

کاربرد فن تاپسیس در رتبه‌بندی اقتصادی برخی رقم‌های

گندم کشت شده در ایران

ساسان محسن‌زاده، نویدرضا نمازی، عارفه‌سادات کاردانی‌اصفهانی، زینب

آهومنش^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۵

چکیده

هدف این پژوهش، رتبه‌بندی اقتصادی برخی گندم‌های کشت شده در ایران، با استفاده از فن تاپسیس است. گندم مهم‌ترین محصول کشاورزی ایران است، لذا افزایش محصول و انتخاب رقم مناسب کاشت، مورد توجه بوده است. در این پژوهش داده‌های برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران با توجه به معیارهای اقتصادی چون عملکرد دانه، زمان کاشت تا رسیدن دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه در شرایط شاهد و تنش شوری و خشکی از چندین مقاله گرفته شده است. به منظور انتخاب مناسب‌تر، از فن تاپسیس استفاده شده است. معیارها با توجه به اهمیت آن‌ها در تولید محصول و با توجه به نقش مثبت و یا منفی آن‌ها در تولید، تعیین شدند و با استفاده از نرم‌افزار اکسل و فن تاپسیس، رقم‌های گندم مورد رتبه‌بندی قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که رقم «اروند ۱» در شرایط شاهد با شاخص نزدیکی نسبی ۰/۹۶ و در شرایط شوری با شاخص نزدیکی نسبی ۰/۹۹ در بین رقم‌های مورد بررسی بهترین رقم است. رقم‌های «کرج ۱» و «چمران» در شرایط تنش خشکی جزء رتبه‌های برتر هستند. افزون بر این، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری و آزمون فریدمن، ۳ فرضیه ارائه شد. این پژوهش درستی فن تاپسیس را در رتبه‌بندی گندم از دیدگاه اقتصادی و تفاوت آن را با تک بعدی نگری بیان می‌کند. لذا پیشنهاد می‌شود که با فن تاپسیس به مقایسه همه رقم‌های گندم در مناطق مختلف ایران با آب و هوای متفاوت و با در نظر گرفتن معیارهای اقتصادی بپردازند.

طبقه‌بندی JEL: Q12، Q18، Q28، Q48

واژه‌های کلیدی: فن تاپسیس، رتبه‌بندی اقتصادی گندم، اقتصاد کشاورزی، مدل تصمیم‌گیری.

^۱ به ترتیب: دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشجوی دکتری حسابداری، دانش‌آموخته‌های کارشناسی زیست‌شناسی -

دانشگاه شیراز

مقدمه

برنامه‌ریزی برای افزایش محصولات زراعی اهمیت زیادی در اقتصاد کشاورزی دارد. رابطه‌های اقتصادی موجود بین عامل‌های تولید کشاورزی و کاربرد اصول اقتصادی باعث ایجاد سود بیشتر می‌شود (وانگ و ژانگ^۱، ۲۰۱۶). گندم در محدوده گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی جهان رشد می‌کند و در حقیقت این گیاه از سازگارترین گونه‌های غلات است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۱). زمین‌های زیادی در سرتاسر جهان در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی، به کشت آن اختصاص داده شده است، زیرا گندم غذای اصلی انسان است که به طور مستقیم مورد مصرف قرار می‌گیرد (سعیدی، ۱۳۸۴). به این ترتیب سطح کشت و تولید جهانی آن از دیگر محصولات بیشتر است (بهرامی و همکاران^۲، ۲۰۱۶). تکیه بر افزایش عملکرد به عنوان کلیدی‌ترین راه حل افزایش تولید گندم و سودآوری خالص اجتماعی است (رستگاری‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). آب نقش اقتصادی زیادی در میزان تولید گندم دارد (دشتی و همکاران، ۱۳۸۹). در ایران نیز گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت، مهم‌ترین محصول کشاورزی است و افزایش محصول آن روز به روز مورد توجه قرار گرفته و از نظر اقتصادی و تامین غذای اصلی از اهمیت بسیاری برخوردار است (صوفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

سطح زیر کشت گندم کشور حدود ۶/۴۱ میلیون هکتار برآورد شده است که ۳۷/۴۲ درصد آن آبی و ۶۲/۵۸ درصد به صورت دیم بوده است. میزان تولید گندم کشور حدود ۱۳/۴۴ میلیون تن برآورد شده است که ۶۴/۷۷ درصد آن از کشت آبی و مابقی (۳۵/۲۳ درصد) از کشت دیم به دست آمده است (صوفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). مطالب بالا بیانگر اهمیت گندم در کشاورزی است، لذا توجه ویژه‌ای به این محصول خاص باید مبذول داشت.

