# مقایسه رفتار مدلهای کامپیوتری CRIWAR و SWATRE جهت تخمین آب مورد نیاز ذرت ($ET_a$) درمنطقه اصفهان

اکبر مستاجران

استادیار دانشکده علوم دانشگاه اصفهان

تاریخ وصول بیست و نهم آذرماه ۱۳۷۱

## چکیده

دراین پژوهش کاربرد دو مدل کامپیوتری CRIWAR [1] و SWATRE [2] جهت تخمین مقدار تبخیرو تعرق و درنتیجه محاسبه مقدار آب مورد نیاز گیاه ذرت[3] مورد استفاده قرار گرفت.بدین منظور گیاه ذرت در سه تکرار در لایسیمتر کاشته شده، سپس آبیاری در مقادیر معین و در زمانهای مشخص صورت گرفت. با استفاده از اطلاعات هواشناسی نظیر میزان بارندگی، متوسط درجه حرارت، متوسط رطوبت نسبی، سرعت باد، میزان تشعشعات، طول روز، درصد ابری بودن و همچنین اندازه‌گیری کمیتهای فیزیکی خاك از جمله رطوبت خاك قبل از آبیاری، محاسبه و پارامترهای گیاهی مورد نیاز اندازه‌گیری و مقادیر تبخیر و تعرق ده روزه توسط دو مدل فوق الذکر محاسبه و سپس از طریق بیلان آبی در لایسیمتر میزان تبخیر و تعرق واقعی محاسبه گردید. با مقایسه نتایج حاصل از تخمین توسط دو مدل با مقادیر واقعی چنین نتیجه گیری شد که مدل CRIWAR ارقام بهتری را در مقایسه با SWATRE تخمین می‌زند. گرچه مدل SWATRE می‌تواند موقعیتهای متعددی نظیر نوسان سطح آبهای زیرزمینی، روابط هیدرولیکی خاك وغیره را در برگیرد لیکن نتایج حاصل از مدل با واقعیت بسیار اختلاف داشته به طوری که برای استفاده از آن نیاز به اصلاح بعضی از روابط می‌باشد.

## مقدمه

سرزمین ایران ۱۶۴/۸ میلیون هکتار وسعت دارد. حدود ۲۰٪ از این گستره یعنی ۵۱ میلیون هکتاردارای استعداد کشت و زرع می‌باشد. اما در عمل تنها از ۲۲ میلیون هکتار آن بهره‌برداری می‌شود که میزان بهره‌برداری از ۱۸/۵ میلیون هکتار آن نیز ۶۵٪ است (۲). منشاء این مسایل را می‌توان در پایین بودن مقدار متوسط نزولات آسمانی و پراکندگی مکانی و زمانی نامناسب آن بیان نمود(۳). در چنین شرایطی لازم است از منابع آب کشور بطور صحیح بهره گرفت. ازدیدگاه مدیریت منابع آب، روشهای گوناگونی را می‌توان برای افزایش راندمان آبی در بخش کشاورزی پیشنهاد نمود که از آن جمله می‌توان کاهش مقدار آب آبیاری از طریق کاهش اتلاف آب، همزمان با برداشت

---

1- Crop Irrigation Water Requirement Extended  2-Soil Water Actual Transpriration Rate  3- Zea mays L.

حداکثر محصول را بیان نمود (۲۱)۰ بررسی چگونگی کاهش مقدار اتلاف آب مصرفی در یك سیستم آب،خاك گیاه با دخالت پارامترهای متعدد امری غیرممکن نبوده، لیکن به علت تسلسل محاسبات و وقت گیر بودن، اکثرا " با دخالت یك و یا دو پارامتر این امر صورت گرفته که خالی از اشکال نیز نبوده است۰ لزوما " برای بررسی دقیق سیستم مذکور بکارگیری پارامترهای متعدد امری الزامی است۰

درسالهای اخیر با استفاده از روش شبیه سازی کامپیوتری این امر تسهیل یافته به طوری که امروزه با استفاده از مدلهای کامپیوتری که براساس تشابهات سیستمهای فیزیکی نوشته شده است، قادر به جوابگویی و بررسی نتایج حاصل از تغییر پارامترهای درون سیستم آب۔ خاك ۔ گیاه خواهیم بود۰ با تدوین و بکارگیری اینگونه نرم افزارها علاوه بر تسهیل در کار، سرعت بخشیدن به پیشرفت عملیات و درك روابط عوامل مختلف می‌توان نتایج حاصل از سیستم را مورد مطالعه قرار داد۰ با عنایت به موارد فوق می‌توان عنوان نمود که روش شبیه سازی کامپیوتری می‌تواند در محاسبه بیلان آبی در قبال مصرف مقادیر متفاوت آب نیز مورد استفاده قرار گیرد(۸ و۱۳)۰ درنتیجه چنین محاسباتی میتواند به عنوان مقدماتی برای بدست آوردن بیشترین مقدار محصول در مقابل حداقل آب مصرفی مد نظر قرار گیرد( ۶ و۱۹)۰

گرچه از شروع شبیه سازی بیش از ۴۰ سال نمی‌گذرد (۱۸ و۹)، لیکن کاربرد این روش در بخش کشاورزی و علوم زیستی از اوایل دهه ۱۹۷۰ شکل گرفت۰ به طوری که از این زمان متخصصین شروع به ساخت و پیشنهاد مدلهای کامپیوتری در رابطه با بیلان آبی خاك، اثرات تنش رطوبت بر رشد و نمو گیاهان، محاسبه تبخیر و تعرق، تعیین نیاز آبی گیاهان نمودند۰ در اکثر مدلهای پیشنهادی، پارامترهای مربوط به سه جزء اصلی طبیعت یعنی اقلیم، خاك و گیاه جهت مشخص کردن اثر عوامل مختلف بر رشد و نمو گیاه مورد استفاده قرار گرفته است۰ متناسب با تعداد و نوع پارامترهای انتخابی و اثر متقابل پارامترهای تشکیل دهنده می‌توان مدلهای متعددی را پیشنهاد نمود که از آن جمله می‌توان مدلهای زیر را نام برد:

مدل SPAM:

(Soil Plant Atmospher Model) (۱۷)

مدل CRIWAR :

(Crop Irrigation Water Requirment model) (۱۱)

مدل SIMCOY :

(Simulation of Corn Yield model)(۸)

مدل SWATRE :

(Soil Water Actual Transpiration Rate Extended model) (۶)

لازم به تذکر است که علاوه بر مدلهای فوق الذکر مدلهای دیگری در حال حاضر قابل حصول می‌باشد و هر روزه مدلهای جدید و نسلهای جدید از مدلهای قبلی نیز پیشنهاد و بکارگیری آنها از طرف محققین مربوط در بخشهای مختلف ازجمله کشاورزی توصیه می‌گردد۰ علاقه‌مندان به اینگونه مباحث بطور عام و یا مدل مشخصی بطور خاص، می‌توانند به مراجع مربوط مراجعه نمایند۰

