

## برآورد نیاز آبیاری چغندر قند در مناطق مختلف استان فارس در شرایط بحرانی و سطوح مشخص احتمال

### Estimation of sugarbeet irrigation requirement in different regions of Fars province in critical conditions and definite probability levels

حمیدرضا فولادمند<sup>۱\*</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۹؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۴

ح. ر. فولادمند. ۱۳۸۸. برآورد نیاز آبیاری چغندر قند در مناطق مختلف استان فارس در شرایط بحرانی و سطوح مشخص احتمال. مجله چغندر قند

۱۵۳-۱۶۲: (۲) ۲۵

#### چکیده

نیاز آبیاری گیاه عبارت است از نیاز آبی منهای باران مؤثر که با منظور کردن راندمان کاربرد آب قابل برآورد است. در برنامه NETWAT نیاز آبی و نیاز آبیاری چغندر قند در نقاط مختلف ایران برآورد شده است. اما از آنجایی که در این برنامه از داده‌های میانگین استفاده شده است، لذا مقادیر نیاز آبی و نیاز آبیاری گزارش شده در سطح احتمال ۵۰ درصد است. در این تحقیق با استفاده از داده‌های هواشناسی طولانی‌مدت، نیاز آبیاری چغندر قند در مناطق آباد، اقلید، داراب، سد درورزن، زرقان، شیراز و فسا در استان فارس در سطوح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد (با فاصله ۱۰ درصد) و شرایط بحرانی (تبخیر تعرق زیاد و بارندگی کم) تعیین شد. نتایج نشان داد نیاز آبیاری بحرانی چغندر قند در نقاط مختلف استان فارس با نیاز آبیاری این گیاه در سطح احتمال ۹۰ درصد برابر است. همچنین نیاز آبیاری برآورد شده در برنامه NETWAT در نقاط مختلف استان فارس برابر ۹۲ درصد نیاز آبیاری بحرانی این گیاه است. از طرف دیگر، با توجه به روابط همبستگی ارائه شده در این تحقیق امکان تعیین نیاز آبیاری چغندر قند در سطح احتمال مشخص و شرایط بحرانی برای مناطق مختلف استان فارس وجود دارد.

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

\* - نویسنده مسئول [hrfoolad@yahoo.com](mailto:hrfoolad@yahoo.com)

۱- استادیار آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

## مقدمه

بنابراین، نیاز آبیاری گیاه برابر با تفاضل باران مؤثر از نیاز آبی گیاه باتوجه به راندمان کاربرد آب در مزرعه قابل برآورد است.

محاسبه‌های نیاز آبی و نیاز آبیاری در پروژه‌ها معمولاً به صورت احتمالاتی صورت می‌گیرد. اگر تبخیرتعرق روزانه / ماهانه طی یک دوره آماری طولانی مدت برای هر سال محاسبه شود، به دلیل تغییر شرایط آب و هوایی در سال‌های مختلف، اعداد متفاوتی به دست خواهد آمد. به عبارت دیگر، تبخیرتعرق یک متغیر تصادفی است که از توزیع‌های آماری تبعیت می‌کند. اگر تبخیرتعرق بر اساس میانگین چندساله داده‌های هواشناسی محاسبه شود در واقع مثل آن است که نتیجه حاصله از فراوانی وقوع یا احتمال وقوع ۵۰ درصد برخوردار است. به طور کلی هرچه احتمال وقوع تبخیرتعرق بیش‌تر در نظر گرفته شود، مقدار آن افزایش می‌یابد و اطمینان برآورد آب موردنیاز گیاه نیز بیش‌تر می‌شود (علیزاده ۱۳۸۵). نیکبخت و میرلطیفی (۱۳۸۱) منحنی‌های توزیع تبخیرتعرق پتانسیل روزانه گیاه مرجع را در سطوح متفاوت احتمال وقوع برای منطقه تهران با استفاده از ۳۰ سال داده‌های هواشناسی تهیه کردند. در تحقیق دیگری نیکبخت و همکاران (۱۳۸۶) تبخیرتعرق گیاه را در سطوح مختلف احتمالات برای سد علویان در مراغه در استان آذربایجان شرقی تهیه و منحنی‌های میانگین تبخیرتعرق روزانه گیاهان الگوی کشت برای دوره‌های یک الی ۳۰ روزه حداکثر نیاز آبی با احتمالات وقوع متفاوت را محاسبه کردند. شریفان (۱۳۸۶) نیز برای گرگان مقدار تبخیرتعرق

