مقاله شماره ۲

موضوع :

اصلاح وکاربرد مدل (CRPSM) برای مدیریت آبیاری ذرت

توسط :

تورج هنر و علیرضا سپاسخواه

چکیده

دراین تحقیق با اصلاح و برازش مدل شبیه سازی محصولات زراعی ومدیریت آب خاک CRPSM برای ذرت رقم ۷۰۴ در باجگاه شیراز گامی در جهت مدیریت و برنامه ریزی تولیدات کشاورزی و تعیین مناطق مناسب کشت محصولات زراعی برداشته می‌شود. این مدل با ادغام دو مدل شبیه سازی بیلان آب خاک و شبیه ساز وضعیت فنولوژی گیاه ، مقدار محصول را به صورت تابعی از مقدار آب قابل استفاده خاک در طی دوره معینی از رشد پیش‌بینی می‌نماید. این مدل به اطلاعاتی که خصوصیات رشد گیاه مورد نظر را در شرایط آب و هوایی پیش بینی نماید جهت استفاده از مدل در تخمین محصول ذرت رقم ۷۰۴ آزمایشهای صحرایی همراه با تیمارهای مختلف آبیاری و اندازه‌گیری آب و خاک، مقدار آب آبیاری و عوامل هواشناسی همراه با تعیین مراحل مختلف رشد انجام شد و با استفاده از مقدار آب خاک اندازه‌گیری شده در اعماق مختلف ناحیه ریشه و بیلان آب خاک، مقادیر تبخیر تعرق و تعرق دردوره‌های مختلف رشد تعیین گردید. سپس منحنی ضریب گیاهی تعرق قبل و بعد از پوشش موثر، ضرایب حساسیت تولید دانه، روز درجات تجمعی مربوط به شروع مراحل مختلف رشد زمان و مقدار حداکثر عمق ریشه ذرت رقم ۷۰۴ محاسبه گردید و در زیر برنامه ذرت در مدل قرار داده شد. مقایسه نتایج آب خاک و محصول دانه اندازه‌گیری و شبیه سازی شده توسط مدل نشان داده که مدل CRPSM اصلاح شده برای ذرت به نحو مطلوبی قادر به شبیه سازی وضعیت آب خاک و میزان محصول می‌باشد. سرانجام مدل CRPSM برای اعمال مدیریت آبیاری مزرعه ذرت و تعیین برنامه زمانی آبیاری با داشتن حد مجاز کاهش مقدار آب خاک بکاربرده شد. نتایج حاصل نشان دادکه با مقدار آب آبیاری ۵ سانتیمتر در هر آبیاری و دور آبیاری حدود ۶ روز در بخش قابل توجهی از فصل رشد (به استثناء اوایل دوره) مقدار محصول حدود ۹۲٪ حداکثر تولید می‌گردد. در حالیکه مقدار مصرف آب آبیاری از ۱۰۲/۳ سانتیمتر به ۸۰ سانتیمتر کاهش یافته است.

۱- مقدمه

علیرغم افزایش چشمگیر اراضی آبی طی ۱۰۰ سال اخیر پیشی گرفتن رشد جمعیت از رشد تولیدات کشاورزی فقر و گرسنگی را در مناطق وسیعی از جهان افزایش داده است. از طرفی پیش‌بینی‌های جمعیت شناسان در مورد روند افزایش جمعیت دنیا و دور نمای ناامید کننده آن باعث شده برای بسیار از دولتها و صاحبنظران احتمال بروز بحران جهانی غذا در آینده‌ای نه چندان دور به صورت یک نگرانی عمیق در آید.

منابع آب شیرین و اراضی قابل بهره برداری جهان، برای پاسخگوئی به نیازهای‌آینده بشر محدود بوده لذا برای جلوگیری از بروز تنشهای‌سیاسی ، اجتماعی و اقتصادی حاصل از کمبود آب و مواد غذائی تنها یک راه وجود دارد و آن بهره وری بهینه از منابع آب و خاک و افزایش تولید محصولات کشاورزی یکی از گامهای اساسی و مهم در این زمینه به حساب می‌آید. مدلهای شبیه سازی تولید محصولات زراعی و مدیریت آب خاک می‌توانند با برنامه بندی آبیاری وتخمین محصول نقش بسزائی در بهره وری صحیح ایفانماید.

۲- مدل CRPSM

مدل CRPSM که پس از ۱۲ سال تحقیق و آزمایش در دانشگاه ایالتی یوتا توسط هیل و همکاران [1] [۶] ارائه گردید مدلی است جهت شبیه سازی مدیریت آب خاک و تولید محصول گیاهان مختلف. این مدل با ادغام دو مدل شبیه ساز وضعیت فنولوژی گیاه و بیلان آب خاک، مقدار محصول را بصورت تابعی از مقدار آب قابل استفاده خاک در طی دوره معینی از رشد پیش بینی می‌نماید. تاثیر شرایط آب و هوائی بر مراحل مختلف رشد گیاهی ، میزان محصول نهایی را با توجه به اثر مقدار آب خاک در هر مرحله از رشد پیش بینی می‌نماید.

از جمله اطلاعات مورد نیاز این مدل مقدار اولیه آب خاک، رطوبت آب قابل دسترس در ناحیه ریشه ، آمار روزانه هواشناسی شامل بارندگی، آبیاری ، حداکثر و حداقل دما، سرعت باد و رطوبت نسبی هوا می‌باشند. علاوه براین عواملی که فیزیولوژی رشد گیاه را به مقدار تجمعی تبخیر تعرق و همچنین به درجه - روزهای واریته‌های مختلف گیاهان مربوط می سازد نیز مورد نیاز می‌باشد. (هیل و همکاران ، [۶]).