از بین مدلهای مختلف موجود، مدل CRIWAR

می‌تواند با اطلاعات بسیار اندك و قابل دسترس، مورد استفاده قرار گیرد. برعکس مدل SWATRE به‌اطلاعات بسیار زیاد و اکثرا " در حد تخصصی نیازمند می‌باشد. به همین دلیل دو مدل کامپیوتری فوق الذکر انتخاب، تا میزان آب مصرفی گیاه ذرت توسط این مدلها محاسبه و مورد مقایسه قرار گیرد. در این تحقیق سعی گردید تا با استفاده از دو مدل کامپیوتری CRIWAR و SWATRE ، (الف) میزان تبخیر و تعرق و درنتیجه آب مورد نیاز گیاه محاسبه شود، (ب) همزمان اجرای بخش عملی پروژه که شامل کاشت گیاه ذرت در لایسیمتر و محاسبه بیلان آبی آن می‌باشد، صورت گیرد، (ج) نتایج محاسبات مدلها با نتایج حاصل از بخش عملی پروژه مورد مقایسه قرار گرفته، سپس بهترین مدلها برای تخمین میزان تبخیر و تعرق برای منطقه اصفهان برای این گیاه پیشنهاد گردد.

**ساختار SWATRE, CRIWAR**

مدل CRIWAR[1] قادر است میزان آب مورد نیاز یك منطقه کشت شده را با استفاده از روش اصلاح شده پنمن محاسبه نماید(۱۰). مدل کامپیوتری CRIWAR ابتدا در سال ۱۹۸۱ توسط محققین FAO تدوین یافت (۱۳). در سال ۱۹۸۵ توسط محققین موسسه تحقیقات آب و خاك هلند[2] این مدل با تغییراتی به زبان Fortran-77 ارائه گردید، به نحوی که می‌تواند توسط IBM-PC مورد استفاده قرار گیرد (۱۳). نسل (Version) اصلاح شده ۱۹۸۷ این مدل شامل یك برنامه اصلی و ۵ زیربرنامه بزرگ و ۱۰۴ زیر برنامه کوچك به صورت متن می‌باشد. این برنامه با طرح سوالات بسیار ساده، پرونده اطلاعات ورودی[3] ایجاد نموده، سپس اقدام به محاسبه مقدار تبخیر و تعرق می‌نماید. این مدل قادر است مقدار تبخیر و تعرق را برای ۴۰ گروه گیاهی محاسبه نماید. درشکل ۱ کارنمای مدل CRIWAR قابل ملاحظه می‌باشد.

مدل SWATR[4] ، در سال ۱۹۷۸ توسط فدس[5] و همکارانش (۱۳) در پی بررسیهای قبلی و با کمك گرفتن از مدل Sink Term و همچنین جریان آب طبق قانون دارسی، و ادغام در معادله پیوستگی[6] جهت پیشگویی مقدار آب مورد نیازگیاه شکل گرفت (۱۳، ۱۴ و۱۵). درسال ۱۹۸۱، بلمنز وهمکاران (۶) مدل جدید و توسعه یافته SWATRE را تحت نام SWATRE پیشنهاد نمودند. مدل کامپیوتری SWATRE به زبان Fortran-77 نوشته شده، قابل اجرا در IBM-PC می‌باشد. این مدل شامل یك برنامه اصلی و ۲۰ برنامه فرعی است. محاسبات برمبنای بیلان آبی خاك و طبق فرمول (۱) صورت می‌گیرد (۱۳).

$$Ra + Ir = D + Ru + E + T + In + \Delta\Theta + \Delta f \quad (1)$$

در این فرمول:

Ra = مقدار بارندگی

Ir = مقدار آب آبیاری

D = میزان زه آب

Ru = میزان آبهای سطحی

E = مقدار تبخیر از سطح خاك

T = مقدار تعرق از گیاه

In = مقدار اتلاف بارندگی توسط برگها ( مقادیربسر

---

1- CRop Irrigation WAter Requirment
2- Inistitute for land and water management
3- Input file
4- Soil Water Actual Transpiration Rate
5- Feddes
6- Continuity
7- C. Belmans

حسب Cm day-1)

$\Delta\Theta$ = تغییرات رطوبت خاك در زمان

$\Delta f$ = نوسانات آبهای زیرزمینی

مدل SWATRE مقدار تعرق را پس از محاسبه کلیه اجزای بیلان آبی و اثر متقابل این اجزاء بر یکدیگر محاسبه می‌نماید۰ این مدل قادر است تا میزان تبخیر را با استفاده از روش پنمن[1]، پریستلی-تیلور[2] و یا مونتیت - راتیما[3] محاسبه نماید۰ در این تحقیق با ایجاد پرونده‌های اطلاعاتی متفاوت[4] برای هر سه روش، اقدام به ارزیابی و مقایسه روشهای مختلف نیز صورت گرفت۰ کارنمای مدل SWATRE درشکل ۲ بطور خلاصه شده قابل رویت می‌باشد۰

## مواد و روشها

آزمایش در محل فعلی گلخانه گروه زیست شناسی دانشگاه اصفهان انجام گرفت۰ در این آزمایش یك گونه ذرت[5] واریته KSC 704 در لایسیمتر زهکش دار به ابعاد ۰/۶ m × ۱/۲ m × ۳/۶ m و در سه تکرار کشت گردید۰ فاصله بین ردیف در کاشت ذرت ۶۵ سانتیمتر و فواصل بین بوته‌ها ۳۵ سانتیمتر انتخاب گردید۰ این فواصل کشت جمعیتی حدود ۵۱۰۰۰ گیاه در هکتار را دربرمی‌گیرد۰

درطول فصل رویش به مقدار ۵/۵ سانتیمتر آب آبیاری (۵) به لایسیمتر اضافه گردید۰ آبهای اضافی پس از هر آبیاری توسط لوله‌های خروجی زهکشهای مختلف که در لایسیمتر تعبیه شده بود، جمع آوری گردید۰ میزان رطوبت خاك قبل از هر آبیاری به روش خشك کردن در آون با اخذ نمونه خاك محاسبه گردید۰ با توجه به در اختیار داشتن مقادیر آب آبیاری، بارندگی و هم چنین مقادیر زه آب، مقادیر تبخیر و تعرق واقعی گیاه به روش لایسیمتر با استفاده‌ازفرمول بیلان آبی محاسبه گردید۰

