

دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۴

عنوان مقاله:

تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه چمن و برنج (رقم بینام و خزو)، ضریب گیاهی و ضریب طشتک به روش لایسیمتری و کرتهای کنترل شده در منطقه گیلان (رشت)

تألیف:

تیمور رضوی‌پور^۱، محمد رضا یزدانی^۲

چکیده

برنج زراعت عمده در اراضی استان گیلان بوده و سطح زیرکشت آن با وسعتی نزدیک به ۲۰۵۲۶۹ هکتار، بالغ بر ۳۵/۸۱ درصد از سطح کل برنجکاری کشور را شامل می‌شود. مهمترین منبع تأمین آب شالیزارها عمدتاً رودخانه‌ها و استخرهای ذخیره آب می‌باشد. ارزیابی و تعیین نیاز آبی برنج از مسائل مهم در تخصیص آب به هر منطقه با خصوصیات خاص آن منطقه می‌باشد. برای اندازه‌گیری تبخیر و تعرق پتانسیل محققین کشورهای مختلف از روش‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند. در ایران نیز مطالعاتی در این زمینه در سالهای ۱۳۴۸-۵۸ و ۱۳۵۶-۵۸ مختلف از روش‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند. برای تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل برنج کشور معمولاً از روش لایسیمتری استفاده می‌کنند. این روش بر روی بعضی ارقام برنج صورت گرفته است. اما با توجه به وضعیت خاص زراعت برنج و بدلیل غرقاب بودن و سهولت نفوذ عمیق در دیوارهای داخلی لایسیمتر، مطالعه همزمان روش لایسیمتری با روش اندازه‌گیری مستقیم در سطح مزرعه بوسیله کرتها کنترل شده و مقایسه آنها لازم بنظر رسد. در این رابطه پارامترهای مورد نیاز برای تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل براساس معادله بیلان آبی، در لایسیمترهای زهکش دار به ابعاد 1×1 متر و کرتها کنترل شده به ابعاد 5×5 متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین ضریب گیاهی (K_c) برنج، از رابطه $K_c = E_{crop}/E_{to}$ و همچنین برای تعیین ضریب طشتک (C) از رابطه $C = E_{to}/E_{pan}$ استفاده شد.

۱- کارشناس ارشد بخش تحقیقات خاک و آب موسسه تحقیقات برنج کشور

۲- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

نتایج این بررسی نشان داد که متوسط میزان تبخیر و تعرق پتانسیل اندازه‌گیری شده توسط لایسیمتر طی سه سال (هر سال در طول فصل رشد برعنج در زمین اصلی که حدود ۹۰ روز طول کشیده است) برای چمن ۴/۸۹ و برعنج رقم خزر ۴۳/۵ و رقم بینام ۵/۲۳ میلیمتر در روز و میزان اندازه‌گیری شده توسط کرتها کنترل شده برای خزر ۵/۵۱ و رقم بینام ۵/۴۲ میلیمتر در روز و میزان متوسط تبخیر از طشتک سفید کلاس A "تقریباً" ۶/۲۴ میلیمتر در روز می‌باشد. همچنین متوسط ضریب گیاهی (Kc) در سه سال اجرای طرح برای خزر ۱/۱۴ و بینام ۱/۱۱ و متوسط ضریب طشتک (C) در این مدت ۸۷/۰، و میزان متوسط نفوذ عمقی آب در خاک (Silty Clay) ۲/۳۷ میلیمتر در روز بدست آمده است.

مقدمه :

تبخیر و تعرق یکی از اجزای اصلی بیلان آب در طبیعت است و تقریباً در تمام مطالعات آب‌شناسی تا حدی مطرح می‌شود. تبخیر و تعرق در برنامه‌ریزی و توسعه حوضه آبخیز یا منابع آب اهمیت خاصی دارد. تعیین و تأمین دقیق مقدار آبی که برای تبخیر و تعرق مصرف می‌شود به شرطی که گیاه از لحاظ رطوبت هیچگونه مشکلی نداشته باشد از عوامل تعیین‌کننده برای برنامه‌ریزی و رسیدن به محصول بیشتر است (۱و۳) از طرف دیگر برای طراحی و تعیین ظرفیت شبکه‌های گران‌قیمت آبیاری و زهکشی ارقام تبخیر و تعرق نقش مهمی دارند. برای آندهسته از اراضی که با مشکل کم آبی روبرو نیستند آبیاری بی‌رویه و زیاد از حد، خطر بروز مشکل ماندابی را تشدید می‌کند بر عکس در آندهسته از اراضی که با خطر کم آبی روبرو هستند جلوگیری از ایجاد تنفس رطوبتی در ماههای گرم یا سالهای خشک و همچنین افزایش سطح زیرکشت بوسیله منابع محدود بدون اطلاع از میزان تبخیر و تعرق میسر نیست (۳). پیدا کردن قابلیت آبیاری منابع آب و انجام مدیریت صحیح آبیاری و دستیابی به راندمان آبیاری بالا واستفاده بهینه از آب، با در اختیار داشتن ارقام تبخیر و تعرق و روند تغییرات آن در طول فصل رشد ممکن می‌گردد. در محاسبه نیاز آبی گیاه، بیلان انرژی عبارت از توازنی است که بین اجزای مختلف انرژی ورودی و خروجی از سطح زمین وجود دارد. همین انرژی است که قسمتی از آن صرف تبخیر از سطح آب و خاک می‌شود. فرآیند تبدیل و تلفات آب را از خاک تبخیر و از روزنه‌های گیاه را تعرق و مجموع این دو را تبخیر و تعرق و یا آب مصرفی گیاهان می‌نامند. اغلب روش‌هایی که برای اندازه‌گیری میزان تبخیر ارائه شده است مقدار تبخیر بالقوه و یا تبخیر و تعرق بالقوه را تخمین زده و یا تعیین می‌نمایند. این مقدار با تبخیر و تعرق واقعی اختلاف دارد ولی چون آب مصرفی گیاه برای حداکثر رشد در حد تبخیر و تعرق پتانسیل است لذا معمولاً برآورد نیاز آبی گیاهان بر مبنای تعیین تبخیر و تعرق بالقوه می‌باشد (۳). برای محاسبه تبخیر و تعرق می‌توان از فرمولهای تجربی استفاده کرد (۲، ۵، ۳، ۷) که انتخاب فرمول مناسب از بین فرمولهای موجود نیاز به اندازه‌گیری مستقیم و دقیق دارد. یکی از دقیق‌ترین روش‌های این اندازه‌گیری لایسیمتر (۳و۸) و کرتها کنترل شده می‌باشد.