با توجه به مطالب یاد شده، پرسش پژوهش این است که آیا فن تاپسیس برای رتبه بندی اقتصادی گندم مناسب است و با توجه به معیارهای ذکر شده کدام رقم گندم، به عنوان بهترین رقم در شرایط شاهد شناخته خواهد شد؟ برترین رقم‌ها در شرایط تنش شوری کدام هستند؟ کدامیک از رقم‌های گندم، بهترین انتخاب در شرایط تنش خشکی می‌باشند؟ همچنین، رتبه‌بندی رقم‌های گندم کشت شده در ایران، بر پایه معیارهای مختلف اقتصادی و بدون تنش چگونه است؟ آیا بین شاخص‌های نزدیکی نسبی در هر یک از شرایط اختلاف معنادار وجود دارد؟

^۱ Wang and Zhang

^۲ Bahrami et al.

کاربرد تکنیک تاپسیس در...۱۶۵

لذا هدف این پژوهش کاربرد فن تاپسیس در رتبه‌بندی اقتصادی برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران با در نظر گرفتن چندین عامل به طور همزمان بوده است. رتبه‌بندی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط شاهد و دو تنش خشکی و شوری که از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی کشور می‌باشد با فن تاپسیس صورت گرفت. با توجه به کارایی خوب این فن در ارزیابی همزمان چند عامل شاید استفاده از آن برای بررسی تولید گیاهان زراعی با اهمیت باشد. در این راستا، در آغاز مبانی نظری، تحقیقات پیشین و روش پژوهش یاد شده و رقم‌های گندم با استفاده از فن تاپسیس مورد رتبه‌بندی قرار گرفته‌اند. همچنین وجود اختلاف معنادار بین شاخص‌های نزدیکی نسبی در هریک از حالت‌ها و وجود اختلاف معنادار شرایط‌های مختلف بررسی شده‌اند.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تنش شوری و خشکی از عامل‌های مهم کاهش عملکرد گیاه محسوب می‌شوند. یکی از مهمترین مشکلات مناطق خشک و نیمه خشک، وجود تنش‌های غیر زنده محیطی، به ویژه تنش‌های خشکی و شوری می‌باشد که روی رشد و نمو گیاهان تأثیر منفی دارند (محسن‌زاده و همکاران^۱، ۲۰۰۶). تنش خشکی یک از موارد مهم در تولید محصولات کشاورزی است. زمانی در گیاه حادث می‌شود که میزان آب دریافتی گیاه کمتر از هدررفت آن باشد (زیلوئی و همکاران، ۱۳۹۳؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۰). تنش شوری نیز افزون بر سمی بودن آن برای گیاه، باعث ایجاد تنش خشکی در گیاه می‌شود. حجم زیادی از تحقیقات شوری مربوط به گندم است و دانشمندان امیدوارند که بتوانند رقم‌های گندم برتری برای کشت و کار در اراضی شور معرفی کنند (فرهودی و خدارحم‌پور، ۱۳۹۴؛ موسوی فر و همکاران، ۱۳۹۲). کاهش رشد گندم یکی از واکنش‌های این گیاه در تنش شوری است که ناشی از کاهش فعالیت‌های سنتزی مسیرهای سوخت‌وساز (متابولیکی) یاخته‌ها است که تولید ماده خشک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و به صورت کاهش سطح برگ گیاه تظاهر کرده و در نهایت رشد همه اندام‌های گیاهی و عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (قوامی و همکاران، ۱۳۸۳). خشکی و شوری دو تنش مهم برای گیاه گندم می‌باشد که تأثیر مهمی بر میزان محصول دارد (اکبری‌قوژدی و همکاران، ۱۳۸۹). گزارش‌هایی وجود دارد که برخی از رقم‌های متحمل گندم در مراحل رشد رویشی و زایشی، حساسیت یا تحمل متفاوتی نشان داده‌اند

¹ Mohsenzadeh et al.

لذا به نظر می‌رسد که به‌گزینی به‌ویژه برای عملکرد دانه نیازمند گزینش در فرایند چند مرحله است (هریس و اشرف^۱، ۲۰۱۳).

محققان پرشماری روی عملکرد دانه گندم در رقم‌های گوناگون کار کرده‌اند (حجتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). اما هیچیک از آنان اقدام به رتبه‌بندی رقم‌های گندم نکرده‌اند. همچنین بهترین آن‌ها در شرایط مختلف نیز به گونه علمی و دقیق، تعیین نشده است.

مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توانند ویژگی‌های مختلف کمی و کیفی را به گونه‌ای همزمان برای مدل تصمیم، لحاظ کنند (فو و یانگ^۲، ۲۰۱۲). برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده، مدل‌های چند معیاره (MCDM^۳) مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل‌ها به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند. گروه اول مدل‌های چند هدفه (MODM^۴) و گروه دوم مدل‌های چند معیاره (MADM^۵) نامیده می‌شوند (اصغرپور، ۱۳۸۷). مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی به کار گرفته می‌شوند، در حالی که مدل‌های چندمعیاره به منظور انتخاب گزینه برتر، مورد استفاده قرار می‌گیرند (اصغرپور، ۱۳۸۷). فن تاپسیس (TOPSIS^۶) جزء مدل‌های جبرانی^۷ چند معیاره است. در مدل‌های جبرانی، بین شاخص‌ها تبادل صورت می‌گیرد. این فن در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ^۸ و یون^۹ ارائه شد. در این فن m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. هر مسئله را می‌توان به عنوان یک سامانه هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی در نظر گرفت (آذر و رجبزاده، ۱۳۸۷). در این تکنیک فاصله یک گزینه از نقطه ایده‌آل مثبت (A_i^+)، فاصله آن از نقطه ایده‌آل منفی (A_i^-) در نظر گرفته می‌شود. گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را از ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را از ایده‌آل منفی داشته باشد. مفروضات این فن به قرار زیر است (اصغرپور، ۱۳۸۷):

الف. مطلوبیت هر شاخص باید به طور یکنواخت افزایشی یا کاهش‌ی باشد. بدان صورت که بهترین ارزش موجود از یک شاخص، نشان دهنده حالت ایده‌آل مثبت و بدترین ارزش موجود، مشخص کننده ایده‌آل منفی است.

^۱ Harris and Ashraf

^۲ Fu and Yang

^۳ Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

^۴ Multiple Objective Decision Making (MODM)

^۵ Multiple Attribute Decision Making (MADM)

^۶ Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

^۷ Compensatory Method

^۸ Hwang

^۹ Yoon

کاربرد تکنیک تاپسیس در... ۱۶۷

ب. فاصله از یک گزینه ایده‌آل مثبت یا ایده‌آل منفی ممکن است به صورت فاصله اقلیدسی (از توان دوم) و یا به صورت مجموع قدر مطلق از فاصله‌های خطی (فاصله‌های بلوکی) محاسبه شود، که این امر بستگی به نرخ تبادل و جایگزینی بین شاخص‌ها دارد.

به دلیل وجود همبستگی و برهم کنش معیارهای مختلف گیاهان، از مدل‌های جبرانی تکنیک‌های تصمیم‌گیری باید استفاده شود. تکنیک TOPSIS یک فن جبرانی است که تعامل و اثر عامل‌ها را در نظر می‌گیرد (نمازی، ۱۳۹۰). پژوهش‌های مختلفی در زمینه‌های گوناگون با استفاده از فن TOPSIS انجام شده است که به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود.

سسمه و همکاران (۲۰۰۹) رتبه‌بندی بانک‌های ترکیه را بر پایه عملکرد، و با استفاده از فن‌های FAHP^۱ و TOPSIS انجام دادند. نتیجه بررسی آنان نشان داد که برای رتبه‌بندی بهتر و جامع‌تر، افزون بر معیارهای مالی، باید به معیارهای غیر مالی نیز توجه کرد (سسمه و همکاران^۲، ۲۰۰۹). سان و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از فن تاپسیس به این نتیجه رسیدند که میزان پاداکنده (آنتی‌اکسیدان) میوه مربوط به مناطق خشک و ارتفاع بالا بیشتر است (سان و همکاران^۳، ۲۰۱۱). یالسن و همکاران (۲۰۱۲) رتبه‌بندی صنایع تولیدی ترکیه را با فن‌های AHP، TOPSIS، VIKOR و با استفاده از نسبت‌های مالی سنتی انجام دادند. آنان دریافتند که نتایج به دست آمده از رتبه‌بندی هر یک از فن‌های بالا، همسان است و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد (یالسن و همکاران^۴، ۲۰۱۲). هالکاس و تزرمز^۵ (۲۰۱۲) به بررسی عملکرد صنایع با استفاده از نسبت‌های مالی پرداختند. بدین منظور ۲۳ شرکت تولیدی یونانی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتیجه بررسی آنان نشان داد که عملکرد شرکت‌ها در یونان نسبت به پیش، ارتقا یافته است. داس و همکاران^۶ (۲۰۱۲) نیز به رتبه‌بندی شرکت‌های فنی و مهندسی هند با استفاده از فن AHP و COPRAS^۷ در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۸ پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که شرکت‌های دارای رتبه اول و دوم، پیشرفت بهتری نسبت به دیگر شرکت‌ها داشتند. اوزتورک و همکاران^۸ (۲۰۱۴) در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که برای تعیین نوع آب میوه و سبزی‌های

^۱ Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)

^۲ Seçme et al

^۳ Sun et al.

^۴ Yalcin et al.

