پیش بینی تبخیر و تعرق واقعی گیاه با استفاده از اطلاعات سیستم پیوسته خاک- گیاه- اتمسفر

محمد شایان نژاد* - مجید میرلطیفی[1]

تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۲۱
تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۳۰

چکیده

برای پیش بینی میزان محصول و یا تبخیر و تعرق واقعی گیاه در شرایط تنش خشکی بایستی روابط بین اجزا سیستم پیوسته خاک، گیاه، اتمسفر به طور دقیق بررسی شود. برای این کار در این تحقیق با استفاده از سیستم آبیاری تک شاخه ای در مزرعه جو، در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج، تنش های مختلف به گیاه وارد شد. مزرعه مورد نظر در کنار ایستگاه هواشناسی قرار داشت که اطلاعات اقلیمی مورد نیاز را تامین می نمود. مقدار مقاومت تاج گیاه توسط دستگاه پرامتر و رطوبت خاک توسط دستگاه نوترون متر به طور روزانه در شش تیمار مختلف آبیاری اندازه گیری شد. این تیمارها از لحاظ عمق آب آبیاری با هم تفاوت داشتند. با استفاده از بیلان رطوبتی در منطقه ریشه تا عمق ۶۰ سانتی متری و داده های نوترون متر در اعماق ۱۵ ، ۳۵ و ۵۵ سانتی متری، مقدار تبخیر و تعرق واقعی برآورد گردید. سپس رابطه ای بین مقاومت روزنه ای تاج گیاه با تابش خالص خورشیدی و درصد حجمی رطوبت خاک به دست آمد و با ترکیب این معادله و معادله پنمن- مانتیس، مقدار تبخیر و تعرق واقعی گیاه محاسبه گردید. این مقادیر با مقادیر بدست آمده از بیلان رطوبتی تطابق خوبی داشت. بنابراین با استفاده از شرایط خاک، گیاه و اتمسفر می توان تبخیر و تعرق واقعی گیاه را در هر شرایطی از تنش خشکی پیش بینی و نهایتا مقدار محصول را تخمین زد.

واژه های کلیدی: تبخیروتعرق، مقاومت روزنه ای، رطوبت خاک، تابش خورشیدی

مقدمه

بررسی تاثیر تنش خشکی بر روی خصوصیات گیاهان در شرایط بحران آب به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک اهمیت ویژه ای دارد. معمولا تنش خشکی با کم آبیاری اعمال می شود. یکی از عکس العمل های گیاه در مقابل تنش خشکی، بستن روزنه ها می باشد. نیروی محرکه انتقال آب از گیاه به اتمسفر نسبت مستقیم با شیب فشار بخار آب و نسبت معکوس با مقاومت های موجود در مسیر جریان دارد. یکی از این مقاومت ها، مقاومت روزنه ای گیاه است. با بسته شدن تدریجی روزنه ها در اثر تنش خشکی، مقاومت روزنه ای افزایش و میزان انتقال آب و تعرق گیاهی و نهایتاً میزان محصول در واحد سطح کاهش می یابد. بنابراین اگر در شرایط تنش خشکی، بتوان میزان تبخیر و تعرق واقعی را پیش بینی نمود، می توان با استفاده از توابع تولید، مقدار محصول را نیز پیش بینی نموده وتحلیل های اقتصادی لازم را انجام داد.

یکی از راه های پیش بینی میزان تبخیر و تعرق واقعی در شرایط تنش خشکی، استفاده از معادله پنمن-مانتیس می باشد(۲). این در صورتی است که بتوان مقدار مقاومت روزنه ای تاج گیاه که در معادله مذکور وجود دارد را در شرایط تنش خشکی اندازه گیری نمود. اما به دلیل مشکلات اندازه گیری این پارامتر، آن را به کمک مدل های ریاضی، محاسبه می کنند. بنابراین بایستی رابطه بین مقاومت روزنه ای تاج گیاه و عوامل موثر در آن را بدست آورد. این مقاومت تابعی از عوامل مختلفی است که محققین مختلف آنها را مورد بررسی قرار داده اند. نمونه هایی از آن در زیر تشریح می شود.

