

Evaluation of cotton water requirement in the southern part of Fars province

Hamid Reza Fooladmand^{1*}

¹ Associated Professor of Irrigation and Drainage, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran,
Email: hrfoolad@yahoo.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Full Paper	Background and Aim: Cotton is one of the most important industrial crops globally, and Fars province ranks first in Iran in terms of cultivation area and yield. Plant water requirement, defined as the total water needed throughout the growing season, is typically estimated using indirect methods. Recently, the NIAZAB irrigation requirement system, developed by the Soil and Water Research Institute of the Ministry of Agricultural Jihad, was designed to determine the water requirements of all horticultural and agricultural crops, including cotton. In the NIAZAB System, the annual water requirement of each crop is calculated for individual statistical years, and long-term requirements are estimated at a 50% probability level using historical meteorological data. However, in many practical situations, it is necessary to determine crop water requirements at different probability levels to support irrigation planning under variable climatic conditions. The objective of this study was to determine the water requirement of cotton in Fars province at 10%, 50%, and 90% probability levels using NIAZAB System data.
Article history: Received: 4/1/2025 Accepted: 1/2/2025	Method: The study focused on key cotton-growing counties, including Darab, Lar, Zarrin-Dasht, Fasa, Estahban, Jahrom, Mohr, Sarvestan, Lamerd, Shiraz, Khonj, and Gerash. Counties Estahban, Sarvestan, Khonj, and Gerash were excluded due to incomplete data. Annual cotton water requirement data up to the end of 1401 (2022) were extracted from the NIAZAB System. Outliers identified in Lar and Zarrin-Dasht were removed prior to analysis. Using EasyFit software, 65 statistical distributions were fitted to the data, and water requirements were estimated at 10%, 50%, and 90% probability levels. The best-fitting distribution for each county was determined using Kolmogorov–Smirnov, Anderson–Darling, and Chi-square goodness-of-fit tests.
Keywords: Cotton Water requirement Fars province Statistical distributions EasyFit software	Results: Among all tested distributions, the Weibull and Generalized Extreme Value distributions were identified as the most appropriate for modelling cotton water requirement data in the different counties. The ratio of the reported long-term water requirement in the NIAZAB System to the water requirement at the 10% probability level ranged from 1.06 to 1.23, with an average of 1.12, indicating that long-term estimates exceed the low-probability requirement. Conversely, the ratio to the 90% probability level ranged from 0.81 to 0.95, with an

average of 0.91, showing that reported long-term requirements are generally lower than high-probability estimates. For the 50% probability level, ratios ranged between 0.98 and 1.03, with an average of 1.00, indicating that long-term NIAZAB estimates closely align with median water requirements.

Conclusion: Overall, the NIAZAB System provides reliable estimates of cotton water requirement at the 50% probability level across Fars province. However, adjustments are recommended when considering low (10%) or high (90%) probability levels to optimise irrigation planning under variable climatic conditions. This study provides a robust statistical framework for determining probability-based water requirements, supporting efficient and sustainable water management in cotton cultivation.

Cite this article: Fooladmand, H.R. (2024). Evaluation of cotton water requirement in the southern part of Fars province. *Iranian Journal Cotton Researches*, 12 (2), 15-30.



© The Author(s).

DOI: 10.22092/ijcr.2025.368190.1230

Publisher: Cotton Research Institute of Iran



بررسی نیاز آبی پنبه در نیمه جنوبی استان فارس

حمیدرضا فولادمند^{۱*}

^۱ دانشیار آبیاری و زهکشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران، رایانامه: hrfoolad@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	زمینه و هدف: پنبه از گیاهان صنعتی مهم دنیا است و استان فارس از نظر سطح زیرکشت و عملکرد پنبه رتبه اول را در ایران دارد. نیاز آبی مقدار آبی است که گیاه در فصل رشد به آن نیاز دارد و در بیشتر مواقع از روش‌های غیرمستقیم محاسبه می‌شود. به تازگی نیز سامانه نیاز آبیاری گیاهان زراعی و باغی (نیاز آب) توسط موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی برای تعیین نیاز آبی کلیه گیاهان باغی و زراعی از جمله پنبه تهیه شده است. در این سامانه نیاز آبی سالانه هر گیاه برای سال‌های آماری جداگانه محاسبه شده است. همچنین با استفاده از داده‌های هواشناسی طولانی‌مدت، نیاز آبی هر گیاه در طولانی‌مدت و یا به عبارت دیگر در سطح احتمال ۵۰ درصد نیز تعیین شده است، اما در بعضی شرایط لازم است تا نیاز آبی گیاه در سطح‌های گوناگون احتمال تعیین شوند. هدف از این پژوهش تعیین نیاز آبی پنبه در استان فارس در سطوح احتمالاتی ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد با استفاده از داده‌های گزارش شده توسط سامانه نیاز آب می‌باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۳	روش پژوهش: شهرستان‌های داراب، لار، زرین دشت، فسا، استهبان، جهرم، مهر، سروس، لارمرد، شیراز، خنج و گراش در نیمه جنوبی استان فارس از مهم‌ترین مناطق کشت پنبه در این استان می‌باشند. در این تحقیق داده‌های سالانه نیاز آبی پنبه تا پایان سال ۱۴۰۱ از سامانه نیاز آب استخراج شد و شهرستان‌های استهبان، سروس، خنج و گراش به دلیل کمبود آمار مورد بررسی قرار نگرفتند. برای بررسی آماری داده‌های نیاز آبی پنبه در سایر شهرستان‌ها ابتدا وجود داده‌های پرت مورد بررسی قرار گرفت و داده‌های پرت به‌دست آمده در لار و زرین‌دشت از تجزیه و تحلیل نتایج حذف شدند. در ادامه با استفاده از ۶۵ توزیع آماری موجود در نرم‌افزار ایزی‌فیت مقدار نیاز آبی پنبه در هر شهرستان در سطوح احتمال ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد تعیین شدند. برای تعیین بهترین توزیع آماری در هر شهرستان نیز با استفاده از نرم‌افزار ایزی‌فیت از آزمون‌های نکونی برازش کولموگروف-اسمیرنوف، اندرسون-دارلینگ و کای-اسکوئر استفاده شد.
واژه‌های کلیدی: پنبه نیاز آبی استان فارس توزیع‌های آماری نرم افزار ایزی‌فیت	نتایج: نتایج این تحقیق نشان داد که در بین کلیه توزیع‌های آماری برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان‌های مختلف، توزیع‌های ویکبای و مقادیر حد تعمیم یافته مناسب‌تر از سایر توزیع‌ها می‌باشند. از طرفی نتایج نشان داد که نسبت نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آب به نیاز آبی در سطح احتمالاتی ۱۰ درصد بین ۱/۰۶ تا ۱/۲۳ با میانگین ۱/۱۲ متغیر است و به‌طور کلی مقدار نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آب در کلیه شهرستان‌ها بیشتر از مقدار نیاز آبی در سطح احتمال ۱۰ درصد می‌باشد. همچنین نسبت نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آب به نیاز آبی در سطح احتمالاتی ۹۰ درصد بین ۰/۸۱ تا ۰/۹۵ با میانگین ۰/۹۱ متغیر است و به‌طور کلی