به خارج شدن آب از سطح خاک مرطوب و روزنه‌های برگ گیاه به ترتیب تبخیر و تعرق گفته می‌شود. تفکیک تبخیر و تعرق از یکدیگر در سطح مزرعه امکان‌پذیر نیست، لذا معمولاً این دو فرآیند در هم ادغام و به تبخیرتعرق موسوم است. بیش از ۹۹ درصد آب مصرفی گیاه بدون در نظر گرفتن تلفات، صرف عمل تبخیرتعرق می‌شود و کم‌تر از یک درصد آن به مصرف فعالیت‌های داخلی گیاه می‌رسد. لذا در عمل تبخیرتعرق پتانسیل گیاه برابر نیاز آبی آن منظور می‌شود. نیاز آبی گیاه برابر مقدار آبی است که گیاه در کل فصل رشد به آن نیاز دارد. برای اندازه‌گیری مستقیم تبخیرتعرق پتانسیل هر گیاه دلخواه از جمله چغندرقد می‌توان از لایسیمتر استفاده کرد، اما استفاده از لایسیمتر وقت‌گیر و پرهزینه است. به همین دلیل در بیشتر موارد به جای اندازه‌گیری مستقیم تبخیرتعرق پتانسیل گیاه، این مقدار با بهره‌گیری از روش‌های غیرمستقیم برآورد می‌شود. برای این منظور ابتدا تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع (چمن) محاسبه و سپس با استفاده از ضریب گیاهی، تبخیرتعرق پتانسیل گیاه موردنظر تخمین زده می‌شود و مجموع تبخیرتعرق پتانسیل گیاه در فصل رشد برابر نیاز آبی آن گیاه در نظر گرفته می‌شود. از طرف دیگر، مقداری از آب موردنیاز گیاه به وسیله باران مؤثر تأمین می‌شود. باران مؤثر قسمتی از بارندگی است که در خاک نگه‌داری و صرف تبخیرتعرق می‌شود. بنابراین می‌توان گفت برای تأمین نیاز آبی گیاه باید از آبیاری و باران استفاده شود.

توزیع مکانی تبخیرتعرق پتانسیل چغندرقد در سطح استان تهران تهیه شد.

اخیراً برنامه NETWAT توسط تعدادی از محققان آبیاری برای گیاهان مختلف زراعی در کلیه نقاط کشور تهیه شده است که در بسیاری از طرح‌های آبیاری از آن استفاده می‌شود. در این برنامه نیاز آبی و نیاز آبیاری هر گیاه از جمله چغندرقد در دوره‌های مختلف ده روزه فصل رشد بر اساس داده‌های طولانی مدت هواشناسی محاسبه 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 چندساله داده‌های هواشناسی هر منطقه استفاده شده است، نیاز آبی و نیاز آبیاری هر گیاه با احتمال وقوع ۵۰ درصد تعیین شده است، در حالی که در بعضی موارد برای اطمینان بیشتر شاید به محاسبه نیاز آبی و نیاز آبیاری در سطح احتمالات بالاتر نیاز باشد که این موضوع با استفاده از این برنامه قابل تعیین نیست. از سوی دیگر، محصول چغندرقد که کشت آن در نقاط مختلف استان فارس متداول است، همواره با دوره‌های خشکی و خشک‌سالی مواجه بوده و مسأله آب در آن اهمیت بسیار بالایی دارد. به همین دلیل تعیین میزان آب موردنیاز چغندرقد در منطقه‌های مختلف این استان در شرایط بحرانی (بارندگی کم و تبخیرتعرق زیاد) ضروری است. لذا هدف اصلی از این مطالعه تعیین نیاز آبیاری چغندرقد در سطوح احتمالاتی مختلف و همچنین حالت بحرانی در نقاط مختلف استان فارس است. متداول‌ترین و جدیدترین روش

پتانسیل گیاه مرجع و تبخیرتعرق پتانسیل گیاهان زراعی شاخص منطقه را برای هر روز سال در دوره آماری ۲۰ ساله محاسبه و سپس مقادیر تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع و تبخیرتعرق پتانسیل هر یک از گیاهان زراعی شاخص منطقه را در سطوح احتمالاتی مختلف و برای دوره‌های یک تا ۳۰ روزه برآورد کرد.

