تخمین نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم استان فارس در سطوح گوناگون احتمال

حمیدرضا فولادمند[۱]

تاریخ دریافت:۸۹/۴/۲۲ تاریخ پذیرش:۹۰/۱/۱۸

چکیده

نیاز آبیاری گیاه برابر با نیاز آبی منهای باران مؤثر می‌باشد. در برنامه‌ی NETWAT نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم هر منطقه در سطح کشور گزارش شده است، اما در این برنامه داده‌های میانگین مورد استفاده قرار گرفته و لذا مقادیر نیاز آبی و نیاز آبیاری محاسبه شده در سطح احتمالاتی ۵۰ درصد می‌باشند، در حالی که در بعضی شرایط لازم است تا نیاز آبیاری گیاه در سطوح گوناگون احتمال تعیین شود. به همین علت، در این پژوهش نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم مناطق آباده، اقلید، داراب، سددرورزن، زرقان، شیراز، فسا و لار در استان فارس در سال‌های گوناگون دارای آمار محاسبه شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار SMADA نیاز آبیاری هر گیاه در هر منطقه در سطوح احتمالاتی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد تعیین گردید. نتایج نشان دادند که در بیش‌تر موارد نیاز آبیاری ارایه شده در برنامه‌ی NETWAT با مقادیر محاسبه شده در این پژوهش متفاوت می‌باشد. لذا، با استفاده از نتایج به دست آمده در این پژوهش با دقت بیشتری می‌توان نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم هر منطقه را در طوح گوناگون احتمال تعیین کرد.

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

۱- استادیار آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت hrfoolad@yahoo.com

مقدمه

به خارج شدن آب از سطح خاک مرطوب تبخیر و از سطح روزنه‌های برگ گیاه تعرق گفته می‌شود. از آن‌جا که تفکیک تبخیر و تعرق از یکدیگر در سطح مزرعه کار چندان آسانی نیست، لذا این دو در هم ادغام شده و به آن تبخیرتعرق گفته می‌شود. نتایج پژوهش‌های گوناگون نشان داده‌اند که بیش از ۹۹ درصد آب داده شده به گیاه صرف عمل تبخیرتعرق شده و کمتر از یک درصد آن صرف فعالیت‌های داخلی گیاه می‌گردد. لذا در عمل تبخیر تعرق پتانسیل گیاه برابر با نیاز آبی گیاه منظور می‌گردد. نیاز آبی گیاه برابر مقدار آبی است که گیاه در کل فصل رشد برای رشد کامل و محصول‌دهی به آن نیاز دارد. برای اندازه‌گیری مستقیم تبخیرتعرق پتانسیل هر گیاه دلخواه می‌توان از لایسیمتر استفاده کرد، اما آزمایش‌های لایسیمتری وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشند. لذا در بیشتر موارد به جای اندازه‌گیری مستقیم تبخیرتعرق پتانسیل گیاه از روش‌های محاسباتی استفاده می‌شود. برای این منظور ابتدا تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع (چمن) محاسبه گردیده و سپس با استفاده از ضریب گیاهی، تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مورد نظر تخمین زده شده و مجموع تبخیرتعرق پتانسیل گیاه در فصل رشد برابر با نیاز آبی آن گیاه منظور می‌گردد. از طرف دیگر مقداری از آب مورد نیاز گیاه به وسیله‌ی باران مؤثر تأمین می‌شود. باران مؤثر قسمتی از بارندگی است که در خاک نفوذ کرده و صرف رشد گیاه و یا به عبارتی دیگر صرف تبخیرتعرق می‌گردد. از طرف دیگر به مقدار آب مورد نیاز در طی فصل رشد که به وسیله‌ی آبیاری در اختیار گیاه قرار داده می‌شود، نیاز آبیاری گیاه گفته می‌شود. لذا می‌توان گفت که نیاز آبیاری گیاه برابر با تفاضل باران مؤثر از نیاز آبی گیاه می‌باشد (فولادمند، ۱۳۸۸ الف).

محاسبات نیاز آبی و نیاز آبیاری در طرح‌ها معمولاً به صورت احتمالاتی صورت می‌گیرد. اگر تبخیرتعرق ماهانه طی یک دوره‌ی آماری طولانی مدت برای سال‌های گوناگون محاسبه شود، به دلیل تغییرات شرایط آب و هوایی اعداد متفاوتی به دست خواهند آمد. به عبارت دیگر تبخیرتعرق یک فرایند تصادفی است که از توزیع‌های آماری تبعیت می‌کند و چنانچه بر اساس میانگین چند ساله‌ی داده‌های هواشناسی محاسبه گردد، به طور کلی هرچه احتمال وقوع تبخیرتعرق بیشتر در نظر گرفته شود، مقدار آن افزایش یافته و اطمینان از برآورد نمودن آب مورد نیاز گیاه نیز بیشتر می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۵).