خروجی های مدل عبارتند از تبخیر تعرق گیاه مرجع، تعرق پتانسیل، تعرق واقعی ، تبخیر پتانسیل ، تبخیرواقعی، فرونشت عمقی و مقدار آب خاک در نیمرخ ناحیه ریشه در پایان هر مرحله از رشد گیاه .

چنانچه از این مدل جهت برنامه بندی آبیاری استفاده گردد جهت نیل به حداکثر محصول ، زمان و مقدار آبیاری را برای تاریخ کشت مشخص پیش بینی می‌نماید. بنابراین می‌توان بهترین برنامه آبیاری را برای میزان محصولی که از قبل تعیین شده مشخص نمود (هیل و همکاران [2]، [۶])

این برنامه اگرچه آزمایشهای صحرائی را حذف نمی‌نماید ولی می‌تواند جایگزین آزمایشهای انتخاب نحوه

1- Hill et al

2- Hill et al

مدیریت جهت رسیدن به حداکثر محصول باشد و تا حد زیادی در هزینه و زمان صرفه جویی نماید. این مدل در نقاط مختلف دنیا پس از برازش برای محصولات گوناگونی مورد استفاده قرارگرفته و نتایج مناسبی برای تخمین فنولوژی و محصول مزارع تولیدی مشابه کرتهای آزمایشی ارائه کرده است. از جمله برای بادام زمینی و سوژا در اندونزی، ذرت و بادام زمینی در فلیپین، سوژا در ایالات میسوری و آیوا (آمریکا) ذرت وسوژا در ایالت مینه سوتا (امریکا)، گندم، ذرت، یونجه، لوبیا و سیب زمینی در ایالات آیداهو و یوتا(آمریکا) (هیل و همکاران، [۶]) و همچنین گندم و جو در منطقه با جگاه شیراز (آرین و سپاسخواه ، [۱]; آرین ، [۲]) به کاربرده شده است.

مدل CRPSM در سال ۱۳۷۰ پس از اصلاحاتی از جمله : الف - تغییر دوره زمانی مدل از یک سال میلادی به دو سال میلادی ، ب - تبدیل سیستم آحاد مدل به سیستم متریک، ج - تغییر رابطه تعیین تبخیر در مدل ، د - تغییر رابطه بین رشد ریشه گیاه و روز درجات ، هـ - تغییر روابط تعیین ضریب گیاهی قبل و بعد از پوشش کامل گیاهی بصورت تابعی از روز درجات، توسط آرین و سپاسخواه (۱۳۷۰)، CRPSM1 نامیده شد.

۲-۱ تشریح مدل CRPSM

مدل CRPSM که براساس تعدادی واحدهای کوچک سازماندهی گردیده به زبان فرترن چهار نوشته شده است. این زیربرنامه‌ها که زیر پوشش برنامه اصلی می‌باشند با توجه به ارقام کنترل که در فایل ورودی می‌باشند فعال شده و ضمن شبیه سازی فنولوژی گیاه و محاسبه مقدار روزانه آب خاک، محصول نهایی را پیش بینی می‌نماید. همچنین می‌توان با اضافه نمودن زیر برنامه محصولات جدید این برنامه را کامل تر نمود. اکنون به شرح واحدهای مختلف این مدل پرداخته می‌گردد:

واحد اصلی این واحد نقش یک واحد کنترل را داشته و براساس ارقام کنترل که در فایل ورودی می‌باشد زیر برنامه‌های فرعی را فعال می‌سازد.

STSLDT هدف اصلی این زیربرنامه مشخص نمودن نام محل آزمایش، ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و سال انجام آزمایش بوده و همچنین قرائت مقدار اولیه آب خاک محل آزمایش و تعیین مقدار آب قابل استفاده در لایه‌های مختلف خاک می‌باشد.

ENVRDT این زیربرنامه با قرائت اطلاعات روزانه عوامل آب و هوائی از فایل ورودی می‌تواند تبخیر تعرق پتانسیل را به روش های پن من [۱] [۸] جنسن و هیز [۲] [۷] بلینی و کریدل [۳] [۴] هارگریوز [۴] [۵] محاسبه نماید.

CRPDAT این زیر برنامه با توجه به ارقام کنترل در فایل ورودی، هسته مرکزی، زیربرنامه مدیریت آبیاری MANDAT و یا زیر برنامه بیلان آب خاک SOILBD را احظار کرد. و با تعیین نوع گیاه زیربرنامه

1- penman

2- Jensen and Haise

3- Blaney and Criddle

4- Hargreaves

خاص هر گیاه را فعال می‌نماید. و در نهایت با تعیین فنولوژی گیاه و ضرایب منحنی تعرق گیاهی ، مقدار محصول نهایی بر اساس تابعی از میزان تعرق در مراحل مختلف رشد (i) توسط معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$\frac{Y_a}{Y_p} = \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{T}{T_p}\right)_i^{\lambda_i} \qquad (۱)$$

که در آن λi ضریب حساسیت رشد در مرحله i، T تعرق واقعی در مرحله i، Tp تعرق پتانسیل در مرحله i و Ya/Yp نسبت محصول واقعی به پتانسیل می‌باشد.