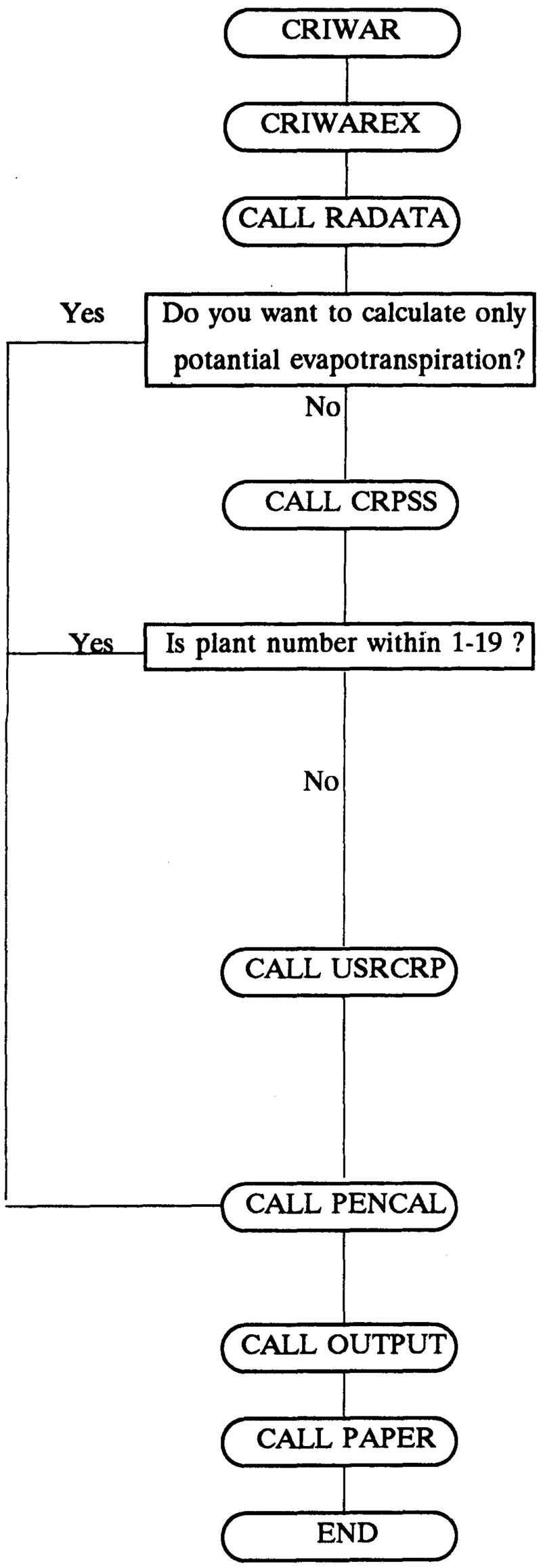
مقدار هدایت آبی در حالت اشباع برای خاك لایسیمتر (خاك رسی سیلتی)، در آزمایشگاه و با استفاده از نمونه‌های دست نخورده خاك، اندازه‌گیری شد۰ در این اندازه‌گیری از روش بارپایا و با استعانت از فرمول دارسی ۵ محاسبات لازم صورت گرفت۰ پتانسیل آب به صورت تابعی از رطوبت خاك $h(\Theta)$ با استفاده از اسباب فشار[6] برای پتانسیلهای ۰/۳-، ۱-، ۵-، ۸-، ۱۲- و ۱۵- بار اندازه‌گیری و منحنی رطوبت باقیمانده[7] رسم گردید۰ تابع هدایت آبی $K(\Theta)$ از طریق روش Van Genuchten با استفاده‌از منحنی رطوبت باقیمانده محاسبه گردید(۲۰)۰ مقادیر پوشش گیاهی[8] و شاخص سطح برگ[9] در طول فصل رویش هفته‌ای یکبار اندازه‌گیری و پیرو آن محاسبات لازم صورت‌گرفت۰ اطلاعات هواشناسی اعم از میزان تابش خورشید، سرعت باد، رطوبت نسبی، درصدابری بودن هوا از ایستگاه هواشناسی اصفهان برای دوره رشد تامین گردید۰ لازم به ذکر است که اطلاعات فوق الذکر با جزئیات در استفاده از مدل SAWTRE الزامی است۰ اطلاعات لازم جهت استفاده از مدل کامپیوتری CRIWAR درجدول ۱ قابل ملاحظه می‌باشد، لیکن اطلاعات مورد نیاز مدل کامپیوتری SWATRE به‌علت گستردگی ارائه نگردیده است۰ اطلاعات جمع آوری شده

---

1- Penman 2- Priestley-Taylor 3- Monteith-Rjitema 4- Input file
5- Zea mays L. 6- Pressure approaches 7- Soil moisture retention cure
8- Soil Cover 9- Leaf Area Index

جدول ۱ـ سئوالات وتوضیحات لازم بمنظورایجاد فایل ورودی در CRIWAR واطلاعات استفاده شده برای ذرت

| Question | Symbol | Maize input data |
|---|---|---|
| Date | Max. 25 Character | 70.5.20 |
| Is there input file? | N= No, Y= Yes | N |
| Project region | Max. 25 Character | Isfahan |
| Country | Max. 25 Character | IRAN |
| Lalitude | Degree, Minute | 32.37 |
| Hemispher | S= South, N= North | N |
| Altitude | Meter above sea level | 1o40 |
| Calculation on Month | | |
| or decade basis | M= Month, D= Decad | D |
| First Decade | 1-36 | 15 |
| Last Decade | 1-36 | 24 |
| Height of wind speed | Meter above ground level | 0.5 |
| measurement | | |
| Meteorological data | T, P, n, RH, U for first | Value of Temperature, |
| from first to last decades | decade | Precipitation |
| | ... | Sunshine hours, Relative |
| | ... | humidity and wind speed |
| | T,P,n,PH,U for last decade | for all decades |
| Maximum relative himidity and | RHmax, U d/n for first decade | Value of Maximum Relative |
| day night wind speed | ... | humidity and day/night wind |
| for all decade | ... | Speed ratio for all decades |
| | RHmax, U d/n for last decade | |
| Size of cropped area | 1- 1000000 hectar | 1 |
| Irrigation interval | day basis | 7 |
| Net irrigation | 20- 200 mm | 50 |
| Plant number | 1- 40 | 8 |
| Type of growth period | 1- 4 | 4 |
| beginning decade of growth | 1- 36 | 15 |
| Percent of cropped area | 1- 100 | 100 |




شروع اجرای برنامه

ایجاد فایل ورودی - خروجی

گرفتن اطلاعات راجع به منطقه اجرای پروژه

اتخاذ تصمیم درنوع محاسبه

گرفتن اطلاعات در مورد سطح زیر کشت، روش کاشت،آبیاری ونوع گیاه

| | | |
|---|---|---|
| 1- Alfalfa | 2-Artichoke | 3-Barly |
| 4- Beans | 5- Citrus | 6- Cotton |
| 7- Fruit | 8- Maize(grain) | 9- Maize |
| 10- Meadow | 11- Onion | 12- Pasture |
| 13- potato | 14- Rice | 15- Soybean |
| 16- Sugarbeet | 17- Sugarcane | 18- Tomato |
| 19- Wheat | 20 till 40 User Given crop | |