پروئیت و همکاران (۱۹۷۲) با استفاده از مقادیر روزانه‌ی اندازه‌گیری شده‌ی تبخیرتعرق به وسیله لایسیمتر در منطقه‌ی کالیفرنیای مرکزی و نیکسون و همکاران (۱۹۷۲) در منطقه‌ی ساحلی کالیفرنیا منحنی‌های توزیع تبخیرتعرق روزانه را در سطوح گوناگون احتمال تهیه کردند. رایت و جنسن (۱۹۷۲) نیز برای منطقه‌ی کیمبرلی واقع در ایالت آیداهو آمریکا منحنی‌های توزیع تبخیرتعرق روزانه را با استفاده از معادله‌ی پنمن، در سطوح گوناگون احتمال تهیه کردند. نیکبخت و میرلطیفی (۱۳۸۱) منحنی‌های توزیع تبخیرتعرق پتانسیل روزانه‌ی گیاه مرجع را در سطوح احتمال وقوع متفاوت برای منطقه‌ی تهران با استفاده از ۳۰ سال داده‌های هواشناسی تهیه کردند. در پژوهش دیگری نیکبخت و همکاران (۱۳۸۶) تبخیرتعرق گیاه را در سطوح احتمالاتی گوناگون برای سد علویان در مراغه در استان آذربایجان شرقی محاسبه و منحنی‌های میانگین تبخیرتعرق روزانه‌ی گیاهان الگوی کشت را برای دوره‌های یک الی ۳۰ روزه‌ی حداکثر نیاز آبی با احتمال وقوع‌های متفاوت محاسبه کردند. شریفان (۱۳۸۶) نیز برای گرگان مقدار تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع و تبخیرتعرق پتانسیل گیاهان زراعی شاخص منطقه را برای هر روز سال در دوره‌ی آماری ۲۰ ساله محاسبه کرده و سپس مقادیر تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع و تبخیرتعرق پتانسیل هر یک از گیاهان زراعی شاخص منطقه را در سطوح احتمالاتی گوناگون و برای دوره‌های یک تا ۳۰ روزه برآورد نمود. آزمایش‌هایی نیز در بعضی نقاط استان فارس برای تعیین نیاز آبی بعضی گیاهان زراعی انجام شده‌اند. به عنوان مثال نیاز آبی گندم با آزمایش‌های لایسیمتری در سال‌های زراعی ۷۹-۱۳۷۸ تا ۸۱-۱۳۸۰ در منطقه‌ی زرقان به ترتیب برابر با ۷۲۰، ۷۱۲ و ۶۷۴ میلی‌متر به دست آمده است (نیازی و همکاران، ۱۳۸۴).

بمنظور برآورد سریع و یکنواخت توزیع حجمی آب در کل کشور در سال ۱۳۷۸ سند ملی آب کشور با همکاری

وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نیرو و سازمان هواشناسی تهیه و پس از تصویب به اجرا گذاشته شد و برای تهیه‌ی آن از آمار سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۵ استفاده شد. عرفانیان و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی برای استان خراسان رضوی با استفاده از آمار هواشناسی سال‌های اخیر و کل سال‌های دارای آمار، نیاز آبیاری گیاهان را محاسبه کرده و با نتایج ارایه شده در سند ملی مقایسه کردند و افزایش ۴۷ تا ۴۸ درصدی تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع را گزارش نمودند که این موضوع نشان‌دهنده‌ی لزوم بازنگری و به روز رسانی سند ملی آب می‌باشد. اخیراً نیز برنامه‌ی NETWAT برای گیاهان گوناگون زراعی در کلیه‌ی نقاط کشور تهیه شده است که در بسیاری از طرح‌های آبیاری نیز از آن استفاده می‌شود (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۶). در این برنامه نیاز آبی و نیاز آبیاری هر گیاه در دهه‌های گوناگون 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 از میانگین چند ساله داده‌های هواشناسی برای انجام این محاسبات در هر منطقه استفاده شده است، در واقع نیاز آبی و نیاز آبیاری هر گیاه با احتمال ۵۰ درصد محاسبه شده است. فولادمند (۱۳۸۸ب) در پژوهشی نیاز آبیاری چغندرقند را در نقاط گوناگون استان فارس در سطوح احتمالاتی ۱۰ تا ۹۰ درصد و شرایط بحرانی (تبخیرتعرق زیاد و بارندگی کم) محاسبه کرد و نتایج را با مقادیر ارایه شده در برنامه‌ی NETWAT مقایسه نمود. در پژوهش دیگری فولادمند (۱۳۸۹) نیاز آبیاری گیاهان زراعی مهم استان فارس را در شرایط بحرانی و میانگین محاسبه کرد و با نتایج ارایه شده در برنامه‌ی NETWAT مقایسه نمود. نتایج پژوهش‌های فولادمند (۱۳۸۸ب) و فولادمند (۱۳۸۹) نشان‌دهنده‌ی اختلافی قابل توجه بین مقادیر نیاز آبیاری ارایه شده در برنامه‌ی NETWAT با مقادیر محاسبه شده در این دو پژوهش دارد. از طرف دیگر در برنامه‌ی NETWAT تنها نیاز آبیاری میانگین (سطح احتمال ۵۰ درصد) ارایه شده است، در حالی که در برخی از موارد برای حصول اطمینان بیشتر ممکن است محاسبه‌ی نیاز آبیاری در سطوح احتمالاتی بیشتر مورد احتیاج باشد.