^۵ Halkos and Tzeremes

^۶ Das et al.

^۷ Complex Proportional Assessment (COPRAS)

^۸ Ozturk et al.

مطلوب، غلظت خواص زیستی کاربردی، فن تاپسیس قابل استفاده است. همچنین، یافته دیگر پژوهش این بود که آب کلم با غلظت ۱۰٪ بهترین نوع از سبزی‌هاست. به طور کلی فن تاپسیس یک فن ریاضی و کاربردی در زمینه تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای رتبه‌بندی بر پایه معیارهای مختلف، به کار می‌رود. نتیجه این فن، تعیین رتبه‌بندی موارد تصمیم است. لذا در این پژوهش برای رتبه‌بندی رقم‌های گندم با توجه به معیارهای اقتصادی، از این فن استفاده شده است.

روش پژوهش (مواد و روش‌ها)

این بررسی به دنبال رتبه‌بندی اقتصادی گندم‌های کشت شده در ایران است، بنابراین از حیث ماهیت، یک پژوهش کاربردی است و از طرح پژوهش پس از واقعه یک باره^۱ استفاده می‌کند. در این پژوهش داده‌های برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران با توجه به معیارهای چون عملکرد دانه (تن در هکتار)، زمان کاشت تا رسیدن دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه در شرایط شاهد و تنش شوری و خشکی از چندین مقاله گرفته شده است (پوستینی، ۱۳۸۱؛ صابری و همکاران، ۱۳۸۲؛ احمدی و سی و سه مرده، ۱۳۸۳؛ افیونی، ۱۳۸۴؛ علیمحمدی و همکاران، ۱۳۸۸؛ بیژن-زاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ اکبری‌قوژدی و همکاران، ۱۳۸۹؛ سعادتیان و همکاران، ۱۳۹۱؛ اسفندیاری و همکاران، ۱۳۹۲؛ جودی، ۱۳۹۲؛ موسوی‌فر و همکاران، ۱۳۹۲؛ زیلویی و همکاران، ۱۳۹۳؛ صوفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ فرهودی و خدارحم‌پور، ۱۳۹۴). معیارها با توجه به اهمیت آنها در تولید محصول و با توجه به نقش مثبت و یا منفی آنها در تولید، با استفاده از فن تاپسیس رتبه‌بندی شد. برای مثال برای برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط شاهد و تنش شوری (جدول ۱) به عملکرد دانه رتبه (+۱)، ارتفاع گیاه رتبه (-۲)، وزن هزار دانه رتبه (+۳) و زمان کاشت تا رسیدن دانه رتبه (-۴) داده شد. به علاوه معیارهای وزن هزار دانه (+۱)، ارتفاع گیاه (-۲)، وزن سنبله (+۳)، عملکرد زیست‌توده (بیولوژیک) (+۴) و تعداد روز تا خوشه دهی (-۵) برای برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط شاهد و تنش خشکی (۱) (جدول ۲) در نظر گرفته شد. همچنین برای برخی دیگر از رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط شاهد و تنش خشکی (۲) (جدول ۳) معیارهای وزن ویژه برگ (+۱)، شمار سنبله (+۲)، سطح برگ (+۳)، سبزینه (کلروفیل) b (+۴)، پرولین (+۵)، وزن هزار دانه (+۶)، عملکرد دانه (+۷)، سبزینه a (+۸)، عملکرد زیست‌توده (+۹) و محتوی نسبی آب (+۱۰) در نظر گرفته شد. افزون

¹ One Shot Study

کاربرد تکنیک تاپسیس در... ۱۶۹

بر این، در جدول ۴ رتبه‌بندی برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط بدون تنش با فن تاپسیس با صفات عملکرد دانه (+۱)، شمار دانه در متر مکعب (+۲)، عملکرد زیست‌توده (+۳)، شاخص برداشت (+۴) و وزن هزار دانه (+۵) با استفاده از مقاله جودی (۱۳۹۲) انجام شده است. علت تفاوت معیارها مورد بررسی تفاوت داده‌های مقاله‌ها در مورد رقم‌های گندم بود و دیگر آنکه در رتبه‌بندی با فن تاپسیس، داده برای همه رقم‌های مورد بررسی بایستی موجود باشد تا بتوان آنها را با هم مقایسه نمود. به همین دلیل برخی رقم‌های گندم ایرانی در رتبه‌بندی خشکی (۱) و (۲) تکرار شده‌اند. رقم‌هایی که تنها برخی از معیارها مورد بررسی در هر مورد را داشتند به ناچار از مقایسه حذف شد تا همه رقم‌های مقایسه شده در همه معیارها بررسی شده دارای داده‌های لازم باشند و امکان رتبه‌بندی بر پایه معیارها چندگانه فراهم شود. مقاله‌های مورد استفاده از مجله‌های علمی پژوهشی معتبر فارسی گرفته شدند. در برخی مقاله‌ها اطلاعات خوبی درباره رقم‌های گندم در شرایط بدون تنش وجود داشت ولی در شرایط تنش بررسی از دیدگاه معیار مورد نظر صورت نگرفته بود. با فن تاپسیس برای هر معیار عددی با توجه به شاخص مثبت یا منفی به دست آمد که میانگین آنها با توجه به بار مثبت یا منفی محاسبه شد.