باران مؤثر نیز به عنوان جزئی از بارندگی در سال‌های مختلف از توزیع‌های آماری تبعیت می‌کند. به همین علت می‌توان در موارد مختلف از ترکیب احتمالاتی بارندگی و تبخیرتعرق استفاده کرد. به‌عنوان مثال صادقی و همکاران (Sadeghi et al. 2002) با ترکیب نسبت‌های مختلف احتمالاتی بارندگی به تبخیرتعرق، مناطق مناسب کشت گندم و جو دیم را در سطح استان فارس تعیین کردند و مقدار بارندگی سالانه کم و تبخیرتعرق سالانه زیاد را به عنوان حالت بحرانی در نظر گرفتند و برای این منظور به ترتیب از احتمالات وقوع ۱۰ و ۹۰ درصد استفاده کردند.

چغندرقد یکی از دو منبع اصلی تولید قند در ایران است که تقریباً در تمام مناطق کشور کشت می‌شود و یا قابل کشت است. شهابی‌فر و همکاران (۱۳۸۳) برای برآورد تبخیرتعرق و نیاز آبی چغندرقد با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی استان تهران، ابتدا تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع را از روش هارگریوز (Hargreaves) محاسبه کردند و سپس نیاز آبی چغندرقد را با توجه به ضرایب گیاهی حاصل برای هر منطقه تخمین زدند و در ادامه با استفاده از تکنیک‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌های

طول دوره رشد چغندرقد در هر منطقه انتخاب و با استفاده از اطلاعات موجود در نشریه فائو ۵۶ (Allen et al. 1998) طول مراحل چهارگانه فصل رشد و ضرایب گیاهی دوره‌های مذکور برای چغندرقد در هر منطقه استخراج شد. سپس ضریب گیاهی روزانه و میانگین آن در ماه‌های مختلف فصل رشد محاسبه شد. میانگین تبخیرتعرق پتانسیل ماهانه گیاه مرجع نیز از روش پنمن - ماتیت (Allen et al. 1998) براساس میانگین ماهانه داده‌های هواشناسی محاسبه شد. سپس با استفاده از معادله زیر تبخیرتعرق پتانسیل چغندرقد در هر ماه تعیین شد:

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

در معادله فوق  $ET_p$ ، مجموع تبخیرتعرق پتانسیل چغندرقد در هر ماه از فصل رشد بر حسب میلی‌متر که برابر نیاز آبی چغندرقد در آن ماه در نظر گرفته می‌شود،  $ET_o$ ، میانگین تبخیرتعرق پتانسیل روزانه هر ماه گیاه مرجع بر حسب میلی‌متر در روز،  $K_c$ ، ضریب گیاهی چغندرقد و  $n$ ، تعداد روزهای ماه موردنظر است. 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 (فرشی و همکاران ۱۳۸۲) محاسبه و با کم کردن مقدار باران مؤثر ماهانه از نیاز آبی ماهانه، مقدار نیاز آبیاری هر ماه از فصل رشد تعیین شد. در ماه‌هایی که باران مؤثر بیش‌تر از نیاز آبی بود، مقدار نیاز آبیاری برابر صفر منظور و از رطوبت باقی‌مانده اضافی در خاک که ممکن است به ماه بعد انتقال یابد، صرف‌نظر شد. سپس با

برآورد تبخیرتعرق در حال حاضر، روش پنمن - ماتیت (Allen et al. 1998) است به طوری که در بسیاری از نقاط دنیا سایر روش‌های برآورد تبخیرتعرق بر پایه این روش واسنجی شده است. در سطح استان فارس نیز معادله اولیه هارگریوز (Fooladmand and Haghghat 2007)، چهار شکل جدید معادله هارگریوز (Fooladmand et al. 2008)، معادله تورنت‌وایت (Ahmadi and Fooladmand 2008) و معادله بلانی - کریدل (Fooladmand and Ahmadi 2009) بر پایه معادله پنمن - ماتیت واسنجی و هم‌چنین، برای ارزیابی چند روش محاسبه تبخیرتعرق در مناطق باجگاه (Fooladmand and Sepaskhah 2005) و شیراز (فولادمند ۱۳۸۶) نیز از روش پنمن - ماتیت استفاده شده است. بر همین اساس در این مطالعه برای برآورد تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع و نیاز آبی و نیاز آبیاری چغندرقد، از روش پنمن - ماتیت استفاده شد.

## مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه مناطق آباد، اقلید، داراب، سد درورزن، زرقان، شیراز و فسا در استان فارس که از مراکز تولید چغندرقد محسوب می‌شوند و دارای ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک با بیش‌از ۱۰ سال داده‌های هواشناسی هستند، در نظر گرفته شدند. طول دوره آماری و مشخصات هر یک از ایستگاه‌های انتخابی در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس اطلاعات موجود در برنامه NETWAT، تاریخ شروع، خاتمه و

شرایط زیاد و کم به ترتیب در سطح احتمال ۹۰ و ۱۰ درصد در نظر گرفته شدند.

### نتایج و بحث

در جدول ۲ ضریب گیاهی ماه‌های مختلف فصل رشد و هم‌چنین طول فصل رشد چغندرقد در هر منطقه ارائه شده است. با توجه به مطالب ذکر شده نیاز آبیاری چغندرقد در هر منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد و نیاز آبی و باران مؤثر هر منطقه در سطح احتمال ۱۰ و ۹۰ درصد با استفاده از نرم‌افزار SMADA تعیین شد. در اکثر موارد، بهترین توزیع برآزش یافته بر داده‌ها، توزیع لوگ‌نرمال دو پارامتری و در موارد محدودی نیز توزیع لوگ‌نرمال سه پارامتری بود. در جدول ۳ مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در هر منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد، نیاز آبیاری بحرانی و هم‌چنین مقدار نیاز آبیاری گزارش شده در برنامه NETWAT ارائه شده است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۳ برای مناطق مختلف نتایج زیر به‌دست آمد.

**آبادیه:** مقدار نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در برنامه NETWAT در این منطقه از مقدار نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کم‌تر است. چنانچه مشاهده می‌شود اختلاف مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در این منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد ۷۰ میلی‌متر و نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد در این منطقه تقریباً برابر نیاز آبیاری در سطح احتمال ۹۰ درصد است.

**اقلید:** مقدار نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در

جمع کردن نیاز آبیاری کلیه ماه‌های فصل رشد، نیاز آبیاری چغندرقد در کل فصل رشد تعیین شد. محاسبات ذکر شده برای هر منطقه و برای کلیه سال‌های دارای آمار هواشناسی به‌طور جداگانه انجام شد. به این ترتیب برای چغندرقد در هر منطقه در سال‌های مختلف داده‌های متفاوتی به عنوان نیاز آبیاری ماهانه به‌دست آمد. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار SMADA مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در هر منطقه در سطح احتمال ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد تعیین شد.

جهت تعیین نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد (یعنی شرایط تبخیرتغرق زیاد و بارندگی کم) در هر منطقه، مجموع نیاز آبی و مجموع باران مؤثر به‌طور جداگانه از جمع نیاز آبی و باران مؤثر ماه‌های مختلف فصل رشد، برای کل فصل رشد محاسبه شد. این محاسبات نیز در هر منطقه و برای کلیه سال‌های دارای آمار هواشناسی به‌طور جداگانه انجام شد. به این ترتیب برای چغندرقد در هر منطقه در سال‌های مختلف داده‌های متفاوتی به عنوان نیاز آبی و باران مؤثر در کل فصل رشد به دست آمد. بعداز آن با استفاده از نرم‌افزار SMADA مقدار نیاز آبی و باران مؤثر چغندرقد در کل فصل رشد در هر منطقه در سطح احتمال ۱۰ و ۹۰ درصد تعیین شد. مقدار نیاز آبیاری را در شرایط بحرانی برای چغندرقد در کل فصل رشد و برای هر منطقه از تفاضل مقدار نیاز آبی در شرایط زیاد (احتمال وقوع ۹۰ درصد) و مقدار باران مؤثر در شرایط کم (احتمال وقوع ۱۰ درصد) به‌دست آمد. البته چنانچه ذکر شد برای این مطالعه

**شیراز:** مقدار نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در برنامه NETWAT در این منطقه بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۷۰ و ۸۰ درصد قرار دارد. چنانچه مشاهده می‌شود اختلاف مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در این منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد ۷۱ میلی‌متر و نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد تقریباً برابر نیاز آبیاری در سطح احتمال ۹۰ درصد است.

**فسا:** مقدار نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در برنامه NETWAT در این منطقه از مقدار نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کم‌تر است. چنانچه مشاهده می‌شود اختلاف مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در این منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد ۱۳۷ میلی‌متر و نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد کمی بیش از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۹۰ درصد است.

