تعیین کارایی مصرف آب وهیدرومدول آبیاری با استفاده از لایسیمترهای زهکش دار

خداداد ده مرده [۱]، نجمه یزدانپناه [۲]، غلامعلی کیخا [۱]، علیرضا اکبری مقدم [۱]، نادر محمدنیا [۱]
۱-کارشناس ارشد موسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان،۲- استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد کرمان

چکیده
برای آگاهی از میزان دقیق آب مصرفی گیاه در یک فصل زراعی و نیز دوره رشد ، برنامه ریزی در جهت تعیین تبخیر و تعرق و نهایتا" تعیین میزان آب مصرفی گیاه امری ضروری است لذا با استفاده از لایسیمتر های زهکش دار تبخیر وتعرق گیاه مرجع (یونجه) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک بدست آمد به منظور حذف اثرات حاشیه دراطراف لایسیمتر به مساحت ۳۰۰۰ هزار متر مربع (به شعاع تقریبی ۳۰متر) یونجه کشت گردید. زمانهای آبیاری با استفاده از دستگاه TDR و روابط فیزیکی خاک لایسیمتر ها و شرایط منطقه و حفظ رطوبت خاک داخل لایسیمترها در حد رطوبت سهل الوصول اعمال شد. مقدار تبخیر و تعرق گیاه یونجه برای دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۷۵/۳۴۲۵ و ۱۲/۳۹۷۷ میلی متر بدست آمد همچنین با استفاده از تعداد چین های برداشت شده و حجم آب داده شده در فصول زراعی ، کارایی مصرف آب به ترتیب ۰۵۵/۱ و ۹۶۷۹/۰ کیلو گرم به ازاء هر متر مکعب آب مصرفی بدست آمد مقدار هیدرومدول آبیاری برای طراحی سیستم آبیاری بر اساس حداکثر نیاز آبی گیاه به ترتیب برابر ۰۱۹/۱ و ۸۳۶/۰ لیتر در ثانیه در هکتار محاسبه شد.

واژه های کلیدی : تبخیر و تعرق پتانسیل، کارایی مصرف آب ، لایسیمتر زهکش دار ، هیدرومدول آبیاری

مقدمه
برنامه ریزی آبیاری بدون داشتن اطلاعات کافی از تبخیر و تعرق ۳ گیاه مرجع (Et۰) امکان پذیر نمی باشد با برآورد(Et۰) می توان از هزینه های غیر ضروری و آب مازاد جلوگیری کرد یکی از روشهای بسیار دقیق در تعیین (Et۰) استفاده از لایسیمترها می باشد اکثر محققین در مطالعات خود نتایج حاصل از روشهای دیگر را با نتایج لایسیمتری مورد قیاس قرار دادند و روش لایسیمتری را به عنوان روش منبع در نظر گرفتند. همچنین (سهرابی و همکاران ، ۱۳۸۴) نتیجه گرفتند که لایسیمتر های وزنی به عنوان یکی از دقیق ترین روشهای اندازه گیری مستقیم تبخیر وتعرق می توانند مورد استفاده قرار گیرند. و نیز علیزاده و همکاران (۱۳۸۵) به منظور بررسی اثرات اصلاح داده های دما بردقت محاسبات تبخیر و تعرق و مقایسه آن با نتایج بدست آمده از لایسیمتر وزنی نتیجه گرفتند که مقادیر تبخیر -تعرق برآوردی با روش پنمن مانتیث را پس از اصلاح دما با تبخیر و تعرق اندازه گیری شده از لایسیمتر اختلاف نا چیز دارد . به گونه ای که مقدار تبخیر وتعرق را فقط ۴ در صد کمتر بر آورد نماید. (ده مرده و همکاران ۱۳۹۰) برای تعیین ضریب طشت تبخیر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک از روابط مختلفی استفاده کردند و نتایج خود را با داده های لایسیمتری مورد قیلس قرار دادند و روش اورنگ را بهترین روش اعلام نمودند . همچنین (رحیمی خوب ،۲۰۰۹) در یک تحقیقی در نوشهر روش طشت را با روش لایسیمتری مورد قیاس قرار داد و بر اساس نتایج بدست آمده از لایسیمتر یک ضریبی برای طشت تبخیر بدست آوردند و در نهایت رابطه اورنگ را برای بدست آوردن ضریب طشت بهترین روش اعلام نمودند.