استان فارس که از مهم‌ترین مناطق زراعی کشور به حساب می‌آید، در بیشتر مواقع با دوره‌های خشکی و خشک‌سالی مواجه بوده و آب در این استان اهمیت بسیاری دارد. لذا لازم است تا با دقت بیشتری آب مورد نیاز گیاهان زراعی هر منطقه از سطح این استان در سطوح گوناگون احتمال تعیین شود. از این رو هدف اصلی این پژوهش تعیین نیاز آبیاری گیاهان عمده‌ی زراعی این استان در سطوح گوناگون احتمال می‌باشد. از طرف دیگر، متداول‌ترین و جدیدترین روش محاسبه‌ی تبخیرتعرق در حال حاضر معادله پنمن- مانتیت (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) است. این معادله در بعضی از پژوهش‌های انجام شده در سطح استان فارس مبنای واسنجی سایر معادله‌های تخمین تبخیرتعرق نیز بوده است (فولادمند، ۱۳۸۶، فولادمند و سپاسخواه، ۲۰۰۵، فولادمند و حقیقت، ۲۰۰۷، فولادمند و همکاران، ۲۰۰۸، احمدی و فولادمند، ۲۰۰۸، فولادمند و احمدی، ۲۰۰۹ و فولادمند، ۲۰۱۱). لذا با توجه به نبودن داده‌های لایسیمتری کافی در سطح استان فارس، در این پژوهش برای محاسبه تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع و نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاه، از روش پنمن- مانتیت استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش مناطق آباده، اقلید، داراب، سد دورزن، زرقان، شیراز، فسا و لار در استان فارس که دارای ایستگاه‌های سینوپتیک با بیش از ۱۰ سال داده‌های هواشناسی می‌باشند، در نظر گرفته شدند. طول دوره‌ی آماری هر یک از ایستگاه‌های انتخابی در جدول ۱ ارایه شده است. سپس گیاهان مهم زراعی هر منطقه انتخاب و بر اساس داده‌های موجود در برنامه‌ی NETWAT، تاریخ‌های شروع و خاتمه و دوره‌ی رشد هر گیاه نیز تعیین گردیدند.

جدول ۱- طول دوره‌ی آماری هر یک از ایستگاه‌های انتخابی.

ایستگاه	سال‌های دارای آمار	ایستگاه	سال‌های دارای آمار
آباده	۱۳۶۵-۱۳۸۶	زرقان	۱۳۶۴-۱۳۸۶
اقلید	۱۳۷۴-۱۳۸۶	شیراز	۱۳۶۴-۱۳۸۶
داراب	۱۳۷۴-۱۳۸۶	فسا	۱۳۶۴-۱۳۸۶
سد درودزن	۱۳۶۶-۱۳۸۶	لار	۱۳۷۰-۱۳۸۶

پس از آن، با استفاده از داده های موجود در نشریه‌ی فائو ۵۶ (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) طول مراحل چهارگانه‌ی فصل رشد (مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی) و ضرایب گیاهی سه گانه‌ی هر گیاه (مراحل ابتدایی، میانی و انتهایی) در هر منطقه استخراج شدند. سپس ضریب گیاهی روزانه هر گیاه محاسبه و بعد از آن میانگین ضریب گیاهی هر گیاه در ماه‌های گوناگون فصل رشد محاسبه گردید. میانگین تبخیرتعرق پتانسیل ماهانه‌ی گیاه مرجع نیز از معادله پنمن- مانتیت (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) بر اساس میانگین ماهانه‌ی داده‌های هواشناسی محاسبه شد. سپس با استفاده از رابطه‌ی زیر تبخیرتعرق پتانسیل گیاه در هر ماه تعیین گردید:

$$ET_p = nK_cET_o \quad (۱)$$

در رابطه‌ی بالا ET_P: مجموع تبخیر تعرق پتانسیل گیاه در هر ماه از فصل رشد (میلی‌متر) است که برابر نیاز آبی گیاه در آن ماه در نظر گرفته می‌شود، ET_o: میانگین تبخیر تعرق پتانسیل ماهانه‌ی گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)، K_C: ضریب گیاهی و n: تعداد روزهای ماه مورد نظر می‌باشد. از طرف دیگر با استفاده از داده‌های بارندگی در هر ماه سال و در هر منطقه، مقدار باران مؤثر هر ماه از فصل رشد از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا محاسبه شد (فولادمند، ۱۳۸۸ الف) و با کم کردن مقدار باران مؤثر ماهانه از نیاز آبی ماهانه، نیاز آبیاری هر ماه از فضل رشد تعیین گردید. در ماه‌هایی نیز که باران مؤثر بیشتر از نیاز آبی بود، نیاز آبیاری برابر با صفر منظور شد. سپس با جمع کردن نیاز آبیاری کلیه‌ی ماه‌های فصل رشد، نیاز آبیاری گیاه در کل دوره‌ی رویش تعیین گردید. محاسبات مزبور برای هر گیاه در هر منطقه و برای کلیه‌ی سال‌های دارای آمار هواشناسی به طور جداگانه انجام شد. به این ترتیب برای هر گیاه در هر منطقه در سال‌های گوناگون داده‌های متفاوتی به عنوان نیاز آبیاری به دست آمد. در پایان با استفاده از نرم‌افزار SMADA نیاز آبیاری هر گیاه در هر منطقه در سطوح احتمالاتی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد تعیین گردید.

نتایج و بحث

در بیش‌تر موارد بهترین توزیع برازش یافته بر داده‌ها، توزیع لوگ‌نرمال دو فراسنجی و در موارد محدودی نیز توزیع لوگ‌نرمال سه فراسنجی بود. در جدول‌های ۲ تا ۹ به ترتیب نیاز آبیاری گندم، جو، ذرت دانه‌ای، چغندرقند، آفتابگردان، لوبیا، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی در هر منطقه در سطوح احتمالاتی ۱۰ تا ۹۰ درصد و همچنین نیاز آبیاری گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT ارایه شده‌اند. نتایج ارایه شده در جدول‌های ۲ تا ۹ برای گیاهان گوناگون در ادامه خلاصه شده‌اند.

جدول ۲- نیاز آبیاری گندم در سطوح احتمالاتی گوناگون مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق گوناگون (میلی‌متر).

حالت	آباده	اقلید	داراب	سد درودزن	زرقان	شیراز	فسا	لار
۱۰ درصد	۵۷۱	۴۰۰	۳۰۴	۴۸۳	۵۳۵	۵۸۱	۴۰۶	۴۲۷
۲۰ درصد	۵۹۵	۴۳۳	۳۶۹	۵۱۶	۵۶۸	۶۱۵	۴۴۰	۴۷۱
۳۰ درصد	۶۱۴	۴۵۷	۴۱۴	۵۴۱	۵۹۳	۶۴۱	۴۶۷	۵۰۵
۴۰ درصد	۶۳۰	۴۸۰	۴۵۲	۵۶۳	۶۱۶	۶۶۴	۴۹۱	۵۳۶
۵۰ درصد	۶۴۶	۵۰۲	۴۸۶	۵۸۵	۶۳۷	۶۸۶	۵۱۴	۵۶۶
۶۰ درصد	۶۶۲	۵۲۵	۵۲۰	۶۰۷	۶۶۰	۷۰۹	۵۳۸	۵۹۹
۷۰ درصد	۶۷۹	۵۵۰	۵۵۵	۶۳۳	۶۸۵	۷۳۴	۵۶۶	۶۳۵
۸۰ درصد	۷۰۰	۵۸۲	۵۹۵	۶۶۳	۷۱۵	۷۶۵	۶۰۰	۶۸۱
۹۰ درصد	۷۳۱	۶۲۹	۶۴۹	۷۰۹	۷۵۹	۸۰۹	۶۵۰	۷۵۰
NETWAT	۴۷۹	۴۷۹	۳۹۵	۴۵۸	۴۳۶	۵۶۱	۳۶۲	۴۱۹

جدول ۳- نیاز آبیاری جو در سطوح احتمالاتی گوناگون مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق گوناگون (میلی‌متر).