محاسبه تبخیروتعرق پتانسیل و تبخیروتعرق‌گیاهی بروش‌اصلاح شده پنمن

چاپ نتایج توسط چاپگر

ذخیره نتایج در یک پرونده دایمی

پایان

شکل -۱ کارنمای مدل CRIWAR

از منابع مختلف و یا اندازه‌گیری شده بطور مستقیم، در پرونده‌های اطلاعاتی خاص هرمدل به صورت پرونده‌های ورودی مرتب شده، سپس برنامه اجرایی که به زبان فورترن ـ ۷۷ بود، به اجرا درآمد. لازم به تذکر است که در برنامه اصلی[1] تغییراتی صورت گرفت تا مدل فوق الذکر بتواند آبیاری را در زمانهای مختلف و در مقادیر مختلف پذیرا باشد.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از مشاهدات با توجه به اجزای بیلان آبی در سیستم بسته مثل لایسیمتر محاسبه گردیده است. این نتایج را میزان تبخیرو تعرق و یا مشاهده شده برای گیاه ذرت به حساب آورده، که به صورت مقادیر تبخیر و تعرق در فواصل بین دو آبیاری درفصل زراعی مربوطه محاسبه و در جدول ۲ ارائه شده‌است.

ارقام متفاوت در جدول که در ستون زمانهای آبیاری و همچنین تبخیر و تعرق مشهود است، به علت تغییر در زمان آبیاری که درصورت نیاز ویاجهت ارزیابی‌واکنش مدل انتخاب شده‌اند، می‌باشد.

مدل CRIWAR مقدار تبخیر و تعرق‌را فقط به صورت دوره‌های ماهانه و یا ده روزه محاسبه می‌نماید. لذا مقادیر محاسبه شده از لایسیمتر برحسب ده روز مرتب گردیده، در جدول ۲ جهت مقایسه ارائه شده است. مدل SWATRE قادر است تا محاسبات تبخیر و تعرق راروزانه‌محاسبه‌وارائه‌نمایدودرضمن‌می‌تواندمبنای محاسبات تبخیروتعرق پتانسیل رایکی ازسه‌روش مختلف پریستلی ـ تیلور، پنمن و مونتیت ـ راتیماقراردهد. با توجه‌به‌توانایی‌مدل، محاسبات‌به‌سه‌روش مختلف صورت گرفت و درضمن نتایج به صورت ده روز مرتب و درجدول ۳ ارائه گردیده است.

باتوجه به ارقام جدول ۲و۳ میزان تبخیر و تعرق‌واقعی برای گیاه ذرت ۶۷۱ میلیمتر در طول فصل رویش ۹۰ روزه محاسبه گردیده است. این عدد مطابق با ۷/۴۵ میلیمتر تبخیر و تعرق روزانه بطور متوسط می‌باشد. لیکن این مقدار توسط مدلهای مختلف ارقام متفاوتی تخمین زده شده است. مدل CRIWAR با عدد ۶۸۸ میلیمتر، بهترین مقدار و مدل SWATRE با توجه به روشهای پنمن، پریستلی ـ تیلور و مونتیت ـ راتیما نتایجی بسیار دور از واقعیت را نشان می‌دهند. مقادیر تخمینی مدل SWATRE برای روشهای مذکور بترتیب برابر با ۴۲۲/۹، ۳۹۳/۱ و ۳۳۳/۸ میلیمتر می‌باشد.

ارقام فوق الذکر نشان می‌دهند که مدل CRIWAR در مجموع ۲/۵ درصد افزایش تخمین داشته که این افزایش تخمین نیز نتیجه افزایش در تخمین در مراحل اولیه رشد می‌باشد (شکل ۳). علاوه بر تخمین بهتری که مدل CRIWAR درمقایسه با مدل SWATRE ارائه می‌نماید، نوسانات تبخیر و تعرق‌را با واقعیت بهتر بیان می‌دارد به طوریکه ضریب همبستگی خطی بین‌آنها بسیار معنی دار و در حد ۰/۹۲۸ محاسبه شده است (جدول ۴).

پس از مدل CRIWAR، بهترین تخمین‌را روش پنمن با ۳۶/۹ درصد کاهش از واقعیت دارا می‌باشد و در تمام طول دوره رشد این کاهش قابل مشاهده است. در بین روشهای اشاره شده روش مونتیت ـ راتیما با ضریب همبستگی خطی ۰/۸۱۹ ضمن معنی دار بودن،

---

1- Source program

جدول ۲ـ محاسبه تبخیر وتعرق واقعی درگیاه ذرت برمبنای بیلان‌آبی در لایسیمتر

| تاریخ (شمسی) روزآبیاری ❀ | روزشمارمیلادی از اول ژانویه | تبخیر وتعرق واقعی بین دو آبیاری (mm) |
|---|---|---|
| ۳/۷ | ۱۴۷ | |
| ۳/۱۰ | ۱۵۰ | ۴۰/۹ |
| ۳/۱۹ | ۱۵۹ | ۳۹/۹ |
| ۳/۲۷ | ۱۶۷ | ۴۹/۲ |
| ۴/۳ | ۱۷۴ | ۳۹/۱ |
| ۴/۱۰ | ۱۸۱ | ۴۰/۸ |
| ۴/۱۷ | ۱۸۸ | ۶۰/۵ |
| ۴/۲۴ | ۱۹۵ | ۶۶/۴ |
| ۴/۳۰ | ۲۰۱ | ۳۶/۴ |
| ۵/۴ | ۲۰۶ | ۶۵/۳ |
| ۵/۹ | ۲۱۱ | ۴۱/۳ |
| ۵/۱۴ | ۲۱۶ | ۴۴/۲ |
| ۵/۱۹ | ۲۲۱ | ۳۷ |
| ۵/۲۴ | ۲۲۶ | ۳۶/۵ |
| ۵/۲۹ | ۲۳۱ | ۳۹/۶ |
| ۶/۳ | ۲۳۶ | ۴۰/۲ |
| ۶/۱۰ | ۲۴۳ | ۷۱/۷ |

❀ ـ مقدار آب آبیاری هربار ۵۵ میلیمتر می‌باشد.