اجرای فن تاپسیس

حل مسئله با استفاده از فن *TOPSIS* شامل ۶ گام اساسی زیر بود:

۱) ماتریس تصمیم (*D*) برابر رابطه ۱ به کمک نرم اقلدیسی و رابطه زیر، تبدیل به یک ماتریس بی‌مقیاس شده تبدیل شد (آذر و رجبزاده، ۱۳۸۷؛ اصغرپور، ۱۳۸۷):

$$r_{ij}^n = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}} \quad (1)$$

۲) ماتریس بی‌مقیاس موزون برابر رابطه ۲ محاسبه شد. در این پژوهش بر پایه روش آنتروپی شانون اقدام به محاسبه وزن عامل‌ها شد.

$$E \approx S\{p_1, p_2, \dots, p_n = -k \sum_{i=1}^n [p_i \times \ln p_i]\} \quad (2)$$

هنگامی که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری به طور کامل مشخص باشند، روش آنتروپی می‌تواند برای ارزیابی وزن‌ها به کار رود. آنتروپی یک مفهوم بسیار با اهمیت است که نشان دهنده مقدار نبود اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعات می‌باشد. در حقیقت، آنتروپی در اطلاعات معیاری است برای مقدار نبود اطمینان بیان شده توسط یک توزیع احتمال گسسته

(P_i) ، به طوری که این نبود اطمینان، در صورت گسترده بودن توزیع، بیشتر از موردی است که توزیع فراوانی دارای شیب بیشتری باشد. توزیع آنتروپی شانون و محاسبه آن به شرح رابطه‌های ۳ و ۴ است:

$$= k \left\{ \left(Ln \frac{1}{n} \right) \left(\frac{n}{n} \right) \right\} = -k Ln \frac{1}{n} \quad (۴)$$

$$= -k \left\{ \frac{1}{n} Ln \frac{1}{n} + \frac{1}{n} Ln \frac{1}{n} + \dots + \frac{1}{n} Ln \frac{1}{n} \right\} \quad (۳)$$

یک ماتریس تصمیم‌گیری از یک مدل *MADM* حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی آن به کار رود.

محتوای اطلاعاتی موجود از ماتریس بالا، ابتدا به صورت (P_{ij}) برابر رابطه ۵ محاسبه می‌شود.

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (۵)$$

برای E_j از مجموعه P_{ij} ها به ازای هر مشخصه برابر رابطه ۶ خواهیم داشت:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^n [P_{ij} \times Ln P_{ij}], \forall j \quad (۶)$$

به طوری که k یک ثابت مثبت است و از رابطه ۷ به دست می‌آید:

$$0 \leq E_j \leq 1 \quad k = \frac{1}{Ln m} \quad (۷)$$

نبود اطمینان یا درجه انحراف (d_j) از اطلاعات ایجاد شده به ازای شاخص j ام به قرار رابطه ۸ خواهد بود:

$$d_j = 1 - E_j, \forall j \quad (۸)$$

در نهایت وزن هر عامل (W_j) از رابطه ۹ به دست خواهد آمد:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (۹)$$

پس از محاسبه وزن، ماتریس موزون با توجه به رابطه ۱۰ محاسبه شد.

کاربرد تکنیک تاپسیس در... ۱۷۱

$$v_{ij} = n_{ij} \times w_j \quad (10)$$

۳) مشخص کردن راه حل ایده‌آل مثبت (A_i^+) و راه حل ایده‌آل منفی (A_i^-): راه حل ایده‌آل مثبت (A_i^+) و راه حل ایده‌آل منفی (A_i^-) به صورت رابطه‌های ۱۱ و ۱۲ تعریف و محاسبه شد.

$$A^+ = \{MaxV_{ij} | (J\&J^+), (MinV_{ij} | J\&J^-)\} = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+) \quad (11)$$

$$A^- = \{MinV_{ij} | (J\&J^+), (MaxV_{ij} | J\&J^-)\} = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-) \quad (12)$$

۴) اندازه فاصله بر پایه نرم اقلیدسی به ازاء راه حل ایده‌آل منفی و راه حل ایده‌آل مثبت با توجه به رابطه‌های ۱۳ و ۱۴ محاسبه شد (مهرگان و دهقان‌نیری، ۱۳۸۸).

