

## تخمین نیاز آبیاری میانگین و بحرانی گیاهان زراعی مهم استان فارس

حمیدرضا فولادمند<sup>1</sup>

تاریخ دریافت: 88/10/13 تاریخ پذیرش: 89/4/22

1- استادیار، بخش آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

مسئول مکاتبه: E-mail: [hrfoolad@yahoo.com](mailto:hrfoolad@yahoo.com)

### چکیده

نیاز آبیاری گیاه برابر با نیاز آبی منهای باران مؤثر می‌باشد. در برنامه NETWAT نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم هر منطقه در سطح کشور گزارش شده است. اما در این برنامه از داده‌های میانگین استفاده شده و لذا مقادیر نیاز آبی و نیاز آبیاری محاسبه شده در سطح احتمالاتی 50 درصد می‌باشد. در این تحقیق نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم مناطق آباده، اقلید، داراب، سددروذن، زرقان، شیراز، فسا و لار در استان فارس برای شرایط میانگین (سطح احتمال 50 درصد) و بحرانی (تبخیر- تعرق زیاد و بارندگی کم) تعیین شد. نتایج نشان داد که مقدار نیاز آبیاری گزارش شده در برنامه NETWAT در 88/5 درصد حالت‌ها کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین است. همچنین نتایج نشان داد که مقدار نیاز آبیاری گزارش شده در برنامه NETWAT در 98/1 درصد موارد کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی است. لذا با استفاده از نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم مناطق مختلف استان فارس را در شرایط میانگین و بحرانی (تبخیر- تعرق زیاد و بارندگی کم) تعیین نمود.

واژه‌های کلیدی: استان فارس، باران مؤثر، برنامه NETWAT، نیاز آبی، نیاز آبیاری

## Estimation of Mean and Critical Irrigation Requirements for the Important Agricultural Crops of Fars Province

### Hamid Reza Foladmand

Received : 3 January 2010      Accepted : 13 July 2010

<sup>1</sup>Assist. Prof., Irrigation and Drainage, Dept., Marvdasht Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

Corresponding author : E-mail: [hrfoolad@yahoo.com](mailto:hrfoolad@yahoo.com)

#### Abstract

Irrigation requirement 15 equal to the difference between water requirement and effective rainfall. The values of water irrigation requirements were reported in NETWAT program for various crops at different regions of Iran. However, the mean values were used in that program, therefore, the values of water and irrigation requirements have probability level of 50 percent. In this study, the values of mean irrigation requirement (probability level of 50 percent) and critical irrigation requirement (high evapotranspiration and low rainfall) were predicted for most important agricultural crops in some regions of Fars province such as Abadeh, Eghlid, Darab, Dorodzan Dam, Zarghan, Shiraz, Fasa and Lar. Results showed that the reported values of irrigation requirement by NETWAT program were lower than the values of mean irrigation requirement at 88.5 percent of the cases. Also, the results indicated that the reported values of irrigation requirement by NETWAT program were lower than the values of critical irrigation requirement at 98.1 percent of conditions. Therefore, it is possible to determine the values of mean and critical irrigation requirement (high evapotranspiration and low rainfall) of important agricultural crops in Fars province.

**Keywords:** Effective rainfall, Fars province, Irrigation requirement, NETWAT program, Water requirement

برابر نیاز آبی گیاه در نظر گرفته می‌شود. نیاز آبی گیاه برابر مقدار آبی است که گیاه در کل فصل برای رشد کامل و محصول‌دهی به آن نیاز دارد. روش مستقیم اندازه‌گیری تبخیر تعرق استفاده از لایسیمتر می‌باشد، برای این منظور ابتدا تبخیر- تعرق پتانسیل گیاه مرجع (چمن) محاسبه شده و سپس با استفاده از ضریب گیاهی، تبخیر- تعرق پتانسیل هر گیاه دلخواه برآورد می‌شود و تبخیر- تعرق پتانسیل گیاه در فصل رشد برابر نیاز آبی آن گیاه در نظر گرفته می‌شود. از طرف دیگر مقداری از آب مورد نیاز گیاه به وسیله باران