MANDAT این زیربرنامه پس از اجرای زیر برنامه های قبلی توسط واحد اصلی فعال می‌گردد و بر اساس ارقام کنترل در فایل ورودی یکی از چهار حالت مدیریت آبیاری به شرح زیر اجرا می‌گردد:

- آبیاری در روز و مقدار تعیین شده .
- آبیاری با مقدار و دور ثابت .
- آبیاری با مقدار ثابت در زمان کاهش حد مجاز معینی از آب خاک.
- تعیین بهتر زمان و مقدار آب یک آبیاری.

SOILBD این زیربرنامه با ادغام اطلاعات زیربرنامه گیاه شامل ساعت فنولوژیکی ، منحنی ضریب تعرق گیاهی و عمق ریشه در ابتدا و انتهای دوره رشد آن با اطلاعات تبخیر تعرق گیاه مرجع و بارندگی از زیر برنامه ENVRDT و اطلاعات آبیاری از زیر برنامه MANDAT و اطلاعات مقدار آب خاک از زیر برنامه STSLDT با انجام بیلان حجمی آب خاک در اعماق مختلف ریشه میز ان تعرق واقعی و تعرق پتانسیل را محاسبه می‌نماید.

GRWUNT این زیربرنامه بدون ارتباط مستقیم با سایر زیر برنامه‌ها، روز درجه را در طی دوره رشد محاسبه می‌نماید.

NPROBE این زیر برنامه ضمن قرائت اطلاعات مقادیر آب خاک آنها را با مقادیر شبیه سازی شده مقایسه می‌نماید.

۲-۲ فرضیات و محدودیتهای مدل CRPSM

مدل CRPSM مشابه سایر مدلهای فیزیکی تاثیر عوامل محیطی، خصوصیات خاک و مدیریت آبیاری را بر میزان محصول نشان می‌دهد. البته این مدل فرضیات و محدودیتهایی دارد که عبارتند از :

- جریان جانبی یا رو به بالای آب خاک دراین مدل منظور نگردیده است.
- هرز آب سطحی وجود نداشته و تمام آب آبیاری یا بارندگی سریعاً جذب خاک می‌گردد.
- آب مازاد بلافاصله به صورت فرونشت عمقی از پروفیل خاک خارج می‌گردد.

- تاثیر شوری بر رشدگیاهان به طور مستقیم درمدل منظور نمی‌گردد. اگر چه شوری باکاهش آب قابل استفاده و افزایش نقطه پژمردگی اثر خود را نشان می‌دهد.
- آبیاری بیش از حد (کمبود اکسیژن و تهویه خاک) باعث کاهش محصول نمی‌گردد.
- مدل در شرایط مختلف مدیریت و یا آب و هوا نیاز به برآوردی از حداکثر محصول دارد.
- نیمرخ رشد ریشه خطی و یک بعدی می‌باشد.
- در این مدل تغییرات و تکمیل مراحل مختلف رشدگیاهی تحت تاثیر تنش آب خاک نمی‌باشند.
- دراین مدل محصول نسبی تابعی از میزان تعرق نسبی می‌باشد.

۳- روش تحقیق

جهت اصلاح و برازش مدل، در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه در ۱۶ کیلومتری شمال شیراز در سال ۱۳۷۲ آزمایشهای صحرائی بر روی ذرت دانه ای رقم ۷۰۴ همراه با تیمارهای مختلف آبیاری و اندازه‌گیری آب خاک، مقدار آب آبیاری و عوامل هواشناسی همراه با تعیین مراحل رشد انجام گردید. تیمارهای آبیاری شیاری که در چهار تکرار انتخاب گردید به شرح زیر می‌باشد:

تیمار شماره یک : آبیاری شیاری کامل در طول دوره رشد.

تیمار شماره دو : آبیاری شیاری کامل به استثناءنیمه اول مرحله سبزینه‌ای.

تیمار شماره سه : آبیاری شیاری کامل به استثناء نیمه دوم مرحله سبزینه‌ای.

تمیار شماره چهار: آبیاری شیاری کامل به استثناء مرحله گلدهی.

تیمار شماره پنج : آبیاری شیاری کامل به استثناء مرحله شکل‌گیری دانه.

در حین انجام آزمایش، ضمن اندازه‌گیری مقدار آب خاک و مقدار آبیاری (ارتفاع)، مراحل مختلف تقویم رشد تیمارها نیز یادداشت برداری گردید.

کلیه اطلاعات روزانه هواشناسی مورد نیاز مدل که شامل دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای تر و خشک، مقدار بارندگی، سرعت باد، ساعات آفتابی وتبخیر از طشتک کلاس الف مربوط به طول دوره آزمایش از ایستگاه هواشناسی واقع در نزدیکی محل انجام آزمایش تهیه و استفاده گردید. پس از رسیدن محصول ، دانه ذرت برداشت و مقدار آن بر اساس رطوبت ۱۴٪ تعیین گردید.