مقدار نیاز آبی گزارش شده طولانی مدت پنبه در سامانه نیاز آب در کلیه شهرستان‌ها کمتر از مقدار نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد می‌باشد. به علاوه نتایج نشان داد که نسبت نیاز آبی گزارش شده طولانی مدت پنبه در سامانه نیاز آب به نیاز آبی در سطح احتمالاتی ۵۰ درصد بین ۰/۹۸ تا ۱/۰۳ با میانگین برابر یک متغیر است. بنابراین به‌طور کلی مقدار نیاز آبی گزارش شده طولانی مدت پنبه در سامانه نیاز آب در کلیه شهرستان‌ها برابر نیاز آبی در سطح احتمال ۵۰ درصد به دست آمده است.

استناد: فولادمند، حمیدرضا. (۱۴۰۳). بررسی نیاز آبی پنبه در نیمه جنوبی استان فارس. *مجله پژوهش‌های پنبه ایران*، ۱۲ (۲)، ۳۰-۱۵.

DOI: 10.22092/ijcr.2025.368190.1230



© نویسندگان.

ناشر: موسسه تحقیقات پنبه کشور

مقدمه

پنبه یکی از گیاهان صنعتی مهم دنیا است که در بسیاری از صنایع به خصوص نساجی و روغن خوراکی کاربرد فراوانی دارد. استان فارس یکی از قطب‌های ارزشمند زراعت پنبه در ایران است. برطبق آمارنامه کشاورزی (بی‌نام، ۲۰۲۲) این استان با ۱۸۲۴۷ هکتار (معادل ۲۶/۲ درصد کل سطح زیرکشت در کشور) در رتبه اول سطح زیرکشت پنبه و با ۵۲۵۹۱ تن عملکرد (معادل ۲۶/۵ درصد عملکرد کل کشور) در رتبه اول تولید پنبه کشور قرار دارد.

به خارج شدن آب از سطح خاک و روزنه‌های برگ گیاه به ترتیب تبخیر و تعرق گفته می‌شود که با ادغام در یکدیگر به آن تبخیرتعرق می‌گویند و در شرایط استاندارد (بدون کمبود رطوبت) به آن تبخیرتعرق پتانسیل گفته می‌شود که برابر نیاز آبی گیاه در نظر گرفته می‌شود. نیاز آبی مقدار آبی است که گیاه در فصل رشد به آن نیاز دارد و در بیشتر مواقع از روش‌های غیرمستقیم محاسباتی مخصوص گیاه مرجع (چمن) مانند معادله پنمن-مانتیت (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) محاسبه می‌شود. همچنین مقداری از آب مورد نیاز گیاه به وسیله باران مؤثر (قسمتی از بارندگی که در خاک نگهداری شده و صرف عمل تبخیرتعرق می‌شود) تأمین می‌شود. بنابراین نیاز آبیاری مقدار آبی است که در طی فصل رشد از طریق آبیاری در اختیار گیاه قرار داده می‌شود و از کم کردن باران مؤثر از نیاز آبی به دست می‌آید. از طرفی چنانچه تبخیرتعرق بر اساس میانگین چند ساله داده‌های هواشناسی محاسبه شود نتیجه حاصله از فراوانی وقوع یا احتمال ۵۰ درصد برخوردار است. در برنامه قدیمی نتوات (NETWAT) نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاهان مختلف زراعی از جمله پنبه در اکثر مناطق ایران با احتمال وقوع ۵۰ درصد تعیین شده است. به تازگی نیز سامانه نیاز آبیاری گیاهان زراعی و باغی (نیاز آب) توسط موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی برای تعیین نیاز آبی کلیه گیاهان باغی و زراعی از جمله پنبه در سطح کشور تهیه شده که می‌تواند نیاز آبی محصولات متفاوت را در شرایط اقلیمی مختلف و در

سطح مدیریت کلان آب در بخش کشاورزی تعیین نماید (<http://niwr.ir>). در این سامانه نیاز آبی و نیاز آبیاری سالانه هر گیاه برای سال‌های آماری جداگانه محاسبه شده است و به علاوه با استفاده از داده‌های هواشناسی طولانی‌مدت، نیاز آبی و نیاز آبیاری هر گیاه در طولانی‌مدت و یا به عبارت دیگر در سطح احتمال ۵۰ درصد نیز تعیین شده است. از اطلاعات این سامانه در تحقیقات ابراهیمی‌پاک و همکاران (۲۰۲۲) برای برآورد مقدار آب آبیاری گندم و مقایسه با اندازه‌گیری مزرعه‌ای در مقیاس ملی در ۳۷ شهرستان کشور، جعفری و همکاران (۲۰۲۲) برای تعیین نیاز آبی و آب کاربردی فلفل دلمه‌ای در گلخانه‌ای در شهرستان چهارباغ استان البرز، عبدزادگوهری و همکاران (۲۰۲۲) برای تعیین مقدار آب آبیاری بادام‌زمینی در شرایط تنش آبی در شهرستان آستانه‌اشرفیه در استان گیلان، فولادمند (۲۰۲۲) برای مقایسه سه روش محاسبه نیاز آبیاری چغندرقد در مناطقی از استان فارس، ابراهیمی‌پاک و همکاران (۲۰۲۳) الف) برای برآورد مقدار آب آبیاری گندم در یک ایستگاه تحقیقاتی در استان قزوین، ابراهیمی‌پاک و همکاران (۲۰۲۳) ب) برای مقایسه مقدار آب آبیاری چغندرقد و مقایسه با اندازه‌گیری مزرعه‌ای در مقیاس ملی در ۱۶ شهرستان کشور، عبدزادگوهری و همکاران (۲۰۲۳) برای تعیین مقدار آب مصرفی سویا در شرایط مختلف آبیاری در شهرستان حاجی‌آباد استان هرمزگان و صداقت و همکاران (۲۰۲۳) برای ارزیابی تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع در استان قزوین و استفاده شده است.