مواد و روش‌ها
این آزمایش در سالهای ۸۹-۱۳۸۸ به مدت دو سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک اجرا بر روی گیاه یونجه به عنوان گیاه مرجع انجام شد . ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک در ۲۰ کیلومتری جنوب شهرستان زابل و شمال شهرستان زهک با عرض جغرافیایی ۵۴/۳۰ و طول جغرافیایی ۴۱/۶۱ و با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا واقع شده است. که دارای اقلیم کشاورزی بسیار خشک با تابستان بسیار گرم و زمستان ملایم می باشد. مشخصات آب و خاک و هوا ی این ایستگاه در جداول ۲،۱و ۳ آورده شده است

جدول ۱ - مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

سال (year)	عمق (cm)	بافت	EC (ds/m)	PH	%OC	P	K	Fe	Zn	mn	Cu	B
									Mg.kg^{-1}			
۸۷-۱۳۸۶	۳۰-۰	لومی شنی	۳	۲/۸	۳۴/۰	۱۱	۱۰۰	۸۴/۲	۲۶/۰	۸۶/۴	۵۸/۰	۰۷/۱
۸۸-۱۳۸۷	۳۰-۰	لومی شنی	۵/۲	۴/۸	۳۷/۰	۵/۶	۱۱۰	۵/۳	۵۷/۱	۲/۳	۰۵/۱	۱

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

SAR	^{+}Na	Hco۳	$Ca^{tt}+mg^{tt}$	CL	PH	EC (ds/m)
میلی اکی والان در لیتر						
۶۷/۲	۱۱	۱/۵	۳۴	۵/۸	۳/۷	۲

جدول ۳- برخی از داده های هواشناسی مربوط به سال ۱۳۸۷ و سال ۱۳۸۸

Date (year)	دمای هوا TEMPERATURE (C°)		رطوبت نسبی (%) PH		بارندگی RAIN (mm)	سرعت باد SPEED Wine (m/s)		تبخیر EVAP (mm)	ساعات آفتابی sun	دمای زمین Ground (C°)	
	max	min	max	Min		Max	Min			Max	min
۱۳۸۸	۶۲/۳۹	۴۳/۲۴	۵/۲۷	۱۱	۱/۰	۵/۱۲	۵/۴	۱۳/۱۹	۵/۹	۴۲	۲۲
۱۳۸۹	۵/۴۳	۹/۱۶	۳/۵۷	۷/۷	۳۸/۳	۳/۱۸	۰	۸۳/۱۷	۵۳/۱۰	۳۴/۴۲	۹۴/۲ ۲

گیاه یونجه به عنوان گیاه مرجع در لایسیمتری به مساحت ۲×۵/۱ =m۲ مترمربع و عمق ۲متر کشت گردید لایسیمترها از نوع زه کش دار بدون سطح ایستابی می باشد. همچنین برای ایجاد یک محیط طبیعی در اطراف لایسیمترها در یک شعاع ۲۵ متری نیز گیاه یونجه کشت گردید. فاصله لایسیمتر ها از چاهک های تخلیه زه آب ۱۵ متر می باشد. که با یک لوله پلی کا (۱۵متری)به هم مرتبط شده اند .برخی از مشخصات فیزیکی و شیمایی مربوط به لایسیمتر ها در جدول (۴) مشخص می باشد.

