دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(فیزیک خاک و رابطه آب خاک و گیاه)

ارزیابی مدل CROPWAT 8.0 در سطوح مختلف نیاز آبی دو رقم گیاه توتون در منطقه احمد گوراب رشت

محمد حسن بیگلویی[1]، محمد حسین اسیمی[2]، علیرضا جبارزاده [3]
1- استادیار گروه مهندسی آبیاری، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
2 و 3- کارشناسان بخش آگرونومی مرکز تحقیقات توتون گیلان
E-mail: mhbiglouei@yahoo.com

چکیده

به منظور ارزیابی مدل کراپ وات، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات با سه سطح آبیاری(50، 75 و 100 درصد نیاز آبی گیاه) و دو رقم توتون در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با 3 تکرار در قطعات 30 متر مربعی(5x6) اجرا شد، بطوریکه در آن آبیاری فاکتور اصلی و دو رقم توتون بعنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. برای ارزیابی مدل از شاخص های بیشترین خطا[1](ME)، مجذور میانگین مربعات خطا [2](RMSE)، ضریب تبیین [3](CD) ، کار آیی مدل سازی [4](EF) و ضریب باقیمانده [5](CRM) استفاده شد. مقادیر مجذور میانگین مربعات خطا و ضریب باقیمانده بترتیب در محدوده 0/0 الی 3/19 و 564/- الی 0/613- قرار گرفتند که حاکی از این دارند، مدل کراپ وات (CROPWAT) کاهش عملکرد را برای تمام حالات بیشتر از شرایط واقعی و به ویژه در تیمارهای کم آبیاری نسبت به تیمارهای آبیاری کامل بیشتر نشان می دهد.
تجزیه آماری ارقام بوسیله نرم افزار SAS و محاسبه شاخص های ارزیابی توسط نرم افزار Excel انجام گرفت.
کلمات کلیدی: توتون، کراپ وات(CROPWAT)، نیاز آبی گیاه

مقدمه

در سالهای اخیر تأمین آب بخش کشاورزی به علت تغییرات عوامل اقلیمی از جمله افزایش درجه حرارت هوا، کاهش میزان بارندگی و نامنظمی آن بویژه در طول دوره رشد گیاهان در بسیاری از مناطق مختلف دنیا که کشور ایران از آن مستثنا نیست با مشکل جدی مواجه شده است. در این راستا افزایش مصارف آب بخش کشاورزی به دلیل تغییرات عوامل اقلیمی مذکور از یک سو و افزایش مصارف آب شهری و صنعتی از سوی دیگر بناچار سهم آب کشاورزی رو به کاهش گذاشته است. دراین شرایط تنها راه مقابله با محدودیت آب در بخش کشاورزی ارائه راهکارهای نوین در زمینه مدیریت و برنامه ریزی آبیاری در جهت استفاده بهینه از منابع آب است. یکی از راهکار های نوین در شرایط محدودیت منابع آب اعمال مدیریت کم آبیاری است که در واقع کاهش محصول در واحد سطح با افزایش محصول در واحد حجم آب مصرفی قابل جبران است.

با پیشرفت تکنولوژی رایانه‌ای و کاربرد آن در علوم کشاورزی، امکان مطالعه و مدیریت بسیاری از عوامل مؤثر بر رشد گیاهان مانند آب، خاک، کود، تاریخ کاشت و شرایط اقلیمی، ساده تر از گذشته شده است (مجنونی هریس و همکاران، ۱۳۸۶). یکی از مدلهای رایانه‌ای در زمینه کشاورزی مدل CROPWAT می‌باشد. این مدل برای انجام محاسبات استاندارد برای تخمین تبخیر و تعرق گیاه مرجع، نیاز آبی گیاهان و به خصوص سهولت در طراحی و مدیریت برنامه آبیاری می‌باشد. این مدل که توسط بخش توسعه آب و خاک FAO نوشته شده است، یک مدل ساده

1-Maximum Error, 2 –Roof Mean Square Error, .3-Coefficient of Determination, 4-Modeling Efficiency
5- Coefficient of Residual Mass