سازمان خواربار جهانی (FAO) وابسته به سازمان ملل متحده در طول سالهای متمادی و با استفاده از نتایج تحقیقات و تجربیات کشورهای مختلف جهان اعم از توسعه یافته و یا در حال توسعه، مطالعات وسیعی انجام داده و نتایج این مطالعات را در سال ۱۹۷۵ و سپس در سال ۱۹۷۷ بصورت یک راهنمای (نشریه شماره ۲۴) برای تخمین آب مورد نیاز گیاهان انتشار داده است. سیادت و همکاران (۹) در سال ۱۳۴۸ در ایستگاه برسیهای رشت طی آزمایشی که در یک قطعه ۸ هکتاری با استفاده از ارتفاع سنج ثبات و پارشال فلوم انجام دادند، نتیجه گرفتند که آب لازم برای رویش برنج در خزانه و تهیه زمین اصلی ۵۵۰-۵۰۰ میلیمتر و در طول فصل رویش در زمین اصلی حدود ۹۰۰ میلیمتر در هکتار است که تحت همین شرایط حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد آب استفاده شده بصورت تلفات عمقی هدر رفته است که علت بالا بودن رقم آب مصرفی را به این دلیل ذکر کردند. قائمی (۹) نیز در سالهای ۱۳۵۶-۵۸ در ایستگاه برسیهای رشت طی آزمایشی دیگر نتیجه گرفت که با توجه به تغییرات عوامل جوی در سالهای مختلف، آب مصرفی در تبخیر و تعرق گیاه برنج ۴۵۰ تا ۷۰۰ میلیمتر بوده و میزان تبخیر اندازه گیری شده از طشتک سفید کلاس A برابر ۴۰۰ تا ۴۵۰ میلیمتر است. همچنین این محقق میزان نفوذ عمقی روزانه در طی دوره آزمایش را ۱۱۵/۰ میلیمتر در ساعت یا ۲/۷۶ میلیمتر در شبانه روز بدست آورده است.

شی، رای و هاریسون در سال ۱۹۸۲ در فلوریدای آمریکا تبخیر و تعرق (ET) برنج را بوسیله لايسیمتر و در شرایط مزرعه اندازه گیری کرده که ET روزانه از ۱۰/۹-۳/۶ میلیمتر برای برنج بهاره، از ۱۱/۷-۳/۳ میلیمتر برای برنج تابستانه و از ۱/۸-۷/۶ میلیمتر برای برنج پائیزه فرق می کرد. متوسط ET برای برنج بهاره، تابستانه و پائیزه به ترتیب ۶/۵، ۶/۸ و ۴/۵ میلیمتر در روز بوده است. کل ET را ۸۰۰-۷۴۰ میلیمتر، ۸۴۰-۶۱۰ میلیمتر و متوسط ET کل را نیز ۷۴۰، ۸۰۰ و ۴۵۰ میلیمتر به ترتیب برای برنج بهاره، تابستانه و پائیزه بدست آورده (۱۳).

سوبا و یزدانی در سال ۱۹۸۱ در هند برای تخمین نیاز آبی از فرمول اصلاح شده بلینی - کریدل استفاده نموده و ضریب گیاهی برای برنج و نیشکر را با استفاده از لايسیمتر در چهار منطقه تعیین کردند و نتیجه گرفتند که Kc بتدريج با پيشرفت فصل رشد گیاه افزایش یافته و به يك پيک حداکثر در ۶۵٪ فصل رشد رسيد و سپس Kc کاهش یافت. اختلاف مذکور مشابه پتانسیل تبخیر بود. Kc برای نیشکر ۱/۱-۰/۶ و برای برنج ۱/۱-۰/۵، ۱/۰/۶-۰/۷ در سه منطقه بوده است (۱۴). در آزمایشات لايسیمتری که در سالهای ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۸ در شهر کانینگ واقع در بنگال غربی با متوسط بارندگی هفتگی انجام شد، تبخیر از طشتک (PE) و تبخیر و تعرق از لايسیمتر (ET-L) اندازه گیری، و ضریب گیاهی محاسبه گردید. اندازه گیری ها از ماه جولای تا اکتبر انجام شد و همچنین از برنج مقاوم به شوری و مقاوم به غرقابی (CSR4, CSR6) استفاده شد. نتایج بدست آمده میزان PE در هفته را ۳۱-۲۵ میلیمتر و میزان L-ET را ۳۹-۲۹ میلیمتر نشان داده و ضریب گیاهی ۱/۰/۸-۱/۵۷ با يك متوسط ۱/۳ برای فصل رشد بوده است (۱۱).