$$d_i^+ = [\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

$$d_i^- = [\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (14)$$

۵) نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل به صورت رابطه ۱۵ محاسبه شد.

$$C_i^+ = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (15)$$

۶) رتبه‌بندی گزینه‌ها، به ترتیب برتری، و بر پایه نزدیکی نسبی به ایده‌آل صورت گرفت (شاخص نزدیکی نسبی). گزینه مطلوب گزینه‌ای است که نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل (C_i) بیشتری دارد. بنابراین، هر گزینه که C_i آن به عدد یک نزدیک‌تر باشد به راه حل ایده‌آل نزدیک‌تر بوده و گزینه برتر خواهد بود و عامل‌های دیگر، به ترتیب، در جایگاه‌های بعدی قرار خواهند گرفت.

فرضیه‌های پژوهش

بنا بر هدف پژوهش، مبانی نظری، پیشینه و پرسش‌های تحقیق، فرضیه‌های این بررسی به شرح زیر است:

- فرضیه ۱: بین شاخص نزدیکی نسبی شرایط شاهد و تنش شوری اختلاف معنادار وجود دارد.
فرضیه ۲: بین شاخص نزدیکی نسبی شرایط شاهد و تنش خشکی (۱) اختلاف معنادار وجود دارد.

فرضیه ۳: بین شاخص نزدیکی نسبی شرایط شاهد و تنش خشکی (۲) اختلاف معنادار وجود دارد.

لذا با توجه به پرسش‌ها و فرضیه‌های پژوهش، در آغاز رتبه‌بندی رقم‌های گندم در شرایط شاهد، تنش شوری و تنش خشکی انجام شد. در ادامه، رقم‌های کشت شده در ایران با استفاده از فن تاپسیس در شرایط بدون تنش نیز مورد رتبه‌بندی قرار گرفتند. در نهایت، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و آزمون فریدمن، معناداری اختلاف هر یک از شاخص‌های نزدیکی در شرایط شاهد، تنش شوری و خشکی (۱) و (۲) مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل فراسنجه‌ای (ناپارامتریک) بودن شاخص‌های نزدیکی نسبی و رتبه‌ای بودن آن‌ها از آزمون فریدمن استفاده شده است.

نتایج و یافته‌های پژوهش

در آغاز به پرسش‌های پژوهش پرداخته می‌شود. جدول‌های ۱ تا ۳ رتبه‌بندی رقم‌های گندم در شرایط شاهد، تنش شوری و خشکی (۱) و (۲) نشان می‌دهد.

جدول (۱) رتبه‌بندی برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط شاهد و تنش شوری با فن

تاپسیس

| رتبه | رقم در شرایط شاهد | شاخص نزدیکی نسبی* | رقم در شرایط شوری | شاخص نزدیکی نسبی |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| ۱ | اروند ۱ | ۰/۹۶۲۱ | اروند ۱ | ۰/۹۹۹۸ |
| ۲ | خلیج | ۰/۷۹۶۹ | کرج ۱ | ۰/۸۹۷۵ |
| ۳ | کرج ۱ | ۰/۷۴۸۸ | خزر ۱ | ۰/۸۲۳۰ |
| ۴ | امید | ۰/۷۴۶۹ | دستجردی | ۰/۸۲۲۴ |
| ۵ | شاه پسند | ۰/۷۳۴۰ | خلیج | ۰/۷۱۲۸ |
| ۶ | عدل جدید | ۰/۶۴۰۲ | البرز | ۰/۵۲۵۱ |
| ۷ | دستجردی | ۰/۵۹۹۱ | عدل جدید | ۰/۵۲۰۳ |
| ۸ | خزر ۱ | ۰/۵۳۴۶ | امید | ۰/۴۴۳۷ |
| ۹ | البرز | ۰/۴۱۶۰ | آذر | ۰/۰۵۹۳ |
| ۱۰ | آذر | ۰/۰۶۶۰ | شاه پسند | ۰/۰۰۰۱ |

* نزدیکی به ایده‌آل را شاخص نزدیکی نسبی می‌نامند که بیشترین آن یک می‌باشد و رتبه‌بندی رقم‌ها به ترتیب نزدیکی عدد شاخص به یک انجام شده است.

