Archive of SID

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هفتم، ۱۳۹۸

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

شبیه سازی تاثیر کم آبیاری برعملکرد گندم و ذرت با استفاده از مدل Budget (مطالعه موردی: دشت بیله سوار)

الناز علی آبادی[۱]، فریبرز احمد زاده کلیبر[۲]

دریافت: ۹۵/۸/۱۶ پذیرش: ۹۶/۲/۲۳

چکیده

انتخاب شیوه صحیح و مطلوب آبیاری و افزایش بازده آن با اعمال مدیریت صحیح از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. مدل ها شاید بهترین ابزار برای این منظور به حساب آیند. در این تحقیق شبیه سازی تاثیر کم آبیاری در دشت بیله سوار واقع در شمال شرق استان اردبیل برعملکرد دو نوع گیاه گندم و ذرت با استفاده از مدل تعادل آب و خاک Budget انجام گرفت. با انتخاب روش های حاصلضربی، کمینه و فصلی با گام های زمانی مختلف و نیز انتخاب تبخیر و تعرق نسبی و یا تعرق نسبی جهت تخمین مقدار محصول به واسنجی و کالیبراسیون مدل برای سال آماری شاهد(۹۴-۹۳) پرداخته شد. نتایج آنالیز آماری نشان داد مدل در شبیه سازی با روش حاصلضربی با گام زمانی ۱۰ روزه و استفاده از تبخیر و تعرق نسبی با مقادیر R^2 ، RMSE_EF به ترتیب برابر ۰/۹۷، ۷/۶٪ و ۰/۸۱ بین داده های مشاهداتی و شبیه سازی شده در گندم و ۰/۸۷ و۷/٤٪ و۰/۸۳ در ذرت دارای بیشترین همپوشانی است. نمودار های آب مصرفی- عملکرد برای دوره آماری ده ساله (۹۳-۸۳) با اعمال استراتژی های آبیاری مختلف برای هر دو گیاه ترسیم گردید. نتایج حاکی از تاثیر بسزای میزان بارندگی، ذخیره آب خاک و مدیریت مصرف آب آبیاری و حساسیت به تنش آب هر دو محصول در مرحله میان فصلی رشد خود نسبت به مراحل اولیه و انتهایی زیاد بود و نشان داد که مدیریت کم آبیاری باید بر این اساس صورت گیرد.

واژه های کلیدی: تبخیر و تعرق نسبی، دشت بیله سوار، مدل Budget، مدیریت کم آبیاری، واسنجی