در سال ۱۹۶۹ شیز و لانگ (۹) مقاومت روزنه ای تاج گیاه جو و چمن را به صورت تابعی از اختلاف فشار بخار اشباع هوا و فشار بخار واقعی هوا در دمای برگ بیان نمودند. مشکل استفاده

۱- به ترتیب استادیاران گروه آبیاری دانشگاه شهرکرد و دانشگاه تربیت مدرس، تهران
* نویسنده مسئول Email: shayannejad@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

از این رابطه اندازه گیری دمای برگ و فشار بخار واقعی در سطح گیاه است. در سال ۱۹۷۳ شیز (۱۰) مطالعاتی را بر روی مقاومت روزنه ای برگ گیاه سورگم در ایالت تگزاس در شرایط بدون تنش آبی انجام داد. مقدار این مقاومت در صبح بین ۳ تا ۵ ثانیه بر سانتی متر تغییر کرده اما هنگامی که خاك سطحی خشک شده، مقاومت روزنه ای افزایش یافته و نوسانات آن بیشتر شده است. وی مقاومت روزنه ای تاج گیاه سورگم را به صورت تابعی از تابش خورشیدی و پتانسیل آب برگ و پتانسیل آب در خاك بیان نمود.

در سال ۱۹۸۰ تول و کروز (۱۲) تاثیر پتانسیل آب برگ را بر روی مقاومت روزنه ای برنج و میزان پیچ خوردگی برگ ها بررسی نمودند. به طوری که در پتانسیل آب برگ ۲۲- بار برگ ها به طور کامل پیچیده شدند و در این زمان مقاومت روزنه ای را بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ ثانیه بر متر گزارش کردند. در سال ۱۹۸۱ بیلی و دیویس (۲) مطالعاتی را بر روی مقاومت روزنه ای گیاه سویا انجام داد و مقاومت روزنه ای تاج گیاه را به صورت تابعی از کمبود فشار بخار، رطوبت خاك و تابش خورشیدی بیان نمود. در سال ۱۹۸۱ ولانس (۱۳) مطالعاتی بر روی مقاومت روزنه ای گندم و عدس انجام داد. وی مقاومت روزنه ای را به صورت تابعی از تابش خورشیدی، رطوبت هوا و شاخص سطح برگ و رطوبت خاك در نظر گرفت. در سال ۱۹۸۳ ایداسو (۴) مطالعاتی بر روی مقاومت روزنه ای یونجه، سویا، گندم و لوبیا انجام داد. وی با اندازه گیری اختلاف درجه گیاه و هوا به وسیله دماسنج مادون قرمز و با استفاده از توازن انرژی و گرما و معادلات انتقال بخار آب برای یک سطح کاملا پوشیده رابطه ای برای مقاومت روزنه ای ارائه دادند که فقط به صورت تابعی از عوامل اقلیمی بود. در سال ۱۹۸۶ آلن (۱) مطالعاتی بر روی مقاومت روزنه ای چمن انجام داد و رابطه زیر را ارائه نمود:

$$r_c = \frac{500 - 85R_n}{LAI} \qquad (۱)$$

که در رابطه فوق، r_c = مقاومت روزنه ای تاج گیاه (ثانیه بر متر) R_n = تابش خالص خورشیدی (کالری بر سانتی متر مربع در روز) و LAI= شاخص سطح برگ. در سال ۱۹۸۸ هتفیلد (۳) مطالعاتی بر روی مقاومت روزنه ای گندم انجام داد و رابطه زیر را ارائه نمود:

$$rc = 57.3 - 0.4ASW \qquad (۲)$$

در رابطه فوق، ASW = درصد آب قابل دسترس در خاك.

در سال ۱۹۹۸ لوم و همکاران (۶) مقاومت روزنه ای گیاه را تابعی از تابش خورشیدی و پتانسیل آب در خاك بیان نمودند.