هم‌چنین روابطی به صورت رگرسیون سه متغیره خطی برای تخمین مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در سطح احتمال مختلف و حالت بحرانی برحسب متغیرهای ارتفاع از سطح دریا و طول و عرض جغرافیایی، در کل سطح استان فارس به صورت زیر منتج شد:

$$IR_m = a + bE + cLon + dLat \quad (2)$$

در معادله فوق  $IR_m$ ، نیاز آبیاری چغندرقد در سطوح مختلف احتمال و هم‌چنین حالت بحرانی که زیرنویس  $m$  بیانگر حالت‌های مختلف است؛  $E$ ، ارتفاع از سطح دریا بر حسب متر؛  $Lon$ ، طول جغرافیایی برحسب درجه؛  $Lat$ ، عرض جغرافیایی برحسب درجه و  $a$ ،  $b$ ،  $c$  و  $d$  نیز ضرایب رگرسیون هستند. نتایج به‌دست آمده

برنامه NETWAT در این منطقه برابر نیاز آبیاری در سطح احتمال ۴۰ درصد است. چنانچه مشاهده می‌شود اختلاف مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در این منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد ۴۹ میلی‌متر و نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد کمی بیش‌تر از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۹۰ درصد است.

**داراب:** در این منطقه مقدار نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در برنامه NETWAT از نیاز آبیاری در سطح احتمال ۹۰ درصد نیز بیش‌تر است. چنانچه مشاهده می‌شود اختلاف مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در این منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد ۸۹ میلی‌متر و نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۸۰ و ۹۰ درصد قرار دارد.

**سد درودزن:** مقدار نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در برنامه NETWAT در این منطقه بین نیاز آبیاری در سطح احتمال ۷۰ و ۸۰ درصد واقع شده‌است. چنانچه مشاهده می‌شود اختلاف مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در این منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد ۷۵ میلی‌متر و نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد تقریباً برابر نیاز آبیاری در سطح احتمال ۹۰ درصد است.

**زرقان:** مقدار نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در برنامه NETWAT در این منطقه از مقدار نیاز آبیاری در سطح احتمال ۱۰ درصد نیز کم‌تر است. چنانچه مشاهده می‌شود اختلاف مقدار نیاز آبیاری چغندرقد در این منطقه در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد ۷۹ میلی‌متر و نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد تقریباً برابر نیاز آبیاری در سطح احتمال ۹۰ درصد است.

۰/۸۹۸، ۰/۹۵۸، ۱/۰۲۳، ۰/۹۸۶، ۰/۸۱۵، ۰/۹۸۵ و ۰/۷۶۸ به دست آمد که میانگین آن‌ها برابر ۰/۹۱۹ است. چنانچه مشاهده می‌شود این نسبت تنها در داراب کمی بزرگ‌تر از یک بود، اما برای سایر مناطق نسبت فوق کوچک‌تر از یک است. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد نیاز آبیاری چغندرقد بنابر برآورد برنامه NETWAT در نقاط مختلف استان فارس به‌طور میانگین حدود ۰/۹۲ نیاز آبیاری بحرانی این گیاه است. مقدار نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد در نقاط مختلف استان فارس با تقسیم نیاز آبیاری گزارش شده این گیاه در برنامه NETWAT به عدد ۰/۹۲ به دست می‌آید.

### سپاسگزاری

این مقاله از قسمتی از طرح تحقیقاتی "توزیع مکانی نیاز آبیاری گیاهان مهم استان فارس" استخراج شده است که با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت انجام شده است. بدین‌وسیله از زحمات مسئولین و معاونت پژوهشی این دانشگاه سپاسگزاری می‌شود.

برای سطح احتمالات مختلف و حالت بحرانی در جدول ۴ ارائه شده است. چنانچه در این جدول مشاهده می‌شود ضریب  $R^2$  کلیه معادله‌ها نسبتاً قابل قبول است. لذا با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۴ می‌توان با استفاده از ارتفاع و طول و عرض جغرافیایی هر محل در استان فارس، مقدار نیاز آبیاری چغندرقد را در سطح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد و حالت بحرانی تخمین زد.