بیلان آب است که امکان شبیه‌سازی تنش رطوبتی روی گیاه و محاسبه میزان کاهش محصول را بر پایه روشهای مدون برآورد تبخیر و تعرق و عکس‌العمل گیاه به تنش آبی میسر می‌سازد (رمضانی اعتدالی و همکاران، 1388). با این وجود دقت این مدل در پیش‌بینی عوامل مذکور کاملاً مشخص نیست (کاو و همکاران، 2001) و نیاز به مقایسه نتایج حاصل از آن با نتایج واقعی بدست آمده از مطالعات صحرایی دارد تا بتوان به درک صحیحی از کارآیی آن دست یافت.
هدف از انجام این تحقیق ارزیابی مدل CROPWAT 8.0 در تخمین درصد کاهش محصول دو رقم توتون(Coker 347 و PVH 19) تحت سطوح مختلف نیاز آبی گیاه در اقلیم منطقه احمد گوراب رشت از طریق مقایسه نتایج مدل با نتایج حاصل از مطالعات صحرایی بود. نتایج حاصل از این تحقیق، می تواند کاربردی چندگانه در طراحی، مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب و عملکرد محصول در مناطق تحت کشت توتون داشته باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق برای ارزیابی دقت مدل CROPWAT 8.0 در تخمین کاهش عملکرد گیاه توتون، آزمایش به صورت اسپلیت پلات با سه سطح آبیاری(50، 75 و 100 درصد نیاز آبی گیاه) و دو رقم توتون(Coker 347 و PVH 19)، در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا شد، بطوریکه در آن آبیاری فاکتور اصلی و دو رقم توتون بعنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد.

نتایج آزمایش صحرایی که در سال زراعی 1389-1388 در مرکز تحقیقات توتون رشت در قطعات 30 متر مربعی (5×6) اجرا گردیده بود با نتایج مدل مورد مقایسه قرار گرفت. هر کرت بطول 6 متر و شامل 6 ردیف کاشت به فاصله 100 سانتی‌متر بود. منطقه رشت از نظر شرایط آب و هوایی بر اساس طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم خیلی مرطوب با تابستانهای گرم است. متوسط بارش سالانه منطقه حدود 1250 میلی‌متر است که مقدار آن در طول فصل زراعی و دوره رشد گیاه (نشاء کاری تا برداشت محصول) خیلی کمتر از این مقدار است. عمل کاشت نشا ها در سوم خرداد ماه انجام گرفت.

در محاسبه و تأمین مقدار آب آبیاری مراحل زیر دنبال شد:

-دریافت پارامتر های هواشناسی از مرکز تحقیقات توتون و اداره کل هواشناسی استان گیلان(دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی، سرعت باد، ساعات آفتابی و میزان بارندگی)
- برنامه ریزی آبیاری گیاه توتون بر اساس برنامه کامپیوتری CROPWAT 8.0(فائو، 1998)
- محاسبه بارش مؤثر(Pe) براساس روش USBR(فائو، 1998)
- محاسبه ضرایب گیاهی(KC) گیاه توتون در مراحل مختلف رشد(فائو، ۱۹۹۸ و بیگلوئی و همکاران، ۱۳۸۲)
- محاسبه داده های مربوط به برخی ویژگیهای فیزیکی خاک (علیزاده، ۱۳۸۵)
- راندمان آبیاری در سیستم آبیاری شیاری 70درصد در نظر گرفته شد.

آبیاری ها بر اساس برنامه ریزی آبیاری برنامه کراپ وات برای تیمارهای آبیاری ۱۰۰%(I_1)، ۷۵%(I_2) و ۵۰% (I_3) نیاز آبی گیاه برای ارقام مختلف توتون به ترتیب با دور آبیاری 4، 2 و 1 با مقدار آب آبیاری 298/1، 194/4 و 135/5میلیمتر اعمال شد. عملیا ت داشت اعم از کود دهی، خاک دادن به پای بوته ها و سمپاشی علیه آفات و بیماریها در طی مرحلهٔ رشد انجام گرفت.

محصول کلیه تیمارها در شش چین برداشت و پس از خشکانیدن در گرمخانه توزین شدند.