۴- نتایج

۴-۱ اصلاح و برازش مدل

جهت کاربرد مدل در تعیین تقویم مراحل رشد و تخمین محصول گیاه ذرت لازم است ابتدا تشابه و همبستگی

مقادیر شبیه سازی آب خاک با مقادیر اندازه‌گیری شده که از عمده ترین نتایج واحد آب خاک مدل می‌باشد بررسی گردد. زیرا در غیر اینصورت تخمین محصول که تابعی از میزان تعرق و ضریب حساسیت محصول می‌باشد به درستی انجام نیافته و برازش مدل از نتایج مناسبی برخوردار نخواهد شد. به همین دلیل لازم است علاوه بر عوامل جوی کلیه عوامل مورد نیاز مدل شامل مقدار آب آبیاری، عمق ریشه و زمان رسیدن آن به حداکثر رشد، ضرایب گیاهی تعرق ، مقادیر اولیه آب خاک، حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم و ضریب آب سهل الوصول و مناسب ترین معادله تعیین تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع که در بیلان آب خاک موثر بوده و مدل به آن حساس می‌باشد بررسی گردد. حال علاوه بر عوامل هواشناسی که از ایستگاه هواشناسی دانشکده کشاورزی تهیه گردیده‌اند، اندازه‌گیری مقدار آب آبیاری ، مقدار اولیه آب خاک ، حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم باعث حذف این عوامل در آزمون اولیه مدل گردیده و عوامل باقی مانده تنها شامل ضرایب گیاهی تعرق، معادله تعیین تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع، خصوصیات عمق و رشد می‌باشند که می‌بایست مورد آزمون قرار گیرند.

ضریب گیاهی تعرق که نشان دهنده نسبت تعرق واقعی به تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع می‌باشد یکی از اصول به کار رفته در این مدل می‌باشد. این ضریب در مدل اصلاح شده توسط آرین و سپاسخواه [۱] در دو مرحله، یکی از ابتدای دوره رشد تا زمان پوشش موثر، و دیگری از زمان پوشش موثر تا انتهای دوره رشد به ترتیب تابعی از نسبت "روز درجات تجمعی" به "روز درجات تجمعی تا پوشش موثر" و دیگری "روز درجات تجمعی از پوشش موثر تا انتهای دوره محاسبه می‌گردد. لذا در این مورد با توجه به آزمونهای انجام شده ضمن استفاده از ضرایب پیشنهاد شده توسط رایت [۹][1] قبل از پوشش موثر و ضرایب گیاهی تعرق حاصل از نتایج بیلان حجمی آب خاک در دوره بعد از پوشش موثر، دو معادله چند جمله‌ای درجه سه به شرح زیر تعیین و در مدل جایگذاری گردید.

قبل از پوشش موثر:

$$Kc_t = a + bx + cx^2 + dx^3 \qquad (۲)$$

$$a = 0.16451 \qquad c = 0.75066$$

$$b = -0.30636 \qquad d = 0.34492$$

$$R^2 = 0.99511$$

که در آن x نسبت "روز درجات تجمعی" به "روز درجات تجمعی تا زمان پوشش موثر" می‌باشد.

بعد از پوشش موثر:

1- Wright

$$Kc_t = a + bx + cx^2 + dx^3 \qquad (۳)$$

$$a = 2.68559 \qquad c = 1.19357\ E - 05$$

$$b = - 0.00892 \qquad d = - 4.65123\ E - 09$$

$$R^2 = 0.84435$$

که در آن x "روز درجات تجمعی بعد از پوشش موثر" می‌باشد.

تشابه نتایج حاصل از واحد آب خاک با مقادیر آب خاک اندازه‌گیری شده منجر به تخمین دقیق تر محصول نهایی خواهد شد لذا با انجام آزمونهای منفرد، ضرایب گیاهی تعرق تطابق یافته از رایت [1] [۹] در مرحله قبل از پوشش موثر (معادله ۲) و ضرایب گیاهی تعرق حاصل از نتایج بیلان آب خاک در مرحله بعد از پوشش موثر (معادله ۳) مناسب تشخیص داده شده است. همچنین در آزمونهای برازش مدل استفاده از معادله هارگریوز [2] [۵] و ضریب سهل الوصول ۰/۵ (هیل و همکاران [3]، [۶])بهترین نتایج همبستگی بین مقادیر آب و خاک شبیه سازی شده و مقادیر اندازه‌گیری شده آب و خاک را ایجاد نموده است.

در شکلهای ۱ الی ۵ همبستگی مناسبی بین مقادیر آب خاک شبیه سازی و مقادیر اندازه‌گیری شده نشان داده شده است و تنها در تیمارهایی که در انتهای فصل رشد تحت تنش کم آبی بوده‌اند مقادیر شبیه سازی شده از مقادیر آب خاک اندازه‌گیری کمتر می‌باشد که آن هم ممکن است به علت کمی برآورد میزان تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع به روش هارگریوز و مصرف سریع آب قابل استفاده خاک باشد. به هر حال مقدار آب خاک در پایان دوره‌های آبیاری به حداقل رسیده و روند مقادیر شبیه سازی شده آب با مقادیر اندازه‌گیری شده آن تطابق دارد. از جمله نتایج مدل تخمین مقدار محصول زراعی بر اساس میزان آب خاک می‌باشد. از آنجائی که مقدار آب خاک تحت تاثیر میزان مستقیم تبخیر از سطح خاک، تعرق گیاه و فرونشت عمقی است در معادله (۱) فرض می‌گردد تنها عامل موثر در میزان محصول نسبت "تعرق واقعی" به "تعرق پتانسیل" بوده و تبخیر و فرونشت عمقی به طور غیر مستقیم در میزان محصول موثر است.

حساسیت تخمین مقدار محصول نسبت به انتخاب روش تعیین تبخیر تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع کمتر از قسمت آب خاک می‌باشد زیرا با تغییر معادله تخمین تبخیر تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع نسبت تعرق واقعی به تعرق پتانسیل ناچیز می‌باشد وتنها عامل موثر در میزان محصول، مدیریت، برنامه‌ریزی و روش آبیاری بوده که درمیزان تعرق واقعی تأثیر مستقیم دارد.