#### مقدمه

به خروج آب به صورت بخار از سطح خاک و روزه‌های برگ گیاه به ترتیب تبخیر و تعرق گفته می‌شود. تفکیک تبخیر و تعرق از یکدیگر در سطح مزرعه کار چندان ساده‌ای نیست، از این رو در بیشتر مواقع این دو در هم ادغام شده و به آن تبخیر- تعرق گفته می‌شود. تحقیقات مختلف نشان داده است که بیش از 99 درصد آب داده شده به گیاه صرف عمل تبخیر- تعرق شده و کمتر از یک درصد آن صرف فعالیت‌های داخلی گیاه می‌شود. بنابراین در عمل تبخیر- تعرق گیاه

اخیراً برنامه NETWAT با استفاده از آمار هواشناسی 30 ساله برای گیاهان مختلف زراعی در کلیه نقاط کشور تهیه شده است که در بسیاری از طرح‌های آبیاری نیز از آن استفاده می‌شود (علیزاده و کمالی 1386). در این برنامه نیاز آبی و نیاز آبیاری هر گیاه در دهه‌های مختلف فصل رشد بر اساس داده‌های طولانی مدت هواشناسی محاسبه شده و در پایان نیاز آبی و نیاز آبیاری محصولات مهم زراعی هر منطقه از سطح کشور تعیین شده است. اما از آنجا که برای انجام این محاسبات از میانگین چند ساله داده‌های هواشناسی هر منطقه استفاده شده است، در واقع نیاز آبی و نیاز آبیاری هر گیاه با احتمال 50 درصد محاسبه شده است. در حالی که در بعضی از موارد به نیاز آبیاری گیاه در سایر سطوح احتمالاتی احتیاج است. به عنوان مثال فولادمند (1388) در تحقیقی نیاز آبیاری چغندر قند را در مناطق مختلف استان فارس در شرایط بحرانی (نیاز آبی زیاد و باران مؤثر کم) و سطوح احتمالاتی 10 تا 90 درصد تعیین نموده است.

مناسب‌ترین روش محاسبه تبخیر- تفرق در هر منطقه باید با استفاده از آزمایش‌های لایسی‌متری تعیین گردد، اما متداول‌ترین و جدیدترین روش محاسبه تبخیر- تفرق در حال حاضر روش پنمن-مانتیت (آلن و همکاران 1998) می‌باشد و در بسیاری از نقاط دنیا سایر روش‌های محاسبه تبخیر- تفرق بر اساس این روش واسنجی شده است. در سطح استان فارس نیز معادله اولیه هارگریوز (فولادمند و حقیقت 2007) و چهار شکل جدید معادله مذکور (فولادمند و همکاران 2008)، معادله تورنتوایت (احمدی و فولادمند 2008) و معادله بلانی- کریدل (فولادمند و احمدی 2009) بر اساس معادله پنمن-مانتیت واسنجی شده و کلیه معادله‌های ذکر شده نیز در سطح این استان مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته‌اند (فولادمند 2010).

مؤثر تأمین می‌شود. باران مؤثر قسمتی از بارندگی است که در خاک نفوذ کرده و صرف رشد گیاه و یا به عبارتی دیگر صرف عمل تبخیر- تفرق می‌شود. بنابراین به طور کلی می‌توان گفت که برای تأمین نیاز آبی گیاه باید از آبیاری و باران استفاده نمود. به مقدار آب مورد نیاز در طی فصل رشد که به وسیله آبیاری در اختیار گیاه قرار داده می‌شود، نیاز آبیاری گیاه گفته می‌شود. بنابراین نیاز آبیاری گیاه برابر با تفاضل باران مؤثر از نیاز آبی گیاه می‌باشد (علیزاده 1385).