ویراسینگ و کاتولاندا در سال ۱۹۸۸ نیاز تبخیر و تعرق برنج (واریته BG379) را در مایپالانا واقع در منطقه مرطوب شمال شرقی سریلانکا در سه سطح غرقاب و در لایسیمتر اندازه گیری کردند و نتیجه گرفتند که تبخیر و تعرق با رطوبت نسبی، سرعت باد، درجه حرارت هوا و نقطه شبنم همبستگی دارند. این دو محقق ET را ۲ تا ۱۵ میلیمتر در روز و کل ET را بین ۵۱۵ تا ۵۴۹ میلیمتر به ترتیب برای ۲/۵، ۵/۰ و ۱۰/۰ سانتیمتر غرقاب بدست آورند (دو هفته بعد از خزانه و دوهفته قبل از برداشت). نسبت تبخیر و تعرق به تبخیر در حدود ۱، در ۵۰-۴۰ روز بعد از نشاء حدود ۱/۹ و ۱/۳۹ در موقع دوره رشد بوده که آنها باد را از جمله فاکتورهای موثر بر ET و E دانستند (۱۵).

پنگ، لی، گزیو و ویو در سال ۱۹۹۴ در شان دانگ چین به کمک لایسیمتر آزمایشاتی بر روی برنج انجام داده و آبیاری را براساس ظرفیت نگهداری آب مورد بررسی قراردادند و نتیجه گرفتند که آبیاری بر اساس رطوبت خاک، مصرف آب را تا ۴۱٪، تبخیر از خاک را تا ۲۲٪، تراوش از مزرعه را تا ۴۶/۸٪ و تعرق را تا ۳۵٪ و نیز عملکرد برنج را تا ۱۵٪ کاهش داده است (۱۶).

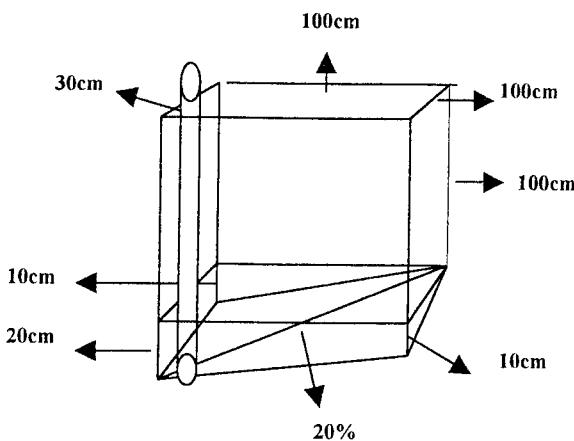
لایسیمتر مجموعه‌ای از آب، خاک و گیاه در داخل یک بشکه و یا یک جعبه است که به منظور اندازه گیری دقیق قابلیت مصرف آب توسط گیاه بکار می‌رود (۳ و ۱۰) ولی بدلیل پاره‌ای مسائل در لایسیمترها منجمله بهم خوردن وضعیت خاک و نیز امکان سهولت نفوذ آب از طریق جداره‌های داخلی لایسیمتر، اجرای طرح کرتاهای کنترل شده (برای ایجاد آن کرتاهایی به ابعاد ۵×۵ متر که مرزهای آن با پلاستیک کاملاً پوشانده شد تا از نفوذ آب به اطراف جلوگیری شود) نیز جهت مقایسه ارقام حاصل انتخاب گردید (۴).

بنابراین اهدافی که در این مطالعه مورد نظر بود به قرار زیر است :

- ۱- تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (چمن) برای منطقه رشت به روش لایسیمتر
- ۲- تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه برنج (ارقام بینام و خزر) بروش لایسیمتر و کرتاهای کنترل شده
- ۳- مقایسه تبخیر و تعرق پتانسیل بدست آمده بوسیله لایسیمتر با کرتاهای کنترل شده
- ۴- محاسبه ضریب گیاهی (Kc) برای دو رقم برنج (بینام و خزر)
- ۵- محاسبه ضریب طشتک (C) برای منطقه

روش تحقیق :

شش عدد لایسیمتر به عمق (۱/۲۰×۱/۱۰×۱/۱۰×۱) و با سطح مقطع ۱×۱ متر برای کاشت چمن و برنج (ارقام بینام و خزر) و اندازه گیری تبخیر و تعرق آنها ساخته شد. کف آنها دارای شیب ۲۰ درصد بوده که در قسمت پایین شیب و در یک گوشه از آن یک لوله از جنس پولیکا بطور عمودی کار گذاشته شد بطوریکه سطح آن حدود ۳۰ سانتیمتر بالای سطح لایسیمتر قرار گرفت. زه آب جمع آوری شده در لوله بوسیله یک پسمپ دستی پلاستیکی به بیرون کشیده و بوسیله ظروف مدرج اندازه گیری گردید. شماقی از لایسیمتر مورد استفاده در شکل ۱ نشان داده شده است :



تصویر شماره ۱- شمای لایسمتر

دو عدد از لایسمترها برای چمن، دو عدد برای بتنج رقم بینام و دو عدد برای رقم خزر در داخل خاک کار گذاشته شدند. زمین اطراف لایسمتر چمن حدود ۶۰۰ مترمربع و زمین اطراف لایسمترهای بتنج ارقام بینام و خزر هریک ۸۰۰ مترمربع بوده که پس از نصب لایسمترها در وسط زمین مربوطه و کاشت گیاه در داخل و خارج لایسمترها، بطور مرتب اندازه گیریهای روزانه و در نهایت محاسبات برای دوره های ده روزه بر اساس معادله بیلان آبی انجام شد.