علی آبادی، ا. و ف. احمدزاده کلیبر. ۱۳۹۸. **شبیه سازی تاثیر کم آبیاری برعملکرد گندم و ذرت با استفاده از مدل Budget (مطالعه موردی: دشت بیله سوار)**. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۷: ۹۳-۸۵.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی آب، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران- مسئول مکاتبات. f.ahmadzadeh@iaut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه مدل های ریاضی نقش وسیعی در مدیریت بهینه منابع آب ایفا می نماید. در راستای مدیریت مصرف بهینه آب با شیوه کم آبیاری نیز مدل Budget بعنوان یک مدل قدرتمند معرفی شده است(احمدزاده و فولادی پناه، ۱۳۹۱). مدل Budget در سال ۲۰۰۲ در دانشکده کشاورزی و علوم بیولوژیک کاربردی و موسسه زمین و مدیریت آب در بلژیک تهیه و ارائه شد (رایس، ۲۰۰۲). پس از آن به دلیل قدرت بالای مدل در شبیه سازی روابط آب و خاک و گیاه مورد استفاده محققان این علم قرار گرفت. کیپکریر و همکاران (۲۰۰۲) توابع تولید محصول– آب و ضرایب واکنش عملکرد محصول را برای دو گیاه ذرت و پیاز با استفاده ازمدل Budget درمنطقه نیمه خشک کنیا برآورد و مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند که از مقادیر منتشر شده K_y در پیاز ۱۶٪ تغییر کرده است، ودر ذرت فقط۳٪ تغییر کرده است همچنین در برآورد عملکرد محصول، درصد کاهش عملکرد محصول در تیمار های با تنش کم و یا بدون تنش آبی نتایج رضایت بخشی را به همراه داشته است. رایس و همکاران (۲۰۰۶) با کشت گندم زمستانه در شمال تونس و باکشت ذرت در غرب بورکینا فاسو ضریب واکنش عملکرد محصول (K_y) را با استفاده از شبیه سازی با مدل Budget نشان دادند که بازده محصول شبیه سازی شده با بازده مشاهداتی کاملا صدق کرده و قابل قبول بود، به طوری که مقدار ضریب همبستگی (R^2) بین ۰/۷۸و ۰/۹۴ قرار داشت. ظهره وند و همکاران (۱۳۸۸) مدل Budget را بصورت تئوری مورد ارزیابی قرار دادند، در این پژوهش بررسی پارامتر های پیش فرض مدل و مثال های نمونه آن نشان داد که این مدل براساس معادله بیلان آب در خاک که نیاز به داده های کم و داده های قابل دسترس دارد قادر است در حدی قابل قبول عملکرد محصول را برآورد نماید. سرائی تبریزی (۱۳۹۱) در عملکرد مدل Budget در برنامه ریزی آبیاری در مقابل داده های تحت مدیریت کم آبیاری سویا برای سه سال زراعی متوالی گزارش کردند که شاخص های ارزیابی مدل RMSEو CRM کارایی قابل قبول مدل در پیش بینی عملکرد می باشد. احمد زاده و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی به استخراج نمودار های آب مصرفی– عملکرد گیاهان گندم، جو، یونجه و پنبه در شرایط محیطی دشت ارسباران از طریق مدل Budget پرداختند توانستند برای سطوح مختلف آب محدود در دسترس محصولات مورد انتظار را پیش بینی و با برآورد سود خالص حاصل از هر مورد الگوی کشت متغیر و ثابتی را برای منطقه مورد نظر با بهینه سازی تابع هزینه ودرآمد پیشنهاد دهند. کنجابو و همکاران (۲۰۱۳) ارزیابی کارایی Budget رادر شبیه سازی بازدهی دو محصول پنبه و گندم زمستانه و شبیه سازی رطوبت خاک را در دره فرغانه مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. نتایج آماری این تحقیق برای بازده پنبه وگندم پیش بینی شده و مشاهداتی برای تولید مشترک برابر است با: R^2 از ۰/۹۱ تا ۰/۱۵، RMSE از ۰/۲٤ تا ۱/٦٤ t/ha , دقت عمل نسبی (E_{rel}) از ۰/۷۱ تا ۵/٦۸– و شاخص توافق (d) از. ۰/٤۸ تا ۰/٥٤– و همینطور نتایج مقدار رطوبت خاک شبیه سازی شده و مشاهده شده در لایه بالایی خاک از ۰–۳۰ cm و مقدار آب خاک در ۹۰cm نیمرخ خاک برابر است با : R^2ابین ۰/۷۱–۰/۸۸، RMSE ۲/۷٤٪ درصد حجم و ۲۱/٤–۲۸/۷ mm و مقدار E_{rel} بین۰/۸۷ تا۰/۸۱ وd حدودا برابر ۱ بود.

در این تحقیق سعی گردید در منطقه مورد مطالعه (دشت بیله سوار) که هیچگونه مطالعه ای درخصوص روابط آب مصرفی– عملکرد محصولات کشت شده صورت نگرفته بود روابط مربوطه تحت استراتژی های مختلف آبیاری برای گندم و ذرت استخراج و مدیریت بهینه از طریق کم آبیاری جهت حصول به عملکرد بیشینه صورت گیرد. این پژوهش همچنین کاهش تلفات مستقیم آب از طریق آبیاری تحت فشار وکاربرد نتایج حاصل از این مدل(کم آبیاری) بعنوان کاهش تلفات غیر مستقیم آب را مدنظر قرار دارد.

مواد و روش‌ها

دشت بیله سوار جزو دشت مغان، در شمال غربی ایران و در شمال شرقی استان اردبیل و در جنوب رود ارس واقع شده است. موقعیت جغرافیای دشت مغان در سطح زمین بین ´۵ و ° ٤۷ تا ° ٤۸ طول شرقی و ´۳و ° ۳۹ تا ´٤ و ° ۳۹ عرض شمالی و ارتفاع متوسط ۸۳ متر از دریا قرار دارد. متوسط سالانه بارندگی بین ۲۵۰ الی ۳۵۰ میلی متر می باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه، حدود ۱٤، حداقل آن ۹ و حداکثرش بالغ بر ٤۰ درجه سانتیگراد نیز رسیده و منطقه دارای اقلیمی بین نیمه خشک و معتدل است. بافت خاکهای این دشت از خیلی ریز شروع شده و به ترتیب شنی تا رسوبات غباری – رسی و رسوبات خاک رسی میرسد.