در بعضی شرایط لازم است تا نیاز آبی و نیاز آبیاری گیاه در سطح‌های گوناگون احتمال تعیین شوند. فولادمند (۲۰۰۹) نیاز آبیاری چغندرقد را در مناطق آباده، اقلید، داراب، سدرورزن، زرقان، شیراز و فسا در استان فارس در سطوح احتمال ۱۰ تا ۹۰ درصد و شرایط بحرانی (تبخیرتعرق زیاد و بارندگی کم) با استفاده از داده‌های هواشناسی طولانی‌مدت تعیین نمود و نتایج نشان داد که نیاز آبیاری بحرانی چغندرقد در نقاط مختلف استان فارس با نیاز آبیاری

این گیاه در سطح احتمال ۹۰ درصد برابر می‌باشد و همچنین نیاز آبیاری گزارش شده چغندرقد در برنامه نتوات در نقاط مختلف استان فارس برابر ۰/۹۲ نیاز آبیاری بحرانی این گیاه می‌باشد. همچنین فولادمند (۲۰۲۲) نیاز آبیاری چغندرقد را در مناطق ذکر شده در استان فارس با نیاز آبیاری گزارش شده از سامانه نیاز آب مورد مقایسه قرار داد و نتایج نشان داد که نسبت مقدار نیاز آبیاری تعیین شده در سامانه نیاز آب به مقدار نیاز آبیاری تعیین شده در پژوهش فولادمند (۲۰۰۹) برابر ۱/۰۲ می‌باشد، لذا با وجود یکسان نبودن سال‌های آماری استفاده شده در دو حالت نتایج به یکدیگر بسیار نزدیک هستند. فولادمند (۲۰۱۰) در پژوهش دیگری علاوه بر چغندرقد، نیاز آبیاری گندم، جو، ذرت دانه‌ای، آفتابگردان، لوبیا، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی را در مناطق ذکر شده در استان فارس برای شرایط میانگین (سطح احتمال ۵۰ درصد) و بحرانی تعیین نمود و نتایج نشان داد که مقدار نیاز آبیاری گزارش شده در برنامه نتوات در ۸۸/۵ درصد حالت‌ها کمتر از مقدار نیاز آبیاری میانگین و در ۹۸/۱ درصد حالت‌ها کمتر از مقدار نیاز آبیاری بحرانی است. همچنین فولادمند (۲۰۱۱) در یک پژوهش دیگر برای گیاهان ذکر شده در همان مناطق استان فارس نیاز آبیاری را در سطوح احتمالاتی ۱۰ تا ۹۰ درصد تعیین نمود و نتایج نشان داد که در بیش‌تر موارد نیاز آبیاری ارائه شده در برنامه نتوات با مقادیر محاسبه شده متفاوت می‌باشد. شریفی‌بناب و همکاران (۲۰۱۵) باران مؤثر و نیاز آبی گندم را با استفاده از آمار ۲۹ ساله تبریز مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و نتیجه گرفتند که برای باران‌های بیش از ۳۰ میلی‌متر توزیع آماری لوگ نرمال سه پارامتری بهترین برازش را بر داده‌ها دارد اما برای داده‌های نیاز آبی گندم تابع توزیع مشخصی به دست نیامد.

در مورد نیاز آبی و نیاز آبیاری پنبه نیز تاکنون پژوهش‌های متعددی انجام شده است. رحیمیان و کاخکی (۲۰۰۷) در پژوهشی چهار ساله با استفاده از لایسی‌متر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاشمر نیاز آبی پنبه به‌طور میانگین برابر ۱۱۸۳ میلی‌متر بدست

آمد. در پژوهشی نیاز آبی پنبه در شرایط مختلف اقلیمی با میانگین روزانه دمای هوای ۱۵، بین ۱۵ تا ۲۵ و بیش‌تر از ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد به ترتیب برابر ۴۵۵، ۷۶۰ و ۹۸۰ میلی‌متر گزارش شده است (کیانی، ۲۰۱۲). محمدی و همکاران (۲۰۱۴) میانگین نیاز آبیاری پنبه در سبزوار را برابر ۱۳۷۱/۸ میلی‌متر به‌دست آوردند. نتایج یک پژوهش در سطح استان قم بر مبنای تغییرات ارتفاعی از سطح دریا نشان داد که نیاز آبی پنبه در محدوده قم بین ۷۱۹ تا ۹۱۲ میلی‌متر، در محدوده ساوه- تفرش بین ۶۵۹ تا ۸۶۵ میلی‌متر، در محدوده ساوه بین ۷۳۷ تا ۹۴۴ میلی‌متر و در محدوده گرمسار بین ۸۱۶ تا ۸۸۴ میلی‌متر می‌باشد (احمدالی و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج یک پژوهش در سطح استان خراسان رضوی نشان داد که نیاز آبی پنبه بر اثر تغییرات اقلیمی در مراحل مخالف رشد طی سال‌های آینده افزایش قابل توجهی خواهد یافت، به‌طوری‌که در مراحل اولیه، میانی و پایانی رشد این گیاه نیاز آبی حداکثر به مقدار ۵۶، ۶۷ و ۴۹ میلی‌متر افزایش خواهد یافت (کاشکی و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین نیاز آبی پنبه در تحقیقات یانگ و همکاران (۲۰۲۱) در شمال چین بین ۵۵۱ تا ۶۰۶ میلی‌متر گزارش شده است.

در بحث تعیین مناسب‌ترین توزیع آماری برازش یافته بر یکسری از داده‌های آماری جدا از توزیع‌های آماری متداول و شناخته شده مانند توزیع‌های نرمال، لوگ نرمال، پیرسون، لوگ پیرسون، گامبل و ... از بسیاری از توزیع‌های آماری کمتر شناخته شده نیز می‌توان استفاده نمود. از جمله در نرم‌افزار ایزی‌فیت (EasyFit) تعداد ۶۵ توزیع آماری ارائه شده است که در تحقیقاتی نیز از آن‌ها استفاده شده است. به عنوان نمونه ملکی‌نژاد و ملک‌شاهی (۲۰۱۳) برای تحلیل فراوانی دبی‌های کمینه در رودخانه‌های استان لرستان و ناظری تهرودی و رضانی (۲۰۱۸) در تحلیل فراوانی خشکی رودخانه‌های غرب دریاچه ارومیه از این نرم‌افزار و توزیع‌های آماری فوق استفاده کرده‌اند.

هدف اصلی از این پژوهش بررسی نیاز آبی پنبه گزارش شده توسط سامانه نیاز آب در مناطق مهم

کشت این گیاه در سطح استان فارس در سطوح احتمالاتی ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد می باشد.