جهت ایجاد چاله برای جای دادن لایسمترها در داخل خاک، ۳۰ سانتی متر از هریک از لایه های خاک را در یکجا جمع آوری (بافت خاک سطحی از نوع Silty Clay بوده است) و پس از قراردادن لایسمتر در درون خاک ابتدا، ۱۰ سانتی متر کف آن را با شنهای به قطر تقریباً ۷ میلی متر پر کرده سپس لایه های خاک را با رعایت عمق در لایسمتر ریخته و بخوبی کوبیده شد. داخل لایسمترها چند روز مرتب آبیاری شدند تا لایه خاک حالت طبیعی خود را بدست آورند.

برای جلوگیری از تنش رطوبتی در گیاه چمن و برای اینکه حد رطوبت ظرفیت مزرعه (Field capacity) تقریباً ثابت باشد آبیاری به اندازه تبخیر از طشتک تبخیر و زهکشی در دوره های پنج روزه انجام می شد. در لایسمترهای بتنج پس از کاهش آب تا عمق حداقل ۳ سانتی متر، اقدام به آبیاری تا حد اکثر ۵ سانتی متر می شد. در این لایسمترها زهکشی باعث نشت سریع آب به پایین می گردید. بنابراین از زهکشی های پنج روزه در آنها خودداری گردید ولی برای جلوگیری صدمات ناشی از غرقاب طولانی مدت، در طول فصل

رشد برج فقط سه بار زهکشی صورت گرفت. برای اندازه گیری عمق آب در لایسیمترها، در داخل هریک از آنها یک خط کش مدرج (چوبی که بوسیله رنگ آمیزی مدرج شده بود) کار گذاشته شد.

zechki لایسیمترها به کمک تلمبه پلاستیکی دستی انجام می شد و در نهایت آمار روزانه بطور متوسط

برای دوره های ده روزه و طبق رابطه $Et = I + P - R_0 - Dr - \Delta W$ محاسبه شد که در این رابطه :

$$Et = \text{میزان تبخیر و تعرق}$$

$$I = \text{میزان آب آبیاری}$$

$$P = \text{میزان بارندگی}$$

$$R_0 = \text{میزان رواناب که عملاً صفر است}$$

$$Dr = \text{میزان زهکشی}$$

ΔW = تغییرات رطوبت خاک که عملاً صفر در نظر گرفته شده است زیرا آبیاری روزانه جهت ایجاد حالت انجام می شد.

آزمایش بمدت سه سال در ایستگاه تحقیقات خاک و آب رشت انجام شد.

برای اندازه گیری میزان تلفات آب از طریق نفوذ عمقی از دو عدد رینگ ته باز و دو عدد رینگ ته بسته از جنس گالوانیزه استفاده شد. قطر داخلی رینگها ۵۰ سانتیمتر بوده که رینگهای ته باز تا عمق ریشه در داخل خاک فرو برد شد و رینگهای ته بسته نیز تا عمقی در خاک مستقر گردید که ثابت باقی بمانند. سپس در داخل آنها خاک ریخته شد بطوریکه سطح خاک داخل هر یک از رینگها با سطح خاک مزرعه یکسان شود. داخل رینگها مدرج گردید و میزان آب آنها بوسیله آبیاری روزانه به مقدار ۵ سانتیمتر می رسدید. از رینگهای ته بسته فقط تبخیر و از رینگهای ته باز تبخیر و نفوذ صورت می گرفت، که اختلاف آنها میزان نفوذ عمقی را بدست می داد. میزان تبخیر بوسیله دو عدد طشتک تبخیر از نوع کلاس A و میزان بارندگی نیز توسط دو عدد باران سنج ذخیره ای اندازه گیری شدند. در طول آزمایش سعی براین بوده است که شرایط داخل لایسیمترها با محیط اطراف از نظر رشد گیاهی و سایر شرایط یکسان نگهداشته شود و اندازه گیریهای انجام شده نشان داد که متوسط عملکرد در واحد سطح نیز یکسان بوده و تفاوتی نداشت.