بهترین روش در نشان دادن نوسانات به حساب می‌آید ۰ همان طوریکه در ارقام اشاره شده ملاحظه می‌شود، استفاده از مدل SWATRE نمی‌تواند بدون تغییرات لازم در مدل و یا تطبیق مورد استفاده قرار گیرد ۰ لازم به تذکراست که چگونگی تغییرات بایستی در برنامه اصلی صورت گیرد ۰

با مقایسه مقادیر تخمین زده شده توسط دو مدل عنوان شده می‌توان نتیجه گرفت که مدل CRIWAR مجموع تبخیر و تعرق را با اشتباه بسیار کمی تخمین می‌زند یك چنین نتایجی را پژوهشگران مقاله، در استفاده از مدلهای کامپیوتری مذکور برای پنبه نیز گزارش نموده است (۴)۰ لازم است خاطر نشان شود که رفتار آبی دو گیاه پنبه و ذرت بسیار متفاوت می‌باشد ۰ جهت تاکید اشاره می‌گردد که مدل CRIWAR اثرپارامترهای خاك و گیاه را در مدل در قیاس با پارامترهای اقلیم چندان مشارکتی نمی‌دهد ۰ اکثر این پارامترهارادرحدمطلوب گیاه و یا در حد وسط محدوده مناسب رشد به حساب می‌آورد ۰ در ضمن باید متذکر شد که استفاده از روش شبیه سازی و بکارگیری از مدلهای کامپیوتری نه فقط درایران موضوعی تازه می‌باشد که دردنیا نیز این امر عمر زیادی ندارد، لذا کمبود مطلب جهت قیاس در ایران در این مقوله امری

جدول ۳ـ مقایسه تبخیر وتعرق واقعی برای ذرت ومقادیر محاسبه شده توسط مدلهای مختلف

| تاریخ(شمسی) | روزشمار از اول ثانویه❀ | تبخیروتعرق واقعی (mm) | تخمین توسط مدل CRIWAR | تخمین توسط مدل SWATRE★ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | M | T | P |
| ۳/۰۷ تا ۳/۱۷ | ۱۵۶-۱۴۷ | ۶۸ | ۷۰ | ۲۱/۹ | ۱۵/۵ | ۲۵/۲۵ |
| ۳/۱۸ تا ۳/۲۷ | ۱۶۶-۱۵۷ | ۵۶ | ۵۵ | ۱۱/ | ۱۷/۷ | ۲۸/۵ |
| ۳/۲۸ تا ۴/۰۶ | ۱۷۶-۱۶۷ | ۴۸ | ۶۵ | ۲۲/۴ | ۳۵/۹ | ۳۷/۶ |
| ۴/۰۷ تا ۴/۱۶ | ۱۸۶-۱۷۷ | ۷۲ | ۷۳ | ۳۸/۷ | ۴۹/۱ | ۴۵/۸ |
| ۴/۱۷ تا ۴/۲۶ | ۱۹۶-۱۸۷ | ۹۰ | ۸۳ | ۵۱/۳ | ۷۰/۰ | ۵۴/۱ |
| ۴/۲۷ تا ۵/۰۵ | ۲۰۶-۱۹۷ | ۹۹ | ۹۸ | ۴۶/۲ | ۶۰/۰ | ۵۲/۴ |
| ۵/۰۶ تا ۵/۱۵ | ۲۱۶-۲۰۷ | ۸۵ | ۸۷ | ۴۷/۱ | ۵۶/۷ | ۴۹/۷ |
| ۵/۱۶ تا ۵/۲۵ | ۲۲۶-۲۱۷ | ۷۴ | ۷۶ | ۴۷/۷ | ۵۷/۵ | ۴۹/۸ |
| ۵/۲۶ تا ۶/۰۴ | ۲۳۶-۲۲۷ | ۷۹ | ۸۱ | ۴۷/۵ | ۶۰/۶ | ۵۰/۹ |
| مجموع ۹۰ روز | به میلیمتر | ۶۷۱ | ۶۸۸ | ۳۳۳/۸ | ۴۲۳/ | ۳۹۴/ |

❀ ـ باتوجه به اینکه مدل CRIWAR مقدار تبخیروتعرق رافقط برمبنای ماهانه و یادوره‌های ۱۰ روزه محاسبه می‌کند لذامحاسبات ومقایسه مقادیر تبخیروتعرق برمبنای دوره‌های ده‌روزه مرتب شده‌است.

★ ـ حروف M و P و T مبین روشهای مختلف جهت محاسبه تبخیر وتعرق در مدل SWATRE می‌باشد.

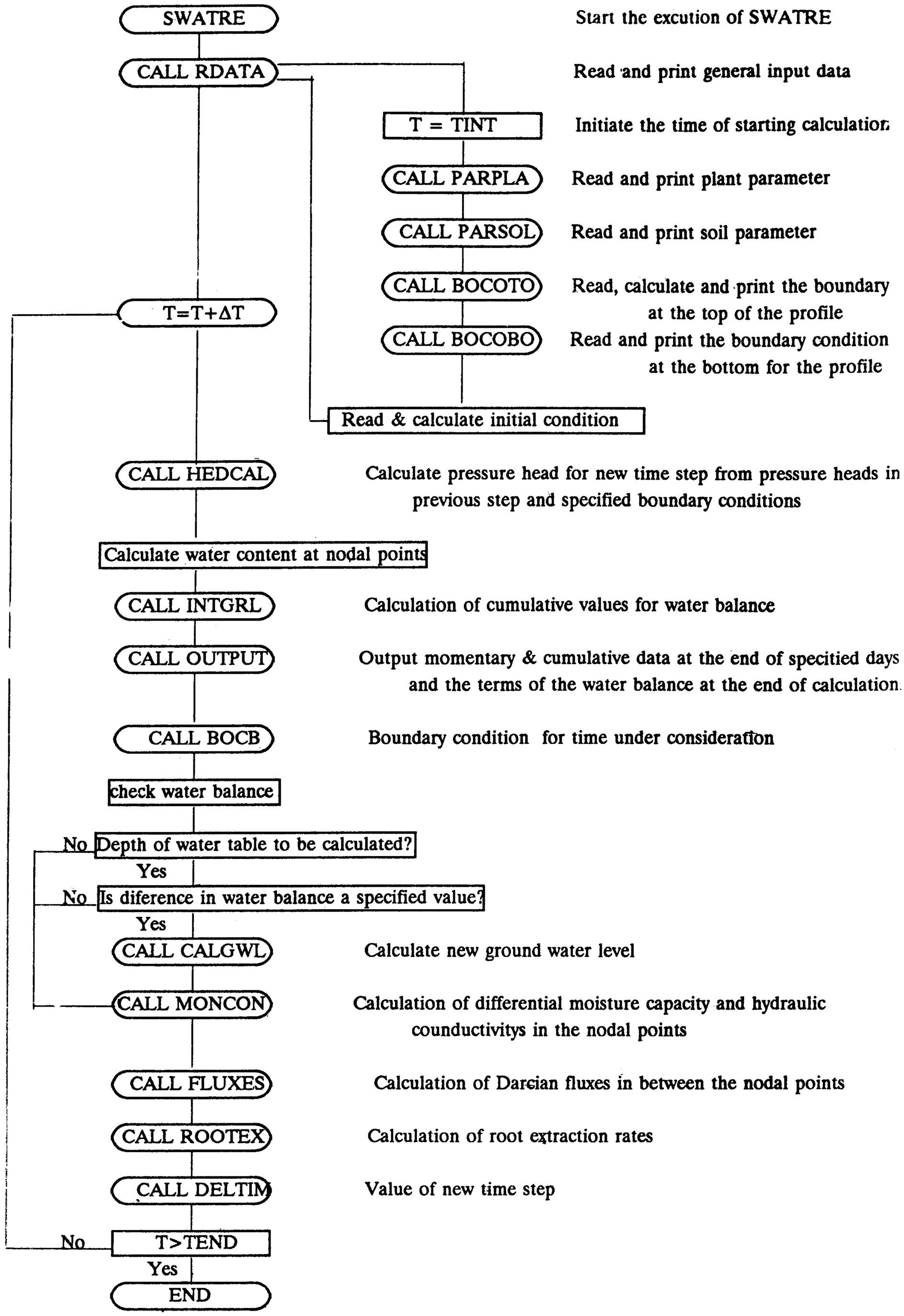
T = Priestley- Taylor  P = Penman  M = Monteith- Rjitema