چنانچه تبخیر- تفرق روزانه و یا ماهانه طی یک دوره آماری طولانی مدت برای هر سال محاسبه شود، مشاهده خواهد شد که به دلیل تغییرات شرایط آب و هوایی در سال‌های مختلف، اعداد متفاوتی به دست خواهد آمد. به عبارت دیگر تبخیر- تفرق یک متغیر تصادفی است که از توزیع‌های آماری تبعیت می‌کند. اگر تبخیر- تفرق بر اساس میانگین چند ساله داده‌های هواشناسی محاسبه شود در واقع مثل آن است که نتیجه حاصله از فراوانی وقوع یا احتمال 50 درصد برخوردار است (علیزاده 1385). باران مؤثر نیز به عنوان جزئی از بارندگی در سال‌های مختلف از توزیع‌های آماری تبعیت می‌کند. لذا می‌توان در موارد مختلف از ترکیب احتمالاتی بارندگی و تبخیر-تفرق استفاده نمود. به عنوان مثال صادقی و همکاران (2002) با ترکیب نسبت‌های مختلف احتمالاتی بارندگی به تبخیر- تفرق، مناطق مناسب کشت گندم و جو دیم را در سطح استان فارس تعیین نمودند و مقدار بارندگی سالانه کم و تبخیر- تفرق سالانه زیاد را به عنوان حالت بحرانی در نظر گرفتند و برای این منظور از احتمال وقوع‌های 10 و 90 درصد استفاده کردند. در تحقیقی دیگر نیز، یو و همکاران (2008) برای جنوب کره نیاز آبی و نیاز آبیاری را در سطوح احتمالاتی مختلف تعیین نموده‌اند.

در هر منطقه استخراج شدند. ضریب گیاهی روزانه هر گیاه محاسبه و میانگین آنها در ماه‌های مختلف فصل رشد تعیین گردید. با محاسبه میانگین تبخیر- تعرق پتانسیل ماهانه گیاه مرجع از روش پنمن-مانتیت (آلن و همکاران 1998) بر اساس میانگین ماهانه داده‌های هواشناسی، با استفاده از معادله زیر تبخیر- تعرق پتانسیل گیاه در هر ماه محاسبه گردید:

$$ET_p = nK_c ET_0 \quad (1)$$

در معادله فوق  $ET_p$  تبخیر- تعرق پتانسیل گیاه در هر ماه از فصل رشد برحسب میلی‌متر می‌باشد که برابر نیاز آبی گیاه در آن ماه در نظر گرفته شد.  $ET_0$  میانگین تبخیر- تعرق پتانسیل ماهانه گیاه مرجع برحسب میلی‌متر در روز،  $K_c$  ضریب گیاهی و  $n$  تعداد روزهای ماه مورد نظر هستند. از داده‌های بارندگی در هر ماه سال و در هر منطقه، مقدار باران مؤثر از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا محاسبه شد (فرشی و همکاران 1376) و با کم کردن مقدار باران مؤثر ماهانه از نیاز آبی ماهانه، مقدار نیاز آبیاری هر ماه از فصل رشد محاسبه گردید. در ماه‌هایی که باران مؤثر بیشتر از نیاز آبی بود، مقدار نیاز آبیاری برابر صفر منظور شد و از رطوبت باقی‌مانده اضافی در خاک که ممکن است به ماه بعد انتقال یابد، صرف‌نظر گردید. با جمع کردن نیاز آبیاری کلیه ماه‌های فصل رشد، نیاز آبیاری گیاه در کل فصل رشد مشخص گردید. محاسبات ذکر شده برای هر گیاه در هر منطقه و برای کلیه سال‌های دارای آمار هواشناسی به طور جداگانه انجام شد. به این ترتیب برای هر گیاه در هر منطقه در سال‌های مختلف داده‌های متفاوتی به عنوان نیاز آبیاری ماهانه به دست آمد و با استفاده از نرم‌افزار SMADA مقدار نیاز آبیاری هر گیاه در هر منطقه در سطح احتمالاتی 50 درصد تعیین گردید. از طرف دیگر برای هر گیاه و در هر منطقه مجموع نیاز آبی و مجموع باران

همچنین برای ارزیابی چند روش محاسبه تبخیر- تعرق در مناطق باجگاه (فولادمند و سپاسخواه 2005) و شیراز (فولادمند 1386) نیز از روش پنمن-مانتیت استفاده شده است.