نتایج و بحث :

جدول ۱ - مقایسه تغییر و تعرق پیازسیل واحدهای مختلف مورد بررسی در دوره‌های ده روزه و میزان آب موردنیاز هر واحد در سال ۱۳۷۳

تاریخ	E.Pan mm/day	ET ₀ mm/day	ET(L) Bin mm/day	ET(L) KHz mm/day	ET(K) Bin mm/day	ET(K) KHz mm/day	پانزده ماهی	تیزماهی	ET(L) Bin / Eto Kc1	ET(L) KHz / Eto Kc2
۷۳/۳/۱۱-۱۰	۵/۳۵	۴/۸*	۴/۳۸	۴/۴۵	۴/۵*	۴/۵۸۸	*	-	۰/۹۴	۰/۹۵
۷۳/۳/۱۱-۱۲	۵/۱۲	۴/۱۸۳	۴/۵*	۴/۵۳	۴/۶۰	۴/۵*	۳/۵*	-	۰/۹۳	۰/۹۵
۷۳/۳/۲۱-۳۱	۵/۵۵	۵/۱۵	۵/۱۰	۵/۲۵	۵/۴۰	۵/۵۵	۱/۵۷	۲/۵۷	۱/۰۵	۱/۱۰
۷۳/۴/۱۱-۱۰	۵/۵۹	۴/۳۲	۴/۵*	۴/۴۹	۴/۵۰	۴/۸۵	۱۲/۴۵	۴۲۸۲	۱/۰۸	۱/۱۲
۷۳/۴/۱۱-۲۰	۵/۲۳	۴/۹۸	۵/۳۹	۵/۵*	۵/۸*	۵/۰۵	*	۲/۸۵	۱/۲۴	۱/۲۱
۷۳/۴/۲۱-۳۱	۵/۴۳	۴/۷۵	۵/۵۸	۵/۸۲	۵/۱۵	۵/۴۴	*	۲/۷*	۱/۳۰	۱/۳۳
۷۳/۵/۱۱-۱۰	۵/۸۹	۵/۳۵	۵/۲۴	۵/۳۱	۵/۵۱	۵/۷۲	۰/۸۱	۲/۸۵	۱/۲۳	۱/۲۵
۷۳/۵/۱۱-۲۰	۵/۳۲	۴/۸۵	۵/۴۹	۵/۷۱	۵/۸۴	۵/۰۳	۱/۵۹	۳/۱۰	۱/۱۰	۱/۲۲
۷۳/۵/۲۱-۳۱	۵/۳۴	۴/۷۸	۵/۲*	۵/۴۵	۵/۷*	۵/۹۰	۲/۴۹	۲/۵۴	۱/۱۹	۱/۲۳
۷۳/۵/۱۱-۱۰	۵/۹۴	۴/۷۲	۴/۸*	۴/۹۵	۴/۹۸	۵/۲۵	۰/۵۴	۲/۸*	۱/۰۵	۱/۱۱
۷۳/۵/۱۱-۲۰	۴/۹۵	۳/۵۹	--	--	--	--	۲/۳۸	۲/۴۵	--	--
متوسط	۵/۰۳	۴/۷۲	۴/۷۲	۵/۱۲	۵/۲۵	۵/۴۳	۵/۵۱	۲/۷۱	۱/۱۵	۱/۱۹
مجموع	۷۴۷/۷۲	۴۸۵/۱۶	۵۳۵/۳۴	۵۴۰/۳۴	۵۵۹/۵۰	۵۷۷/۳۲	۳۰/۵۲	-	-	-

KC_1 = ضریب گیاهی بر奔ج بینام از لاپیسمتر

$E.Pan$ = تغییر از طبقه سفید کلاس A

$ET(L) KHz$

$ET(L) Bin$

$ET(L) KHz$

$ET(K) KHz$ = تغییر و تعرق از لاپیسمتر بر奔ج خزر

$ET(K) Bin$

$ET(K) KHz$

$ET(L) Bin$ = تغییر و تعرق از کرتهای کنترل شده بر奔ج خزر

$ET(L) KHz$

$ET(K) Bin$ = تغییر گیاهی مرجع از لاپیسمتر بینام

جدول ۴ - مقایسه تغییر و تعرق پاشاسیل و احدهای مختلف موردن بررسی در دوره های ده روزه و میزان آب مورد نیاز هر واحد در سال ۱۳۷۴

نام شهر	E.Pan	ET ₀	ET(L) Bin	ET(K) KHz	ET(K) Bin	ET(K) KHz	ET(K) Bin	ET(K) KHz	ET(L) Bin	ET(L) KHz	ET(L) E ₀	
	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day	KC ₁	KC ₂
VF/۳/۱۱-۱.	۵/۹۲	-	۰/۳۵	۴/۹۵	-	۰/۹۳	-	-	۰/۷۴	۰/۹۳	-	
VF/۳/۱۱-۲.	۵/۹۳	۵/۹۸	۴/۵	۴/۵۵	۴/۸۳	۴/۹۰	۳/۱۸	۲/۵۸	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۳	
VF/۳/۱۲-۳۱	۵/۱۰	۵/۱۳	۴/۱۳	۴/۵*	۴/۸۰	۴/۷۵	۳/۲۷	۲/۴۹	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۸	
VF/۴/۱۱-۱.	۵/۱۳	۵/۱۷	۵/۸۱	۵/۸۱	۵/۱۰	۵/۲۵	۵/۳۲	۲/۱۵	۲/۷۱	۱/۲۳	۱/۲۹	
VF/۴/۱۱-۲.	۵/۱۴	۵/۱۰	۵/۱۸	۵/۲۴	۵/۱۰	۵/۱۳	۵/۱۱	۲/۱۵	۲/۷۱	۱/۲۳	۱/۲۹	
VF/۴/۱۲-۳۱	۵/۱۳	۵/۱۳	۵/۱۳	۵/۱۷	۵/۱۳	۵/۱۳	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
VF/۴/۱۱-۱.	۵/۱۴	۵/۱۴	۵/۱۷	۵/۱۸	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
VF/۴/۱۱-۲.	۵/۱۴	۵/۱۰	۵/۱۴	۵/۱۴	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
VF/۴/۱۲-۳۱	۵/۱۴	۵/۱۴	۵/۱۷	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
VF/۴/۱۱-۱.	۵/۱۸	۵/۱۷	۵/۱۷	۵/۲۳	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
VF/۴/۱۱-۲.	۵/۱۸	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
VF/۴/۱۲-۳۱	۵/۱۸	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
VF/۴/۱۱-۱.	۵/۱۸	۵/۱۸	۵/۱۷	۵/۲۳	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
VF/۴/۱۱-۲.	۵/۱۸	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۲/۱۵	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۹	
متوسط	۵/۱۷	۵/۱۵	۵/۱۵	۵/۱۸	۵/۷۷	۵/۱۸	۵/۹۸	۲/۱۵	۱/۱۰۸	۱/۱۱۲	۱/۱۱۲	
متوسط	۵/۱۷	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۷۷	۵/۱۰	۵/۹۸	۲/۱۵	۱/۱۰۸	۱/۱۱۲	۱/۱۱۲	
مجموع	۵۲۹/۴۱	۵۳۱/۴۸	۵۱۸/۹۴	۵۳۶/۶۱	۵۴۵/۸۴	۵۵۶/۶۱	۵۶۸/۸۴	۱/۱۲۵	-	-	-	