در سال ۱۹۹۸ رانا و همکاران (۷) مدلی برای برآورد مقاومت روزنه ای چمن را بصورت تابعی از مقاومت بحرانی، مقاومت آیرودینامیکی و پتانسیل آب در برگ ارائه کردند. این مدل مستقل از نوع خاك و تنها به نوع گیاه وابسته است. یکی دیگر از مدل های تخمین مقاومت روزنه ای، مدل پریر و کاترجی است(۵) این مدل مقاومت روزنه ای چمن و یونجه را با استفاده از داده های اقلیمی و مقاومت آیرودینامیکی شبیه سازی می نماید. این مدل توسط محققین زیادی مانند رانا و کاترجی در سال ۲۰۰۰ مورد استفاده قرار گرفت و نتایج خوبی از آن بدست آمد(۸). اما در سال ۲۰۰۳ لسینا و همکاران (۵) نشان دادند که این مدل احتیاج به واسنجی دارد و هنگامیکه نسبت باون(Bowen ratio) کمتر از ۰/۵ است معتبر می باشد. در تحقیق دیگری که توسط تودرویک در سال ۱۹۹۹ انجام گرفت از دیدگاه جدیدی برای مدل کردن مقاومت روزنه ای استفاده شد. وی مدل تخمین تبخیروتعرق را بر اساس دیدگاه مقاومت روزنه ای متغیر تهیه کرد(۱۱). ورودی این مدل مانند ورودی معادله پنمن-مانتیس داده های هواشناسی بود. دقت مدل توسط داده های هواشناسی و اندازه گیریهای لایسیمتری آزمایش شد. نتایج مدل با نتایج معادله پنمن-مانتیس که در آن از مقاومت روزنه ای ثابت استفاده شده بود مقایسه گردید و مشخص شد نتایج مدل هم برای دوره روزانه و هم برای دوره ساعتی بسیار قابل قبول تر است. مدل تهیه شده احتیاج به داده های تجربی نداشته و لازم نبود برای شرایط مختلف مکانی و زمانی کالیبره شود. همچنین این مدل، مستقل از نسبت باون عمل می کرد.

در کلیه تحقیقات فوق تاثیرات عوامل اقلیمی را روی مقاومت روزنه ای بررسی کرده اند و کمتر نقش رطوبت خاك مورد توجه قرار گرفته است. لذا در این مقاله رابطه ای بین مقاومت روزنه ای تاج گیاه جو و شرایط اقلیمی و رطوبتی خاك به دست خواهد آمد که با استفاده از آن می توان تبخیر و تعرق واقعی را در شرایط تنش خشکی پیش بینی نمود.

