکرد گندم در قطعه اسماعیل آباد

E <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	E <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	E <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	E <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	E <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	E <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	E <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	
2317	2300	2390	2183	2350	1973	2177	2500	2283	کیلوگرم در هکتار
20930	21200	22640	18490	20600	11370	17330	21000	19370	درآمدخالص

جدول شماره ۵ - میانگین عملکرد گندم بر حسب تن در هکتار . اسماعیل آباد - ۲۵۳۴

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	MEAN
F <sub>1</sub>	2.717	2.183	2.177	2.226
F <sub>2</sub>	2.3	2.350	2.5	2.215
F <sub>3</sub>	2.39	1.973	2.283	2.215
MEAN	2.336	2.169	2.320	2.275

حداقل اختلاف معنی دار بودن و سطح ۵% مابین دو میانگین در متن جدول برابر است با ۰/۲۲۴ و برای حاشیه جدول ۰/۳۸۶ تن در هکتار می باشد .

جدول شماره ۷ - مقدار آب مصرفی در سه قطعه آزمایشی استان مرکزی بر حسب میلیمتر ۲۵۳۴

بارندگی	E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	تاریخ	نام محل
	160	160	160	53/9/2	شهنام
	120	120	120	54/1/18	
	135	115	84.5	54/2/2	
	125	106	87	54/3/31	
	125	106	87	54/4/14	
	665	607	549.5		جمع کل
	140	140	140	53/8/12	اسماعیل آباد
	80	80	80	53/8/21	
	130	130	130	54/1/15	
	105	89	73	54/2/8	
	122	104	85.5	54/3/6	
	136	114	95	54/3/99	
	713	658	603.5		جمع کل
	125	125	125	53/8/7	فیض آباد قزوین
	102	87	71.5	54/1/25	
	96	81.5	67	54/2/13	
	75	64	52.5	54/3/27	
1316	398	358.5	316		جمع کل

جدول شماره ۸ - میانگین عملکرد چغندر قند بر حسب تن در هکتار - شهریار ( شهنام ) سال ۲۵۳۴

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	MEAN
F <sub>1</sub>	65.233	57.333	52.367	58.311
F <sub>2</sub>	64.033	58.833	52.267	58.378
F <sub>3</sub>	67.933	70.433	57.733	65.366
MEAN	65.733	62.200	54.122	60.685

اشتباه معیار میانگین برای متن جدول = ۶/۱۷ تن در هکتار اشتباه معیار میانگین برای حاشیه جدول = ۳/۵۷ تن در هکتار

جدول شماره ۱۱ - میانگین عملکرد چغندر قند بر حسب تن در هکتار اسماعیل آباد سال ۲۵۳۴

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	MEAN
F <sub>1</sub>	46.900	33.867	50.067	43.611
F <sub>2</sub>	47.267	51.267	45.667	48.067
F <sub>3</sub>	36.167	42.000	37.067	38.411
MEAN	43.445	42.378	44.267	43.367

اشتباه معیار میانگین برای متن جدول = ۵/۹۵ تن در هکتار اشتباه معیار میانگین برای حاشیه جدول = ۳/۴۳ تن در هکتار

### استان خراسان

آزمایشات این استان بر روی سه سری خاک برزخ آباد ، چناران و آبکوه انجام گردیده و نتایج یکسال گندم و دو سال چغندر قند در سالهای ۳۴ و ۳۳ ذیلا" عنوان میگردد :

### گندم

#### ۱- گلشن آباد ( سری خاک چناران )

اختلاف بین تکرارها و اختلاف بین تیمارهای آبیاری معنی دار نبوده ولی تیمار E<sub>4</sub> از سایر تیمارها عملکرد کمتری داشته است . بطور کلی میزان محصول رابطه مستقیم با میزان آب داشته اثرات مصرف کود معنی دار و سطح F<sub>1</sub> نسبت به سایر سطوح بهتر میباشد . اثرات متقابل آب و کود در سطح ۱٪ معنی دار است و جدول شماره ۱۲ مشخص میسازد که تیمار E<sub>1</sub>F<sub>1</sub> حداکثر محصول را دارا میباشد .