مواد و روش‌ها

عمده‌ترین مناطق کشت پنبه در استان فارس در نیمه جنوبی این استان قرار دارند و شامل شهرستان‌های داراب، لار، زرین دشت، فسا، استهبان، جهرم، مهر، سروسنجان، لامرد، شیراز، خنج و گراش می‌باشد. در شکل ۱ موقعیت شهرستان‌های فوق در سطح استان فارس نشان داده شده است. فصل کشت پنبه در مناطق فوق در استان فارس در فصل‌های بهار

و تابستان می‌باشد. از طرفی استان فارس در مقیاس سالانه و فصلی همراه با کاهش بارندگی است و اکثر بارندگی این استان نیز در فصل زمستان رخ می‌دهد (فلامرزی، ۲۰۲۳). همچنین نتایج پژوهشی در سطح استان فارس با استفاده از ۲۷ ایستگاه هواشناسی نشان داده است که به ترتیب در فصل‌های بهار و تابستان ۴۸ و ۶۷ درصد ایستگاه‌ها شاهد کاهش بارش هستند (فلامرزی، ۲۰۲۳). بنابراین با توجه به کمبود باران در فصل رشد پنبه در مناطق مورد مطالعه در این تحقیق، به جای بررسی نیاز آبیاری مقدار نیاز آبی پنبه مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱- موقعیت شهرستان‌های استان فارس

چنانچه ذکر شد در سامانه نیاز آب به دلیل استفاده از داده‌های هواشناسی طولانی‌مدت نیاز آبی هر گیاه در سطح احتمال ۵۰ درصد تعیین شده است اما از طرفی دیگر نیاز آبی سالانه هر گیاه نیز برای سال‌های آماری جداگانه نیز محاسبه شده است. از این‌رو در این تحقیق اطلاعات نیاز آبی پنبه برای کلیه سال‌های دارای آمار تا انتهای سال ۱۴۰۱ در سامانه نیاز آب برای شهرستان‌های ذکر شده در استان فارس جمع‌آوری گردید. در این بین شهرستان استهبان به

دلیل موجود بودن آمار از سال ۱۳۸۹ و شهرستان‌های سروسن، خنچ و گراش به دلیل موجود بودن آمار از سال ۱۳۹۵ دارای اطلاعات آماری کمی بوده و لذا در تجزیه و تحلیل داده ها مورد بررسی قرار نرفتند. بنابراین در سایر شهرستان‌ها از داده‌های نیاز آبی پنبه در سال‌های مختلف استفاده شد.

برای بررسی آماری داده‌های نیاز آبی پنبه در هر شهرستان ابتدا وجود داده‌های پرت مورد بررسی قرار گرفت. داده پرت داده‌ای است که از سایر داده‌ها بسیار

همچنین حد بالای داده‌های غیر پرت (X_H) و حد پایین داده‌های غیر پرت (X_L) از رابطه‌های زیر تعیین می‌شوند (فولادمنند، ۲۰۲۰):

$$X_H = \exp(Y_m + kS_y) \quad (2)$$

$$X_L = \exp(Y_m - kS_y) \quad (3)$$

در رابطه‌های فوق Y_m و S_y به ترتیب میانگین و انحراف معیار لگاریتم طبیعی داده‌ها می‌باشند.

پس از حذف داده‌های پرت کوچک و بزرگ نیاز آبی پنبه در هر شهرستان با استفاده از نرم‌افزار ایزی‌فیت مقدار نیاز آبی در سطوح احتمال مختلف تعیین گردید. در این نرم‌افزار ۶۵ توزیع آماری دو تا پنج پارامتری وجود دارد که نام و تعداد پارامترهای آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

بزرگ‌تر و یا بسیار کوچک‌تر باشد که به ترتیب به آن داده پرت بزرگ و کوچک گفته می‌شود. وجود داده پرت در بین داده‌ها باعث ایجاد خطا در تجزیه و تحلیل نتایج می‌شود، لذا لازم است وجود و یا عدم وجود داده پرت بررسی شود و در صورت وجود هر تعداد و هرگونه داده پرت آن‌ها را حذف نمود و شروع تجزیه و تحلیل‌های مورد نظر را بدون وجود آن‌ها آغاز کرد. در یکی از روش‌های متداول بررسی داده‌های پرت از کلیه داده‌ها لگاریتم طبیعی ($\ln$) گرفته می‌شود و میانگین و انحراف معیار لگاریتم طبیعی کلیه داده‌ها نیز محاسبه می‌شوند. سپس ضریب k از رابطه زیر با توجه به تعداد داده‌ها (N) تعیین می‌شود (فولادمنند، ۲۰۲۰):

(۱)

$$k = -3.622 + (6.284N^{0.25}) - (2.498N^{0.5}) + (0.491N^{0.75}) - 0.0379N$$

جدول ۱- توزیع‌های آماری مورد استفاده و تعداد پارامترهای هر توزیع

توزیع	تعداد پارامتر	توزیع	تعداد پارامتر	توزیع	تعداد پارامتر
بتا	۴	گاما تعمیم یافته	۴	نرمال	۲
بور	۳	لاجستیک تعمیم یافته	۳	پارتو	۲
بور (۴)	۴	پارتو	۳	پارتو (۲)	۲
کوشی	۲	گامبل بیشینه	۲	پیرسون (۵)	۲
کای-اسکوئر	۱	گامبل کمینه	۲	پیرسون	۳
کای-اسکوئر دو پارامتره	۲	هایپر سکانت	۲	پیرسون (۶)	۳
دیگوم	۳	گوسین معکوس	۲	پیرسون (۶)	۴
دیگوم چهار پارامتره	۴	گوسین معکوس	۳	پرت	۳
ارلانگ	۲	جانسون اس بی	۴	فازی بی بینمایی	۴
ارلانگ سه پارامتره	۳	جانسون اس یو	۴	ویبول	۶
خطا	۳	کومار اسوامی	۴	تابع توان	۳
تابع خطا	۱	لاپلاس	۲	رایلی	۱
نمایی	۱	لوی	۱	رایلی دو پارامتره	۲
نمایی دو پارامتره	۲	لوی (۲)	۲	رسیروکال	۲
فتیگ لایف	۲	لوگ گاما	۲	رایس	۲
فتیگ لایف سه پارامتره	۳	لوگ لاجستیک	۲	تی استیودنت	۱
فریچت	۲	لوگ لاجستیک (۳)	۳	مثلثی	۳
فریچت (۳)	۳	لوگ پیرسون (۳)	۳	یکنواخت	۲
گاما	۲	لاجستیک	۲	ویکبای	۵
گاما (۳)	۳	لوگ نرمال (۲)	۲	ویبول	۲
مقادیر حد تعمیم یافته	۳	لوگ نرمال (۳)	۳	ویبول (۳)	۳
گاما تعمیم یافته	۳	ناکاگامی	۲		