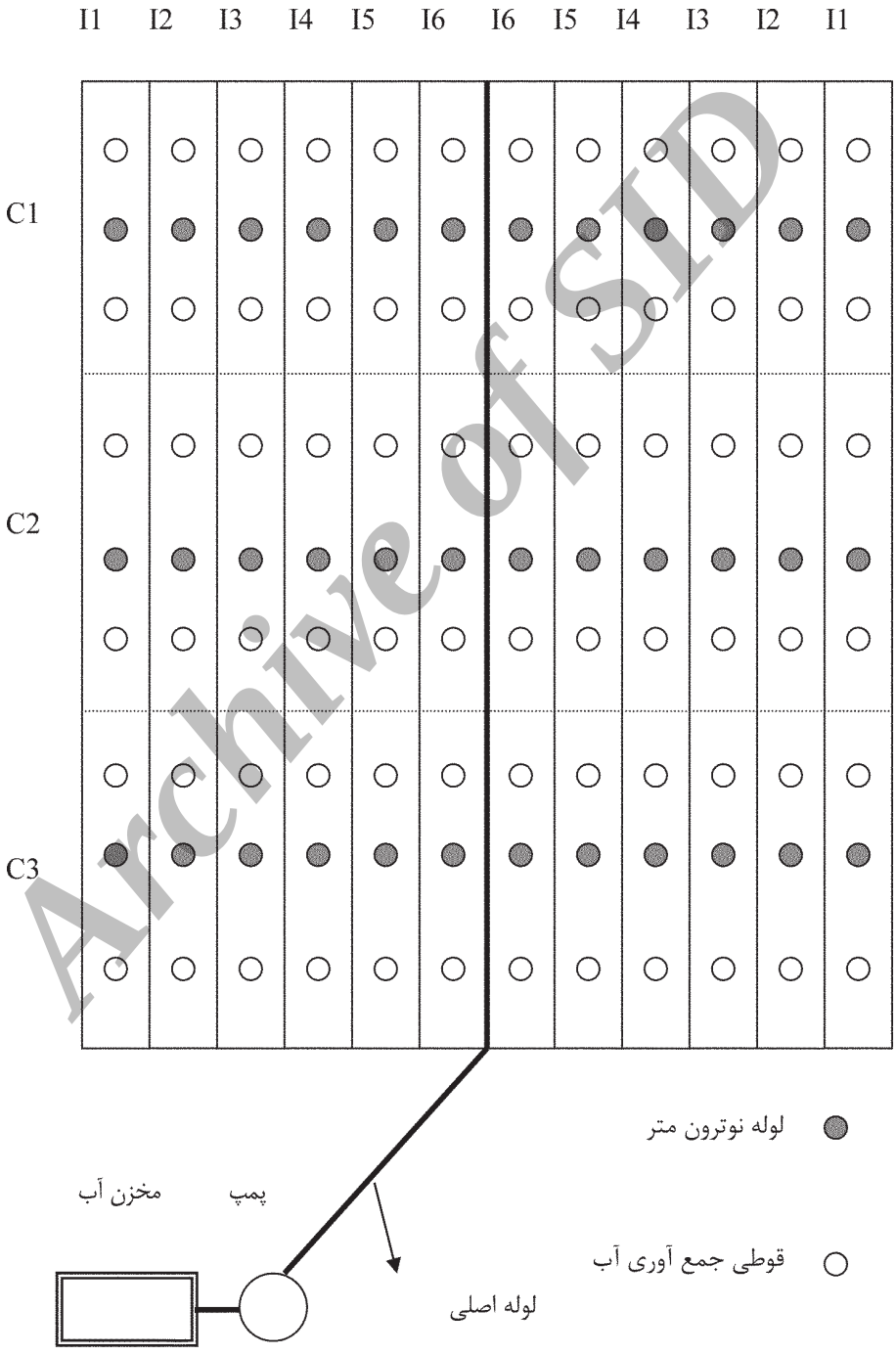
مواد و روش ها

قطعه زمینی به ابعاد ۸۰×۴۰ متر در ایستگاه تحقیقات خاك و

Archive of SID

www.SID.ir

آب کرج (واقع در جاده مشکین آباد) انتخاب گردید. ارتفاع ایستگاه ۱۳۲۱ متر و عرض جغرافیائی آن ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه ، بافت خاك ، لوم، درصد وزنی رطوبت در نقطه PWP ، FC و حالت اشباع به ترتیب ۸/۷۳ ، ۱۸/۷۳ و ۳۷/۳ درصد، سرعت نفوذ نهائی خاك ۱۳/۵ میلی متر در ساعت و وزن مخصوص ظاهری آن ۱/۵۵ گرم بر سانتی متر مکعب بود. در این قطعه زمین مطابق شکل ۱ گیاه جو (رقم استار) به طریق جویچه که فواصل آنها ۵۰ سانتی متر بوده کشت شد. برای اعمال مقادیر مختلف آب داده شده به زمین از روش آبیاری بارانی تک شاخه ای (Line Source) استفاده شد. لوله اصلی سیستم آبیاری با قطر ۷۵ میلی متر در وسط



شکل(۱) نقشه طرح

Archive of SID

www.SID.ir

مزرعه قرار گرفت و در هر طرف آن ۶ تیمار آبیاری (I_1 تا I_6) ایجاد شد. یعنی هر چه فاصله از لوله اصلی بیشتر شود، مقدار آب داده شده به زمین کمتر می شود. بنابراین در تیمار I_6 بیشترین و در تیمار I_1 کمترین آب به زمین داده شده است. بنابراین با این سیستم یک طرح آماری مانند طرح کاملا تصادفی ایجاد نمی شود. زیرا تیمارها نمی توانند بطور تصادفی قرار گیرند. هر تیمار شامل ۵ جویچه بوده که از این ۵ جویچه دو تای جانبی آن ها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و سه جویچه میانی جهت اندازه گیری ها و نمونه برداری ها انتخاب گردید. در این طرح سه تکرار (C_1 -C_3) وجود داشت. برای اندازه گیری مشخصات هر تیمار مثل مقاومت روزنه ای از میانگین سه تکرار آن استفاده شده است.

۹ عدد آبپاش از نوع نلسون آمریکائی با قطر نازل های $\frac{3}{32} \times \frac{3}{16}$ اینچ و فشار کاری حد اقل ۳ اتمسفر به همراه پایه هائی به قطر ۱ اینچ و ارتفاع ۱/۲ متر بر روی لوله اصلی به فواصل ۶ متر نصب گردید. لوله اصلی به پمپی که فشار کاری آن حدود ۲/۵ اتمسفر بوده متصل شد. در هر تیمار آبیاری و در هر تکرار از آن یک لوله نوترون متر از جنس آلومینیم و دو قوطی اندازه گیری آب آبیاری وجود داشت. دستگاه نوترون متر (مدل Troxler-3220) برای اندازه گیری رطوبت داخل این لوله ها در عمق مورد نظر قرار می گرفت. داخل این ایستگاه تحقیقاتی، ایستگاه هواشناسی وجود داشت که آمار مربوط به درجه حرارت هوا، رطوبت نسبی هوا، سرعت باد در ارتفاع ۲ متری و ساعات آفتابی را اندازه گیری می کرد.