حالت	آباده	اقلید	داراب	سد درودزن	زرقان	شیراز	فسا	لار
۱۰ درصد	۴۱۱	۲۶۷	۲۲۶	۳۱۹	۳۶۶	۴۰۳	۲۸۱	۳۱۵
۲۰ درصد	۴۳۱	۲۹۳	۲۶۱	۳۴۷	۳۹۳	۴۳۱	۳۱۰	۳۵۱
۳۰ درصد	۴۴۷	۳۱۴	۲۹۰	۳۶۹	۴۱۳	۴۵۲	۳۳۴	۳۷۹
۴۰ درصد	۴۶۰	۳۳۴	۳۱۶	۳۸۸	۴۳۱	۴۷۱	۳۵۵	۴۰۵
۵۰ درصد	۴۷۳	۳۵۳	۳۴۳	۴۰۷	۴۴۹	۴۸۹	۳۷۶	۴۳۱
۶۰ درصد	۴۸۶	۳۷۲	۳۷۳	۴۲۸	۴۶۷	۵۰۸	۳۹۸	۴۵۸
۷۰ درصد	۵۰۱	۳۹۵	۴۰۷	۴۵۰	۴۸۸	۵۲۹	۴۲۳	۴۸۹
۸۰ درصد	۵۱۸	۴۲۳	۴۵۲	۴۷۸	۵۱۳	۵۵۵	۴۵۴	۵۲۹
۹۰ درصد	۵۴۴	۴۶۶	۵۲۱	۵۲۰	۵۵۰	۵۹۳	۵۰۲	۵۸۹
NETWAT	۴۱۷	۴۱۷	۳۱۱	۳۹۰	۳۸۱	۴۹۰	۲۷۷	۳۴۱

جدول ۴- نیاز آبیاری ذرت دانه‌ای در سطوح احتمالاتی گوناگون مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق گوناگون (میلی‌متر).

حالت	آباده	اقلید	داراب	سد درودزن	شیراز	لار
۱۰ درصد	۶۸۰	۶۴۳	۷۷۰	۸۰۵	۸۳۶	۷۴۴
۲۰ درصد	۶۸۶	۶۴۹	۷۷۶	۸۱۲	۸۴۴	۷۵۹
۳۰ درصد	۶۹۰	۶۵۴	۷۸۱	۸۱۷	۸۴۹	۷۷۰
۴۰ درصد	۶۹۴	۶۵۸	۷۸۵	۸۲۱	۸۵۳	۷۸۰
۵۰ درصد	۶۹۸	۶۶۱	۷۸۹	۸۲۵	۸۵۷	۷۸۹
۶۰ درصد	۷۰۲	۶۶۵	۷۹۳	۸۲۹	۸۶۱	۷۹۸
۷۰ درصد	۷۰۶	۶۶۹	۷۹۷	۸۳۴	۸۶۶	۸۰۸
۸۰ درصد	۷۱۰	۶۷۴	۸۰۲	۸۳۹	۸۷۱	۸۲۰
۹۰ درصد	۷۱۷	۶۸۰	۸۰۹	۸۴۶	۸۷۸	۸۳۶
NETWAT	۵۱۲	۵۱۲	۶۰۰	۶۲۶	۶۴۸	۵۵۸

جدول ۵- نیاز آبیاری چغندرقند در سطوح احتمالاتی گوناگون مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق گوناگون (میلی‌متر).

حالت	آباده	اقلید	داراب	سد درودزن	زرقان	شیراز	فسا
۱۰ درصد	۸۲۳	۷۸۲	۱۰۱۳	۸۹۸	۹۱۰	۹۴۲	۱۱۲۰
۲۰ درصد	۸۳۵	۷۹۰	۱۰۲۷	۹۱۱	۹۲۳	۹۵۴	۱۱۴۲
۳۰ درصد	۸۴۳	۷۹۶	۱۰۳۸	۹۲۰	۹۳۲	۹۶۲	۱۱۵۹
۴۰ درصد	۸۵۱	۸۰۱	۱۰۴۸	۹۲۸	۹۴۱	۹۷۰	۱۱۷۳
۵۰ درصد	۸۵۷	۸۰۶	۱۰۵۶	۹۳۵	۹۴۸	۹۷۷	۱۱۸۷
۶۰ درصد	۸۶۴	۸۱۱	۱۰۶۵	۹۴۳	۹۵۶	۹۸۴	۱۲۰۰
۷۰ درصد	۸۷۲	۸۱۶	۱۰۷۵	۹۵۱	۹۶۵	۹۹۲	۱۲۱۵
۸۰ درصد	۸۸۱	۸۲۲	۱۰۸۶	۹۶۰	۹۷۵	۱۰۰۱	۱۲۳۲
۹۰ درصد	۸۹۳	۸۳۱	۱۱۰۲	۹۷۳	۹۸۹	۱۰۱۳	۱۲۵۷
NETWAT	۸۰۱	۸۰۱	۱۱۱۸	۹۵۷	۸۰۴	۹۹۶	۹۷۱

جدول ۶- نیاز آبیاری آفتابگردان در سطوح احتمالاتی گوناگون مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق گوناگون (میلی‌متر).