۲- ماسی حضرتی ( سری خاک آبکوه )

در این آزمایش بین سه تکرار آن در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود دارد و هم چنین بین تیمارهای آبیاری ولی اثر متقابل آب و کود معنی دار نیست و بطور کلی  $E_2F_3$  بهترین تیمار میباشد ( جدول شماره ۱۲ )

۳- چهارمهن ( سری خاک بزرش آباد )

اثرات تیمارهای آبیاری و کودی بطور جداگانه و اثرات متقابل آنها معنی دار نیست ولی تیمارها  $E_1$  و  $F_3$  از سایر تیمارها بهتر بوده است و در حال حاضر تا بدست آوردن نتایج سالهای بعد این آزمایشات میتوان تیمار  $E_1F_3$  را توصیه نمود . در این آزمایش اختلاف بین سه تکرار در سطح ۵٪ معنی دار میباشد ( جدول شماره ۱۲ )  
میزان آب آبیاری آزمایشات گندم دقیقاً " اندازه گیری شده و برای تیمار  $E_2$  ( ۱۰۰٪ تبخیر از طشتک ) بترتیب ۵۳۴۰ ، ۳۸۷۵ و ۱۹۶۵ متر مکعب در هکتار برای گلشن آباد ، ماسی حضرتی و چهارمهن بوده است . در آزمایش چهارمهن بعلاوه اختلالاتی که در گردش آبیاری صورت گرفته فقط دو آبیاری انجام گرفته که همین باعث کم شدن محصول گردیده است .

جدول شماره ۹ - میزان آبیاری قبل از ۵۰ درصد پوشش گیاهی

تیمار آبیاری			تاریخ آبیاری	تیمار آبیاری			تاریخ آبیاری
$E_3$	$E_2$	$E_1$		$E_3$	$E_2$	$E_1$	
100	100	100	۵۴/۳/۸	140	140	140	۵۴/۲/۲
100	100	100	۵۴/۳/۱۴	120	120	120	۵۴/۳/۱۱

جدول شماره ۱۰ - میزان آبیاری بعد از ۵۰ درصد پوشش گیاهی

تیمار آبیاری			تاریخ آبیاری	تیمار آبیاری			تاریخ آبیاری
$E_3$	$E_2$	$E_1$		$E_3$	$E_2$	$E_1$	
104.0	88.5	73.0	۵۴/۵/۲۲	111.00	94.50	77.50	۵۴/۳/۲۴
136.5	116.5	95.5	۵۴/۶/۲	102.00	87.00	71.50	۵۴/۴/۲
101.0	86.0	71.0	۵۴/۶/۱۰	112.00	95.00	78.50	۵۴/۴/۹
89.0	76.0	63.0	۵۴/۶/۱۹	124.00	106.00	87.00	۵۴/۴/۱۹
65.0	55.5	45.5	۵۴/۶/۲۷	118.00	103.0	83.5	۵۴/۴/۲۸
138.0	117.0	96.5	۵۴/۷/۱۴	124.50	106.0	87.5	۵۴/۵/۵
80.0	80.0	80.0	۵۴/۸/۱۴	128.00	108.0	90.0	۵۴/۵/۱۳

جدول شماره ۱۲ - نتایج آزمایش تعیین آب مصرفی گیاهان با استفاده از تبخیر طشتک کلاس A بر روی گندم سال ۲۵۲۳ - ۲۵۲۴ ( کیلوگرم در هکتار ) در استان خراسان