جدول ۴ -برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک لایسیمتر ها

لایسیمتر	عمق (cm)	فسفر mg/kg	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	pH	هدایت الکتریکی dS/m	حجم لایسیمتر
*	۴۰-۰	۲/۲۶	۳/۰	۳۵/۰	۹/۷	۶/۰	۲×۵/۱×۲
	۸۰-۴۰	۲/۲۰	۳/۰	۴۳/۰	۸/۷	۵۷/۰	۲×۵/۱×۲
	۱۲۰-۸۰	۲/۱۸	۳/۰	۳۵/۰	۸	۴۷/۰	۲×۵/۱×۲

میزان تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مر جع (یونجه) در نهایت با استفاده از رابطه زیر برای دوره زمانی معیین مشخص و تعیین گردید(Utset A،۲۰۰۷).

$$\Delta M + Et0 = I + P + D \qquad (۱)$$

که در آن I: میزان بارندگی بر حسب میلیمتر P: میزان عمق آبیاری بر حسب میلی متر m : تغییرات رطوبت در طول مدت بیلان بر حسب میلی متر D: میزان آب زه کشی شده EToتبخیر وتعرق گیاه مرجع بر حسب میلی متر در طول مدت آبیاری آب ورودی بوسیله کنتور یک اینچ اندازه گیری شد. بعد از آبیاری و تا فاصله زمانی آبیاری بعدی مقدار زهاب با ظرف مدرج برحسب لیتر اندازه گیری شد. سپس با توجه به مساحت لایسیمتر ۲×۵/۱ =m۳ مقادیر حاصل به عمق معادل تبدیل گردید .

تعیین تبخیر و تعرق با استفاده از بیلان آب در یک حجم کنترل شده خاک استفاده از لایسیمتر بر اساس استفاده از اصل بیلان جرمی در یک حجم کنترل شده از خاک که در آن m : تغییرات رطوبت در حجم کنترل شده خاک در طی یک دوره زمانی مشخص Drz عمق توسعه ریشه گیاه fc : رطوبت حجمی خاک در حد ظرفیت زراعی بر حسب درصد ، i : رطوبت حجمی خاک در انتهای دوره مورد نظر برحسب درصد وهمچنین تطبیق شرایط لایسیمتر ها از نظر هیدرولوژی به دلیل اینکه لایسیمتر ها خود بخش مجزا شده و کنترل شده ای از خاک بوده وبه راحتی امکان اعمال معادله(۱) در آنهاوجود دارد. تخلخل کل خاک از رابطه (۲) بدست آمد

$$\Delta m = Drz(\theta fc_\theta i) \qquad (۲)$$

$$n = \left(1 - \frac{\rho b}{\rho p}\right) * 100$$

ρb : وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب ρp : وزن مخصوص حقیقی خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب ، آب ورودی بوسیله کنتور یک اینچ اندازه گیری شد. بعد از آبیاری و تا فاصله زمانی آبیاری بعدی مقدار زهاب با ظرف مدرج برحسب لیتر اندازه گیری شد. سپس با توجه به مساحت لایسیمتر ۵/۱۰۲ = ۳ ۲m مقادیر حاصل به عمق معادل تبدیل گردید کاهش رطوبت روزانه با استفاده از دستگاه TDRمدل (Trime) اندازه گیری شد و پس از اتمام رطوبت سهل الوصول آبیاری انجام گرفت . عمق آب آبیاری در هر مرحله با استفاده از پارامتر های فیزیکی خاک از فرمول (۲) محاسبه شد واز طریق کنتور حجمی به هریک از لایسیمتر ها به طوری که بین ۵تا ۱۰ درصد زه آب داشته باشد اعمال گردید .