استان فارس از مهم‌ترین مناطق زراعی کشور به حساب می‌آید، اما این استان همواره با دوره‌های خشکی و خشک‌سالی مواجه می‌باشد و مسأله آب در این استان اهمیت بسیاری دارد. لذا لازم است تا آب مورد نیاز گیاهان زراعی هر منطقه از سطح این استان را در حالت بحرانی یعنی شرایط با بارندگی کم و تبخیر- تعرق زیاد تعیین نمود. همچنین لازم است تا مقادیر نیاز آبیاری تخمین زده شده به وسیله برنامه NETWAT مورد ارزیابی قرار گیرد. لذا هدف اصلی از این تحقیق، تعیین نیاز آبیاری میانگین و بحرانی گیاهان عمده زراعی این استان در مناطق مختلف می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق از روش پنمن-مانتیت (آلن و همکاران 1998) برای محاسبه نیاز آبی استفاده شده و آمار هواشناسی ایستگاه‌های آباده، اقلید، داراب، سد دروزن، زرقان، شیراز، فسا و لار در استان فارس تا پایان سال 1386 به کار رفت. آمار هواشناسی در ایستگاه‌های زرقان، شیراز و فسا از سال 1364، در آباده از سال 1365، در سد دروزن از سال 1366، در لار از سال 1370 و در اقلید و داراب از سال 1374 در دسترس بوده است. انتخاب گیاهان مهم زراعی هر منطقه بر اساس اطلاعات موجود در برنامه NETWAT، تاریخ شروع و خاتمه و زمان فصل رشد هر گیاه صورت گرفت و با استفاده از اطلاعات موجود در نشریه فائو 56 (آلن و همکاران 1998) طول مراحل چهارگانه فصل رشد و ضرایب گیاهی سه گانه هر گیاه

درصد) و مقدار گزارش شده در برنامه NETWAT ارائه شده است. با توجه به داده‌های ارائه شده در این جدول برای گیاهان مختلف، نتایج زیر به دست آمده است.

گندم: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد. حداقل نسبت فوق در زرقان (برابر 0/68) و حداکثر نسبت آن در اقلید (برابر 0/95) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای هشت منطقه مورد مطالعه 10/9 درصد است که عدد نسبتاً کمی می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای هشت منطقه مورد مطالعه برابر 0/78 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری میانگین گندم در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/78 به دست می‌آید. همچنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. حداقل نسبت فوق در فسا و لان (برابر 0/57) و حداکثر نسبت آن در اقلید (برابر 0/79) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای هشت منطقه مورد مطالعه 11/9 درصد است که عدد نسبتاً کمی می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای هشت منطقه مورد مطالعه برابر 0/65 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری بحرانی گندم در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/65 قابل تخمین است.

مؤثر از جمع نیاز آبی و باران مؤثر ماه‌های مختلف فصل رشد، برای کل فصل رشد محاسبه گردید. محاسبات ذکر شده برای هر گیاه در هر منطقه و برای کلیه سال‌های دارای آمار هواشناسی به طور جداگانه انجام شد. به این ترتیب برای هر گیاه در هر منطقه در سال‌های مختلف، داده‌های متفاوتی به عنوان نیاز آبی و باران مؤثر فصل رشد به دست آمد. بعد از آن با استفاده از نرم‌افزار SMADA مقدار نیاز آبی هر گیاه در هر منطقه در سطح احتمالاتی 90 درصد (مقدار نیاز آبی در شرایط زیاد) و مقدار باران مؤثر در سطح احتمالاتی 10 درصد (مقدار باران مؤثر در شرایط کم) تعیین گردید و تفاوت مقدار نیاز آبی در سطح احتمالاتی 90 درصد و مقدار باران مؤثر در سطح احتمالاتی 10 درصد به عنوان نیاز آبیاری بحرانی گیاه در نظر گرفته شد. البته چنانچه قبلاً نیز ذکر شد برای این تحقیق شرایط زیاد و کم به ترتیب در سطوح احتمالاتی 90 و 10 درصد در نظر گرفته شده‌اند.