در این مطالعه نسبت بین نیاز آبیاری بحرانی به نیاز آبیاری چغندرقد در سطح احتمال ۹۰ درصد برای مناطق آباده، اقلید، داراب، سدرودزن، زرقان، شیراز و فسا به‌ترتیب برابر ۰/۹۹۹، ۱/۰۰۶، ۰/۹۹۲، ۰/۹۹۸، ۰/۹۹۷، ۰/۹۹۸ و ۱/۰۰۶ به دست آمد که میانگین آن‌ها برابر ۰/۹۹۹ است. بنابراین نتایج این تحقیق نشان داد که نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد در نقاط مختلف استان فارس با نیاز آبیاری چغندرقد در سطح احتمال ۹۰ درصد برابر است. همچنین نسبت بین نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در برنامه NETWAT به نیاز آبیاری بحرانی این گیاه برای مناطق آباده، اقلید، داراب، سدرودزن، زرقان، شیراز و فسا به‌ترتیب برابر

جدول ۱ دوره آماری و مشخصات جغرافیائی هریک از ایستگاه‌های انتخابی

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	دوره آماری	تعداد سال آماری
آباده	۳۱ درجه و ۱۱ دقیقه	۵۲ درجه و ۴۰ دقیقه	۲۰۳۰	۱۳۶۵-۱۳۸۶	۲۲
اقلید	۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه	۵۲ درجه و ۳۸ دقیقه	۲۳۰۰	۱۳۷۴-۱۳۸۶	۱۳
داراب	۲۸ درجه و ۴۷ دقیقه	۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه	۱۰۹۸/۲	۱۳۷۴-۱۳۸۶	۱۳
سد درودزن	۳۰ درجه و ۱۳ دقیقه	۵۲ درجه و ۲۶ دقیقه	۱۶۲۰	۱۳۶۶-۱۳۸۶	۲۱
زرقان	۲۹ درجه و ۴۷ دقیقه	۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه	۱۵۹۶	۱۳۶۴-۱۳۸۶	۲۳
شیراز	۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه	۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه	۱۴۸۴	۱۳۶۴-۱۳۸۶	۲۳
فسا	۲۸ درجه و ۵۸ دقیقه	۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه	۱۲۸۸/۳	۱۳۶۴-۱۳۸۶	۲۳

جدول ۲ ضریب گیاهی (KC) چغندر قند در ماه‌های مختلف و متوسط طول فصل رشد در مناطق مورد مطالعه

ماه	آباده	اقلید	داراب	سدرودزن	زرقان	شیراز	فسا
فروردین	-----	-----	۰/۳۵	-----	-----	-----	۰/۳۵
اردیبهشت	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵
خرداد	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۶۱	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۵۴
تیر	۰/۶۹	۰/۶۹	۱/۱۵	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۰/۹۷
مرداد	۱/۱۶	۱/۱۶	۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۲۰
شهریور	۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۰۱	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۲۰
مهر	۱/۰۱	۱/۰۱	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۱/۰۵
آبان	۰/۷۶	۰/۷۶	-----	-----	-----	-----	۰/۸۰
طول فصل رشد (روز)	۱۸۵	۱۸۵	۱۷۶	۱۷۵	۱۷۵	۱۷۵	۲۲۶

جدول ۳ مقادیر نیاز آبیاری چغندر قند برحسب میلی‌متر در طول دوره رشد در سطوح مشخص احتمال، حالت بحرانی و مقدار گزارش شده در برنامه ATNETW برای مناطق مختلف مورد مطالعه

حالت	آباده	اقلید	داراب	سدرودزن	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
حالت بحرانی	۸۹۲	۸۳۶	۱۰۹۳	۹۷۱	۹۸۶	۱۰۱۱	۱۲۶۴
NETWAT	۸۰۱	۸۰۱	۱۱۱۸	۹۵۷	۸۰۴	۹۹۶	۹۷۱