نتایج و بحث

اطلاعات سال‌های آماری و داده‌های نیاز آبی پنبه برای شهرستان‌های استان فارس در جدول ۲ آورده شده است. اطلاعات فوق تا انتهای سال ۱۴۰۱ از سامانه نیاز آب استخراج شده است. در این جدول اطلاعات مربوط به داده‌های پرت کوچک و بزرگ نیز ارائه شده است و چنانچه مشاهده می‌شود تنها داده‌های پرت نیاز آبی پنبه مربوط به لار (۵۵۶ میلی‌متر به عنوان داده پرت کوچک) و زرین‌دشت (۸۷۵ میلی‌متر به عنوان داده پرت بزرگ) می‌باشد که از ادامه تجزیه و تحلیل‌ها حذف شده‌اند. همچنین شهرستان‌های استهبان، سروستان، خنج و گراش به دلیل کمبود سال‌های دارای آمار نیاز آبی پنبه ادامه تجزیه و تحلیل‌ها در نظر گرفته نشدند. در جدول‌های ۳ تا ۱۰ نیز توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در هر شهرستان بر مبنای آزمون‌های نکوئی برازش کولموگروف- اسمیرنوف، اندرسون- دارلینگ و کای- اسکوئر همراه با مقادیر نیاز آبی پنبه در سطوح احتمالاتی ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد ارائه شده است. در کلیه این جدول‌ها نیاز آبی بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

در جدول ۳ مشاهده می‌شود که توزیع آماری بور مناسب‌ترین توزیع برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان داراب است. داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آب (۶۸۵ میلی‌متر) بین نیاز آبی ۵۰ و ۹۰ درصد محاسبه شده پنبه (۶۷۴ و ۷۵۱ میلی‌متر) می‌باشد، به‌طوری‌که نسبت نیاز آبی طولانی‌مدت پنبه به نیاز آبی در سطوح احتمالاتی ۵۰ و ۹۰ درصد در داراب به ترتیب برابر ۱/۰۲ و ۰/۹۱ می‌باشد. در جدول ۴ مشاهده می‌شود که توزیع آماری مقادیر حد تعمیم یافته مناسب‌ترین توزیع برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان لار است. داده‌های جدول ۴ نشان می‌دهد که نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آب (۶۷۲ میلی‌متر) به نیاز آبی ۵۰

بطور کلی برای برازش توابع احتمالاتی بر یک سری داده ابتدا یک مدل از توزیع داده‌ها انتخاب می‌شود و سپس با استفاده از آزمون‌های نکوئی برازش، میزان انطباق داده‌های پیش‌بینی شده با داده‌های مشاهداتی تعیین و اگر میزان تطابق در حد قابل قبولی بود مدل توزیع آماری انتخاب شده پذیرفته می‌شود (ملکی‌نژاد و ملک‌شاهی، ۲۰۱۳). روشن است که هیچ توزیع احتمالاتی نمی‌تواند بطور کامل بر داده‌های مشاهداتی برازش یابد و انتخاب یک توزیع به عنوان بهترین توزیع با مقایسه نسبت به سایر توزیع‌ها انجام می‌شود. در این تحقیق از سه آزمون نکوئی برازش کولموگروف- اسمیرنوف، اندرسون- دارلینگ و کای- اسکوئر استفاده شد که نتایج هر سه آن‌ها در نرم‌افزار ایزی‌فیت محاسبه می‌شود. آزمون کولموگروف- اسمیرنوف که بر اساس مقایسه بین تابع توزیع تجمعی تجربی و تابع توزیع تجمعی نظری انجام می‌شود یکی از آزمون‌هایی است که جهت سنجش سازگاری یک نمونه با یک توزیع خاص استفاده می‌شود که در آن داده‌ها در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. (ملکی‌نژاد و ملک‌شاهی، ۲۰۱۳). آماره آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، بیشترین مقدار اختلاف مطلق بین تابع توزیع تجمعی تجربی و تابع توزیع تجمعی نظری است. آزمون لندرسون- دارلینگ یک آزمون کلی به منظور مقایسه برازش تابع توزیع تجمعی مشاهده شده به یک تابع توزیع تجمعی مورد انتظار می‌باشد. این آزمون ارزش بیشتری به دنباله‌ها نسبت به آزمون کولموگروف- اسمیرنوف می‌دهد (ملکی‌نژاد و ملک‌شاهی، ۲۰۱۳). در واقع آزمون اندرسون- دارلینگ وزن بیشتری به دنباله‌های توزیع (بخش‌های ابتدایی و انتهایی) اختصاص می‌دهد، زیرا معمولاً تفاوت‌ها در این بخش‌ها مهم‌تر از نواحی میانی هستند. آزمون کای- اسکوئر نیز برای مقایسه توزیع فرضی اطلاعات واقعی با یک توزیع نظری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آزمون زمانی خوب کار می‌کند که تعداد داده‌ها به اندازه کافی زیاد باشد (ملکی‌نژاد و ملک‌شاهی، ۲۰۱۳).

درصد محاسبه شده پنبه (۶۷۶ میلی‌متر) بسیار نزدیک
 است و نسبت نیاز آبی طولانی‌مدت پنبه به نیاز آبی در
 سطوح احتمالاتی ۵۰ و ۹۰ درصد در لار به ترتیب
 برابر ۰/۹۹ و ۰/۹۳ می‌باشد.