تیمار	سری خاک چناران	سری خاک آبکوه	سری خاک برزش آباد	سری خاک تیمار	سری خاک چناران	سری خاک آبکوه	سری خاک برزش آباد
E <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	۲۸۲۳	۱۹۶۷	۱۷۵۰	E <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	۲۳۶۳	۲۱۰۰	۱۷۰۰
E <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	۲۸۰۰	۱۹۶۷	۱۷۶۷	E <sub>4</sub> F <sub>3</sub>	۲۴۶۳	۲۰۵۰	۱۸۰۰
E <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	۲۳۴۶	۱۶۵۰	۱۹۷۷	E <sub>1</sub>	۲۹۹۰	۱۸۶۲	۱۸۳۲
E <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	۳۶۸۳	۲۲۶۰	۱۷۰۰	E <sub>2</sub>	۲۹۶۴	۲۱۵۳	۱۶۴۳
E <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	۳۲۸۳	۱۸۹۰	۱۵۶۷	E <sub>3</sub>	۲۸۲۶	۱۶۸۷	۱۷۲۲
E <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	۱۹۲۶	۲۳۰۷	۱۶۵۷	E <sub>4</sub>	۲۲۵۸	۲۰۵۷	۱۶۹۵
E <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	۳۵۴۳	۱۵۸۴	۱۷۵۷	F <sub>1</sub>	۳۲۵۰	۱۹۵۸	۱۶۹۸
E <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	۳۰۲۳	۱۶۱۷	۱۷۴۰	F <sub>2</sub>	۲۸۶۷	۱۸۹۴	۱۶۹۴
E <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	۱۹۱۳	۱۸۳۴	۱۶۶۷	F <sub>3</sub>	۲۱۶۲	۱۹۶۰	۱۷۷۵
E <sub>4</sub> F <sub>1</sub>	۱۹۵۰	۲۰۲۰	۱۵۸۴	—	—	—	—

چفندر قند

### ۱- گلشن آباد ( سری خاک چناران )

نتیجه ادغام دو ساله این آزمایشات نشان میدهد که : اختلاف بین عملکرد تیمارها در سالهای مختلف آزمایش در سطح ۱٪ معنی دار و سال ۲۵۲۴ نسبت به ۲۵۲۳ افزایش محصول داشته است . اثر تیمارهای کودی در سطح ۱٪ معنی دار بوده F<sub>1</sub> از سایر سطوح بهتر بوده است اثر تیمارهای آبیاری معنی دار نبوده ولی تیمار E<sub>2</sub> بهتر از سایر تیمارها بوده است . اثر متقابل تیمار کودی و سال و اثر متقابل آن با تیمار آبیاری در سطح ۱٪ معنی دار میباشد ( جدول شماره ۱۳ و ۱۴ )

## ۲- ماسی حضرتی ( سری خاک آبکوه )

نتیجه ادغام دو ساله آزمایشات مشخص میسازد که اختلاف عملکرد در سالهای مختلف آزمایش در سطح ۱% معنی دار بوده و اثر تکرار داخل سال در سطح ۵% نزدیک به معنی دار شدن میباشد اثرات تیمارهای کودی و آبی بطور جداگانه و اثرات متقابل آنها معنی دار نبوده ولی روی هم رفته تا اخذ نتایج بهتر میتوان تیمار  $E_2F_1$  را نسبت به سایر تیمارها بهتر دانست ( جداول ۱۳ و ۱۴ )

## ۳- چهارمهن ( سری خاک برزش آباد )

اثر تیمارهای آبیاری پس از ادغام نتایج دو سال در سطح ۵% معنی دار میباشد و  $E_2$  بهترین آن است هم چنین اثر تیمارهای کودی در سطح ۱% معنی دار بوده و  $F_2$  جواب بهتری داده است میزان آب اضافه شده به آزمایشات چغندر قند دقیقاً " اندازه گیری شده و برای تیمار  $E_2$  ( ۱۰۰% تبخیر ) در گلشن آباد در سال اول ۱۲۰۴۰ در سال دوم ۱۳۳۴۵ و در مزرعه ماسی حضرتی سال اول ۱۲۹۷۰ و سال دوم ۱۰۰۲۵ و در چهارمهن سال اول ۱۲۵۱۵ و سال دوم ۱۰۶۶۰ متر مکعب در هکتار بوده است .