حالت	آباده	اقلید	سد درودزن	زرقان	فسا
۱۰ درصد	۶۱۴	۵۸۲	۶۶۳	۶۷۲	۶۹۸
۲۰ درصد	۶۲۲	۵۸۹	۶۶۹	۶۷۸	۷۰۹
۳۰ درصد	۶۲۸	۵۹۴	۶۷۳	۶۸۲	۷۲۰
۴۰ درصد	۶۳۲	۵۹۹	۶۷۷	۶۸۶	۷۳۱
۵۰ درصد	۶۳۷	۶۰۳	۶۸۰	۶۸۹	۷۴۴
۶۰ درصد	۶۴۱	۶۰۷	۶۸۴	۶۹۳	۷۶۰
۷۰ درصد	۶۴۶	۶۱۱	۶۸۷	۶۹۷	۷۸۱
۸۰ درصد	۶۵۲	۶۱۷	۶۹۲	۷۰۱	۸۱۰
۹۰ درصد	۶۶۰	۶۲۴	۶۹۷	۷۰۸	۸۶۵
NETWAT	۵۵۶	۵۵۶	۶۲۱	۵۲۶	۶۴۵

جدول ۷- نیاز آبیاری لوبیا در سطوح احتمالاتی گوناگون مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق گوناگون (میلی‌متر).

حالت	آباده	اقلید	داراب	زرقان	شیراز	فسا
۱۰ درصد	۵۵۴	۵۱۶	۶۵۵	۷۰۱	۷۲۷	۶۲۸
۲۰ درصد	۵۶۵	۵۲۶	۶۶۰	۷۱۲	۷۳۷	۶۳۷
۳۰ درصد	۵۷۳	۵۳۴	۶۶۴	۷۱۹	۷۴۴	۶۴۳
۴۰ درصد	۵۷۹	۵۴۱	۶۶۸	۷۲۶	۷۵۰	۶۴۸
۵۰ درصد	۵۸۶	۵۴۷	۶۷۱	۷۳۲	۷۵۶	۶۵۳
۶۰ درصد	۵۹۲	۵۵۳	۶۷۴	۷۳۹	۷۶۲	۶۵۸
۷۰ درصد	۵۹۹	۵۶۰	۶۷۸	۷۴۶	۷۶۸	۶۶۴
۸۰ درصد	۶۰۷	۵۶۹	۶۸۲	۷۵۴	۷۷۶	۶۷۰
۹۰ درصد	۶۱۹	۵۸۰	۶۸۷	۷۶۵	۷۸۶	۶۷۹
NETWAT	۵۱۴	۵۱۴	۵۷۲	۵۸۶	۷۳۳	۴۳۶

جدول ۸- نیاز آبیاری گوجه‌فرنگی در سطوح احتمالاتی گوناگون مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق گوناگون (میلی‌متر).

حالت	آباده	اقلید	داراب	شیراز	فسا	لار
۱۰ درصد	۸۰۰	۷۵۱	۷۷۷	۹۰۶	۷۱۶	۸۴۷
۲۰ درصد	۸۱۲	۷۶۲	۸۱۰	۹۱۷	۷۲۹	۸۷۶
۳۰ درصد	۸۲۰	۷۷۰	۸۳۵	۹۲۵	۷۴۲	۸۹۷
۴۰ درصد	۸۲۷	۷۷۷	۸۵۶	۹۳۲	۷۵۵	۹۱۶
۵۰ درصد	۸۳۴	۷۸۳	۸۷۷	۹۳۹	۷۶۹	۹۳۴
۶۰ درصد	۸۴۱	۷۹۰	۸۹۸	۹۴۶	۷۸۶	۹۵۲
۷۰ درصد	۸۴۸	۷۹۷	۹۲۱	۹۵۳	۸۰۹	۹۷۲
۸۰ درصد	۸۵۷	۸۰۵	۹۴۸	۹۶۲	۸۴۱	۹۹۵
۹۰ درصد	۸۶۹	۸۱۷	۹۸۸	۹۷۳	۹۰۱	۱۰۲۹
NETWAT	۷۲۸	۷۲۸	۸۶۶	۸۱۸	۶۱۵	۸۱۱

جدول ۹- نیاز آبیاری سیب‌زمینی در سطوح احتمالاتی گوناگون مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق گوناگون (میلی‌متر).