جدول ۲- اطلاعات نیاز آبی پنبه (میلی‌متر) استخراج شده از سامانه نیاز آب و محاسبات مربوط به تعیین داده‌های پرت

شهرستان	شروع سال‌های آماری	نیاز آبی حداقل (میلی‌متر)	نیاز آبی حداکثر (میلی‌متر)	نیاز آبی طولانی‌مدت (میلی‌متر)	میانگین LN داده‌ها	انحراف معیار LN داده‌ها	ضریب k تعداد داده‌ها	حد پایین نیاز آبی غیرپرت (میلی‌متر)	حد بالای نیاز آبی غیرپرت (میلی‌متر)
داراب	۱۳۷۸	۶۰۸	۷۸۳	۶۸۵	۶/۵۳	۰/۰۷	۲۴	۵۷۴	۸۱۲
لار	۱۳۷۸	۵۵۶	۷۳۱	۶۷۲	۶/۵۰	۰/۰۶	۲۴	۵۷۰	۷۸۳
زرین دشت	۱۳۸۶	۶۴۲	۸۷۵	۷۰۸	۶/۵۶	۰/۰۹	۱۶	۵۷۹	۸۵۹
فسا	۱۳۷۸	۵۷۸	۷۴۸	۶۷۸	۶/۵۱	۰/۰۷	۲۴	۵۶۸	۸۰۲
استهبان	۱۳۸۹	۵۰۵	۶۳۵	۵۵۳	---	---	---	---	---
جهرم	۱۳۸۴	۵۶۵	۶۶۸	۶۲۳	۶/۴۳	۰/۰۴	۱۸	۵۶۳	۶۸۹
مهر	۱۳۸۱	۵۹۱	۹۰۹	۶۹۲	۶/۵۳	۰/۱۲	۲۱	۵۱۶	۹۱۴
سروستان	۱۳۹۵	۶۰۳	۷۶۷	۶۷۶	---	---	---	---	---
لامرد	۱۳۸۱	۵۹۱	۹۲۴	۷۲۵	۶/۵۷	۰/۱۵	۲۱	۴۹۶	۱۰۳۶
خنج	۱۳۹۵	۶۶۸	۷۸۴	۷۳۷	---	---	---	---	---
شیراز	۱۳۷۸	۵۸۶	۷۲۰	۶۷۸	۶/۵۲	۰/۰۶	۲۴	۵۷۷	۷۹۴
گراش	۱۳۹۵	۵۹۰	۸۰۳	۶۹۲	---	---	---	---	---

جدول ۳- توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان داراب

توزیع آماری	نیاز آبی حداقل	نیاز آبی حداکثر	نیاز آبی طولانی‌مدت	نیاز آبی در سطح احتمال ۱۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۵۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد
بور	۶۰۸	۷۸۳	۶۸۵	۶۳۰	۶۷۴	۷۵۱
فریچت	۶۰۸	۷۸۳	۶۸۵	۶۲۵	۶۷۲	۷۵۲
لوگ لاجستیک (۳)	۶۰۸	۷۸۳	۶۸۵	۶۱۸	۶۷۸	۷۴۵

جدول ۴- توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان لار

توزیع آماری	نیاز آبی حداقل	نیاز آبی حداکثر	نیاز آبی طولانی‌مدت	نیاز آبی در سطح احتمال ۱۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۵۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد
مقادیر حد تعمیم یافته	۵۵۶	۷۳۱	۶۷۲	۶۲۶	۶۷۶	۷۲۰
ویکبای	۵۵۶	۷۳۱	۶۷۲	۶۲۳	۶۷۶	۷۲۱
جانسون اس بی	۵۵۶	۷۳۱	۶۷۲	۶۲۶	۶۷۶	۷۲۰

جدول ۵ نشان می‌دهد که نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آب (۷۰۸ میلی‌متر) بین نیاز آبی ۵۰ و ۹۰ درصد محاسبه شده پنبه (۶۹۲)

در جدول ۵ مشاهده می‌شود که توزیع آماری ویکبای مناسب‌ترین توزیع برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان زرین‌دشت است. داده‌های

و ۷۶۵ میلی‌متر) می‌باشد، به‌طوری‌که نسبت نیاز آبی طولانی‌مدت پنبه به نیاز آبی در سطوح احتمالاتی ۵۰ و ۹۰ درصد در داراب به ترتیب برابر ۱/۰۲ و ۰/۹۳ می‌باشد.

جدول ۵- توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان زرین‌دشت

توزیع آماری	نیاز آبی حداقل	نیاز آبی حداکثر	نیاز آبی طولانی‌مدت	نیاز آبی در سطح احتمال ۱۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۵۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد
ویکبای	۶۴۲	۸۷۵	۷۰۸	۶۳۶	۶۹۲	۷۶۵
پارتو تعمیم یافته	۶۴۲	۸۷۵	۷۰۸	۶۳۶	۶۹۲	۷۶۵
بتا	۶۴۲	۸۷۵	۷۰۸	۶۴۲	۶۹۴	۷۵۸

جدول ۶- توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان فسا

توزیع آماری	نیاز آبی حداقل	نیاز آبی حداکثر	نیاز آبی طولانی‌مدت	نیاز آبی در سطح احتمال ۱۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۵۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد
ویکبای	۵۷۸	۷۴۸	۶۷۸	۶۰۷	۶۸۲	۷۳۴
بور	۵۷۸	۷۴۸	۶۷۸	۶۱۶	۶۸۳	۷۲۹
مقادیر حد تعمیم یافته	۵۷۸	۷۴۸	۶۷۸	۶۱۱	۶۸۳	۷۳۳

در جدول ۶ مشاهده می‌شود که توزیع آماری ویکبای مناسب‌ترین توزیع برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان فسا است. داده‌های جدول ۶ نشان می‌دهد که نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آب (۶۷۸ میلی‌متر) به نیاز آبی ۵۰ درصد محاسبه شده پنبه (۶۸۲ میلی‌متر) بسیار نزدیک است و نسبت نیاز آبی طولانی‌مدت پنبه به نیاز آبی در سطوح احتمالاتی ۵۰ و ۹۰ درصد در لار به ترتیب برابر ۰/۹۹ و ۰/۹۲ می‌باشد.

جدول ۷- توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان جهرم

توزیع آماری	نیاز آبی حداقل	نیاز آبی حداکثر	نیاز آبی طولانی‌مدت	نیاز آبی در سطح احتمال ۱۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۵۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد
گوسین معکوس (۳)	۵۶۵	۶۶۸	۶۲۳	۵۹۰	۶۲۴	۶۵۷
لاجستیک تعمیم یافته	۵۶۵	۶۶۸	۶۲۳	۵۸۹	۶۲۵	۶۵۷
فتیگ لایف (۳)	۵۶۵	۶۶۸	۶۲۳	۵۹۱	۶۲۳	۶۵۷

در جدول ۷ مشاهده می‌شود که توزیع آماری گوسین معکوس سه پارامتری مناسب‌ترین توزیع برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان جهرم است. داده‌های جدول ۷ نشان می‌دهد که نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آب (۶۲۳ میلی‌متر) به نیاز آبی ۵۰ درصد محاسبه شده پنبه (۶۲۴ میلی‌متر) بسیار نزدیک است و نسبت نیاز آبی طولانی‌مدت پنبه به نیاز آبی در سطوح احتمالاتی ۵۰ و ۹۰ درصد در لار به ترتیب برابر ۱/۰۰ و ۰/۹۵ می‌باشد.