جدول شماره ۱۲ - نتایج آزمایش تعیین آب مصرفی گیاهان با استفاده از تیخیر طشتک کلاس A  
بر روی چغندر قند ( تن در هکتار ) در استان خراسان

مزرعه چهارمهن سری خاک برزش آباد		مزرعه ماسی حضرتی سری خاک آبکسوه		مزرعه گلشن آباد سری خاک چناران		تیمار
سال ۱۳۵۴	سال ۱۳۵۳	سال ۱۳۵۴	سال ۱۳۵۳	سال ۱۳۵۴	سال ۱۳۵۳	
۶۹/۲۰۰	۲۸/۸۶۶	۶۹/۰۳۴	۴۲/۲۶۷	۴۹/۵۰۰	۴۶/۳۳۳	E <sub>1</sub> F <sub>1</sub>
۶۴/۵۰۰	۳۶/۹۳۳	۷۰/۱۰۰	۳۵/۸۶۷	۵۴/۹۶۷	۳۸/۶۶۷	E <sub>1</sub> F <sub>2</sub>
۵۵/۹۰۰	۲۹/۴۰۰	۷۰/۶۳۴	۳۰/۹۳۳	۴۲/۶۳۴	۳۵/۶۶۷	E <sub>1</sub> F <sub>3</sub>
۸۱/۸۳۴	۴۱/۰۰۰	۷۱/۵۳۴	۴۲/۵۳۳	۵۸/۶۰۰	۴۴/۳۳۳	E <sub>2</sub> F <sub>1</sub>
۶۵/۹۶۷	۴۰/۶۰۰	۶۵/۱۶۷	۴۱/۶۰۰	۵۷/۹۳۴	۴۱/۶۶۷	E <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
۶۶/۳۳۴	۳۵/۳۳۳	۶۶/۳۰۰	۲۹/۴۶۷	۵۶/۴۶۷	۳۲/۰۰۰	E <sub>2</sub> F <sub>3</sub>
۶۸/۴۰۰	۴۵/۱۳۲	۷۰/۰۰۰	۳۶/۵۳۳	۵۳/۱۳۴	۴۲/۰۰۰	E <sub>3</sub> F <sub>1</sub>
۷۷/۵۰۰	۴۰/۴۰۰	۷۶/۷۶۷	۳۶/۰۶۷	۴۹/۵۰۰	۴۱/۳۳۳	E <sub>3</sub> F <sub>2</sub>
۶۱/۳۶۷	۳۹/۴۶۶	۷۹/۵۰۰	۲۷/۹۳۳	۴۵/۲۶۷	۳۶/۳۳۳	E <sub>3</sub> F <sub>3</sub>
۶۳/۲۰۰	۳۵/۰۶۶	۶۹/۹۳۳	۳۶/۳۵۶	۴۹/۷۵۴	۴۰/۲۲۲	E <sub>1</sub>
۷۱/۳۷۸	۳۸/۹۷۷	۶۷/۶۶۷	۳۷/۸۶۷	۵۷/۶۶۷	۴۰/۳۳۳	E <sub>2</sub>
۶۹/۲۵۶	۴۱/۶۶۶	۷۵/۴۲۳	۳۳/۵۱۱	۴۹/۳۰۰	۳۹/۸۸۹	E <sub>3</sub>
۷۳/۱۴۵	۴۱/۶۶۶	۷۰/۱۸۹	۴۰/۴۴۴	۵۳/۷۴۵	۴۵/۲۲۲	F <sub>1</sub>
۶۹/۳۳۳	۳۹/۳۱۱	۷۰/۶۷۸	۳۷/۸۴۴	۵۴/۱۳۴	۴۰/۵۵۶	F <sub>2</sub>
۱۱/۳۶۷	۳۴/۷۳۳	۷۲/۱۴۵	۲۹/۴۴۴	۴۸/۷۸۹	۳۴/۶۶۷	F <sub>3</sub>

جدول شماره ۱۴ - نتایج ادغام آزمایشات تعیین آب مصرفی گیاهان با استفاده از تبخیر  
 طشتک کلاس A بر روی چغندر قند ( تن در هکتار ) در استان خراسان