اندازه گیری هائی که در هر تیمار و در هر تکرار انجام شد به شرح زیر است:

۱-اندازه گیری ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ (LAI): برای اندازه گیری شاخص سطح برگ مساحت برگ های واقع در یک قسمتی به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی متر توسط دستگاه مساحت سنج اندازه گیری و بر مساحت مربع مذکور تقسیم شد. این اندازه گیری هر هفته یک بار انجام شد.

۲- اندازه گیری مقاومت روزنه ای برگ ها: در هر تیمار چند برگ در ارتفاعات مختلف در نیمه ی بالائی تاج گیاه انتخاب و مقاومت روزنه ای زیر و روی این برگ ها با دستگاه پرامتر بدون تهویه ای از نوع Delta-TMK3 اندازه گیری شد. متوسط این اندازه گیری ها به عنوان مقاومت روزنه ای برگ های آن تیمار محسوب شده و برای تبدیل آن به مقاومت تاج گیاه از رابطه زیر استفاده شد(۱).

$$r_c = \frac{r_L}{0.5LAI} \qquad (۳)$$

در رابطه فوق، r_L = مقاومت روزنه ای برگ

اندازه گیری مقاومت روزنه ای برگ ها هر روز و در هر روز ۳ مرتبه (صبح. ظهر. عصر) تکرار شد.

۳- اندازه گیری رطوبت خاك و آب آبیاری: اندازه گیری رطوبت خاك هر روز در عمق های مختلف ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی متر خاك به وسیله نوترون متر انجام شد. آبیاری هنگامی صورت می گرفت که درصد تخلیه رطوبتی خاك نزدیک به ۵۰ درصد شود و مقدار آب آبیاری توسط قوطی های جمع آوری آب، اندازه گیری شد.

۴- اندازه گیری پارامتر های اقلیمی: این پارامتر ها عبارت بود از درجه حرارت حداقل و حداکثر هوا، رطوبت نسبی حداقل و حداکثر هوا، سرعت باد و ساعات آفتابی که توسط ایستگاه هواشناسی داخل ایستگاه تحقیقاتی تهیه شد. هم چنین دمای گیاه هر روز در تیمار های مختلف توسط دماسنج مادون قرمز مدل Flash Point اندازه گیری شد.

۵- اندازه گیری تبخیر و تعرق واقعی گیاه: برای این کار از معادله بیلان آب در منطقه ریشه به صورت زیر استفاده شد.

$$I + R_e = ET_a + DP + D(\theta_2 - \theta_1) \qquad (۴)$$

در رابطه فوق، I = عمق آب آبیاری در یک روز، R_e = عمق بارش موثر در یک روز، ET_a = تبخیر و تعرق در یک روز، DP = نفوذ عمقی در یک روز. (مقدار آب آبیاری طوری بود که هیچ گاه رطوبت بیشتر از FC نبود. بنابر این دور آبیاری کوتاه و نفوذ عمقی ناچیز بود.)، D = عمق منطقه ریشه، θ_2 = رطوبت حجمی در انتهای روز و θ_1 = رطوبت حجمی در ابتدای روز. مقدار این دو پارامتر با استفاده از نوترون متر بدست می آید.

در این تحقیق رابطه ای بین مقاومت روزنه ای تاج گیاه و شرایط اقلیمی و رطوبت خاك به دست آمد. سپس این رابطه داخل معادله پنمن-مانتیس جایگزین شد و مقدار تبخیر و تعرق واقعی محاسبه و با مقدار اندازه گیری شده آن مقایسه شد. معادله پنمن- مانتیس به صورت زیر است:

Archive of SID

www.SID.ir

$$ET_a = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a C_p (e_s - e_a)/r_a}{\Delta + (1 + r_c/r_a).\gamma} \qquad (۵)$$

در رابطه فوق، Δ = شیب منحنی رابطه بین فشار بخار اشباع و درجه حرارت میانگین هوا، G = انرژی که موجب تغییر دمای خاک می شود. ρ_a = جرم مخصوص هوا، C_P = گرمای ویژه هوا در فشار ثابت، e_s = فشار بخار اشباع هوا، e_a = فشار بخار واقعی هوا، r_a = مقاومت آیرودینامیکی هوا و γ = ثابت سایکرومتری