جدول ۴ ضرایب رگرسیون و ضریب تبیین در حالت‌های مختلف تخمین نیاز آبیاری چغندر قند

حالت	a	b	c	d	R <sup>2</sup>
۱۰ درصد	۲۴۹۴/۶	-۰/۰۷	۱۴/۳۳	-۷۳/۷۳	۰/۸۴۰
۲۰ درصد	۲۴۸۱/۱	-۰/۰۸	۱۵/۲۶	-۷۴/۲۱	۰/۸۳۰
۳۰ درصد	۲۴۴۷/۳	-۰/۰۸	۱۶/۸۱	-۷۵/۴۲	۰/۸۲۴
۴۰ درصد	۲۴۱۳/۶	-۰/۰۸	۱۷/۷۴	-۷۵/۴۴	۰/۸۲۰
۵۰ درصد	۲۴۵۳/۴	-۰/۰۸	۱۸/۳۳	-۷۷/۵۹	۰/۸۱۳
۶۰ درصد	۲۴۳۳/۹	-۰/۰۹	۱۹/۱۱	-۷۷/۸۹	۰/۸۱۰
۷۰ درصد	۲۴۰۶/۲	-۰/۰۹	۲۰/۱۴	-۷۸/۳۱	۰/۸۰۵
۸۰ درصد	۲۳۸۵/۶	-۰/۰۹	۲۱/۲۶	-۷۹/۱۲	۰/۷۹۹
۹۰ درصد	۲۳۵۸/۵	-۰/۰۹	۲۳/۳۰	-۸۱/۲۵	۰/۷۹۱
حالت بحرانی	۲۶۵۴/۳	-۰/۰۷	۲۲/۱۱	-۹۰/۳۱	۰/۷۶۵



**References:****منابع مورد استفاده:**

- شریفان، ح. ۱۳۸۶. بررسی آب مورد نیاز گیاهان در دوره‌های مختلف حداکثر نیاز آبی. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۲(۱): ۸۷-۹۴.
- شهبابی‌فر، م. کوچک زاده، م. محمدزاده، م و میرلطیفی، س. م. ۱۳۸۳. استفاده از روش‌های زمین آماری برای تعیین نیاز آبی زراعت چغندرقد در استان تهران. مجله چغندرقد، ۲۰(۲): ۱۴۷-۱۳۳.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۵. طراحی سیستم‌های آبیاری. جلد اول: طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ۴۵۰ صفحه.
- فرشی، ع. ا. خیرابی، ج. سیادت، ح. میرلطیفی، م. دربندی، ص. سلامت، ع. ر. انتصاری، م. ر و سادات میرئی، م. ح. ۱۳۸۲. مدیریت آب آبیاری در مزرعه. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۷۸ صفحه.
- فولادمند، ح. ر. ۱۳۸۶. ارزیابی پنج روش محاسبه تبخیرتعرق ماهانه در منطقه شیراز. مجله علوم کشاورزی، ۱۳(ویژه‌نامه ۲): ۳۷۹-۳۷۱.
- نیکبخت، ج. و میرلطیفی، س. م. ۱۳۸۱. تأثیر روش محاسبه  $ET_0$ ، احتمال وقوع و طول دوره حداکثر مصرف آب بر تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع. مجله علوم خاک و آب، ۱۶(۲): ۲۳۱-۲۲۳.
- نیکبخت، ج.، محمدی، ک. و احتشامی، م. ۱۳۸۶. برآورد تبخیرتعرق واقعی گیاه در سطح احتمالاتی متفاوت: مطالعه موردی در مراغه، آذربایجان شرقی. مجله علوم کشاورزی، ۱۳(۱): ۱۰۶-۹۵.
- Ahmadi SH, Fooladmand HR (2008) Spatially distributed monthly reference evapotranspiration derived from the calibration of Thornthwaite equation: a case study, South of Iran. *Irrig. Sci.* 26: 303-312.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) Crop evapotranspiration. Irrigation and Drainage Paper. No. 56. FAO. United Nations, Rome, Italy. 310 PP.
- Fooladmand HR, Ahmadi SH (2009) Monthly spatial calibration of Blaney-Criddle equation for calculating monthly  $ET_0$  in south of Iran. *Irrig. Drain.* 58: 234-245.
- Fooladmand HR, Haghghat M (2007) Spatial and temporal calibration of Hargreaves equation for calculating monthly  $ET_0$  based on Penman-Monteith method. *Irrig. Drain.* 56: 439-449.
- Fooladmand HR, Sepaskhah AR (2005) Evaluation and calibration of three evapotranspiration

equations in a semi-arid region. *Iran-Water Resour. Res.* 1(2): 1-6.

Fooladmand HR, Zandilak H, Ravanan MH (2008) Comparison of different types of Hargreaves equation for estimating monthly evapotranspiration in the south of Iran. *Arch. Agron. Soil Sci.* 54: 321-330.

Sadeghi AR, Kamgar-Haghighi AA, Sepaskhah AR, Khalili D, Zand-Parsa SH (2002) Regional classification for dryland agriculture in southern Iran. *J. Arid Environ.* 50: 333-341.