تغییر از لایسیمتر برخ خزر = ET(L)Khz A = ضرب گیاهی برخ بینام از لایسیمتر

جدول ۳- مقایسه تبخر و تعرق پتانسیل واحدهای مختلف مورد بررسی در دوره‌های ده روزه و میزان آب مورد نیاز هر واحد در سال ۱۳۷۵

نامهای مختلف	E.Pan mm/day	ET ₀ mm/day	ET(L) Bin mm/day	ET(K) Bin mm/day	ET(K) KHz mm/day	ET(L) KHz mm/day	ET(L) Bin / ET ₀	ET(L) KHz / ET ₀	Kc1	Kc2
۷۵/۱۱/۱-۱۰	۵/۱۰	-	۴/۳۴	-	۴/۳۵	-	۴/۲۰	۱/۲۰	-	-
۷۵/۱۱/۱-۱۲	۵/۵۲	۴/۲۸۸	۳/V.	۳/V.	۳/V.	۳/V.	۳۱/۹۰	۱/۵۰	۰/۸۵	۰/۸۸
۷۵/۱۱/۱-۱۳	۵/۳۵	۴/۸۵	۴/۸۲	۴/۳۸	۴/۰۲	۴/۱۰	۳۲/V.	۱/۱۸	۰/۹۵	۰/۹۰
۷۵/۱۱/۱-۱۴	۵/۵۸	۵/۲۰	۵/۰۳	۵/۴۰	۵/۲۵	۵/۸۰	۲۱/۵۰	۲/۲۰	۰/۹۷	۱/۰۴
۷۵/۱۱/۱-۱۵	۵/۸	۴/۵۱	۴/۸۰	۵/۱۰	۴/V۵	۴/۹۵	۹/۱۰	۱/۹۵	۱/۰۵	۱/۱۲
۷۵/۱۱/۱-۱۶	۵/۴۵	۵/۲۰	۵/V۰	۶/V۰	۶/V۰	۷/V۰	۷/V۰	۲/۴۰	۱/۲۰	۱/۳۴
۷۵/۱۱/۱-۱۷	۵/۸۰	۴/۴۰	۴/V۰	۵/V۰	۵/V۰	۶/V۰	۶/V۰	۲/۵۰	۱/۲۸	۱/۳۳
۷۵/۱۱/۱-۱۸	۵/۲۹	۴/۸۰	۴/V۰	۵/V۰	۵/V۰	۶/V۰	۶/V۰	۲/۰۰	۱/۱۸	۱/۲۵
۷۵/۱۱/۱-۱۹	۵/۵۵	۴/۵۰	۴/V۰	۵/V۰	۵/V۰	۶/V۰	۶/V۰	۲۴/۰۰	۰/۹۱	۱/۰۲
۷۵/۱۱/۱-۲۰	۵/۰۵	۴/۹۰	-	۵/۰۵	-	۴/V۰	۵/V۰	۲/۲۰	-	۱/۰۳
۷۵/۱۱/۱-۲۱	۵/۱۰	۴/۹۰	--	--	--	--	--	--	--	--
متوسط	۵/۹۵	۴/V۸	۴/V۹	۵/V۹	۴/V۹	۴/V۹	-	۱/V۹	۱/V۹	۱/V۹
متوسط	۵/۹۵	۴/V۸	۴/V۹	۵/V۹	۴/V۹	۴/V۹	-	۱/V۹	۱/V۹	۱/V۹
مجموع	۵۳۰/۹۱	۴۹۰/۸۵	۴۷۵/۸۲	۵۲۰/۹۳	۵۳۳/۲۲	۴۴۸/V۸۸	۱۳۵/V۹۰	۱۷۹	-	-