1- Wright

2- Hargreaves

3- Hill et al

ضرایب حساسیت مراحل مختلف رشد ذرت رقم ۷۰۴ در باجگاه با استفاده از نتایج قسمت آب خاک مدل و معادله هارگریوز [1] [۵] برای تخمین تبخیر تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع تعیین گردیده است. با تعیین نسبت "تعرق واقعی" به "تعرق پتانسیل" در مراحل مختلف رشد مربوط به تیمارهای مختلف آبیاری در مقابل نسبت "میزان محصول واقعی" به "میزان محصول پتانسیل حاصل از تیمار آبیاری کامل" و با انجام عملیات رگراسیون با ضریب همبستگی ۰/۹۹۳، ضرایب حساسیت مراحل مختلف رشد (λ_i) به دست آمده است (جدول ۱).

جدول ۱- ضرایب حساسیت تولید محصول در مراحل مختلف رشد ذرت در باجگاه

Crop	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
Corn(704cv.)	0.00	1.42	0.87	0.91	0.34

در شکل ۶ همبستگی بین مقدار محصول دانه‌اندازه‌گیری شده و مقدار محصول دانه پیش‌بینی شده توسط مدل نشان داده شده است. نتایج رگراسیون با ضریب همبستگی ۰/۹۹۹، نشانگر قابل اعتماد بودن مدل در تخمین مقدار محصول ذرت می‌باشد.

جهت بررسی عملکرد مدل علاوه‌بر تخمین محصول ذرت حاصل از نتایج آزمایشهای انجام شده، نتایج مدل با نتایج آزمایشهای دیگری نیز بعنوان مشاهدات مستقل درباجگاه (هنر، [۳]) مقایسه گردید (شکل ۶). قرار گرفتن داده‌های مربوطه به این آزمایش در نزدیکی خط ۱:۱ نشان می‌دهدکه بین مقدار محصول اندازه‌گیری شده و پیش بینی شده توسط مدل همبستگی خوبی وجود دارد (شکل ۶) . لذا استفاده از این مدل در تخمین مقدار محصول دانه ذرت رقم ۷۰۴ قابل اعتماد می‌باشد.

۴-۲ مدیریت آبیاری توسط مدل CRPSM

یکی از حالات زیربرنامه مدیریت آبیاری (MANDAT) تعیین برنامه آبیاری با مقداری ثابت از آب آبیاری و حد مجاز معینی از کاهش مقدار آب خاک می‌باشد. بااجرای مدل ، زمان آبیاری برای مقدار آب هر آبیاری به میزان ۵ سانتیمتر و حدمجاز کاهش مقدار آب خاک به میزان ۵ سانتیمتر جهت دستیابی به مقدار محصول دانه برابر ۹۲ درصد از حداکثر مقدار محصول تعیین گردیده است. در این حالت کل مقدار آب آبیاری در طول فصل رشد و فرونشت عمقی مربوط به طول دوره رشد به ترتیب ۸۰ و ۰/۰۱ سانتیمتر می‌باشد که کمتر از مقادیر حاصل از تیمار آبیاری کامل (بترتیب ۱۰۲/۳۲ و ۹/۳۹ سانتیمتر) می‌باشد. لذا برنامه آبیاری با راندمان بیشتری انجام خواهد شد.

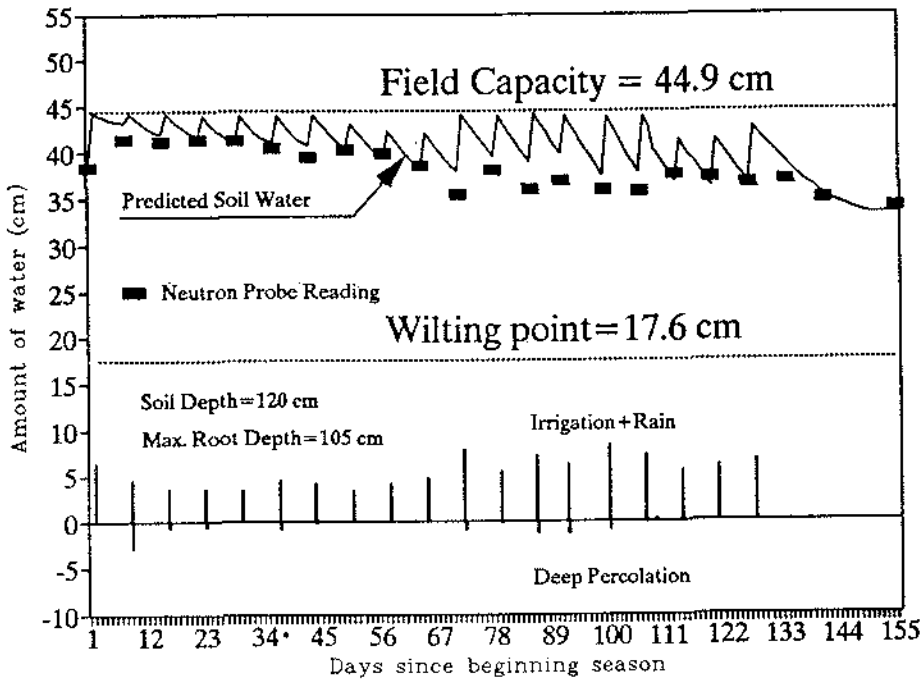
---

1 - Hargreaves

نتایج خروجی مدل (جدول ۲) نشان می‌دهد که در ابتدای فصل رشد به علت پایین بودن تبخیر پذیری هوا، عمق کم ریشه ، دور آبیاری نسبت به اواسط دوره رشد بیشتر بوده و دور آبیاری در ادامه دوره رشد تقریباً برابر شش روز با مقدار ثابت آبیاری ۵ سانتیمتر می‌باشد.