مدل Budget به عنوان ابزار اصلی این تحقیق توصیف کننده پروسه های مختلف جذب آب توسط ریشه گیاهان و حرکت آب در خاک با توجه به ویژگی های خاک است. با افزایش تنش آب، میزان کاهش محصول به دلیل رکود رشد از

www.SID.ir

Archive of SID

طریق این مدل با در نظر گیری فاکتور های واکنش محصول برآورد می شود و با انتخاب معیار های مناسب زمان و عمق، برنامه آبیاری مناسبی طراحی می شود. ورودی های مدل عبارتند از داده های آب و هوایی روزانه شامل، متوسط داده های تبخیر و تعرق پتانسیل و بارش در طی ده روز و یا یک ماه. داده های گیاهی با انتخاب چند پارامتر مناسب برای محصول از میان موارد موجود در محیط و داده های خاکشناسی که پروفیل خاک ممکن است ترکیبی از چندین لایه با ویژگی های مختص باشد. رابطه بین عملکرد و تبخیر و تعرق به روش حاصلضربی از رابطه ۱ بیان می شود. (جنسن،۱۹٦۸)

$$\left(\frac{Y_a}{Y_m}\right)=\prod_{i=1}^{N}\left(\frac{ET_{act_i}}{ET_{crop_i}}\right)^{\lambda_i}$$

رابطه (۱)

که در آن Ya عملکرد واقعی برداشت، Ym بیشترین عملکرد محصول، λ_i شاخص حساسیت محصول در تنش آب در طول i امین مرحله رشد، N شماره مرحله رشد می باشد. درمراحل وقوع تنش آبی در گیاه، کاهش عملکرد محصول به وسیله تعیین ضریب حساسیت گیاه به کم آبی (K_y) با استفاده از رابطه ۲ برآورد می شود: (دورنبس و همکاران،۱۹۷۹)

$$\left(1-\frac{Y_a}{Y_m}\right)=KY_i\left(1-\frac{ETact_i}{ETcrop_i}\right)$$ رابطه(۲)

K_y ضریب حساسیت گیاه به کم آبی بوده و رابطه ۲ زمانی صادق خواهد بود که رابطه ۳ برقرار باشد:

رابطه (۳)

$$\left(1-ETact/ETcrop\leq 0.5\right)$$

پروفیل خاک و بازه ی زمانی به فواصل کوچکتر تقسیم و جذب و حرکات عمودی آب با روش تفاوت محدود محاسبه می شود(بیر،۱۹۷۲). با انتخاب روش کمینه(آلن،۱۹۹٤) عملکرد محاسبه می شود(رابطه ٤).

$$\frac{Y_a}{Y_m}=Min\left\{\frac{Y_{a,1}}{Y_{m,1}},\frac{Y_{a,2}}{Y_{m,2}},\ldots\ldots,\frac{Y_{a,N}}{Y_{m,N}},\frac{Y_{a,m}}{Y_{max}}\right\}$$ رابطه (٤)

($Y_{a,N}/Y_{m,N}$) بازده تخمین زده شده تحت تاثیر تنش آب در مراحل ۱ تا N هستند.

در گام اول شبیه سازی مقادیر بارندگی در دوره رشد و تبخیر و تعرق پتانسیل(با روش پنمن مانتیس در مدل cropwat) با استفاده از آمار ایستگاه هواشناسی بیله سوار و ضرایب گیاهی از جداول مشخصات گیاهان و اطلاعات منطقه ای و راهنمای مدل، وارد مدل شد. مقدار هدایت الکتریکی آب آبیاری طبق آزمایشات انجام شده برابر ۰/۵ دسی زیمنس بر متر بوده و نوع آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک بود.

در این پژوهش جهت بدست آوردن مقادیر مشاهداتی عملکرد محصولات تعداد ۳ مزرعه تحت کشت گندم و ۳ مزرعه تحت کشت ذرت در سال زراعی ۹٤-۹۳ در منطقه مورد مطالعه انتخاب و با بر نامه های مختلف آبیاری شدند. برای این منظور مطابق با شرایط منطقه ای گندم رقم آتیلا ۵۰(چمران) در تاریخ ۱ آذر کاشت و در ۲۵ خرداد براشت گردید. سه برنامه آبیاری مجزا با عمق ۵۰ میلیمتر در هر آبیاری با سیستم بارانی کلاسیک ثابت(روزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ام- ۱۰۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ام- ۹۰، ۱۲۰، ۱٤۵، ۱۵٦، ۱٦۵ و ۱۸۵ام دوره رشد) در نظر گرفته شد. همچنین ذرت رقم ۷۰٤ در ۳۰ خرداد کاشت و در ۲۸ شهریور براشت گردید وسه نوع برنامه آبیاری با عمق ۵۰ میلیمتر در هر آبیاری با همان سیستم(روزهای ۲۰، ۳۵و ۵۰ ام -۲۰، ۳۰، ٤۰ و ۵۰ام- ۱۵، ۲۲، ۳۵، ٤۳، ۵۵، ٦۷ام دوره رشد) اجرا گردید و عملکرد های بدست آمده جهت کالیبراسیون مدل Budget استفاده گردید. معیار های $RMSE, EF, R^2$ برای مقایسه داده های محاسباتی و مشاهداتی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است که EF راندمان مدل بوده واز رابطه(۵) محاسبه می شود، مقدار EF از منفی بینهایت تا ۱ متغیر است و رقوم بالاتر نشانگر برازش بهتر بوده و مقادیر منفی به این معنی است که داده های محاسباتی از میانگین داده های مشاهداتی نیز بدتراست.