بطور کلی جداول ۱ و ۲ و ۳ و نمودارهای ۴ و ۵ و ۶ نشان می‌دهند که متوسط میزان ET₀ پتانسیل برنج بیشتر از ET₀ چمن می‌باشد و میزان متوسط تبخیراز طشتک، از تبخیر و تعرق پتانسیل برنج و چمن بیشتر است (نمودارهای ۱ و ۲ و ۳). درین دور قم برنج، متوسط رقم خزر چه در لایسیمتر و چه در کرتاهای کنترل شده اند کی بیشتر از رقم بینام می‌باشد. هرچه رشد سبزینه‌ای گیاه بیشتر می‌شود و یا وقتی که گیاه به مرحله زایشی می‌رسد، چون فعالیت آن زیادتر می‌شود آب بیشتری مصرف می‌نماید و از طرفی گیاه برنج ارتفاع بیشتری از چمن دارد که این امر باعث بالارفتن میزان Epan بوده است چون تبخیر از سطح آزاد طشتک بدون هیچ مانع صورت می‌گیرد. این گیاهان کمتر از میزان Epan دارند که این امر باعث بالارفتن میزان ET₀ پتانسیل در برنج شده است ولی میزان ET₀ تقریباً در تمام مراحل برای این گیاهان کمتر از میزان Epan بوده است چون تبخیر از سطح آزاد طشتک بدون هیچ مانع صورت می‌گیرد. تمام پارامترهای فوق یعنی ET₀ چمن و برنج و Epan وابستگی شدیدی به برخی از پارامترهای هواشناسی داشته است یعنی وقتی که رطوبت نسبی هوا کم بود و یا وقتی که تشعشع خورشیدی بالا و ابر کمتری در آسمان وجود داشت این مقادیر افزایش بیشتری داشته است. همچنین میزان آنها از اواسط تیرماه تا اواخر مردادماه هم بدلیل بالابودن درجه حرارت و هم کم بودن رطوبت نسبی هوا و نیز بالابودن فعالیت رشدی گیاه، افزایش یافته است. بارندگی هم بشدت میزان تبخیر و تعرق و تبخیر را کاهش داده است. مقادیر نفوذ عمقی در این آزمایش با استفاده از رینگهای تهیّا و تهیّسه بین ۱/۸ تا ۲/۷ میلیمتر در روز اندازه گیری شده است (جدوال ۱ و ۲ و ۳)، که بدلیل شرایط خاص اراضی شالیزاری این ارقام می‌توانند قابل قبول باشند. البته اختلاف در مقادیر بدست آمده ناشی از عدم امکان دقت در قرائت درجه رینگهای نصب شده نیز می‌تواند باشد زیرا تغییراتی در حدود ۲-۱ میلیمتر نمی‌توانند به دقت قابل مشاهده باشند و بهتر است روش‌های دقیق‌تری برای اندازه گیری نفوذ عمقی بکار برد شود.

استفاده از لایسیمتر روش خوبی برای برآورد تبخیر و تعرق می‌باشد ولی بدلیل اینکه خاک داخل لایسیمتر دست خورده می‌شود هرچند موارد نصب آن در داخل خاک کاملاً رعایت شده و خاک داخل آن بخوبی کوییده شده باشد ولی باز هم شرایط خاک اطراف رانخواهد داشت و باعث می‌شود که آب داده شده بداخل لایسیمتر (آبیاری و بارندگی) خصوصاً از جداره‌های داخلی یعنی محل تماس بین خاک و دیواره داخلی لایسیمتر سریعاً به اعمق نفوذ نماید و چنانچه بافت خاک از نوع سنگین باشد و رس غالب آن از نوع متورم شونده باشد، مزید بر علت خواهد شد. بطور کلی لایسیمتر با تمام معایبی که ذکر شد تخمین مناسبی از تبخیر و تعرق راخواهد داد ولی باید اظهار نمود که استفاده از کرتاهای کنترل شده در صورتیکه دیواره‌های جانبی یا مرزهای آن طوری ساخته شود که از نفوذ آب به بیرون جلوگیری شود و همچنین با نصب دستگاههایی که بتواند نفوذ عمقی آب را اندازه گیری کند (مثلًا اختلاف آب از رینگ تهیّا و تهیّسه) روش بسیار مناسبی بوده و ارقام بدست آمده از آن می‌تواند دقیق‌تر باشد بعلاوه می‌تواند هزینه‌های بسیار سنگین ساخت و نصب لایسیمتر را هم تا حد زیادی بکاهد.

نتایج جدول ۴ و نمودارهای ۱۰ و ۱۱ نشان می‌دهد که در هریک از سالهای اجرای آزمایش، ضریب گیاهی در ابتدای فصل رشد برنج کم بوده و در اواسط رشد زیادتر شده و سپس در پایان فصل رشد مجددأ