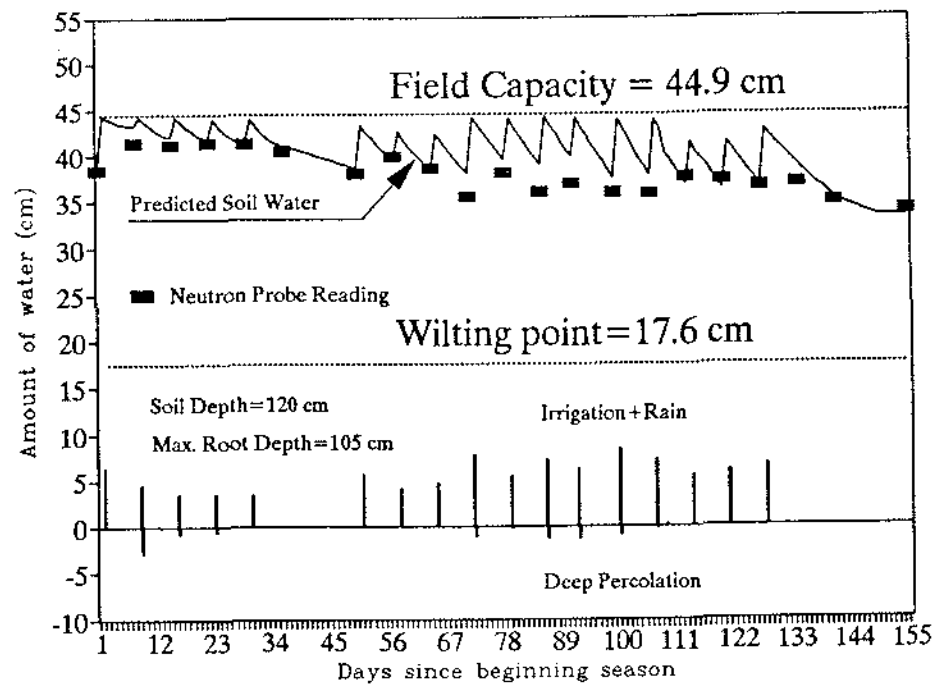
جدول ۲ ـ برنامه آبیاری ذرت دانه‌ای شبیه‌سازی شده توسط مدل CRPSM 1 .

Simulated Irr. scheduling			
Date		Amount of Irr. water, cm	Irrigation Interval, day
Month	Day		
May	10	5	-
Jun	6	5	27
Jun	21	5	15
Jul	1	5	10
Jul	8	5	7
Jul	15	5	7
Jul	22	5	7
Jul	28	5	6
Aug	4	5	7
Aug	9	5	5
Aug	15	5	6
Aug	20	5	5
Aug	25	5	5
Aug	29	5	4
Sep	3	5	5
Sep	9	5	6
Total , cm		80	



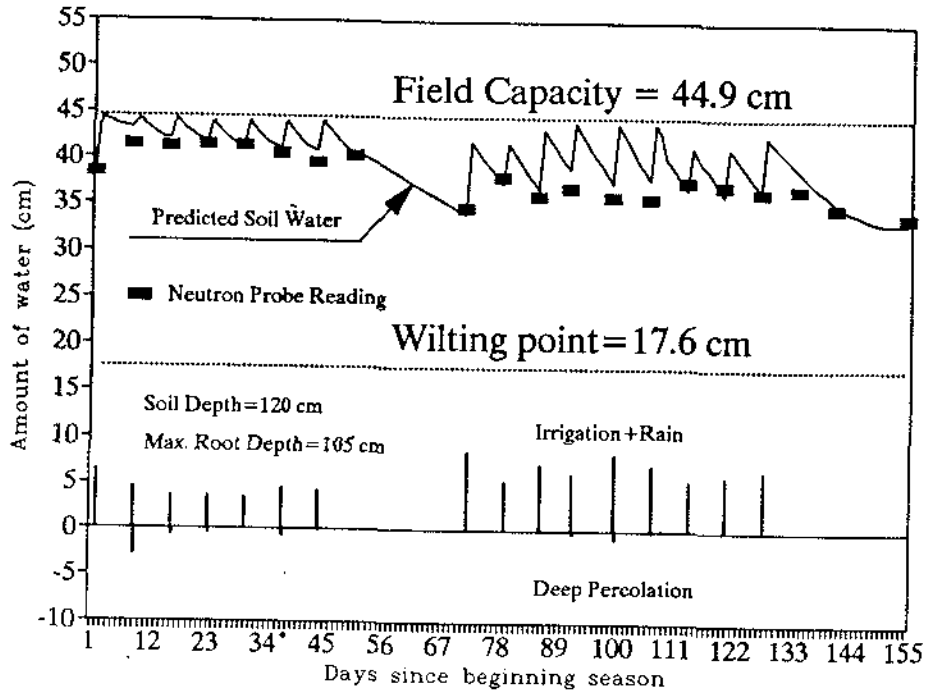
شکل ۱ ـ مقادیر رطوبت خاک اندازه‌گیری و مشابه‌سازی شده توسط مدل CRPSM 1

درتیمار آبیاری کامل.