جدول ۴ـ ماتریس مقادیر ضرایب همبستگی خطّی و نتایج حاصل از آزمون دانکن بین ارقام تخمین زده‌شده توسط روشهای مختلف در مدل SWATRE و مدل CRIWAR با ارقام اندازه‌گیری شده در گیاه ذرت.

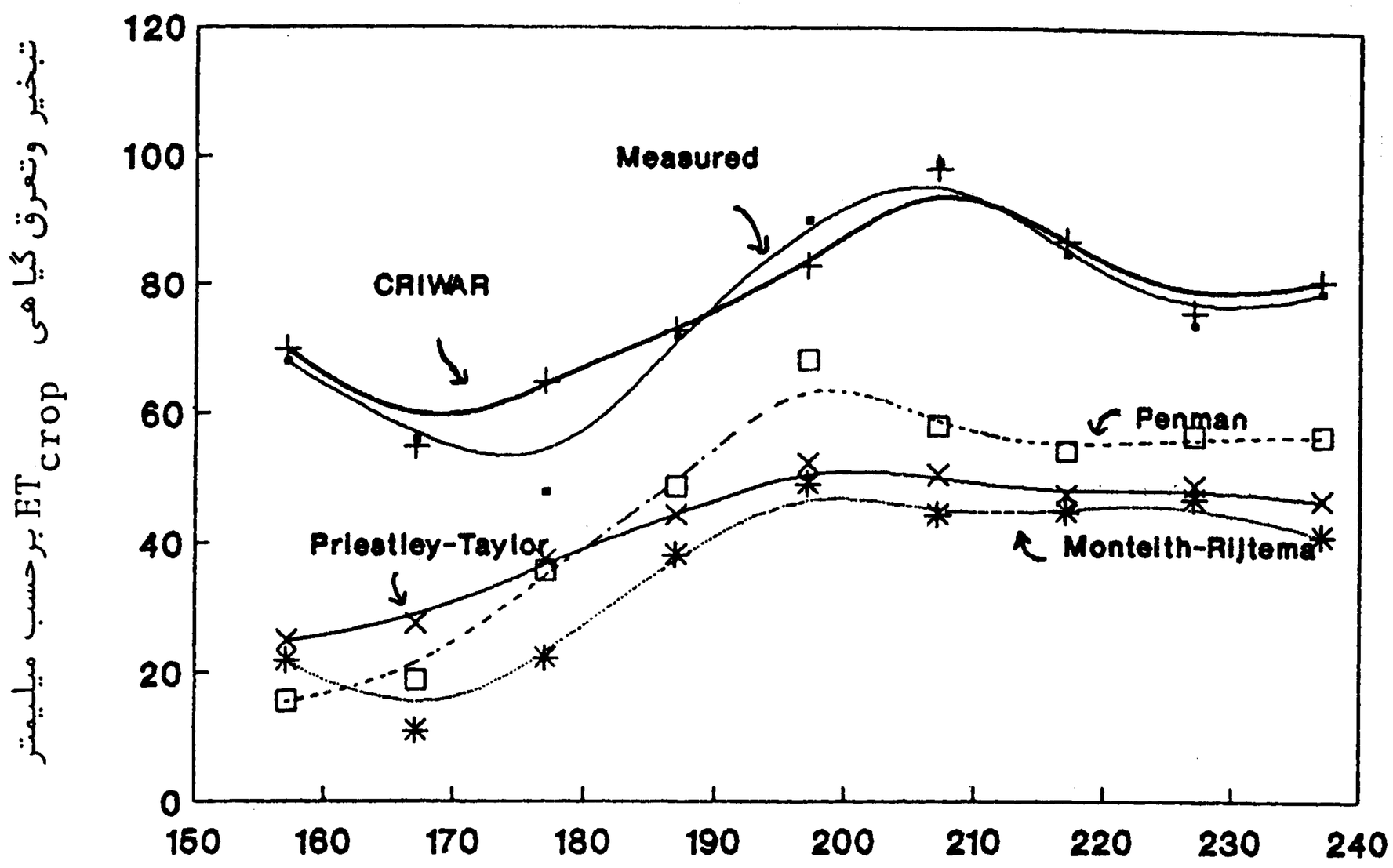
| روشهای مختلف | میانگین $ET_a$ | واقعیت | CRIWAR | مونتیت-رایتما | پنمن | پریستلی-تیلور |
|---|---|---|---|---|---|---|
| لایسیمتر | $^{a}$۷۴/۵۵ | ۱/۰۰۰ | ۰/۹۲۸ | ۰/۸۱۹ | ۰/۷۳۳ | ۰/۷۲۵ |
| مدل CRIWAR | $^{a}$۷۶/۴۴ | | ۱/۰۰۰ | ۰/۸۳۸ | ۰/۷۶۳ | ۰/۷۷۸ |
| مونتیت-رایتما | $^{b}$۳۷ | | ۱/۰۰۰ | ۰/۹۴۴ | ۰/۹۴۱ | ۰/۹۴۱ |
| پنمن | $^{b}$۴۳/۷۷ | | | ۱/۰۰۰ | ۰/۹۹۲ | ۰/۹۹۲ |
| پریستلی-تیلور | $^{b}$۴۷ | | | | ۱/۰۰۰ | ۱/۰۰۰ |

* حروف در جدول در بالای ارقام، برمبنای آزمون دانکن (مقایسه میانگین‌ها) و در سطح معنی‌دار ۱٪ ارزیابی و نوشته شده‌است ۰ حروف غیرمشابه مبین تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