جدول ۴- ضریب گیاهی برنج برای دوره‌های ده روزه از ۷۳-۷۵

سال	$Kc1^* = ET.(Bin) / ET_0$			متوجه سال برای رقم بینان	$Kc2^{**} = ET.(Khz) / ET_0$			متوجه سال برای رقم خزر
	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵		۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	
۱۳۷۳-۱۰	۰/۹۴	۰/۹۳	--	۰/۹۴	۰/۹۵	--	--	۰/۹۵
۱۳۷۴-۲۰	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۹۲
۱۳۷۵-۳۱	۱/۰۶	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۵	۱/۱۰	۰/۹۸	۰/۹۰	۰/۹۹
۱۳۷۶-۱۰	۱/۰۸	۱/۲۳	۰/۹۷	۱/۰۹	۱/۱۲	۱/۲۹	۱/۰۴	۱/۱۵
۱۳۷۶-۲۰	۱/۲۴	۱/۲۶	۱/۰۵	۱/۱۸	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۱۲	۱/۲۳
۱۳۷۶-۳۱	۱/۳۰	۱/۲۵	۱/۳۰	۱/۲۸	۱/۳۶	۱/۳۱	۱/۳۴	۱/۳۴
۱۳۷۷-۱۰	۱/۲۳	۱/۱۳	۱/۲۸	۱/۲۱	۱/۲۶	۱/۱۶	۱/۲۳	۱/۲۵
۱۳۷۷-۲۰	۱/۲۰	۱/۲۲	۱/۱۸	۱/۲۰	۱/۲۴	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۲۵
۱۳۷۷-۳۱	۱/۱۹	۱/۰۲	۰/۹۱	۱/۰۴	۱/۲۳	۱/۰۱	۱/۰۲	۱/۰۹
۱۳۷۸-۱۰	۱/۰۶	--	--	۱/۰۶	۱/۱۱	۰/۹۶	۱/۳۰	۱/۱۲
۱۳۷۸-۲۰	--	--	--	--	--	--	--	--
۱۳۷۸-۳۱	--	--	--	--	--	--	--	--
متوجه	۱/۱۵	۱/۰۸	۱/۱۱	۱/۱۰	۱/۱۹	۱/۱۲	۱/۱۰	۱/۱۴

$$Kc1^* = \text{ضریب گیاهی برنج رقم بینان} \quad Kc2^{**} = \text{ضریب گیاهی برنج رقم خزر}$$

کاهش یافته است. علت تغییرات این است که در ابتدای فصل رشد چون گیاه هنوز رشد کاملی نداشته و تعداد پنجه و نیز ارتفاع آن کم می‌باشد بنابراین میزان تعرق حاصل از آن نیز کم بوده ولی در اواسط فصل رشد که گیاه به حداقل رشد خود رسیده و تعداد پنجه آن زیادتر شده و ارتفاع گیاه به ماکریم خود رسیده است، میزان تعرق حاصل از آن بیشتر شده است ولذا میزان ضریب گیاهی افزایش پیدا کرده است. همچنین در اواسط رشد چون گیاه با حداقل درجه حرارت هوا مصادف می‌شود و از طرف دیگر به رشد زایشی برخورد می‌کند بنابراین فعالیت آن زیاد شده و تعرق بیشتری انجام می‌دهد. در پایان فصل رشد از فعالیت گیاه کاسته شده و میزان تعرق آن کم می‌شود و همانطور که مشاهده می‌شود میزان ضریب گیاهی نیز کاهش می‌یابد، البته دلیل عدم تشابه ارقام با منحنی نرمال تأثیر بارندگی و کاهش درجه حرارت و افزایش رطوبت در دوره‌های ده روزه مربوطه می‌باشد.

جدول فوق همچنین نشان می‌دهد که ضریب گیاهی بین حداقل ۰/۸۸ و حداکثر ۱/۳۴ می‌باشد. ارقام جدول فوق همچنین نشان می‌دهد که بیشترین مقدار متوسط ضریب گیاهی در هر دورقم بینام و خزر در دهه سوم تیرماه می‌باشد که شامل دوره زایشی برنج در تقویم زراعی منطقه گیلان می‌باشد.

جدول ۵: ضریب طشتک (C = ETO/E.pan) برای دوره‌های ده روزه از ۷۵-۱۳۷۳

دوره‌های ده روزه	C ۱۳۷۳	C ۱۳۷۴	C ۱۳۷۵	متوجه سه سال
/۳/۱-۱۰	۰/۷۶	۰/۷۷	--	۰/۷۷
/۳/۱۱-۲۰	۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۸
/۳/۲۱-۳۱	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶
/۴/۱-۱۰	۰/۷۶	۰/۷۵	۰/۷۹	۰/۷۷
/۴/۱۱-۲۰	۰/۷۵	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۷۶
/۴/۲۱-۳۱	۰/۷۴	۰/۷۲	۰/۸۱	۰/۷۶
/۵/۱-۱۰	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۷۷
/۵/۱۱-۲۰	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷
/۵/۲۱-۳۱	۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۷۸
/۶/۱-۱۰	۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۷۹
/۶/۱۱-۲۰	۰/۷۴	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۷۷
/۶/۲۱-۳۱	--	--	--	--
متوجه	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۷۷

جدول ۵ و نمودار ۱۲ نشان می‌دهد که میزان ضریب طشتک در دوره‌های ده روزه چندان تفاوتی با هم نداشته و دارای حداقل ۰/۷۰ و حداکثر ۰/۸۳ می‌باشد. علت عدم تغییرات در میزان ضریب طشتک این است که گیاه مرجع (چمن) و طشتک تبخیر در طول مدت آزمایش در شرایط یکسان اقلیمی قرار داشته و پارامترهای درجه حرارت هوا، رطوبت نسبی هوا، بارندگی و ... بر هردوی آنها به نسبت یکسان عمل کرده است. همچنین جدول فوق گویای این مطلب است که در تمام دوره‌های ده روزه میزان تبخیر از طشتک سفید کلاس A بیشتر از تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع بوده است.

سپاسگزاری :

بدین وسیله از خانم معصومه بصیری کارمند بخش تحقیقات خاک و آب و همچنین "از آقای محمد رئیسی کمک کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب" که در اجرای این طرح همکاری بیدریغ و صمیمانه داشته‌اند سپاسگزاری می‌شود.