### نتایج و بحث

با توجه به مطالب ذکر شده و با استفاده از نرم‌افزار SMADA نیاز آبیاری هر گیاه در سطح احتمالاتی 50 درصد همچنین نیاز آبیاری بحرانی هر گیاه در هر منطقه محاسبه گردید. در اکثر موارد بهترین توزیع برآزش یافته بر داده‌ها، توزیع لوگ‌نرمال دو پارامتری و در موارد کمی نیز توزیع لوگ‌نرمال سه پارامتری بود. در جدول 1 مقادیر نیاز آبیاری گیاهان مختلف هر منطقه در حالت‌های بحرانی، میانگین (سطح احتمال 50

جدول 1- مقادیر نیاز آبیاری سالانه (برحسب میلی‌متر) برای گیاهان مختلف در شرایط بحرانی، میانگین و مقدار گزارش شده

در برنامه NETWAT

گیاه	شرایط	آباده	اقلید	داراب	سد درودزن	زرقان	شیراز	فسا	لار
گندم	بحرانی	734	608	632	655	736	788	636	735
	50 درصد	646	502	486	585	637	686	514	566
	NETWAT	479	479	395	458	436	561	362	419
جو	بحرانی	542	424	476	426	502	542	471	567
	50 درصد	473	353	343	407	449	489	376	431
	NETWAT	417	417	311	390	381	490	277	341
ذرت دانه‌ای	بحرانی	718	681	809	845	***	878	***	829
	50 درصد	698	661	789	825	***	857	***	789
	NETWAT	512	512	600	626	***	648	***	558
چغندر قند	بحرانی	892	836	1093	971	986	1011	1264	***
	50 درصد	857	806	1056	935	948	977	1187	***
	NETWAT	801	801	1118	957	804	996	971	***
آفتابگردان	بحرانی	658	622	***	697	707	***	884	***
	50 درصد	637	603	***	680	689	***	744	***
	NETWAT	556	556	***	621	526	***	645	***
لوبیا	بحرانی	613	578	687	***	763	784	673	***
	50 درصد	586	547	671	***	732	756	653	***
	NETWAT	514	514	572	***	586	733	436	***
گوجه‌فرنگی	بحرانی	866	817	973	***	***	971	919	1021
	50 درصد	834	783	877	***	***	939	769	934
	NETWAT	728	728	866	***	***	818	615	811
سیب‌زمینی	بحرانی	***	***	502	***	1102	1146	***	592
	50 درصد	***	***	376	***	1062	1106	***	462
	NETWAT	***	***	347	***	850	1060	***	376
پنبه	بحرانی	***	***	1160	***	***	***	1071	***
	50 درصد	***	***	1127	***	***	***	1015	***
	NETWAT	***	***	1142	***	***	***	791	***

\*\*\* در این مناطق گیاه مربوطه کشت نمی‌شود و یا سطح زیر کشت آن بسیار کم است.

دانه‌ای در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/75 به دست می‌آید. همچنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. حداقل نسبت فوق در لار (برابر 0/67) و حداکثر نسبت آن در اقلید (برابر 0/75) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای شش منطقه مورد مطالعه 4 درصد است که بسیار کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای شش منطقه مورد مطالعه برابر 0/73 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری بحرانی ذرت دانه‌ای در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/73 قابل تخمین است.

چغندر قند: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای مناطق داراب، سد درودزن و شیراز بیشتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد، اما برای سایر مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین است. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/82) و حداکثر نسبت آن در داراب (برابر 1/06) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای هفت منطقه مورد مطالعه 9/7 درصد است که عدد نسبتاً کمی می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای هفت منطقه مورد مطالعه برابر 0/96 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری میانگین چغندر قند در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/96 به دست می‌آید. همچنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT در داراب بیشتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد، اما برای سایر مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی است. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/77) و حداکثر نسبت آن در داراب (برابر 1/02) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای

جو: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای مناطق اقلید و شیراز بیشتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد، اما برای سایر مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین است. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/74) و حداکثر نسبت آن در اقلید (برابر 1/18) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای هشت منطقه مورد مطالعه 15/1 درصد است که عدد نسبتاً کمی می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای هشت منطقه مورد مطالعه برابر 0/91 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری میانگین جو در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/91 به دست می‌آید. همچنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/59) و حداکثر نسبت آن در اقلید (برابر 0/98) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای هشت منطقه مورد مطالعه 19/6 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای هشت منطقه مورد مطالعه برابر 0/77 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری بحرانی جو در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/77 قابل تخمین است.