1-Maximum Error, 2 –Roof Mean Square Error, .3-Coefficient of Determination, 4-Modeling Efficiency
5- Coefficient of Residual Mass

در این تحقیق ، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری گیاهان با استفاده از مدل CROPWAT 8.0 تحت ویندوز انجام شد .

برای ارزیابی دقت مدل از شا خصهای RMSE ، ME، CRM، CD و EF استفاده شد که در آنها، حداقل مقدار ME، RMSE و CD صفر است و،حداکثر مقدار EF برابر با یک می باشد. EF و CRM می توانند مقادیر منفی داشته باشند. مقدار زیاد ME نشانگر بدترین حالت کارکرد مدل است در حالی که RMSE نشان می دهد که برآورد بیش از حد و یا کمتر ازحد مدل در مقایسه با مشاهدات است. شاخص CD نسبت پراکندگی را بین مقادیر پیش بینی شد ه و اندازه گیری شده را نشان می دهد. مقادیر شاخص EF، مقدار پیش بینی ها را با میانگین اندازه گیری ها مقایسه می کند .مقدار منفی EF بیانگر ناکارآمدی مدل در تعیین بهترین تیمار کم آبیاری برای شرایطی که محدودیت آب وجود دارد. شاخص CRM نشانگر تمایل مدل برای برآورد بیش از حد و یا کمتر از حد در مقایسه با اندازه گیری ها است . چنانچه تمامی مقادیر پیش بینی و اندازه گیری شده با هم برابر شوند، مقدار عددی شاخص های RMCE، ME ،CRM برابر با صفر و مقدار CD و EF برابر با 1 خواهد بود(هامی و همکاران، 2002)..

در این تحقیق تمام شاخص های آماری فوق برای مقایسه مقادیردرصد کاهش عملکرد واقعی مشاهده شده در مطالعه صحرایی و مقادیر درصد کاهش عملکرد پیش بینی شده به وسیله مدل برای هر دو رقم توتون محاسبه گردید.

نتایج و بحث

مقایسه نتایج حاصل از پیش بینی مدل CROPWAT با نتایج صحرایی که در سال زراعی 1389-1388بدست آمده ند، نشان می دهد که مدل در کم آبیاری ها نسبت به آبیاری کامل کاهش عملکرد را بیشتر پیش بینی می کند(جدول 1). یکی از دلایل آن مربوط به برنامه ریزی آبیاری مدل می باشد که کاهش عملکرد را در شرایط تأمین صد درصد نیاز آبی گیاه حداقل 1% نشان می دهد. بعلاوه مدل تنها عامل تنش خشکی را در کاهش عملکرد لحاظ می کند. در صورتی که تنش شوری در آزمایش صحرایی می تواند عامل عملکرد باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه برنامه ریزی آبیاری توسط مدل بر اساس داده های از قبل تعیین شده صورت می گیرد لذا طول دوره رشد گیاه دست خوش برخی عوامل اقلیمی از جمله میزان بارندگی و زمان وقوع آن قرار می گیرد که با شرایط واقعی انطباق کامل ندارد.

جدول 1 نتایج کاهش عملکرد پیش بینی و مشاهده شده و شاخص های ارزیابی دقت مدل CROPWAT.

ارقام توتون	مقدار آب آبیاری	درصدکاهش محصول پیش بینی شده	درصدکاهش محصول مشاهده شده	ME	RMSE	CD	EF	CRM
Coker 347	I_1	0/1	0	0/0	0/0	0/0	1/0	-0/564
	I_2	12/6	5/51	7/09	2/66	0/655	0/344	-0/564
	I_3	30/2	21/86	8/34	2/89	1/206	-0/206	-0/564
PVH 19	I_1	1/1	0	0/0	0/0	0/0	1/0	-0/613
	I_2	14/0	3/83	10/17	3,19	0/944	0/056	-0/613
	I_3	28/9	22/76	6/14	2/48	0/527	0/473	-0/613

I_1-100% نیاز آبی گیاه، I_2-75% نیاز آبی گیاه و I_3-50% نیاز آبی گیاه

همانطوری که در جدول مشاهده می شود، بیشترین خطا (ME) در پیش بینی مدل برای رقم توتون Coker 347 در تیمار I_3 (8/34) و برای رقم PVH 19 در تیمار I_2 (10/17) است. این موضوع بیانگر این واقعیت که مدل در کم آبیاری های بیشتر و کم آبیاری های کمتر نسبت به آبیاری کامل از دقت بالایی برخوردار نیست.