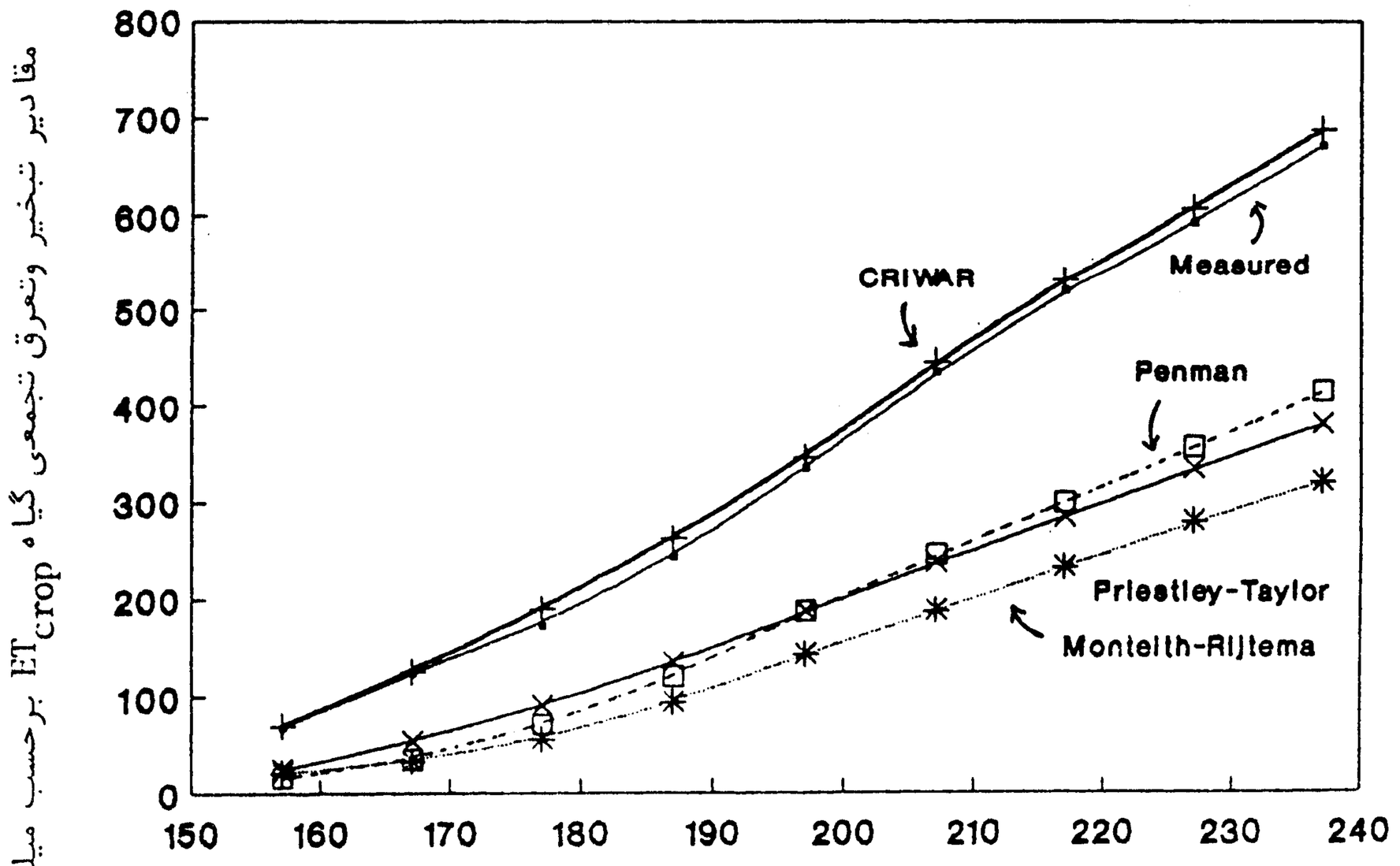
$ET_a$ متوسط تبخیروتعرق محاسبه و یا اندازه‌گیری شده در فصل رویش بر حسب میلیمتر




شکل ۲- کارنمای مدل کامپیوتری SWATRE




شکل ۳ ـ مقادیر واقعی تبخیر وتعرق روزانه ( ETcrop, mm ) برحسب دوره های ده روزه ، در مقایسه با مقادیر تخمین زده شده توسط مدلهای CRIWAR و SWATRE برای گیاه ذرت .




شکل ۴ ـ مقادیر تبخیر وتعرق تجمعی واقعی ( mm ) ومقادیر تخمین زده شده بتوسط دو مدل فوق الذکر برای گیاه ذرت .

بدیع می‌باشد۰

نوسانات میزان تبخیر و تعرق به علت تغییر پارامترهای مختلف در طول رشد به طور اعم ودردوره‌های کوتاه مدت به طور اخص از مسایل بسیار مهم می‌باشد۰ در چنین حالتی مدل SWATRE با استفاده‌ازپارامترهای متعدد مربوط به اقلیم، خاك و گیاه می‌تواند این نوسانات را بهتر مد نظر قرار دهد۰ لیکن لازم است تغییراتی در مدل کامپیوتری صورت گیرد تا مدل بتواند تخمین مناسبی را ارائه نماید۰ لازم به تذکر است، در تحقیقی که درهلند جهت تعیین زمان آبیاری با استفاده از مدل کامپیوتری SWATRE صورت گرفته نتایج بسیار مطلوبی را گزارش نموده‌اند۰ (۲۱) این امر می‌تواند مبین استفاده از ثابتهای غلط در مدل ریاضی دانست۰ بکارگیری اعداد صحیح در مقام ثابتهای فرمول امری مهم به حساب می‌آید۰ با توجه به این مطلب می‌توان چنین نتیجه گرفت که در جهت تحقیقات بیشتر در این زمینه و انجام اصلاحات لازم می‌توان تحقیقات بیشتری را برنامه‌ریزی نمود۰

درخاتمه‌مباحث لازم است به‌طوراختصاربه‌تفاوتهای دومدل استفاده‌شده‌اشاره‌شود، زیرا احتمال داردکه‌بعضی ازمحققین درحین مطالعه‌مواردا ستفاده‌بیشتری رادرذهن خودبیابند۰

۱ ـ هردو مدل اطلاعات مورد نیاز ونتایج نهایی را از طریق یك فایل ورودی و یا خروجی می‌تواند اخذ ویا ارائه نمایند۰

۲ ـ برنامه هردو مدل به زبان فورترن نوشته شده و قابل اجرا در روی کامپیوترهای شخصی می‌باشد۰

۳ ـ هردو مدل میزان آب مورد نیاز را برای آبیاری بر حسب تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه می‌نمایند۰