$$EF=\frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_i-\bar{Q}_i)^2-\sum_{i=1}^{n}(P_i-Q_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_i-\bar{Q}_i)^2}$$ رابطه (۵)

در رابطه فوق P_i مقادیر شبیه سازی شده یا پیش بینی شده، Q_i مقدیر اندازه گیری شده و یا مشاهداتی، n تعداد نمونه های بکار رفته، $\bar{Q}_i$ مقدار متوسط پارامتر مشاهده شده می باشد.

در گام بعدی دوره آماری ۱۰ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۳) انتخاب و داده های ورودی به نرم افزار تهیه شد. شبیه سازی عملکرد محصولات انتخابی (گندم و ذرت) برای هر سال تحت مقادیر و دوره های مختلف آبیاری صورت گرفت و برای هر سال یک منحنی آب مصرفی- عملکرد برای گیاه مورد نظر استخراج شد که بیانگر میزان محصول نسبی آبیاری کامل و کم آبیاری های اعمال شده بود. در نهایت با تهیه یک نمودار میانگین برای سالهای آماری الگوی مدیریت کم آبیاری برای گیاه مورد نظر در منطقه مورد مطالعه حاصل گردید.

نتایج وبحث

www.SID.ir

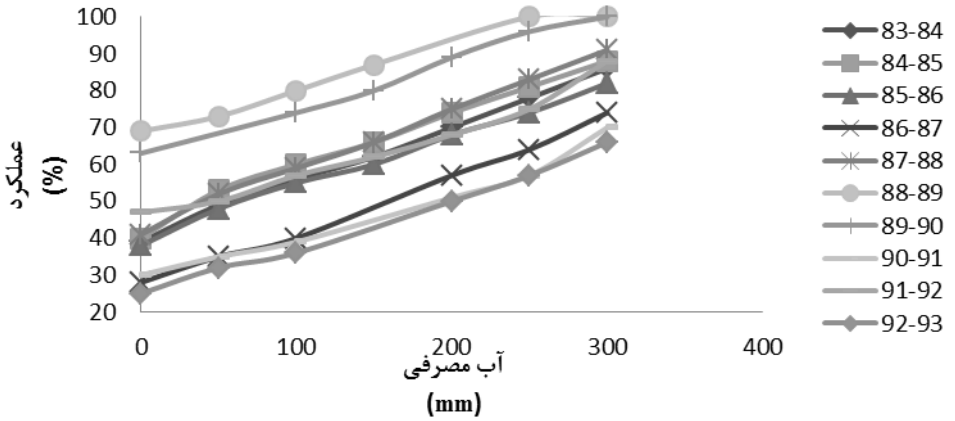
Archive of SID

حالات مختلف شبیه سازی عملکرد گندم در مدل Budget برای سال شاهد (۹۴-۹۳) بررسی و معیار های نکویی برازش برای داده های محاسباتی و مشاهداتی استخراج گردید که نتایج برابر جدول ۱ می باشد.

جدول ۱- مقایسه معیار های برازش عملکرد مشاهداتی و محاسباتی گندم (۱۳۹۴- ۱۳۹۳)

معیار مقایسه	روشهای مورد استفاده				
	حاصلضربی			کمینه	فصلی
	مرحله ای=Δt_i	10day=Δt_i	Δt_i=5day	Δt_i=2day	
	تخمین محصول بر اساس(T_a/T_c)				
RMSE(%)	۱۴/۵	۹/۷	۱۱/۶	۱۵/۱	۱۷/۶	۳/۲
EF(-)	۰/۸۳	۰/۷۷	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۰۵	۰/۷۴
(-)R^2	۰/۹۱	۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۴	۰/۹۰
	تخمین محصول بر اساس(ET_a/ET_c)				
RMSE(%)	۱۲/۳	۷/۶	۱۱/۹	۱۲/۵	۱۵/۷	۳/۱
EF(-)	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۸۵	-۰/۲۶	۰/۷۴
(-)R^2	۰/۹۰	۰/۹۷	۰/۸۷	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۹۱