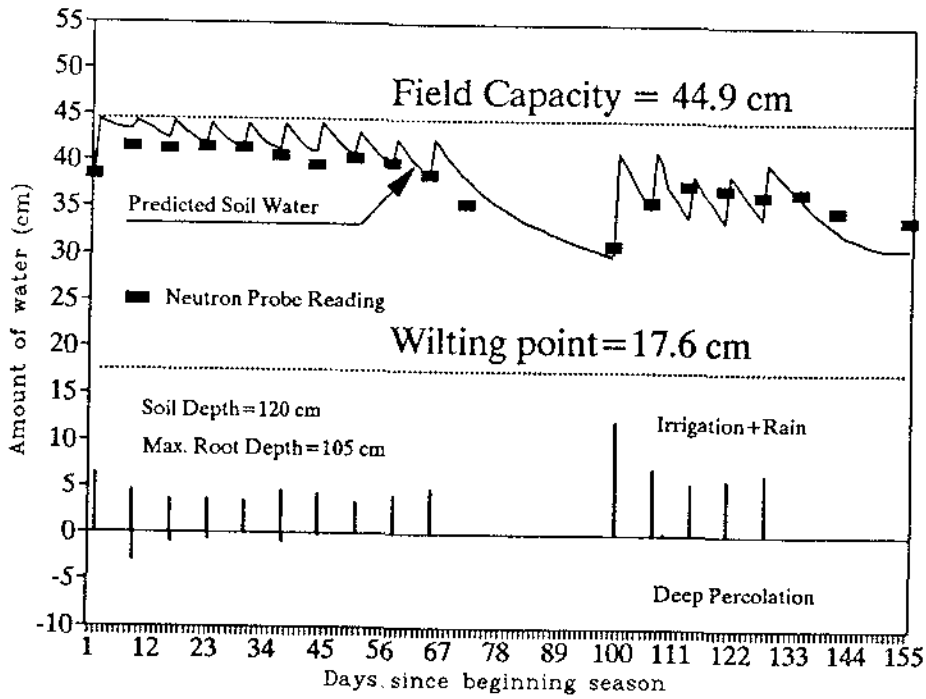
شکل ۲ ـ مقادیر رطوبت خاک اندازه‌گیری و مشابه‌سازی شده توسط مدل CRPSM 1

درتیمار تنش کم آبی درنیمه اول رشد سبزینه‌ای.



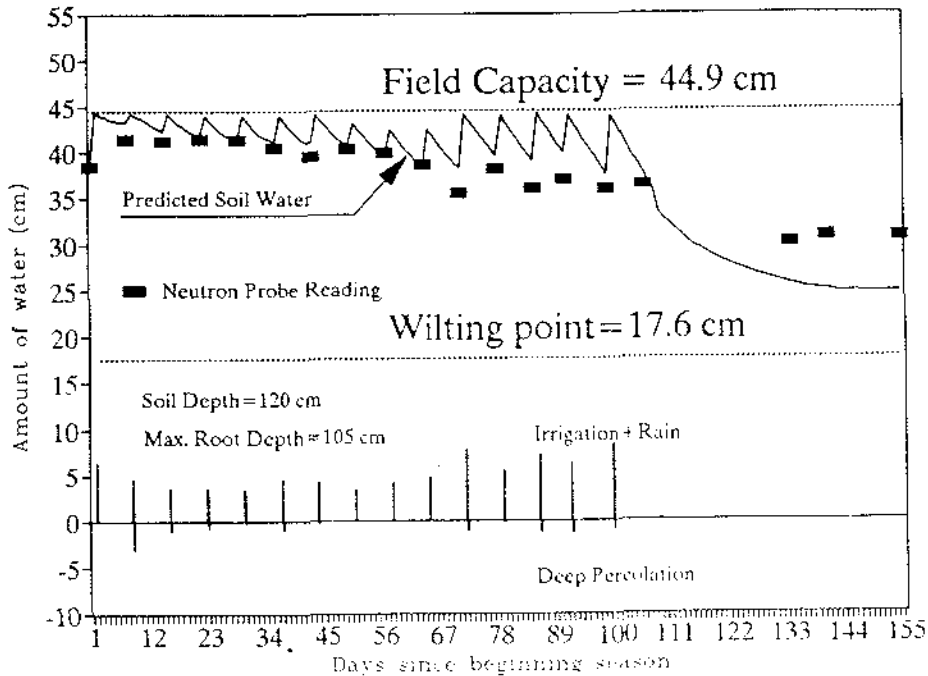
شکل ۳ ـ مقادیر رطوبت خاک اندازه‌گیری و مشابه‌سازی شده توسط مدل CRPSM 1

درتیمارتنش کم آبی درنیمه دوم سبزینه‌ای.