جدول ۸- توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان مهر

نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	توزیع آماری
حداقل	حداکثر	طولانی مدت	احتمال ۱۰ درصد	نیاز آبی در سطح	احتمال ۵۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد
۵۹۱	۹۰۹	۶۹۲	۵۶۸	۶۸۸	۷۷۸	ویبال
۵۹۱	۹۰۹	۶۹۲	۵۹۴	۶۸۵	۷۹۷	پیرسون ۵
۵۹۱	۹۰۹	۶۹۲	۵۸۶	۶۹۰	۷۹۴	کوشی

در جدول ۸ مشاهده می‌شود که توزیع آماری ویبال مناسب‌ترین توزیع برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان مهر است. داده‌های جدول ۸ نشان می‌دهد که نیاز آبی گزارش شده طولانی مدت پنبه در سامانه نیاز آب (۶۹۲ میلی‌متر) به نیاز آبی ۵۰ درصد محاسبه شده پنبه (۶۸۸ میلی‌متر) بسیار نزدیک است و نسبت نیاز آبی طولانی مدت پنبه به نیاز آبی در سطوح احتمالاتی ۵۰ و ۹۰ درصد در لار به ترتیب برابر ۱/۰۱ و ۰/۸۹ می‌باشد.

در جدول ۹ مشاهده می‌شود که توزیع آماری ویکی‌بای مناسب‌ترین توزیع برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان لامرد است. داده‌های جدول ۹ نشان می‌دهد که نیاز آبی گزارش شده طولانی مدت پنبه در سامانه نیاز آب (۷۲۵ میلی‌متر) بین نیاز آبی ۵۰ و ۹۰ درصد محاسبه شده پنبه (۷۰۶ و ۸۹۳ میلی‌متر) می‌باشد، به‌طوری که نسبت نیاز آبی طولانی مدت پنبه به نیاز آبی در سطوح احتمالاتی ۵۰ و ۹۰ درصد در داراب به ترتیب برابر ۱/۰۳ و ۰/۸۱ می‌باشد.

جدول ۹- توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان لامرد

نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	توزیع آماری
حداقل	حداکثر	طولانی مدت	احتمال ۱۰ درصد	نیاز آبی در سطح	احتمال ۵۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد
۵۹۱	۹۲۴	۷۲۵	۵۸۹	۷۰۶	۸۹۳	ویکی‌بای
۵۹۱	۹۲۴	۷۲۵	۵۸۹	۷۰۶	۸۹۳	پارتو تعمیم یافته
۵۹۱	۹۲۴	۷۲۵	۵۶۸	۷۰۸	۸۸۲	لوگ لاجستیک

جدول ۱۰- توزیع‌های آماری مناسب برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان شیراز

نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	نیاز آبی	توزیع آماری
حداقل	حداکثر	طولانی مدت	احتمال ۱۰ درصد	نیاز آبی در سطح	احتمال ۵۰ درصد	نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد
۵۸۶	۷۲۰	۶۷۸	۶۱۹	۶۹۳	۷۱۹	مقادیر حد تعمیم یافته
۵۸۶	۷۲۰	۶۷۸	۶۲۹	۶۹۰	۷۲۰	لاجستیک تعمیم یافته
۵۸۶	۷۲۰	۶۷۸	۶۰۲	۷۰۰	۷۱۴	جانسون اس بی

در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود که توزیع آماری مقادیر حد تعمیم یافته مناسب‌ترین توزیع برازش یافته بر داده‌های نیاز آبی پنبه در شهرستان شیراز است. داده‌های جدول ۱۰ نشان می‌دهد که نیاز آبی گزارش

شده طولانی مدت پنبه در سامانه نیاز آب (۶۷۸ میلی‌متر) کمتر از نیاز آبی ۵۰ و ۹۰ درصد محاسبه شده پنبه (۶۹۳ و ۷۱۹ میلی‌متر) می‌باشد، به‌طوری که نسبت نیاز آبی طولانی مدت پنبه به نیاز آبی در سطوح

احتمالاتی ۵۰ و ۹۰ درصد در داراب به ترتیب برابر ۰/۹۸ و ۰/۹۴ می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق و همچنین تحقیقات فولادمند (۲۰۲۲) در استان فارس برای ارزیابی مقادیر نیاز آبیاری چغندر قند و همخوانی با نتایج گزارش شده در سامانه نیاز آبی، می‌توان از اطلاعات طولانی‌مدت سامانه نیاز آبی در برنامه‌ریزی‌های کلان گیاهان مختلف از جمله پنبه استفاده نمود. همچنین مشاهده شد که در بین توزیع‌های آماری برازش یافته بر داده‌ها توزیع‌های ویکبای و مقادیر حد تعمیم یافته مناسب‌تر از سایر توزیع‌های آماری می‌باشند. توزیع پنج پارامتری ویکبای به‌طور گسترده و موفقیت‌آمیزی در زمینه‌های مختلف هیدرولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و نسبت به توزیع‌های دیگر انعطاف‌پذیری بیشتری دارد (فتوحی فیروزآباد و ملکی‌نژاد، ۲۰۲۰). در تحقیق ملکی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۵) نیز توزیع مقادیر حد تعمیم یافته عنوان توزیع غالب بارش‌های حداکثر روزانه در استان‌های تهران و البرز شناخته شده است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که:

الف) نسبت نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در

سامانه نیاز آبی به نیاز آبی در سطح احتمالاتی ۱۰ درصد بین ۱/۰۶ در جهرم تا ۱/۲۳ در لامرد متغیر است و میانگین آن برای هشت شهرستان ذکر شده برابر ۱/۱۲ می‌باشد. بنابراین به‌طور کلی مقدار نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آبی در کلیه شهرستان‌ها بیشتر از مقدار نیاز آبی در سطح احتمال ۱۰ درصد می‌باشد.

ب) نسبت نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آبی به نیاز آبی در سطح احتمالاتی ۵۰ درصد بین ۰/۹۸ در شیراز تا ۱/۰۳ در لامرد متغیر است و میانگین آن برای هشت شهرستان ذکر شده برابر یک می‌باشد. بنابراین به‌طور کلی مقدار نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آبی در کلیه شهرستان‌ها برابر نیاز آبی در سطح احتمال ۵۰ درصد شده است.