از جدول ۱ مشخص است که روش حاصلضربی با گام زمانی ۱۰ روزه و استفاده از تبخیر و تعرق نسبی (ET_a/ET_c) بهترین برازش را برای داده های شبیه سازی شده دارد که زیر معیار های مقایسه برای این مورد خط کشیده شده است. در گام بعدی کلیه شبیه سازی ها برای مقادیر مختلف آب مصرفی و با دوره های آبیاری متفاوت برای گندم با این حالات انجام گرفت و از آنجا که امکان ورود مقدار و زمان آبیاری بصورت دستی در مدل فراهم است(رایس، ۲۰۰۲)، مقادیر متفاوت آبیاری به صورت دستی در طی روز های مختلف دوره رشد و با توجه به تخلیه رطوبتی ناحیه ریشه وارد مدل می گردد و بهترین حالت با بیشترین عملکرد برای مقدار آب مورد نظر انتخاب می شود که نتایج در شکل ۱ ترسیم شده است.

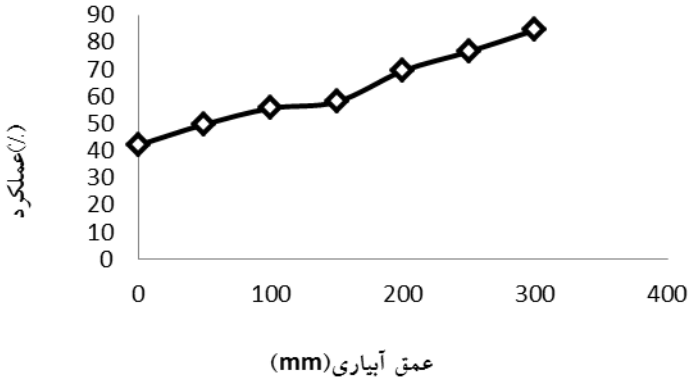


شکل ۱- عملکرد شبیه سازی شده محصول گندم توسط مدل Budget (۱۳۸۳ الی ۱۳۹۳)

www.SID.ir

Archive of SID

تمامی منحنی های فوق از شکل عمومی توابع تولید پیروی می نماید بطوریکه با افزایش آب مصرفی بازده نیز افزایش می یابد، در برخی از سالها به دلیل بارندگی زیاد و دمای پایین و کاهش تبخیر و تعرق بازده بیشتر از سالهایی است که دارای بارندگی کم و دمای بیشتر می باشند. در برخی از سالها نیز برای حالت دیم بازده هایی در حدود ۶۰٪ الی ۷۰٪ مشاهده می کنیم که عمده دلیل آن نیز بارندگی زیاد و کمبود دما است و همچنین در این سالها به ازای آب مصرفی یکسان عملکرد بالاتری حاصل می گردد. تفاوت عملکرد های متفاوت که مقادیر آب مصرفی یکسان دارند می تواند به دلیل مدیریت مصرف و استراتژی های مختلف آبیاری نیز باشد که با تغییر فواصل آبیاری نمایان می شود. برای گندم اکثرا آبیاری در روزهای میان فصلی عملکرد بالاتری دارد که دلیل بر تایید حساسیت این گیاه به آب در این مرحله از رشد است. جهت نمایش رفتار عمومی گندم نسبت به مقادیر آب مصرفی نمودار میانگین ۱۰ ساله مطابق شکل ۲ ترسیم گردید.



شکل ۲- میانگین ۱۰ ساله آب مصرفی- عملکرد شبیه سازی شده محصول گندم توسط مدل Budget

جدول ۲- مقایسه معیار های برازش عملکرد مشاهداتی و محاسباتی ذرت (۱۳۹۴-۱۳۹۳)