کاربرد تکنیک تاپسیس در... ۱۷۳

جدول (۲) رتبه‌بندی برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط شاهد و تنش خشکی (۱) با

فن تاپسیس

| رتبه | رقم در شرایط شاهد | شاخص نزدیکی نسبی* | رقم در شرایط خشکی (۱) | شاخص نزدیکی نسبی |
|------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| ۱ | فونگ | ۰/۹۶۹۹ | کرج ۱ | ۰/۹۹۳۴ |
| ۲ | کرج ۲ | ۰/۵۶۱۷ | چمران | ۰/۰۲۹۵ |
| ۳ | کرج ۳ | ۰/۴۷۰۴ | روشن | ۰/۰۱۹۸ |
| ۴ | کرج ۱ | ۰/۴۵۷۴ | سبلان | ۰/۰۱۶۷ |
| ۵ | آذر | ۰/۳۹۸۷ | کرج ۳ | ۰/۰۱۶۴ |
| ۶ | گاسپارد | ۰/۳۷۳۶ | آذر ۲ | ۰/۰۱۶۳ |
| ۷ | روشن | ۰/۳۵۸۱ | کویر | ۰/۰۱۲۲ |
| ۸ | سبلان | ۰/۳۴۰۲ | فلات | ۰/۰۰۶۷ |
| ۹ | چمران | ۰/۳۱۶۸ | گاسپارد | ۰/۰۰۴۶ |
| ۱۰ | کویر | ۰/۳۱۱۴ | استار | ۰/۰۰۴۲ |
| ۱۱ | آذر ۲ | ۰/۲۸۵۶ | کرج ۲ | ۰/۰۰۳۸ |
| ۱۲ | استار | ۰/۲۶۴۹ | آذر | ۰/۰۰۱۹ |
| ۱۳ | فلات | ۰/۱۵۱۴ | فونگ | ۰/۰۰۱۲ |
| ۱۴ | مرودشت | ۰/۰۳۰۰ | مرودشت | ۰/۰۰۰۹ |

* نزدیکی به ایده‌آل را شاخص نزدیکی نسبی می‌نامند که بیشترین آن یک می‌باشد و رتبه‌بندی رقم‌ها به ترتیب نزدیکی عدد شاخص به یک انجام شده است.

جدول (۳) رتبه‌بندی برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط شاهد و تنش خشکی (۲) با

فن تاپسیس

| رتبه | رقم در شرایط شاهد | شاخص نزدیکی نسبی* | رقم در شرایط خشکی (۲) | شاخص نزدیکی نسبی |
|------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| ۱ | امید | ۰/۹۸۷۰ | امید | ۰/۸۲۰۴ |
| ۲ | خزر | ۰/۱۰۲۰ | روشن | ۰/۵۵۸۱ |
| ۳ | فلات | ۰/۰۲۱۱ | سبلان | ۰/۴۸۲۷ |
| ۴ | الوند | ۰/۰۱۵۰ | پیش‌تاز | ۰/۴۳۸۱ |
| ۵ | مغان | ۰/۰۱۴۶ | داراب | ۰/۳۵۱۱ |
| ۶ | سبلان | ۰/۰۱۲۲ | مغان | ۰/۲۹۹۸ |
| ۷ | سرداری | ۰/۰۰۹۴ | خزر | ۰/۲۹۸۵ |
| ۸ | روشن | ۰/۰۰۸۶ | سرداری | ۰/۲۸۷۹ |
| ۹ | پیش‌تاز | ۰/۰۰۷۴ | الوند | ۰/۱۰۲۸ |
| ۱۰ | داراب | ۰/۰۰۵۲ | فلات | ۰/۰۶۲۳ |

* نزدیکی به ایده‌آل را شاخص نزدیکی نسبی می‌نامند که بیشترین آن یک می‌باشد و رتبه‌بندی رقم‌ها به ترتیب نزدیکی عدد شاخص به یک انجام شده است.

۱۷۴ اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۱/شماره ۱/۱۳۹۶

در پاسخ به پرسش‌های پژوهش، برابر جدول ۱، رقم «اروند ۱» در شرایط شاهد و تنش شوری، با شاخص‌های نزدیکی نسبی ۰/۹۶ و ۰/۹۹ بهترین رقم است. همچنین رقم‌های «فونگ» و «کرج ۱» در شرایط شاهد و تنش خشکی (۱) با شاخص‌های نزدیکی نسبی ۰/۹۶ و ۰/۹۹ بهترین رقم هستند. از طرفی، رقم «امید» با شاخص‌های نزدیکی نسبی ۰/۹۸ و ۰/۸۲ بهترین نوع گندم در شرایط شاهد و تنش خشکی (۲) است. جدول ۴ رتبه‌بندی برخی رقم‌های گندم کاشت شده در ایران در شرایط بدون تنش با فن تاپسیس را نشان می‌دهد.