حالت	داراب	زرقان	شیراز	لار
۱۰ درصد	۲۵۶	۱۰۱۴	۱۰۶۳	۳۴۷
۲۰ درصد	۲۹۲	۱۰۳۰	۱۰۷۷	۳۸۳
۳۰ درصد	۳۲۱	۱۰۴۲	۱۰۸۸	۴۱۱
۴۰ درصد	۳۴۸	۱۰۵۲	۱۰۹۸	۴۳۷
۵۰ درصد	۳۷۶	۱۰۶۲	۱۱۰۶	۴۶۲
۶۰ درصد	۴۰۵	۱۰۷۱	۱۱۱۵	۴۸۹
۷۰ درصد	۴۴۰	۱۰۸۲	۱۱۲۵	۵۱۹
۸۰ درصد	۴۸۴	۱۰۹۴	۱۱۳۶	۵۵۷
۹۰ درصد	۵۵۲	۱۱۱۲	۱۱۵۲	۶۱۵
NETWAT	۳۴۷	۸۵۰	۱۰۶۰	۳۷۶

گندم: نیاز آبیاری گزارش شده‌ی این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق آباده، سد درودزن، زرقان، شیراز، فسا و لار حتی از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کمتر است. اما در منطقه‌ی اقلید نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه‌ی NETWAT تقریباً برابر نیاز آبیاری به دست آمده در سطح احتمال ۴۰ درصد و در داراب بین نیاز آبیاری به دست آمده در سطح احتمال ۲۰ و ۳۰ درصد می‌باشد.

جو: نیاز آبیاری گزارش شده‌ی این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برای منطقه‌ی آباده کمی بیشتر از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد، در اقلید نزدیک به نیاز آبیاری در سطح احتمال ۸۰ درصد، در داراب و سد درودزن نزدیک به نیاز آبیاری در سطح احتمال ۴۰ درصد، در زرقان و لار بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ و ۲۰ درصد، در شیراز تقریباً برابر نیاز آبیاری در سطح احتمال ۵۰ درصد و در فسا کمی کمتر از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد می‌باشد.

ذرت دانه‌ای: نیاز آبیاری گزارش شده‌ی این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برای کلیه‌ی مناطق آباده، اقلید، داراب، سد درودزن، شیراز و لار حتی از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کمتر است.

چغندرقند: نیاز آبیاری گزارش شده‌ی این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق آباده، زرقان و فسا حتی از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کمتر است. اما در منطقه‌ی اقلید نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برابر با نیاز آبیاری به دست آمده در سطح احتمال ۴۰ درصد، در داراب بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ و ۲۰ درصد و در مناطق سد درود زن و شیراز بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۷۰ و ۸۰ درصد می‌باشد.

آفتابگردان: نیاز آبیاری گزارش شده‌ی این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برای کلیه‌ی مناطق آباده، اقلید، سد درودزن، زرقان و فسا حتی از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کمتر است.

لوبیا: نیاز آبیاری گزارش شده‌ی این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق آباده، داراب، زرقان و فسا حتی از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کمتر است. اما در منطقه‌ی اقلید نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه‌ی NETWAT تقریباً برابر با نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد و در شیراز بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ و ۲۰ درصد می‌باشد.

گوجه‌فرنگی: نیاز آبیاری گزارش شده‌ی این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برای مناطق آباده، اقلید، شیراز، فسا و لار حتی از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کمتر است. اما در منطقه‌ی داراب نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه‌ی NETWAT بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۴۰ و ۵۰ درصد می‌باشد.

سیب‌زمینی: نیاز آبیاری گزارش شده‌ی این گیاه در برنامه‌ی NETWAT برای منطقه زرقان حتی از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کمتر است. اما در منطقه‌ی داراب نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه‌ی NETWAT تقریباً برابر با نیاز آبیاری در سطح احتمال ۴۰ درصد، در شیراز تقریباً برابر نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد و در لار بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ و ۲۰ درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان دادند که نیاز آبیاری گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT که در واقع در سطح احتمال ۵۰ درصد می‌باشد، با نیاز آبیاری گیاهان گوناگون در سطح احتمال ۵۰ درصد در مناطق انتخاب شده اختلاف قابل توجهی دارد. از جمله دلایل این اختلاف می‌تواند تفاوت سال‌های آماری به کار رفته در برنامه ذکر شده و این پژوهش باشد. چنین نتیجه‌ای به وسیله‌ی عرفانیان و همکاران (۱۳۸۹) در استان خراسان رضوی نیز با مقایسه‌ی نتایج محاسبه شده‌ی نیاز آبیاری با ارقام ذکر شده در سند ملی گزارش شده است. لذا توصیه می‌شود که برای گیاهان مهم زراعی استان فارس در مناطق مزبور به جای استفاده از مقادیر گزارش شده در برنامه‌ی NETWAT در سطوح گوناگون احتمال، از نتایج به دست آمده در این پژوهش و برای شرایط بحرانی (تبخیرتعرق زیاد و بارندگی کم) از مقادیر به دست آمده به وسیله‌ی فولادمند (۱۳۸۹) استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که مشابه پژوهش حاضر و پژوهش انجام شده به وسیله‌ی فولادمند (۱۳۸۹) برای دیگر استان‌های کشور نیز انجام شود تا کارایی برنامه‌ی NETWAT برای برآورد نیاز آبیاری گیاهان گوناگون مورد ارزیابی دقیقی قرار گیرد.