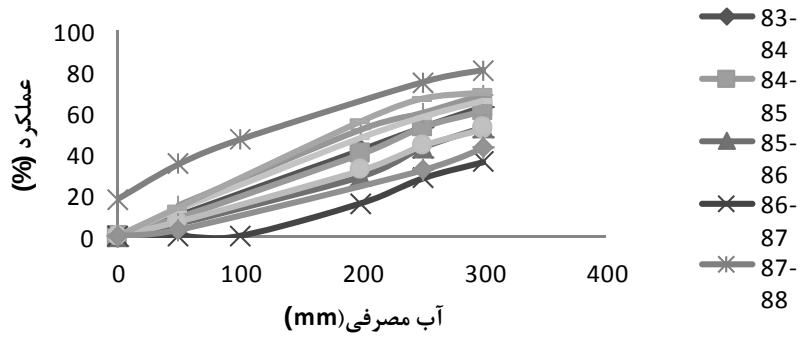
معیار مقایسه	روشهای مورد استفاده					
	حاصلضربی				کمینه	فصلی
	Δt_i=مرحله ای	Δt_i=10day	Δt_i=5day	Δt_i=2day		
	تخمین محصول بر اساس(T_a/T_s)					
RMSE(%)	۱۳/۵	۹/۲	۱۲/۳	۱۴/۶	۱۷/۲	۱۴/۸
EF(-)	۰/۸۳	۰/۷۷	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۰۵	۰/۷۱
R^2(-)	۰/۹۲	۰/۰۹	۰/۸۵	۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۸۹
	تخمین محصول بر اساس(ET_a/ET_s)					
RMSE(%)	۶/۰۴	۷/۴	۵/۷۰	۵/۷۰	۱۶/۳۷	۷/۴۵
EF(-)	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۸۵	-۰/۲۶	۰/۷۴
R^2(-)	۰/۷۴	۰/۸۷	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۸۹	۰/۸۸

همانند مرحله قبل تمام روش ها و گامهای زمانی برای گیاه ذرت، بررسی و معیار های مقایسه RMSE،EFوR^2 برای داده های محاسباتی و مشاهداتی استخراج گردید که نتایج برابر جدول ۲ می باشد.

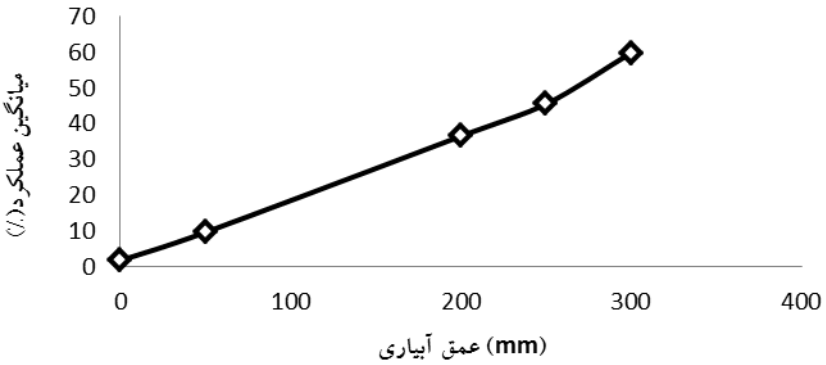
www.SID.ir

Archive of SID

از جدول ۲ مشخص می گردد که روش حاصلضربی با گام زمانی ۱۰ روزه و استفاده از تبخیر و تعرق نسبی (ET_a/ET_c) بهترین برازش را برای داده های شبیه سازی شده دارد که زیر میزان معیار های مقایسه برای این مورد پر خط کشیده شده است. با نتایج حاصل از کالیبراسیون در گام بعدی کلیه شبیه سازی ها برای مقادیر مختلف آب مصرفی و با دوره های آبیاری متفاوت برای گیاه ذرت با رابطه حاصلضربی با گام زمانی ۱۰ روزه و استفاده از تبخیر و تعرق نسبی صورت گرفت که نتایج در شکل ۳ ترسیم شده است.



شکل ۳- عملکرد شبیه سازی شده محصول ذرت توسط مدل Budget (۱۳۸۳ الی ۱۳۹۳)



شکل ٤- میانگین ۱۰ ساله آب مصرفی- عملکرد شبیه سازی شده محصول ذرت توسط مدل Budget

همانطور که مشاهده می شود در این نمودار ها نیز در تمامی سالها با افزایش آب مصرفی تا ۳۰۰ میلیمتر، عملکرد نیز افزایش می یابد، و بدلیل کاهش قابل ملاحظه شیب منحنی ویا معکوس شدن آن در اکثر سالها در مقادیر آبیاری بیشتر از ۳۰۰ میلیمتر، شبیه سازی در این مقدار متوقف شده است. البته در برخی از سالها به دلیل بارندگی زیاد و دمای کم و در نتیجه کاهش تبخیر و تعرق، بازده محصول بیشتر از سالهایی است که دارای بارندگی کم و دما بیشتر می باشند. برای حالت دیم (بدون آبیاری) بغیر از یک سال زراعی که دارای بارش بیشتر و دمای کمتری بوده است در باقی سالها عملکرد صفر درصدی را شاهد هستیم و آن به دلیل فصلی است که ذرت در آن زراعت می شود. همچنین در خصوص محصول ذرت نیز صادق می باشد که در سالهای پر باران و خنک در عمق های آبیاری یکسان عملکرد بالاتری نسبت به سایر سالها حاصل می گردد. دلیل دیگر تفاوت های