$$d = \frac{(n_\theta i)\rho b * D}{100} \qquad (۴)$$

F درصد وزن رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی : i میزان درصد وزن رطوبت خاک قبل از آبیاری n: رطوبت حجمی خاک در حد اشباع یا تخلخل کل خاک و : Dعمق ریشه گیاه برحسب میلی متر ،عمق ریشه گیاه یونجه را در نشریه شماره ۳۳ از سری نشریات آبیاری و زه کشی فائوچاپ ۲۰/۱۰/۱۳۷۹ص ۹۶، حداکثر ۳ متر عنوان کرده اند که برای سال اول و دوم حداقل می باشد لذا برای محاسبه میزان عمق آب آبیاری بطور متوسط عمق ریشه برای معادله فوق ۸۰ سانتی متر لحاظ شده است . pb وزن مخصوص ظاهری خاک بین ۴/۱تا ۵/۱ را بدست آمده برای قرار گرفتن در رابطه فوق ۴۵/۱منظور شده است . بین داده های هفتگی و ماه هانه درنهایت بارسم نتایج در رگرسیونی مطابق مدل خطی $ETi_{1388} = a + bETi_{1389}$ مناسب بودن عملکرد بکار گرفته شده ارزیابی گردید . نزدیک بودن ضریب a (عرض از مبداء) به صفر و ضریب b (شیب خط) به یک نشان دهنده مطلوبیت مدل است. (ایرمارک،۲۰۰۳) همچنین بعضی از محققان از جمله نعمت پور و همکاران (۱۳۸۹)، برای ارزیابی روشهای مورد بررسی از ضریب رگرسیون ، شیب خط و عرض از مبداء استفاده کردند . و نتیجه گرفتند که شیب کمتر و عرض از مبداء بیشتر نشان دهنده مطلوبیت روش می باشد. هیدرومدول آبیاری : برای تعیین هیدرومدول آبیاری حجم آب داده شده به لایسیمتر را برحسب لیتر بر ثانیه در هکتار تبدیل کردیم (شهابی فر ،۱۳۸۶) کارایی مصرف آب: جهت تعیین کارایی مصرف آب از رابطه زیر استفاده گردید .سرمدنیا و کوچکی (۱۳۶۸) (حجم آب (متر مکعب)/عملکرد علوفه تر(کیلوگرم))=کارایی مصرف آب (کیلو گرم بر متر مکعب) ، منظور از کارایی مصرف آب ، مقدار ماده خشک (محصول اقتصادی یا بیولوژکی) تولیدی به ازاء هر واحد آب مصرفی می باشد و معمولا بر حسب کیلو گرم ماده خشک بر متر مکعب آب بیان می شود سیروس مهر و همکاران (۱۳۸۵)

نتایج

میزان تبخیر و تعرق به صورت ماه هانه و هفتگی توسط لایسیمتر های زهکش دار تعیین شد که شکل (۱) برای دوسال به صورت جداگانه نشان می دهد مجموع تبخیر و تعرق برای سال اول اجرای آزمایش ۷۵۵/۳۴۲۵ میلیمترکه حداکثر و حداقل نیاز آبی به ترتیب در ماه های مرداد و دی بود که برابر با ۳/۵۰۲ و ۲/۳۲ میلیمتر می باشد و برای سال دوم اجرا طرح ۱۲/۳۹۷۷ میلیمتر که حدود ۱۴ درصد بیشتر از سال اول است و حداکثر و حداقل نیاز آبی به ترتیب در ماههای مرداد و بهمن بوده که برابر ۵/۵۷۳ و ۵/۵۷ میلیمتر می باشد علت بالا بودن نیاز آبی گیاه یونجه در سال دوم افزایش پارامتر های موثر هواشناسی در فاکتور تبخیر از قبیل افزایش دما و سرعت باد می باشد.

شکل ۱ - تبخیر و تعرق ماهانه بدست آمده از لایسیمتر

شکل۲-تبخیر و تعرق هفتگی حاصل از لایسیمتر

همانطور که مشاهده می شود مقدار تبخیر و تعرق اندازه گیری شده با لایسیمتر در منطقه سیستان در طول سال تقریبا" ۴۳۵/۳۷۰۱ میلیمتر است که رقم زیادی محسوب می شود زیاد بودن درجه حرارت هوا ، وزش بادهای ۱۲۰ روزه و بادهای محلی دیگر و کم بودن رطوبت نسبی هوا ، از جمله عوامل مهمی هستند که باعث زیاد شدن تبخیر و تعرق در منطقه می شود .