منابع

۱- شریفان، ح. ۱۳۸۶. بررسی آب مورد نیاز گیاهان در دوره‌های گوناگون حداکثر نیاز آبی. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۱(۲): ۸۷-۹۴.

۲- عرفانیان، م.، ا. علیزاده و آ. محمدیان. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات احتمالی نیاز کنونی آبیاری گیاهان نسبت به ارقام مندرج در سند ملی آبیاری (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۴(۳): ۴۷۸-۴۹۲.

۳- علیزاده، ا. ۱۳۸۵. طراحی سیستم‌های آبیاری. جلد اول: طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).

۴- علیزاده، ا. و غ. ع. کمالی. ۱۳۸۶. نیاز آبی گیاهان در ایران. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).

۵- فولادمند، ح. ر. ۱۳۸۶. ارزیابی پنج روش محاسبه تبخیرتعرق ماهانه در منطقه شیراز. علوم کشاورزی. ۱۳(ویژه‌نامه ۲): ۳۷۱-۳۷۹.

۶- فولادمند، ح. ر. ۱۳۸۸ الف. اصول آبیاری. انتشارات نوید شیراز. چاپ اول.

۷- فولادمند، ح. ر. ۱۳۸۸ ب. برآورد نیاز آبیاری چغندرقند در مناطق گوناگون استان فارس در شرایط بحرانی و سطوح مشخص احتمال. مجله چغندرقند. ۲۵(۲): ۱۵۳-۱۶۲.

۸- فولادمند، ح. ر. ۱۳۸۹ تخمین نیاز آبیاری میانگین و بحرانی گیاهان زراعی مهم استان فارس. دانش آب و خاک. ۲۰(۲): ۱۸۷-۱۹۶.

۹- نیازی، ج.، ح. ر. فولادمند، س. ح. احمدی و ژ. وزیری. ۱۳۸۴. نیاز آبی و ضریب گیاهی گندم در منطقه زرقان استان فارس. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۹(۱): ۱-۸.

۱۰- نیکبخت، ج.، و س. م. میرلطیفی. ۱۳۸۱. تأثیر روش محاسبه ET_O ، احتمال وقوع و طول دوره حداکثر مصرف آب بر تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع. مجله علوم خاک و آب. ۱۶(۲): ۲۲۳-۲۳۱.

۱۱- نیکبخت، ج.، ک. محمدی، و م. احتشامی. ۱۳۸۶. برآورد تبخیرتعرق واقعی گیاه در سطح احتمالاتی متفاوت: مطالعه موردی در مراغه، آذربایجان شرقی. علوم کشاورزی. ۱۳(۱): ۹۵-۱۰۶.

12- Ahmadi ,S. H., and H. R. Fooladmand. 2008. Spatially distributed monthly reference evapotranspiration derived from the calibration of Thornthwaite equation: a case study, south of Iran. Irrig. Sci. 26: 303-312.

13- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Irrigation and Drainage Paper. No. 56. FAO. United Nations, Rome, Italy.

14- Fooladmand, H. R. 2011. Evaluation of some equations for estimating evapotranspiration in south of Iran. Arch. Agron. Soil Sci. (Accepted).

15- Fooladmand, H. R., and S. H. Ahmadi. 2009. Monthly spatial calibration of Blaney-Criddle equation for calculating monthly ETo in south of Iran. Irrig. Drain. 58: 234-245.

16- Fooladmand, H. R., and M. Haghighat. 2007. Spatial and temporal calibration of Hargreaves equation for calculating monthly ET_o based on Penman-Monteith method. Irrig. Drain. 56: 439-449.

17- Fooladmand, H. R., and A. R. Sepaskhah. 2005. Evaluation and calibration of three evapotranspiration equations in a semi-arid region. Iran-Water Resour. Res. 1(2): 1-6.

18- Fooladmand, H. R., H. Zandilak, and M. H. Ravanan. 2008. Comparison of different types of Hargreaves equation for estimating monthly evapotranspiration in the south of Iran. Arch. Agron. Soil Sci. 54: 321-330.

19- Nixon, P. R., G. P. Lawless, and G. V. Richardson. 1972. Coastal California evapotranspiration frequencies. Proceeding of the American Society of Civil Engineers, J. Irrig. Drain. Div. IR2: 185-191.

20- Pruitt, W. O., S. Von Oettigen, and D. L. Morgan. 1972. Central California evapotranspiration frequencies. Proceeding of the American Society of Civil Engineers, J. Irrig. Drain. Div. IR2: 177-184.

21- Wright, J. L., and M. E. Jensen. 1972. Peak water requirements in southern Idaho. Proceeding of the American Society of Civil Engineers, J. Irrig. Drain. Div. IR2: 193-201.