www.SID.ir

Archive of SID

حاصل از عملکرد های متفاوت که مقادیر آب مصرفی یکسان دارند می تواند به دلیل مدیریت مصرف و استراتژی های آبیاری باشد که با تغییر فواصل آبیاری نمایان می شود. برای ذرت نیز اکثرا آبیاری در روزهای میان فصلی عملکرد بالاتری را ظاهر می نماید که دلیل بر تایید حساسیت این گیاه به آب در این مرحله از رشد است. در مرحله بعد همانند گندم، رفتار عمومی گیاه ذرت نیز نسبت به آب مصرفی بصورت میانگین ۱۰ ساله که در شکل ٤ ترسیم گردید. در این مورد نیز با استفاده از مقدار آب مصرفی موجود تغییرات استراتژی آبیاری و مدیریت کم آبیاری همانند مقادیر بهینه وارد شده به مدل Budget می توان به عملکرد مورد نظر دست یافت.

نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که محصول گندم و ذرت هر دو در مرحله میان فصلی رشدشان نیاز بحرانی به آب دارند، در واقع به تنش آب حساس می باشند و باید آبیاری به صورت کامل انجام گیرد و در ۳ مرحله اولیه محصول، مرحله توسعه محصول و در مرحله پایانی محصول می توان کم آبیاری را اعمال کرد، زیرا در این مراحل کم آبیاری تاثیر بسزایی در بازده عملکرد نخواهد داشت. همچنین در این تحقیق نتیجه گیری می شود که این مدل می تواند در پیش بینی بازده گندم و ذرت مقدار آب خاک را بایک دقت عمل قابل اطمینان و با بکار گیری رویکرد چند منظوره یا حاصلضربی مورد استفاده قرار دهد و در نتیجه مدل Budget می تواند ابزار ارشمند و توانایی برای شبیه سازی هر دو مورد بازده گندم و ذرت و همچنین مقدار آب خاک باشد و ضمن اینکه این مدل نیازمند داده های ورودی کمی می باشد.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق کنجابو و همکاران که در سال ۲۰۱۳ جهت شبیه سازی محصول پنبه و گندم در دره فرغانه ازبکستان مدل Budget را بکار برده اند تا قدری متفاوت می باشد بطوریکه رویکرد مینیمم را با دقت عمل قابل قبول برای شبیه سازی انتخاب نموده اند اما توانمندی مدل Budget در شبیه سازی گیاهان کشت شده همانند تحقیق حاضر ثابت شده است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق رایس و همکاران در سال ۲۰۰٦ برای شبیه سازی کاهش بازده و نتیجه تنش آب با مدل Budget بر روی دو گندم در شمال تونس و ذرت در جنوب غرب بورکینافاسو کاملا همخوانی دارد بطوریکه ایشان نیز R^2 بین ۰/۸۸ تا ۰/۹٤ و RMSE بین ۷٪ تا ۹٪ را بدست آوردند. مقادیر تحقیق سرایی تبریزی از شبیه سازی عملکرد گیاه سویا برای RMSE و EF بترتیب ۳/۹۱ تا ٤/۷٦و ۰/٦۹ تا ۰/۷۸ بود که در مقایسه با نتایج حاضر هر دو معیار مقدار کمتری داشته ولی در کل هر دو تحقیق قابلیت بالای مدل Budget را تایید می کنند.

نتیجه گیری

نتایج آنالیز آماری نشان داد مدل در شبیه سازی مقدار محصول برای منطقه مورد مطالعه با روش حاصلضربی با گام زمانی۱۰ روزه و استفاده از تبخیر و تعرق نسبی دارای دقت عمل بیشتری است. بنابراین مدل بر این اساس برای دشت بیله سوار کالیبره گردید. شبیه سازی عملکرد دوره آماری ده ساله نشان داد حساسیت عملکرد گندم به آبیاری با توجه به فصل زراعت نسبت به ذرت علوفه ای کمتر است بطوریکه عملکرد شبیه سازی شده برای گندم در حالت بدون آبیاری (دیم)، ٤۰ الی ۷۰ درصد بوده ولی برای ذرت اکثرا بدون محصول می باشد. هر دو محصول در مرحله میان فصلی رشد نسبت به مراحل اولیه و انتهایی به تنش آب و کم آبی حساس بوده و باید آبیاری به صورت کامل انجام گیرد و مدیریت کم آبیاری بر این اساس صورت پذیرد. در صورت در دسترس بودن اطلاعات اولیه برای سالهای متمادی استفاده از مدل Budget با ترسیم مقادیر آب مصرفی-عملکرد تصمیم گیری های مدیریت کم آبیاری را بسیار دقیقتر و راحتر خواهد نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