شکل۳-تبخیر و تعرق ماهانه حاصل ازلایسیمتر

شکل های (۲) و (۳) نشان می دهند که ضریب رگرسیونی بین دوسال برای داده های هفتگی و ماهانه به ترتیب ۷۶/۰ و ۹۱/۰ بدست آمد مقدار عرض از مبداء ۱۱۱۵/۱ وشیب خط ۰۳۸۳/۱ برای داده های هفتگی و عرض از مبداء و شیب خط برای دادهای ماهانه به ترتیب صفر و ۲۱۵۲/۱ می باشد شیب کمتر و عرض از مبداء بیشتر نشان دهنده مطلوبیت مورد است با این ارزیابی مشخص می شود که بازه زمانی ماهانه یادداشت برداری داده ها عملکرد بهتری را نسبت به بازه زمانی هفتگی نشان می دهد زیرا بعضا" ممکن است فاصله آبیاری ها (دور آبیاری) بیشتراز هفت روز باشد لذا محاسبات پیک ماه هانه نیاز آبی کارآمدتر خواهد بود.

(۱۹۹۸) Rahimain گزارش نمود هر عاملی که تبخیر و تعرق را کاهش دهد کارایی مصرف آب را بالا می برد . شرایط آب و هوایی نسبتا" مساعد ، ثبات دمایی مناسب در طی فصل رشد درسال ۱۳۸۸ نسبت به سال زراعی ۱۳۸۹ سبب گردید تا منابع و نهاده ها به شکل بهینه ای مورد استفاده گیاه واقع گردد و کارایی مصرف آب در سال اول به طور قابل توجهی بیشتر از سال دوم باشد.

جدول ۶-حجم آب داده شده به لایسیمتر و مقدار عملکرد علوفه خشک در ماه سال ۱۳۸۹

ماه	۱۳۸۸			۱۳۸۹		
	حجم اب (متر مکعب)	عملکرد (کیلو گرم)	کارایی مصرف آب(کیلوگرم بر متر مکعب)	حجم اب (متر مکعب)	عملکرد (کیلو گرم)	کارایی مصرف آب(کیلوگرم بر متر مکعب)
متوسط	۶۴/۸۳۳	۸۸۰/۰	۰۵۵/۱	۲/۲۵۹	۲۹۵۹/۰	۹۶۷۹/۰

جدول ۷-حجم آب داده شده و هیدرومدول آبیاری

ماه	سال ۱۳۸۹		سال ۱۳۸۸	
	حجم اب داده شده درسطح لایسیمتر(لیتر)	هیدرومدول ابیاری(لیتر در ثانیه در هکتار)	حجم اب داده شده در سطح لایسیمتر(لیتر)	هیدرومدول ابیاری(لیتر در ثانیه در هکتار)
متوسط	۶۴/۸۳۳	۰۱۹/۱	۲/۲۵۹	۸۳۶/۰

منابع

ده مرده ،خ. نشاط ، ع. یزدان پناه ، ن .پیری ، ج . ۱۳۹۰ . بررسی و مقایسه تبخیر و تعرق برآورده شده از طشت تبخیر با مقادیر ET۰ لایسیمتر در منطقه سیستان .یازدهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر کرمان . ۱۸ الی ۲۰ بهمن ماه.

سرمدنیا ،غ . ح و کوچکی ،ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی . مشهد : انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد . چاپ اول .ص ۴۶۵.

سهرابی ، ت . ابراهیمی ،ع . رحیمی ، ح . خلیلی ، ح. ۱۳۸۴. طراحی، ساخت ونصب لایسیمتر وزنی به منظور تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی. مجله علوم کشاورزی ومنابع طبیعی. سال دوازدهم شماره دوم . خرداد -تیر .