نتایج ادغام آزمایشات در سه سری خاک		نتایج ادغام آزمایشات سالهای ۲۵۲۲ - ۲۵۲۴			تیمار
سال ۵۴	سال ۵۳	سری خاک برزش آباد	سری خاک آبکوه	سری خاک چناران	
۶۲/۵۷۸	۴۲/۴۸۹	۵۴/۰۳۴	۵۵/۶۵۰	۴۷/۹۱۶	E <sub>1</sub> F <sub>1</sub>
۶۲/۱۸۹	۳۷/۱۵۶	۵۰/۷۱۷	۵۲/۹۸۴	۴۶/۸۱۷	E <sub>1</sub> F <sub>2</sub>
۵۷/۰۵۶	۳۲/۰۰۰	۴۲/۶۵۰	۵۰/۷۸۴	۴۰/۵۰	E <sub>1</sub> F <sub>3</sub>
۷۰/۶۵۶	۴۳/۶۲۳	۶۱/۴۷۲	۵۷/۰۳۴	۵۲/۹۶۷	E <sub>2</sub> F <sub>1</sub>
۶۴/۰۲۳	۴۱/۲۸۹	۵۳/۲۸۴	۵۳/۲۸۴	۴۹/۸۰۰	E <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
۶۴/۰۳۴	۳۲/۲۶۷	۵۰/۸۲۴	۴۷/۸۸۴	۴۴/۲۳۴	E <sub>2</sub> F <sub>3</sub>
۶۳/۸۴۵	۴۱/۲۲۳	۵۶/۷۶۷	۵۳/۲۶۷	۴۷/۵۶۷	E <sub>3</sub> F <sub>1</sub>
۶۷/۹۲۳	۳۹/۲۶۷	۵۸/۹۵۰	۵۶/۴۱۷	۴۵/۴۱۷	E <sub>3</sub> F <sub>2</sub>
۶۲/۲۱۲	۳۴/۵۷۸	۵۰/۶۶۷	۵۳/۷۱۷	۴۰/۸۰۰	E <sub>3</sub> F <sub>3</sub>
۶۰/۹۴۱	۳۷/۲۱۵	۴۹/۱۳۴	۵۳/۱۳۹	۴۴/۹۶۲	E <sub>1</sub>
۶۵/۵۷۱	۳۹/۰۶۰	۵۵/۱۷۸	۵۲/۷۶۷	۴۹/۰۰۰	E <sub>2</sub>
۶۴/۴۰۰	۳۸/۳۵۶	۵۵/۴۶۲	۵۴/۴۶۷	۴۴/۵۹۵	E <sub>3</sub>
۶۵/۶۹۳	۴۲/۴۴۵	۵۷/۴۰۶	۵۵/۳۱۷	۴۹/۴۸۴	F <sub>1</sub>
۶۴/۷۱۲	۳۹/۲۳۷	۵۴/۳۱۷	۵۴/۲۶۲	۴۷/۳۴۵	F <sub>2</sub>
۶۰/۷۶۷	۳۲/۹۴۹	۴۸/۰۵۰	۵۰/۷۹۵	۴۱/۷۲۸	F <sub>3</sub>
—	۳۸/۲۱۰	۳۸/۵۷۱	۳۵/۹۱۲	۴۰/۱۴۹	Y <sub>1</sub>
۶۳/۷۱۶	—	۶۷/۹۴۵	۷۱/۰۰۴	۵۲/۲۳۳	Y <sub>2</sub>





جدول شماره ۱۸ - میزان آب آبیاری تیمارهای آزمایش گندم - ابر کوه

میزان آب داده شده به میلیمتر			تاریخ آبیاری	نوبت آبیاری
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>		
120	120	120	33/8/16	1
100	100	100	33/9/20	2
70	85	100	33/11/7	3
70	85	100	33/12/25	4
63	76	90	34/1/15	5
60	72	85	34/2/11	6
67	81	95	34/2/24	7
550	619	690	جمع 7 نوبت آبیاری	

۳- ده بید مرو دشت

جدول شماره ۱۹ میانگین تیمارهای این آزمایشات را مشخص میسازد این آزمایش با بذر روشن انجام گردیده و بطور کلی راندمان تمام تیمارها بالا است ولی اختلاف زیادی بین تیمارها مشاهده نمیشود و علت آن بارندگی های فصل سال ۳۵ - ۳۴ در این منطقه بوده است .