ذرت دانه‌ای: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد. حداقل نسبت فوق در لار (برابر 0/71) و حداکثر نسبت آن در اقلید (برابر 0/77) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای شش منطقه مورد مطالعه 3/2 درصد است که بسیار کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای شش منطقه مورد مطالعه برابر 0/75 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری میانگین ذرت

حداکثر نسبت آن در شیراز (برابر 0/97) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای شش منطقه مورد مطالعه 12/7 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای شش منطقه مورد مطالعه برابر 0/85 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری میانگین لوبیا در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/85 به دست می‌آید. همچنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/65) و حداکثر نسبت آن در شیراز (برابر 0/93) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای شش منطقه مورد مطالعه 12/3 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای شش منطقه مورد مطالعه برابر 0/82 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری بحرانی لوبیا در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/82 قابل تخمین است.

گوجه‌فرنگی: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/8) و حداکثر نسبت آن در داراب (برابر 0/99) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای شش منطقه مورد مطالعه 7/2 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای شش منطقه مورد مطالعه برابر 0/89 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری میانگین گوجه‌فرنگی در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/89 به دست می‌آید. همچنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/67) و حداکثر نسبت آن در اقلید و داراب (برابر 0/89) به دست آمده است.

هفت منطقه مورد مطالعه 10/4 درصد است که عدد کمی می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای هفت منطقه مورد مطالعه برابر 0/92 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری بحرانی چغندر قند در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/92 قابل تخمین است (فولادمند، 1388).

آفتابگردان: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد. حداقل نسبت فوق در زرقان (برابر 0/76) و حداکثر نسبت آن در اقلید (برابر 0/92) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای پنج منطقه مورد مطالعه 7/3 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای پنج منطقه مورد مطالعه برابر 0/87 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری میانگین آفتابگردان در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/87 به دست می‌آید. همچنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/73) و حداکثر نسبت آن در اقلید و سد درودزن (برابر 0/89) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای پنج منطقه مورد مطالعه 9/6 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای پنج منطقه مورد مطالعه برابر 0/82 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری بحرانی آفتابگردان در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/82 قابل تخمین است.

لوبیا: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد. حداقل نسبت فوق در فسا (برابر 0/67) و



از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد. از طرف دیگر مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای هر دو منطقه داراب و فسا کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. با توجه به آن‌که وضعیت نیاز آبیاری این گیاه تنها برای دو منطقه در سطح استان فارس بررسی شده است، لذا یک نتیجه کلی برای تمام سطح استان به دست نمی‌آید.

### نتیجه‌گیری

تحقیقات مشابه با این تحقیق در سطح استان فارس و سایر مناطق کشور انجام نشده است تا نتایج این تحقیق با آنها مقایسه شود. اما به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در منطقه مورد مطالعه:

الف- مقادیر نیاز آبیاری ارائه شده در برنامه NETWAT از کل 52 گیاه در 46 مورد (88/5 درصد) کمتر از مقادیر نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد. بنابراین در استان فارس استفاده از مقادیر ارائه شده در برنامه NETWAT که در بسیاری از طرح‌های آبیاری متداول شده است، چندان مناسب نمی‌باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود مشابه این تحقیق برای دیگر استان‌های کشور نیز انجام شود تا صحت برنامه NETWAT مورد ارزیابی قرار گیرد.

ب- مقادیر نیاز آبیاری ارائه شده در برنامه ETWAT از کل 52 گیاه در 51 مورد (98/1 درصد) کمتر از مقادیر نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. بنابراین با استفاده از نتایج این تحقیق در استان فارس می‌توان مقدار نیاز آبیاری بحرانی گیاهان ذکر شده را از روی مقادیر ارائه شده در برنامه NETWAT تخمین زد.

ضریب تغییرات نسبت فوق برای شش منطقه مورد مطالعه 10/1 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای شش منطقه مورد مطالعه برابر 0/82 می‌باشد. بنابراین به طور کلی می‌توان گفت که نیاز آبیاری بحرانی گوجه‌فرنگی در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/82 قابل تخمین است.