۴ ـ درمدلSWATRE تاکید خاصی برروی خواص فیزیکی ازجمله هدایت آبی ومنحنی مشخصه رطوبت خاك وجود دارد ولی در مدل CRIWAR به اثر این صفات هیچگونه‌اشاره‌ای‌نشده‌و فقط به مشخص کردن جنس خاك اکتفا شده است۰

۵ ـ بررسی اثرچند لایه خاك غیرمتجانس درمیزان جذب آب و نیاز آبی گیاه در CRIWAR امکان پذیراست۰

۶ ـ در CRIWAR تعیین نیاز آبی گیاه فقط با کمك تبخیر و تعرق محاسبه شده‌ازطریق فرمول اصلاح شده پنمن صورت می‌گیرد، درحالی‌که در SWATRE از واژه جذب حجمی که توصیف اثر پتانسیل آب خاك درجذب آب توسط ریشه می‌باشد استفاده‌شده، سپس مقدار جذب که تابعی از عمق است در فرمول پیوستگی آمده و درنتیجه‌با تعیین بیلان آبی خاك مقدار تبخیروتعرق گیاهی تعیین وپیشگویی می‌گردد۰

۷ ـ از مدل SWATRE می‌توان برای محلهایی که دارای سطح آب زیرزمینی ثابت‌یانوسانداراهستند استفاده کرد ولی در CRIWAR که از فرمول اصلاح شده پنمن استفاده می‌شود فقط داده‌های هواشناسی اهمیت زیاد دارند۰

مراجع مورد استفاده : REFERENCES:


۱ ـ خدابنده، ن ۰ ۱۳۶۶۰ زراعت گیاهان صنعتی ۰ مرکز نشر سپهر ۰ تهران۰

۲ ـ علیزاده، الف ۰ و ع ۰ کوچکی ۰ ۱۳۶۸۰ کشاورزی و آب و هوا ۰ انتشارات جاویدان ۰ مشهد۰

۳ ـ مستاجران، الف ۰ خاکشناسی عمومی (جزوه پلی کپی) ۰ انتشارات دانشگاه اصفهان ۰ اصفهان ۰

۴ ـ مستاجران، الف ۰ و م ۰ کاویانی ۰ ۱۳۷۰۰ استفاده از مدلهای کامپیوتری CRIWAR و SWATRE جهت تخمین آب مورد نیاز پنبه۰ اولین کنفرانس کامپیوتر در علوم و فنون و پزشکی ۰ دانشگاه اصفهان ۰

۵ ـ نعیم، ع ۰ ۱۳۵۸۰ ذرت۰ انتشارات نشاط ۰ اصفهان ۰

6 - Belmans, C., J.G. Wesseling & R.A. Feddes. 1983. Simulation model of the water balance of a cropped soil: SWATRE. J. Hydrol. 63: 271-286. In: Techn. Bull. N.S. 21. IWC. The Netherlands.

7 - Brown, P.W., S.J. Owen-Joyce, C.S.T. Dougntry & W.P. Kustas. 1990. Effect of underlying surface on ground based encironment data collected in and arid region. Univ. of Arizona. USGS and USDARS. U.S.A.

8 - Buttler, I.W. 1989. Predicting water constrain to productivity of corn using Plant-environment simulation models. Science and Engineering. 50(3). In: Agronomy Abstract. U.S.A.

9 - Charles-Edward, D.A., D. Doley, & G.M. Rimmington. 1986. Modeling plant growth and development. Academic Press. Australia.

10- Doorenbos, J., & W.O.Pruitt. 1977. Crop water requirments. FAO Irrigation & Drainage paper No. 24. FAO. Italy.

11- -----, W.O. Pruitt, A. Aboukhaled, J. Damagnes, N.G. Dastane, C. Van den berg and P.E. Rijtema, 1981. Crop Water Requirements: FAO Irrigation and Drainage Paper. No. 24. FAO. Italy.

12- FAO/UNESCO. 1973. Irrigation Draniage and Salinity. Vol. 113. Hatchinson and Co. (Publisher) Ltd. England.

13- Feddes, R.A. 1987. Modeling and simulation in hydrologic system related to agricultural development. Tech. Bull. ICW. No. 60. The Netherlands.

14- -----, P.J. Kowalik, S.P. Neumann & E. Bresler. 1976, Finite difference and finite elements simulation of field water uptake by plants. Hydol. Sci. J. 21: 81-98. Techn. Bull. 94. ICW. The Netherlands.

15- -----, P.J. Kowalik, K. Kolinska-Malinka, & H. Zaradny. 1976. Simulation of field water uptake by plants using a soil water dependent rrot extraction function. J. Hydrol. 31: 13-26. Techn. Bull. 98. ICW. The Netnerlands.

16- -----, Hanks, R.J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by water use. Agron. J. 66: 660-664.

17- Lemon, E.R., D.W. Stewart, R.W. Shawcroft, & S.W. Jensen. 1973. Expriments in predicting evapotranspiration by simulation with a soil-plant-atmospher model (SPAM). SSSA special publication series. U.S.A.

18- Payre, J.A. 1982. Introduction to simulation. McGraw-Hill. Inc. USA.

19- Swan, J.B., J.A. Staricka, M.J. Shaffer, W.H. Paulson & A.R. Peterson. 1990. Corn yield response to water stress, heat units, and management: Model development and calibration. Soi. Sci. Soc. Am. J. 54: 209-216.

20- Van Genuchten, M. Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Am. J. 44: 892-898.

21- Wesseling, J.G., & B.J. Van Den Brock. 1988. Predicting of irrigation Schadualing with the numerical model: SWATRE. Agricultural water Management. 14: 299-306. The Netherlands.

Iranian J. Agric. Sci.Vol.25, No.2, 1994.

# Comparison Between the Computer Models, SWATRE and CRIWAR for Estimating Water Requirement for Corn in Isfahan Area.

A. MOSTAJERAN
Assistant Professor university of Isfahan, Iran.
Received for Publication August 9,1992.

## SUMMARY

Two computer models CRIWAR,(Crop Irrigation Water Requirement) and SWATRE, (Soil Water Actual Transpiration Rate Extented) were used to estimate the evaporation and consequently the water requirement of Zea mays L. For this reson corn seeds were planted in lysemeter in 3 replicates and irrigated in specific time and amounts. Water balance in the lysimeter was calculated according to input/output parameters. Meteorological data such as, mean daily temperature, mean relative humidity, wind speed, sum radiation, day length, percentage of cloudless and soil physical parameters such as soil moisture content prior to irrigation, and also plant parameters needed for the computer models were used to predict the evapotranspiration rate on the basis of 10 days intervals.

According to the results obtained from execution of the two models and the lysimeter, the CRIWAR predicts better results compared to the SWATRE model. Although, SWATRE model has different options such as ability to evaluation the ground water level, hydraulic relation in soil and etc., the results obtained by this model have too much deviation from the measured data and therefore the model needs some modification to be used.