جدول شماره ۱۹ - میانگین عملکرد گندم ده بید برحسب تن در هکتار

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	MEAN
F <sub>1</sub>	3.783	3.773	4.330	3.962
F <sub>2</sub>	3.963	4.058	4.373	4.131
F <sub>3</sub>	3.686	4.243	4.191	4.040
MEAN	3.811	4.024	4.298	

جمع کل آب داده شده به این آزمایش در طول فصل  $E_1 = 310$  ،  $E_2 = 260$  و  $E_3 = 210$  میلیمتر و میزان بارندگی در همین زمان ۴۷۲ میلیمتر و تبخیر از پشتک کلاس A مقدار ۶۱۵ میلیمتر بوده است . اگرچه قطعه ای که با شرایط زارع در جوار این آزمایش با فرمول ۰ - ۶۰ - ۶۰ در ۱۰۰۰ متر مربع انجام و آبیاری آن اندازه گیری شده است نگاه کنیم می بینیم که راندمان محصول معادل ۳/۸ تن در هکتار با افزایش ۲۳۹ میلیمتر آب بوده است . از نتیجه این قطعه و خود آزمایش چنین استنباط میشود که در شرایط پر باران فرمول E<sub>3</sub> یعنی کمترین میزان آبیاری بهترین راندمان را نمایان خواهد کرد .



## ۱ - سرحد چهار دانگه

جدول شماره ۲۰ آزمایش سال ۲۵۳۴ نشان میدهد که بین سه تکرار و هم چنین بین ۹ تیمار تفاوت معنی داری مشاهده نمیشود و هیچیک از اثرات اصلی و متقابل معنی دار نیستند ، اینموضوع در مورد سطوح مختلف تیمارهای آبیاری و کودی نیز صدق مینماید . بطور کلی تیمار  $E_3F_2$  با  $44/3$  تن در هکتار بهترین تیمار است و فقط با تیمار  $E_1F_2$  تفاوت معنی داری دارد .

جدول شماره ۲۰ - میانگین عملکرد چغندر قند سرحد برحسب تن در هکتار

	$E_1$	$E_2$	$E_3$	MEAN
$F_1$	34.333	35.667	35.167	36.056
$F_2$	33.000	42.000	44.333	39.778
$F_3$	39.000	39.000	40.333	39.444
MEAN	35.444	38.889	39.944	38.093

حداقل معنی دار بین میانگین تیمارها ( متن جدول ) =  $10.842$  کیلوگرم در هکتار  
 " " " " سطوح مختلف E و F ( حاشیه جدول ) =  $6260$  کیلوگرم در هکتار  
 ضریب تغییرات ( C.O.V. ) =  $16\%$

بطور کلی طول فصل رشد چغندر قند در این منطقه کم است به همین علت فقط ۱۰ مرتبه عملیات آبیاری بمیزان  $872$  میلیمتر بطور متوسط صورت گرفته است . ملاحظه روش زارع در اندازه گیری میزان آب داده شده توسط او در کرت‌های مجاور آزمایش نشان میدهد با وجودیکه فقط ۹ بار در طول فصل آبیاری نموده است میزان آب داده شده  $1188$  میباشد که خیلی بیشتر از قطعه آزمایشی است و عملکرد آن  $32/50$  تن در هکتار با فرمول  $60 - 120$  بوده است . جدول شماره ۲۱ میزان آب آبیاری تیمارهای مختلف را روشن مینماید .



در شرائط زارع با فرمول ۰ - ۱۲۰ - ۱۲۰ میزان آبیاری اندازه گیری شده و ۲۰۱۰ میلیمتر در ۱۵ نوبت بوده است. مجدداً " ملاحظه میشود که راندمان ۲۹/۴۵ تن در هکتار زارع خیلی کمتر از میزانی است که با فرمول  $E_2F_2$  حاصل شده است ( ۴۷/۵ تن در هکتار ) ضمناً " میزان آب داده شده توسط زارع حدود ۵۰۰ میلیمتر بیشتر از حد متوسط آزمایشات بوده است . جدول شماره ۲۳ میزان آب داده شده به آزمایش را مشخص میسازد :