نتایج و بحث

۱- با افزایش تنش وارده به گیاه، به علت کاهش رشد رویشی، شاخص سطح برگ کاهش یافته است. به طوری که حد اکثر شاخص سطح برگ در تیمار I_6 برابر با ۵/۲ و در تیمار I_1 برابر با ۱/۵ می باشد. (جدول ۱)

۲- مقاومت روزنه ای گیاه تابعی از عوامل مختلفی می باشد. اولا به طور کلی با افزایش تنش وارده به گیاه این مقاومت افزایش یافته است زیرا در این شرایط، گیاه برای این که خود را با شرایط کم آبی وفق دهد با بستن روزنه هایش نیاز آبی خود را کاهش می دهد و با این کار مقاومت روزنه ای تاج گیاه افزایش می یابد. ثانیا هر چه مقدار تابش خالص خورشیدی افزایش یابد مقدار مقاومت روزنه ای تاج گیاه کاهش می یابد. این موضوع در تیمار های I_6، I_5، I_4 مشهود است. زیرا در سایر تیمار ها به خاطر این که تنش بیشتری به آن ها وارد شده با افزایش تابش خالص خورشیدی به علت این که رطوبت خاک در آن ها کم است. میزان بسته شدن روزنه ها افزایش یافته و مقاومت روزنه ای تاج گیاه نیز در حال افزایش است. ثالثا هر چه کمبود فشار بخار هوا $(e_s - e_a)$ افزایش یابد؛ مقاومت روزنه ای تاج گیاه کاهش می یابد. این بدان علت است که با زیاد شدن کمبود فشار هوا، قدرت خشک کنندگی هوا نیز بیشتر و تقاضا برای پذیرش بخار آب توسط اتمسفر بیشتر می شود و گیاه تعرق بیشتری انجام می دهد. این امر با افزایش باز شدگی روزنه ها و کاهش تبادلات روزنه ای تاج گیاه همراه است. البته این موضوع در تیمار هایی که با تنش کمتری روبه رو هستند مشهود است. رابعا هر چه رطوبت خاک کمتر شود مقاومت روزنه ای تاج گیاه بیشتر می شود. علاوه بر این رطوبت خاک، عوامل اقلیمی موثر بر مقاومت تاج گیاه (از جمله تابش خورشیدی و کمبود فشار بخار هوا) را تحت تاثیر قرار می دهد. به طور خلاصه می توان گفت که اگر رطوبت خاک بحد کافی باشد مقاومت تاج گیاه رابطه معکوس با تابش خورشیدی و کمبود فشار بخار هوا دارد.

۲- با افزایش تنش وارده به گیاه (با اعمال تیمارهای I_1 تا I_6) اختلاف بین دمای گیاه و اتمسفر افزایش می یابد.

۳- با افزایش تنش وارده به گیاه تبخیر و تعرق واقعی کاهش می یابد.

خلاصه نتایج در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس این جدول دامنه تغییرات مقاومت تاج گیاه بین ۴۴۰ تا ۲۰۰۰ ثانیه بر متر می باشد. در ناتینگهام انگلستان، دامنه تغییرات این مقاومت برای گیاه جو ۱۲۵ تا ۱۰۰۰ ثانیه بر متر گزارش شده است(۱۳). در شکل (۲) تغییرات زمانی مشخصه های مختلف نسبت به زمان برای تیمار I_6 ارائه شده است.

در این تحقیق ارتباط بین r_c و عوامل اقلیمی و رطوبت خاک مورد بررسی قرار گرفته و نهایتا رابطه (۸) با ضریب همبستگی ۰/۸۴ ارائه شده است. شکل (۳) مقایسه بین مقادیر محاسبه شده مقاومت توسط رابطه (۶) و مقادیر اندازه گیری شده آن را نشان می دهد. با استفاده از آزمون آماری t جفت شده، اختلاف بین مقادیر اندازه گیری شده و محاسبه شده در سطح ۵ درصد معنی دار است.

$$r_c = EXP\left[4.0869 + 1.3\times10^6\left(1/R_n^6 + 1/\theta^5\right)\right] \qquad (۶)$$

در رابطه فوق درصد حجمی رطوبت بر حسب درصد، مقاومت تاج گیاه بر حسب ثانیه برمتر و تابش خالص خورشیدی بر حسب وات بر متر مربع می باشد. در معادله فوق تابش خالص بر اساس داده های اقلیمی قابل محاسبه است. همچنین رطوبت خاک بر اساس میزان تنش رطوبتی مورد نظر محاسبه می شود. با ترکیب معادله های (۵) و (۶) مقدار تبخیر و تعرق واقعی محاسبه، سپس با مقادیر اندازه گیری شده آن ها مقایسه گردید. نتیجه این مقایسه با رابطه (۷) و شکل (۴) ارائه شده است. ضریب همبستگی رابطه (۷) برابر با ۰/۸۴ می باشد. با استفاده از آزمون آماری t جفت شده، اختلاف بین مقادیر اندازه گیری شده و محاسبه شده در سطح ۵ درصد معنی دار است.