سیب‌زمینی: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمالاتی 50 درصد) می‌باشد. حداقل نسبت فوق در زرقان (برابر 0/8) و حداکثر نسبت آن در داراب (برابر 0/92) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای چهار منطقه مورد مطالعه 9 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای چهار منطقه مورد مطالعه برابر 0/87 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری میانگین سیب‌زمینی در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/87 به دست می‌آید. همچنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT برای کلیه مناطق کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی می‌باشد. حداقل نسبت فوق در لار (برابر 0/64) و حداکثر نسبت آن در شیراز (برابر 0/92) به دست آمده است. ضریب تغییرات نسبت فوق برای چهار منطقه مورد مطالعه 16/7 درصد است که نسبتاً کم می‌باشد. میانگین نسبت فوق نیز برای چهار منطقه مورد مطالعه برابر 0/76 می‌باشد. بنابراین نیاز آبیاری بحرانی سیب‌زمینی در استان فارس، از تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد 0/76 قابل تخمین است.

پنبه: مقدار نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT در داراب بیشتر و در فسا کمتر

## منابع مورد استفاده

- علیزاده ا. 1385. طراحی سیستم‌های آبیاری. جلد اول: طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- علیزاده ا. و کمالی غ ع. 1386. نیاز آبی گیاهان در ایران. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- فرشی ع ا، شریعتی م ر، جاراللهی ر، قائمی م ر، شهابی فر م. و تولائی م م. 1376. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. جلد اول: گیاهان زراعی. نشر آموزش کشاورزی.
- فولادمند ح ر. 1386. ارزیابی پنج روش محاسبه تبخیرتعرق ماهانه در منطقه شیراز. مجله علوم کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران. جلد 13 ویژه‌نامه 2: 379-371.
- فولادمند ح ر. 1388. برآورد نیاز آبیاری چغندر قند در مناطق مختلف استان فارس در شرایط بحرانی و سطوح مشخص احتمال. مجله چغندر قند. جلد 25 شماره 2: 162-153.
- Ahmadi SH, and Fooladmand HR. 2008. Spatially distributed monthly reference evapotranspiration derived from the calibration of Thornthwaite equation: a case study, South of Iran. *Irrigation Science*. 26: 303-312.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. *Irrigation and Drainage Paper*. No. 56. FAO. United Nations, Rome, Italy.
- Fooladmand HR. 2010. Evaluation of some equations for estimating evapotranspiration in south of Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*. (Accepted).
- Fooladmand HR, and Ahmadi SH. 2009. Monthly spatial calibration of Blaney-Criddle equation for calculating monthly ETo in south of Iran. *Irrigation and Drainage*. 58: 234-245.
- Fooladmand HR, and Haghghat M. 2007. Spatial and temporal calibration of Hargreaves equation for calculating monthly ETo based on Penman-Monteith method. *Irrigation and Drainage*. 56: 439-449.
- Fooladmand HR, and Sepaskhah AR. 2005. Evaluation and calibration of three evapotranspiration equations in a semi-arid region. *Iran-Water Resources Research*. 1(2): 1-6.
- Fooladmand HR, Zandilak H, and Ravanan MH. 2008. Comparison of different types of Hargreaves equation for estimating monthly evapotranspiration in the south of Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 54: 321-330.
- Sadeghi AR, Kamgar-Haghighi AA, Sepaskhah AR, Khalili D, and Zand-Parsa Sh. 2002. Regional classification for dryland agriculture in southern Iran. *Journal of Arid Environments*. 50: 333-341.
- Yoo SH, Choi JY, and Jang MW. 2008. Estimation of design water requirement using FAO Penman-Monteith and optimal probability distribution function in South Korea. *Agricultural Water Management*. 95: 845-853.

- Erturk, GA Sonmez, I Unal Soomen A 2008. The Validation of the snow cover mapping derived from NOAA AVHRR/3 OVER Turkey. Proceeding of EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Darmstadt, Germany, EUMETSAT P. 52, CD-ROM ISBN 978-92-9110-082-8, ISSN 1011-3932.
- Jagadeesh A, Zhang B, Govindaraju R, 2000. Comparison of ANNs and empirical approaches for predicting watershed runoff. Journal of Water Resources Planning and Management 126: 156-166.
- Mohammadi K, Eslami HR, and Dayyani Dardashti, Sh, 2005. Comparison of regression, ARIMA, and ANN models for reservoir inflow forecasting using snowmelt equivalent (a case study of Karaj). Journal of Agriculture Science Technology, 7: 17-30.

Archive of SID