احمدزاده، ف. و م. فولادی پناه. ۱۳۹۱. بهینه سازی مصرف آب با شبیه سازی تاثیر کم آبیاری. اولین همایش ملی کشاورزی در شرایط محیطی دشوار، دانشگاه آزاد اسلامی رامهرمز، ۲۰ اردیبهشت، رامهرمز ایران.

سرائی تبریزی، م. ۱۳۹۱. شبیه سازی برنامه ریزی آبیاری گیاه سویا با استفاده از مدل Budget. مجله حفاظت منابع آب و خاک، سال اول، شمار ۳.

ظهره وند، ع.، ف. کاوه و م. سرائی تبریزی. ۱۳۸. بررسی مدل water-Budget جهت برنامه ریزی صحیح آبیاری و افزایش بهره وری و بهینه سازی مصرف آب. دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان ۳۰-۳۱ اردیبهشت، اصفهان، ایران.

Ahmadzadeh, F. F. Kaveh, H. Babazadeh, and A. Fakheri Fard. 2012. Optimization of limited water resources by using deficit irrigation. Journal of Archives des sciences, 65(5):46-59.

Allen, R,G.1994.Memorandum on application of FAO-33 yield function. Department of Biological and Irrigation Engineering,Utah state University, Logan, Utah, 3 pp.

Bear J. 1972. Dynamics of fluids in porous media. American Elsevier, NY, USA, pp. 338–346.

Doorenbos, J., A.H. Kassam and C.M. Bentvelsen.1979.Yield response to water food and agriculture of the united nations.vol .32 of FAO irrigation and drainage paper.

Kenjabaev, Sh.,I. Forkusta, M. Bach, H.G. Frede. 2013. Performance evaluation of the Budget model in simulating cotton and wheat yield soil moisture in Fergana valley.-Center for international development and environmental research.

Kipkorir E.C., B. Raes and B. Massawe. 2002. Seasonal water production function and yield response factors for maize and onion in Perkerra Kenya. Agricultural Water Management, 56: 240-229 .

Raes ,D.2002. Reference manual of Budget model. K.U.Leuven-, faculty of agricultural and applied biological sciences, Institute for land water management, Leuven Belgium.

Raes, D., S. Geerts, E. Kipkorir, J. Wellens and A. Sahli. 2006. Simulation of yield decline as a result of water stress with a rubust soil water balance model. Agricultural water management 8(2006) 335-357.

www.SID.ir

Archive of SID

Simulation the effects of water deficit irrigation on wheat and corn yield using the Budget model (study on Bilasuvar plain)

E. Aliabadi[1], F. Ahmadzadeh kaleybar[2]

Received: 2016-11-6 Accepted: 2017-5-13

Abstract

Correct and convenient management of water resources by preserving the sources in regional and national scales is an inevitable need. Models are the best methods to select most efficient irrigation method lead to high yield response. In this simulation effects of water deficit irrigation in Bilasuvar plain on the north-east of Ardabil province has been simulated on wheat and corn crops using Budget soil and water balance model. By choosing the product, minimum and seasonal methods with different time steps and also setting the relative evapotranspiration or relative evaporation model has been calibrated for the observation year (2004-2014) and amount of yield was estimated. Result of the statistical analysis shows that choosing the product method with 10 day time periods provides the best simulation using relative evapotranspiration with amounts in an R^2 of 0.98, an RMSE of 78% and an EF of 0.83 that between observed and simulated data of wheat and amount in an R^2 of 0.87, an RMSE of 7.4% and an EF of 0.83 of corn. Later water consumption graphs, performance for each statistic period (2004-2014) under different irrigation strategies have been drawn for both crops. Results demonstrates significant impact of rainfall amount, water preservation capacity, water consumption management and water tension in both crops during the middle stage of its growth compared to the stages of growth including first and final stage. This important fact must be considered for planning the water deficit irrigation schedule.

Keywords: Bilasuvar plain, budget model, calibration, irrigation management, relative evapotranspiration

1- Ms.C Student, Department of Water Sciences and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2- Department of Water Sciences and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

www.SID.ir