جدول شماره ۲۳ - میزان آب آبیاری تیمارهای آزمایش چغندر قند ابر کوه

آب داده شده به تیمارهای آبیاری بر حسب میلیمتر			تاریخ	تعداد
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>		
101	101	101	33/12/28	1
57	57	57	34/2/7	2
55	66	78	34/2/28	3
53	64	76	34/3/8	4
36	44	52	34/3/23	5
74	89	105	34/4/5	6
84	102	120	34/4/15	7
84	102	120	34/4/25	8
88	107	126	34/5/5	9
80	107	126	34/5/15	10
100	132	156	34/5/25	11
105	127	150	34/6/5	12
74	89	105	34/6/15	13
70	85	100	34/6/25	14
75	90	107	34/7/15	15
76	91	108	34/8/17	16
1229	1453	1687	جمع	

۳- ده بید مرودشت

جدول شماره ۲۴ زیر نشان میدهد که در سال ۲۵۳۴ بین تکرارها اختلاف معنی داری وجود نداشته لیکن اختلاف تیمارها در سطح ۱% معنی دار است . اثر اصلی تیمارهای کودی در سطح ۱% معنی دار بوده ولی اثر تیمارهای آبیاری و اثرات متقابل تیمارهای آب و کود معنی دار نیست . تیمار  $E_2F_2$  با ۷۴/۸ تن در هکتار بهترین راندمان را داشته و با تیمارهای سطح  $F_3$  تفاوت معنی داری دارد .

جدول شماره ۲۴ - میانگین عملکرد آزمایش چغندر قند مرودشت برحسب تن در هکتار

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	MEAN
F <sub>1</sub>	71.447	68.433	63.893	67.924
F <sub>2</sub>	68.120	74.800	70.427	71.116
F <sub>3</sub>	56.627	51.330	58.627	55.429
MEAN	65.398	64.756	64.316	64.823

حداقل اختلاف معنی دار بین میانگین تیمارها ( متن جدول ) = 110253 کیلوگرم در هکتار  
 " " " " سطوح مختلف E و F ( جاشیه جدول ) = 6.497 کیلوگرم در هکتار  
 ضریب تغییرات ( C.O.V ) = ۱۰%

جدول شماره ۲۵ میزان آب داده شده تیمارهای مختلف آزمایش مزرعه ده بید مرودشت را مشخص میسازد در این آزمایش میزان آب داده شده در قطعه زارع ۱۵۴۱ میلیمتر و راندمان تولید محصول ۴۶/۷۵ تن در هکتار بوده است و بطوریکه مشاهده میشود میزان آب داده شده توسط زارع در حدود معدل آبیاری آزمایشی بوده ولی راندمان محصول بمیزان فاحشی از معدل آزمایش کمتر بوده است .

جدول شماره ۲۵ - میزان آب آبیاری تیمارهای آزمایشی چغندر قند ده بید

آبیاری برحسب میلیمتر			تاریخ	ردیف
$E_3 = \%$	$E_2 = 100\%$	$E_1 = 13\%$		
50	50	50	54/1/30	1
40	40	40	54/2/10	2
50	50	50	54/2/16	3
60	60	60	54/3/3	4
50	60	90	54/3/11	5
50	70	90	54/3/19	6
60	85	110	54/2/26	7
60	80	105	54/4/2	8
60	80	105	54/4/9	9
65	85	115	54/4/16	10
60	80	100	54/4/23	11
60	85	115	54/4/30	12
50	75	100	54/5/6	13
50	70	90	54/5/13	14
55	76	100	54/5/20	15
55	80	105	54/5/27	16
50	80	105	54/6/3	17
55	80	105	54/6/10	18
50	70	90	54/6/17	19
50	70	90	54/6/24	20
45	65	85	54/6/31	21
40	60	80	54/7/7	22
30	45	60	54/7/14	23
30	45	60	54/7/21	24
30	45	60	54/7/28	25
25	35	45	54/8/5	26
1280	1730	2200 میلیمتر	جمع کل آبیاری	

## ۱- گودزرشک را مجرود

از آزمایش سال ۲۵۳۳ بر روی پنبه آکالا که نتایج آن در جدول شماره ۲۶ ارائه میگردد چنین استباط میشود که فرمول  $E_1 F_3$  بهترین عملکرد را داشته است تعیین کمترین میزان آب و بالاترین میزان کود، اینموضوع در آزمایشات دیگر پنبه که در طی چند سال در ایستگاه مرو دشت انجام گرفته تأیید شده است. فواصل کاشت پنبه بین ردیفها ۶۰ سانتیمتر و بین بوته‌های هر ردیف ۳۰ سانتیمتر بوده و ۱۴ مرتبه در طول فصل آبیاری شده‌اند.