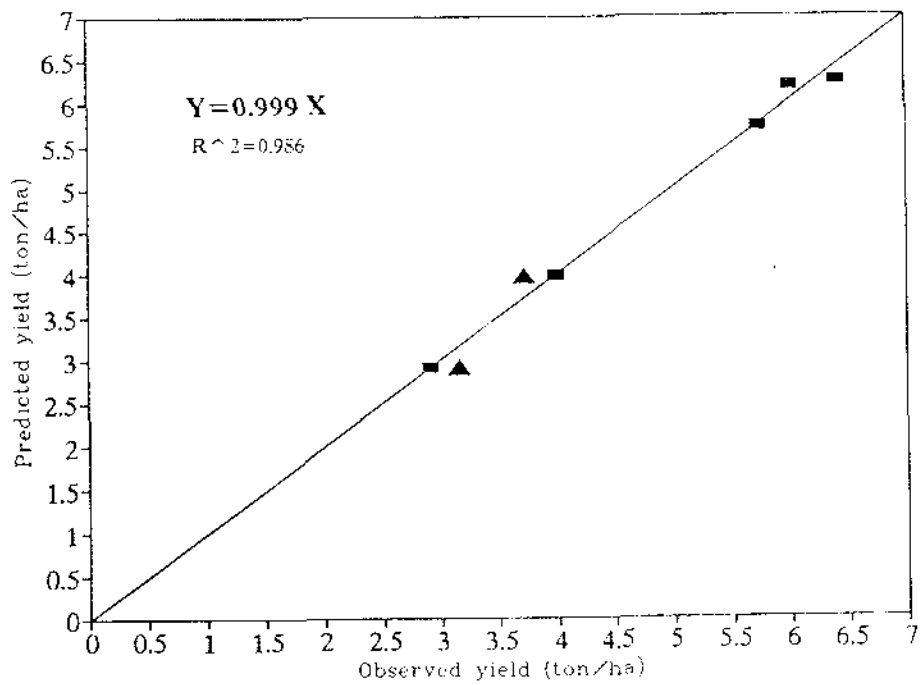
شکل ۴ ـ مقادیررطوبت خاک اندازه‌گیری و مشابه‌سازی شده توسط مدل CRPSM 1

درتیمارتنش کم آبی درگلدهی.



شکل ۵ - مقادیر رطوبت خاک اندازه‌گیری و مشابه‌سازی شده توسط مدل CRPSM 1

درشیمارشش کم آبی درشکل کبری دانه.



شکل ۶ - مقایسه محصول دانه ذرت مشابه‌سازی و اندازه‌گیری شده حاصل ازنتایج آزمایش

■ و اطلاعات مستقل ▲ توسط مدل CRPSM 1 .

منابع فارسی :

۱- آرین ،ا. و سپاسخواه ، ع . ر. ۱۳۷۰ . معرفی و برازش مدل شبیه سازی محصولات زراعی و مدیریت آب وخاک (CRPSM). چهارمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه کرمان، کرمان ، ایران .

۲- آرین، ا. ۱۳۷۱. برازش مدل کامپیوتری مدیریت و برنامه‌بندی آبیاری و تخمین محصول گندم آبی (CRPSM). پایان نامه فوق لیسانس ، بخش آبیاری ، دانشکده کشاورزی . دانشگاه شیراز، ایران . ۳۷۷صفحه.

۳- هنر، ت . ۱۳۷۳. واسنجی و اصلاح مدل کامپیوتری مدیریت و برنامه‌بندی آبیاری و تخمین محصول ذرت (CRPSM). پایان نامه فوق لیسانس، بخش آبیاری ، دانشکده کشاورزی . دانشگاه شیراز. شیراز، ایران. ۳۵۶ صفحه.

منابع انگلیسی:

4 - Blaney, H.F.and W.D. Criddle. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological nad irrigation data. USDA Soil Conservation Service, Tech. Paper No. 96. ,48 pp.

5 - Hargreaves, G.H. 1974. Estimation of potential crop evapotranspiration. Transactions of ASAE. 17:701-704.

6 - Hill, R.W., K.H. Rayan, R.L. Buttars, AA. Keller, L.M. Mulkay, F.R. Stewart and B.J Bomen. 1984 . "C R P S M" Yield simulation model. Utah State University, Logan Utah.

7 - Jensen, M.E. and H.R. Haise . 1963 . Estimating evapotranspiration from radiation. Proc. Am. Soc. Civ. Engr . J. Irrig. and Drain. Div . 89:15-41.

8 - Penman, H.L 1948 . Natural evaporation From water , bare soil and grass. proc. Roy. Soc. London , 193: 120-145

9 - Wright, J.L. 1982 New evapotranspiration crop coefficients. J. Irrig. Div. ASCE 108(IR1): 57-74.

Modification of the CRPSM Model for Corn Irrigation Management and Yield Prediction

Tooraj Honar and Ali Reza Sepaskhah

ABSTRACT :

CRPSM model may be used for corn irrigation management, but should be modified for a local conditions. Therefore, it use calibrated and modified for corn in Badigah area (Shiraz) and may be used for irrigation management , yield prediction and determination to area suitablity for corn plantation. The model combines the influence of climatic conditions on plant phenology with a submodel which predicts cropy yield as influenced by soil water content during different stages of plant growth. Field experiment with different irrigation treatments and soil water at the various growth stages was conducted at the Badjah Agricultural Experiment station, Shiraz university, to calibrate and modify CRPSM model for estimation of corn yield. After simulation of soil water balance and estimation of transpiration at the various growth stages, modified crop coefficient curves of before and after effective growth , modified sensitivity coefficients and growing degree-day at beginning of various growth stages, the amount and time of maximum root depth were estimated and inserted in the model. The results indicated thant the modified simulated the grain yield of corn and soil water contents satisfactorily. Finally, the modified CRPSM model was applied for corn irrigation scheduling to determine the time and amount of each irrigation by an optimum allowable soil moisture deficit. The results indicated that with 5 cm of net irrigation water at each irrigation and irrigation interval of about 6 days during the growing season (except at the beginning of growing period) a 92% of maximum grain yield may be obtained. In this irrigation scheduling , the seasonal amount of irrigation water of 80 cm instead of actual seasonal irrigation water of 102.3 cm may be used. Therefore, 22% reduction of water use corresponded to only 8% of yield reduction.