$$ET_{am} = -15.04 + 0.763 ET_{ac} \qquad (۷)$$

Archive of SID

www.SID.ir

در رابطه فوق، ET_{ac} و ET_{am} بترتیب تبخیروتعرق واقعی محاسبه شده(از ترکیب معادلات ۵و۶)و اندازه گیری شده بر حسب وات بر متر مربع می باشد. برای تبدیل این واحد به میلیمتر در روز از رابطه زیر استفاده می شود:

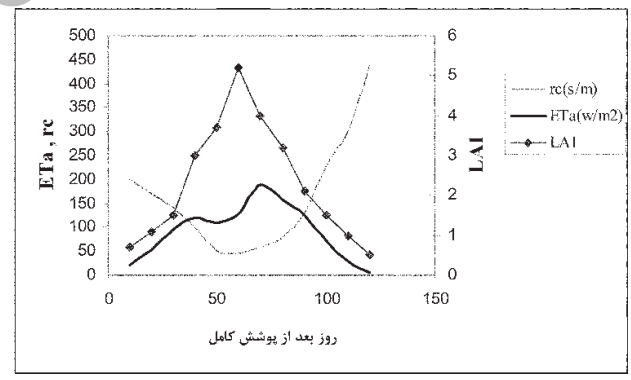
$$mm/day = \frac{w/m^2}{\lambda} \times 86400 \qquad (۸)$$

در رابطه فوق، λ =گرمای نهان تبخیر بر حسب ژول بر کیلوگرم.

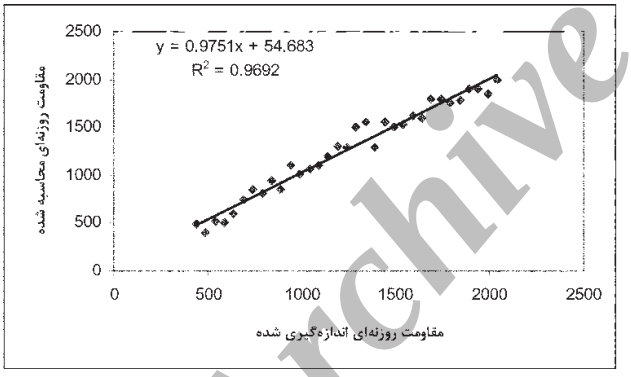
بنابراین با استفاده از اطلاعات سیستم پیوسته خاك-آب-گیاه-اتمسفر می توان تبخیر و تعرق واقعی را در هر شرایطی از تنش خشکی پیش بینی نمود

جدول(۱)خلاصه نتایج تیمارهای مختلف

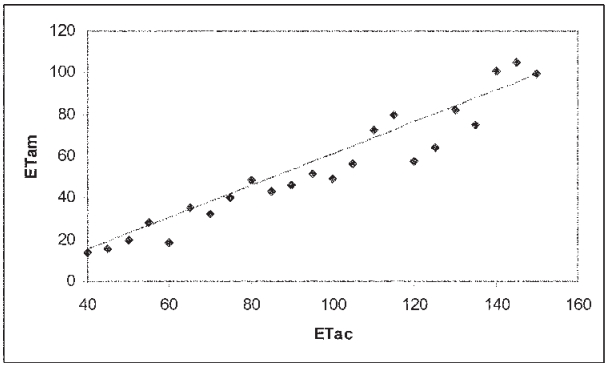
مشخصه / تیمار	حد اکثر LAI	حداکثر $r_c(s/m)$	حداکثر اختلاف دمای گیاه و هوا $(^\circ C)$	حداکثر تبخیر و تعرق واقعی (w/m^2)	حداقل درصد حجمی رطوبت
I1	۱/۵	۲۰۰۰	۸/۳	۷۵	۱۳
I2	۲/۲	۱۴۰۰	۷/۸	۸۵	۱۳/۷
I3	۳/۳	۹۸۰	۷/۵	۱۰۷	۱۳/۸
I4	۳/۷	۶۸۰	۷/۵	۱۲۳	۱۴
I5	۴	۵۴۰	۷/۵	۱۶۰	۱۷
I6	۵/۲	۴۴۰	۷/۵	۱۹۰	۱۸/۲