ج) نسبت نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آبی به نیاز آبی در سطح احتمالاتی ۹۰ درصد بین ۰/۸۱ در لامرد تا ۰/۹۵ در جهرم متغیر است و میانگین آن برای هشت شهرستان ذکر شده برابر ۰/۹۱ می‌باشد. بنابراین به‌طور کلی مقدار نیاز آبی گزارش شده طولانی‌مدت پنبه در سامانه نیاز آبی در کلیه شهرستان‌ها کمتر از مقدار نیاز آبی در سطح احتمال ۹۰ درصد می‌باشد.

منابع

1. Abdzad Gohari, A., Tafteh, A. & Ebrahimi Pak, N. A. (2022). Investigation of water requirement system in determining the actual amount of irrigation water of peanut plant based on inverse solution of yield function under water stress conditions. Iranian Journal of Irrigation and Drainage. 16(3): 460-471. (In Persian)
2. Abdzad Gohari, A., Nik Akhtar, A., Ebrahimi Pak, N. A. & Tafteh, A. (2023). Using NIAZAB system to determine soybean water use based on the inverse solution of the production functions under different irrigation conditions. Journal of Water Research in Agriculture. 37(2): 159-169. (In Persian)
3. Ahmadaali, Kh., Ramezani Etedali, H. & Pourmohseni, A. A. (2019). Estimation of crop evapotranspiration and water requirement over different agro-climate conditions (Case study: Qom province). Iranian Journal of Irrigation and Drainage. 12(6): 1448-1462.
4. Allen, R. G, Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.
5. Ebrahimi Pak, N. A., Tafteh, A., Abbasi, F. & Baghani, J. (2022). Estimation of the actual amount of wheat irrigation water using the NIAZAB system and comparing with the farm measurement. Iranian Journal of Soil and Water Research. 53(9): 2075-2092. (In Persian)

6. Ebrahimi Pak, N. A., Abdzad Gohari, A. & Tafteh, A. (2023a). Estimation of wheat irrigation water by inverse solution method of the production functions under water stress conditions using NIAZAB system. *Journal of Water and Soil Resources Conservation*. 13(1): 1-11. (In Persian)
7. Ebrahimi Pak, N. A., Tafteh, A., Abbasi, F. & Baghani, J. (2023b). Comparing the amount of sugar beet irrigation water using the NIAZAB system and field measurement. *Water and Soil Management and Modeling*. 3(3): 308-322. (In Persian)
8. Falamarzi, Y. (2023). Analysis of point and regional trend of precipitation in Fars province in the period from 1990 to 2021. *Journal of Climate Research*. 14(1): 57-80. (In Persian)
9. Fooladmand, H. R. (2009). Estimation of sugarbeet irrigation requirement in different regions of Fars province in critical conditions and definite probability levels. *Journal of Sugar Beet*. 25(2): 153-162. (In Persian)
10. Fooladmand, H. R. (2010). Estimation of mean and critical irrigation requirement for important agricultural crops of Fars provinve. *Water and Soil Science*. 20(2): 187-196. (In Persian)
11. Fooladmand, H. R. (2011). Estimation of irrigation requirement for important agricultural crops of the Provinve of Fars at different probability levels. *Water Resources Engineering Journal*. 4(2): 65-74. (In Persian)
12. Fooladmand, H. R. (2022). Comparison of three calculated methods of sugarbeet irrigation requirement in some regions of Fars province. *Journal of Sugar Beet*. 3892):283-288. (In Persian)
13. Fotouhi Firoozabad, F. & H. Malekinejad. (2020). Analysis and zonation of maximum 24-hour rainfall of Iran using Wakeby distribution and geostatistic technique. *Desert Management*. 14(2): 75-92. (In Persian)
14. Jafari, M. S., Tafteh, A. & Ebrahimi Pak, N. A. (2022). Determining the water requirement and applied water of bell pepper in the greenhouse and comparing it with the results of the water requirement system. *Journal of Soil and Water Research*. 53(8): 1831-1848. (In Persian)
15. Kashki, A., Karami, M., Zandy, R. & Salari, H. (2023). Evaluation of climate change effects on water requirement of cotton crop Khorasan Razavi province. *Journal of Climate Research*. 14(1): 163-182. (In Persian)
16. Kiani, A. R. (2012). Programming of cotton irrigation. *Research Institute of Agricultural Engineering. Technical Journal*. No. 43. 24pp. (In Persian)
17. Malekinezhad, H., Malekshahi, M. (2013). Determination the best statistical distribution for analyzing the minimum flood frequency (Case Study: Rivers of Lorestan province). *Iran-Watershed Management Science and Engineering*; 22: 15-28. (In Persian)
18. Malekinezhad, H., Soleimani Motlagh, M., Javidi, A. & Shater Abshori, S. (2015). Comparing extreme values and partial time series of maximum daily precipitation to identify the best-fit distribution (Case study: Tehran province). *Nivar*. 90 & 91: 3-14. (In Persian)
19. Mohammadi, H., Miri, M., Rahimi, M. & Tayyebi, S. (2014). Impact of temperature on cotton crop water requirement in Sabzevar. *Geographical Journal of Territory*, 10(4): 15-30. (In Persian)
20. Nazeri Tahroudi, M. & Ramazani, Y. (2018). Frequency analysis of river drought by common and advanced statistical distributions, case study: western rivers of Urmia Lake. *Journal of Watershed Engineering and Management*. 10(3): 304-317. (In Persian)
21. Rahimian, M. H. & Kakhki, A. (2007). Determination of water requirement and crop cCoefficient of cotton by lysimeter method in Kashmar. *Journal of Soil and Water Science*. 21(1): 141-145.
22. Sedaghat, A., Ebrahimi Pak, N. A., Tafteh, A. & Hosseini, S. N. (2023). Evaluating reference evapotranspiration using data mining methods and comparing it with the results of water requirement system in Qazvin province. *Journal of Water and Soil*. 36(6): 711-727. (In Persian)

23. Sharifi Bonab, S. S., Nazemi, A. H., Ashraf Sadraddini, A., Fakheri Fard, A. & Salmasi, F. (2015). Estimation of irrigation water requirement using probability distribution functions (PDF). Iranian Journal of Irrigation and Drainage. 9(5): 720-730. (In Persian)
24. Unkown. (2022). Reported of area, production and yield of agricultural crops in agricultural year of 2020-2021. Jihad Agricultural Ministry. (In Persian)
25. Yang, X., Jin, X., Chu, Q., Pacenka, S., & Steenhuis, T. S. (2021). Impact of climate variation from 1965 to 2016 on cotton water requirements in North China Plain. Agricultural Water Maqnagement, 243 : 106502.