سیروس مهر ،ع . ل .،شکیبا ، م . ر .آلیاری ،ه .تورچی ،م . دباغ محمدی نسب ،ع . نظیر زاده ،ع عمیدی ،ن . ۱۳۸۵اثر رژیمهای مختلف آبیاری و تراکم بوته بر برخی صفات فیزیولوژیک سه رقم کلزا بهاره . مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات .تهران . دانشگاه تهران.

شریفان، ح. قهرمان ،ب .علیزاده ،الف. میرلطفی ،م. ۱۳۸۴ . ارزیابی روش های مختلف تشعشعی ورطوبتی جهت بر آوردتبخیر-تعرق مرجع واثرات خشکی هوا بر آن دراستان گلستان. مجله علوم خاک وآب .جلد ۱۹. شماره ۲ .

شهابی فر،م.عصاری،م.کوچک زاده،م و میرلطیفی،م. ۱۳۸۶ . ارزیابی برخی از روشهای محاسباتی تبخیر و تعرق گیاه مرجع چمن با استفاده از داده های لایسیمتری در شرایط گلخانه . مجله پژوهش آب در کشاورزی . ب . جلد ۲۴ . شماره ۱ .صفحات ۱۳ تا ۱۹.

نجفی ، پ. ۱۳۸۵ . کاربرد حالت های هارگریوز _ سامانی و جنسن _ هیز در ارزیابی تبخیر _تعرق گیاهمرجع یونجه در اصفهان . مجله دانش نوین کشاورزی . سال دوم . شماره ۵ . زمستان.

هاشمی نیا ،م . ۱۳۷۸ . تبخیر ، تبخیر _ تعرق و داده های اقلیمی (ترجمه) ، نشر آموزش کشاورزی ، ۲۵۸ ص.

Allen, R. G., Perrier, L. S., Raes, D. and Smith, M. (۱۹۹۸). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage. Paper No. ۵۶. Rome Italy: United Nations FAO.

Fathi , P . , and kochak zadeh , M .۲۰۰۴. Estimate of greenhouse cucumber Transpiration by artificial neural networks. Journal of soil and water Science , ۱۸:۲.۲۱۳-۲۲۰ (In Persian).

Rahimi Koob A ,(۲۰۰۸). Comparative study of Hargreave ss and artificial neural networ ks methodologies in estimating reference evapotranspiration in a semiarid environment. Irrigation Science ۲۶:۲۵۳-۲۵۹.

Utset A., Velicia H., Rio, B.D. and Morillo, R. ۲۰۰۷. Calibrating and validation an agro hydrological model to simulate sugar beet water use under Mediterranean. Agricultural water management. ۹۴ (۱-۳): ۱۱-۲۱.

Zanetti , S.S. , Sousa , E . F ., Oliveira , V.P.S.,Almeida , F.T., and Bernards , S.۲۰۰۷. Estimating evapotranspiration using artificial neural network and minimum climatological data .J. of Irrig. Drain . Eng . ASCE .۱۳۳:۲.۸۳-۸۹.

Abstract

Knowing the exact amount of water consumed for plant and grow crops in a season Planning in order to determine evapotranspiration and finally "determine the amount of water consumed plants is essential. Therefore, using the reference crop evapotranspiration with lysimeter drainage (alfalfa) in agricultural research stations were Zahak order to eliminate border effects around the lysimeter area of ۳۰۰۰ square meters (approx. ۳۰ m radius)

were cultured alfalfa Watering times using TDR and Physical relations of lysimeter soil and soil moisture conditions and to maintain the humidity level inside the lysimeter was Alfalfa crop evapotranspiration for the two years ۱۳۸۸ and ۱۳۸۹ equal to ۳۴۲۵.۷۵and ۳۹۷۷.۱۲mm, respectively also with the number of creases harvested and the volume of water given in the seasonal crop water use efficiency, respectively, ۱.۰۵۵ and ۰.۹۶۷۹ kg per m^3 of irrigation water was Hydrvmdvl value for the maximum crop water requirement of irrigation systems respectively۱.۰۱۹ and ۰.۸۳۶ liters per second per hectare were calculated.