نتایج تجزیه آماری نشان میدهد که تفاوت بین تیمارهای کودی در سطح ۵٪ معنی دار بوده و تفاوت همان ۹ تیمار و سه سطح آبیاری نزدیک معنی دار شدن است.

جدول شماره ۲۶ - میانگین عملکرد آزمایش پنبه گودزرشک

	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	MEAN
E <sub>1</sub>	1.950	1.529	1.981	1.820
E <sub>2</sub>	1.944	1.517	1.806	1.756
E <sub>3</sub>	1.524	1.541	1.729	1.598
MEAN	1.809	1.529	1.839	1.724

L.S.D % متن جدول = ۰/۴۷۵ تن در هکتار

% حاشیه جدول = ۰/۲۷۴ تن در هکتار

C.O.V = ۱۶%

## خلاصه و نتیجه

اهمیت مطالعات تعیین میزان آب مصرفی نباتات در پروژه‌های عمرانی آبیاری حقیقتی است کاملاً شناخته شده. تحقیقاتی در این زمینه بصورت پراکنده تاکنون انجام گرفته ولی با توجه به دامنه وسیع کشاورزی مملکت حجم آن ناچیز بوده است. بررسیهای آبیاری در ایستگاههای موسسه خاکشناسی از سال ۲۵۲۶ عملاً از ایستگاه مرو دشت آغاز گردید و در حال حاضر در بیشتر مناطق مملکت در دست اجرا است.

آزمایشاتی که در این نشریه ذکر گردیده نتیجه تحقیقاتی است که با استفاده از طشتک تبخیر کلاس A در استانهای مرکزی، فارس و خراسان از سال ۲۵۳۳ اجرا گردیده است.

بطور کلی امکان انجام آزمایشات بفرنج در خارج از ایستگاههای تحقیقاتی مجهزکاری است بسی دشوار ولی تجزیه‌ایکه بر اساس آزمایشات موضوع این نشریه عاید شده نشان میدهد که با استفاده از طشتک تبخیر کلاس A میتوان بسادگی میزان آب مصرفی نباتات را در مناطق کشاورزی مشخص نمود. این آزمایشات بایستی ادامه یابد تا بتوان توصیه‌های قابل اعتمادی را در دسترس علاقمندان گذاشت.

## منابع مورد استفاده

1. K. Pohjakas, A.R. Khosravi, P.J. Slabbers. Annual report of Marvdasht pilot project for 1967. Tech. Report no. 167, Soil Institute of Iran, July 1968.
2. Annual report of Marvdasht pilot project for 1968. Tech. Report no. 213, Soil Institute of Iran, March 1969.
3. Annual report of Marvdasht pilot project for 1969. Tech. Report no. 282, Soil institute of Iran, June 1970.
4. P.J. Slabbers. Determination of water requirement of crops from meteorological data. Tech. Report no. 222, Soil Institute of Iran, June, 1970.
5. P.J. Slabbers. Potential evapotranspiration from meteorological and experimental data for Iran. Tech. Report no. 224, Soil Institute of Iran, May 1970.
6. Abdol Reza Khosravi. Pan evaporation and potential evapotranspiration in Iran. M.S. thesis, Utah State University, Logan, Utah, 1972.

### ABSTRACT CONSUMPTIVE USE STUDY BY CLASS A PAN EVAPORATION SOIL INSTITUTE OF IRAN

*ABDOL REZA KHOSRAVI*

The importance of consumptive use study in irrigation development is well known. Scattered research in this field has been carried out by various organizations in Iran. The Soil Institute has started water use studies since 2526 at Marvdasht and now in most of the provinces.

Various methods of investigation based on soil moisture and climatological factors was adopted in the research. To find the most simple technique workable for the farmers conditions the use of Class A Pan was foreseen.

Water use studies based on this method has been done since 2533 at Fars, Central and Khorassan provinces on several crops. The results are very promising it must be continued to find reliable results. Simplicity and workability of the method makes it useful to find the water needs of the crops in the vast agricultural regions of Iran.