همانطوری که از نتایج مربوط به شاخص RMSE نیز مشاهده می شود مدل کاهش عملکرد را تقریبا در تیمارهای کم آبیاری نسبت به تیمارهای آبیاری کامل بیشتر نشان می دهد.

شاخص تبیین(CD) بشترین مقدار را در تیمار I_3 در رقم Coker 347 نشان می دهد و بیانگر این است که اختلاف کاهش عملکرد در این تیمار آبیاری نسبت به تیمار های آبیاری(I_1 و I_2) بیشتر می باشد.

مقدار شاخص EF در تیمار آبیاری 100% نیاز آبی گیاه در هر دو رقم توتون برابر با 1/0 است. این عدد بیانگر این نکته است که بهترین پیش بینی مدل برای تیمار های آبیاری کامل است. مقادیر منفی EF بیانگر ناکارآمدی مدل در تعیین بهترین تیمار کم آبیاری برای شرایطی که محدودیت آب وجود دارد.

شاخص ضریب باقیمانده (CRM) بین نتایج مدل و نتایج مشاهده شده در مزرعه در تمام تیمارها مقادیر منفی داشته است که نشانگر این مطلب است که مدل، درصد کاهش عملکرد را برای تمامی حالات بیشتر از شرایط واقعی پیش بینی کرده است. بطور کلی نتایج نشان می دهد که مدل تمایل به برآورد بیشتر در مورد تخمین درصد کاهش عملکرد دارد. به عبارتی مدل در تخمین کاهش عملکرد بویژه در تیمار های کم آبیاری قابل اعتماد نبوده و باید در کاربرد مدل به خصوص در شرایط کم آبیاری محتاطانه عمل کرد.

منابع

بیگلوئی، م. ح.، عربانی، ح.، طهماسبی، ک. و رحمت پور، ک. 1382. تعیین ضریب گیاهی توتون (*Nicotina tobaccum*) در منطقه رشت. مجموعه مقالات سمینار سراسری لایسیمتر، جهاد دانشگاهی کرمان- 30 بهمن ماه 1382 دانشگاه شهید با هنر کرمان.

رمضانی اعتدالی، ه.، نظری، ب.، توکلی، ع. و پارسی نژاد، م. 1388. ارزیابی مدل CROPWAT در مدیریت کم‌آبیاری گندم و جو در منطقه کرج. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ج 23، ش 1، ص 119-129.

علیزاده، ا. 1385. طراحی سیستم های آبیاری. جلد اول، طراحی سیستم های آبیاری سطحی، انتشارات آستان قدس رضوی دانشگاه مشهد. 450 ص.

مجنونی هریس، آ.، زندپارسا، ش.، سپاسخواه، ع. و کامگار حقیقی، ع. 1385. ارزیابی مدل MSM و استفاده از آن برای پیش‌بینی محصول و آب مورد نیاز ذرت علوفه‌ای جهت کاشت در یک محدوده زمانی مناسب. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ش 3 (الف)، ص 83-95.

Cavero, J., Farre, I. Debaek Ph. and J.M. Faci. 2000. Simulation of Maize Yield under Water Stress withthe EPIC phase and CROPWAT Models. Agron. J. 92:679-690.

FAO. 1998. Crop Evapotranspiration; Guidelines for Computing Crop Water Requirements by R. Allen,LA. Pereira, D. Raes & M. Smith. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome.

Homaee, M., C. Dircson and R.A.Foddes.2002.Simulation of Root Water uptok.I.Nonuniform Irasient Solinity Stress Using Different Macroscopic Reduction Functions.Agr . Water Mnegment 57(2):89-109

Kuo, Sh. F., Lin B.J. and Shieh. H.J. 2001. CROPWAT Model to Evaluate Crop Water Requirements inTaiwan. International Commission on Irrigation and Drainage. 1st Asian Regional Conference, Seoul.