شکل(۲)بررسی تغییرات زمانی مشخصه های تیمار I_6



شکل(۳)مقایسه بین مقادیر محاسبه شده و اندازه گیری شده مقاومت روزنه ای (ثانیه بر متر)



شکل(۴)مقایسه تبخیر و تعرق اندازه گیری شده و محاسبه شده (برحسب وات بر متر مربع)

Archive of SID

www.SID.ir

تشکروقدردانی

در اینجا لازم است از موسسه تحقیقات خاك و آب و مسئولین ایستگاه تحقیقات آب و خاك کرج بویژه آقای مهندس سعید غالبی و همچنین از آقای مهندس بهنام باغبان زاده تشکر شود.

منابع

1. Allen, R. G.,1986, A Penman for all season, J. Irrig. And Drainage Eng . 4(112), 348-368.
2. Baily, W. G., 1981, Bulk stomatal res.istance control on evaporation, Boundary-Layer Meteorology, 20, 401-415.
3. Hatfield, J. L., and Davies, J. A. 1988, Research priorities in ET: Envolving Methods, Transactions of the ASAE, 2(31), 490-495.
4. Idso, S. B., 1983, Stomatal regulation of evaporation from well-waterd plant canopies: A new synthesis, Agricultural Meteorology,29, 213-214.
5. Lecina, S., Martines-Cob, A., Peres, P. J., Villalobos, F. J. and Baselga, J. J. 2003. fixed versus variable bulk canopy resistance for reference evapotranspiration estimation using the Penman-Monteith equation under semiarid condition. Agricultural Water management 60: 181-198.
6. Lhomme, J.P., Elguero, E., Chehbouni, A., and Boulet, G.,1998, The stomatal control of transpiration:Examination of Monteith?s formulation of canopy resistance ,Water Resources Research, 34(9),2301-2308.
7. Rana, G., Katerji, N. and Mastrorilli, M. 1998. Canopy resistance modeling for crop in contrasting water condition. Phys. Chem. Earth., 23(4): 433-438.
8. Rana, G. and Katerji, N. 2000. Measurement and estimation of actual evapotranspiration in the field under Mediterranean climate: a review. European Journal of Agronomy, 13: 125-152.
9. Szeicz, G., 1973, Stomatal factor in the water use and dry mater production by sorghum, Agricultural Meteorology, 12, 361-389.
10. Sceicz, G. and Long, I.F.,1669, Surface resistance of crop canopies, Water Resources Research, 3(5),622-633.
11. Todorovic, M. 1999. Single layer evapotranspiration model with variable canopy resistance. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 125(5): 235-245.
12. Toole, J.C., and Cruz, R. T., 1980, Response of leaf water potential, stomatal resistance and leaf rolling to water stress, Plant Physiology, 65(3),428-432.
13. Vallance, J.1981, Crop evaporation and surface conductance calculated using soil moisture data from central India, Agricultural Meteorology, 25, 83-96.

Archive of SID

www.SID.ir

Forecasting of actual evapotranspiration using information of soil-plant-atmosphere continuum system

M. Shayannejad* – M. Mirlatifi[1]

Abstract

For forecasting of actual evapotranspiration and finally yield production specifically in water stress conditions, it is needed that relationships between soil-plant-atmosphere continuum system are investigated correctly. In this research , for this purpose, by installing a line sourse irrigation system in barly farm, different plots of irrigation treatments were created.The climatic data were collected from weather station in adjacent of the farm. The canopy resistance and soil moisture content were measured daily by porometer and notron probe respectively in all the irrigation treatments. The actual evapotranspiration was measured by water balance method in the root zone, using the collected data of notron probe. Then the canopy resistance was introduced as a function of net radiations and soil moisture content. By combining of this function and Penman-Monteith?s equation, the actual evapotranspiration was calculated. This data had a good agreement with measured actual evapotranspiration data.Therefore, using the soil-plant-atmosphere information, can be forecasted the actual evapotranspiration and finally the yield production.

Key words : Evapotranspiration ,Canopy resistance,soil water, Solar radiation

Archive of SID

* Corresponding auther Email: shayannejad@yahoo.com

1- Assistant professor, Department of Irrigation,College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, and Assistant professor of Tarbiat Moddaress University, Tehran. respectively

www.SID.ir