جدول (۴) رتبه‌بندی برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط بدون تنش با فن تاپسیس

| رتبه | رقم | شاخص نزدیکی نسبی* | رتبه | رقم | شاخص نزدیکی نسبی |
|------|----------------------|-------------------|------|-----------------|------------------|
| ۱ | کراس البرز | ۰/۹۹۳۵ | ۳۸ | بیستون | ۰/۳۵۶۷ |
| ۲ | اکبری | ۰/۹۷۳۶ | ۳۹ | رسول | ۰/۳۳۶۹ |
| ۳ | بم | ۰/۹۲۴۱ | ۴۰ | شاهی | ۰/۳۲۹۳ |
| ۴ | ناز | ۰/۹۱۲۴ | ۴۱ | بیات | ۰/۳۲۵۶ |
| ۵ | شهریار | ۰/۸۰۲۵ | ۴۲ | سبلان | ۰/۳۲۴۲ |
| ۶ | شعله | ۰/۷۷۴۳ | ۴۳ | اینیاء | ۰/۳۰۵۸ |
| ۷ | الموت | ۰/۷۴۶۶ | ۴۴ | نیک نژاد | ۰/۳۰۴۹ |
| ۸ | کویر | ۰/۷۲۱۲ | ۴۵ | آذر ۲ | ۰/۳۰۳۳ |
| ۹ | آزادی | ۰/۷۱۴۶ | ۴۶ | فلات | ۰/۲۹۹۵ |
| ۱۰ | اترک | ۰/۶۹۴۳ | ۴۷ | اروند موتانت | ۰/۲۹۹۲ |
| ۱۱ | زاکرس | ۰/۶۷۰۱ | ۴۸ | کراس فلات هامون | ۰/۲۸۸۰ |
| ۱۲ | بولانی | ۰/۶۶۸۲ | ۴۹ | چناب | ۰/۲۸۵۳ |
| ۱۳ | استار | ۰/۶۵۶۲ | ۵۰ | دز | ۰/۲۸۲۷ |
| ۱۴ | شیراز | ۰/۶۵۰۱ | ۵۱ | مغان ۳ | ۰/۲۶۳۶ |
| ۱۵ | آرتا | ۰/۶۱۸۹ | ۵۲ | کاوه | ۰/۲۵۸۹ |
| ۱۶ | کرخه | ۰/۵۶۴۹ | ۵۳ | الوند | ۰/۲۴۰۴ |
| ۱۷ | کرج ۳ | ۰/۵۳۶۸ | ۵۴ | خزر ۱ | ۰/۲۳۹۹ |
| ۱۸ | مهدوی | ۰/۵۳۵۱ | ۵۵ | فونگ | ۰/۲۳۳۰ |
| ۱۹ | شیرودی | ۰/۵۳۰۲ | ۵۶ | عدل | ۰/۲۲۶۴ |
| ۲۰ | سیستان | ۰/۵۲۲۰ | ۵۷ | کرج ۱ | ۰/۲۱۶۵ |
| ۲۱ | کرج ۲ | ۰/۵۰۹۹ | ۵۸ | روشن | ۰/۲۰۹۰ |
| ۲۲ | چمران | ۰/۵۰۳۱ | ۵۹ | سیمینه | ۰/۱۹۶۳ |
| ۲۳ | البرز | ۰/۴۹۵۲ | ۶۰ | دوروم یاواروس | ۰/۱۹۴۶ |
| ۲۴ | بک کراس روشن زمستانه | ۰/۴۹۱۳ | ۶۱ | سرخ تخم | ۰/۱۹۰۱ |

کاربرد تکنیک تاپسیس در... ۱۷۵

ادامه جدول (۴) رتبه‌بندی برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط بدون تنش با فن

تاپسیس

| | | | | | |
|--------|----------|----|---------|-----------------------|----|
| ۰/۱۸۶۵ | هامون | ۶۲ | ۰/۴۹۰۳ | زرین | ۲۵ |
| ۰/۱۸۵۰ | داراب ۲ | ۶۳ | ۰/۴۸۰۱ | مغان ۲ | ۲۶ |
| ۰/۱۷۸۲ | دریا | ۶۴ | ۰/۴۷۱۱ | پیشناز | ۲۷ |
| ۰/۱۴۹۸ | هیرمند | ۶۵ | ۰/۴۵۳۳ | بک کراس روشن بهاره | ۲۸ |
| ۰/۱۴۷۳ | مارون | ۶۶ | ۰/۴۵۱۱ | سیاهان | ۲۹ |
| ۰/۱۳۹۷ | قدس | ۶۷ | ۰/۴۴۶۳ | گاسپارد | ۳۰ |
| ۰/۱۲۳۱ | طیسی | ۶۸ | ۰/۴۳۰۹۵ | مروذشت | ۳۱ |
| ۰/۱۱۵۰ | مغان ۱ | ۶۹ | ۰/۴۲۹۷ | نوید | ۳۲ |
| ۰/۰۷۴۰ | فرونتانا | ۷۰ | ۰/۳۸۵۲ | گلستان | ۳۳ |
| ۰/۰۶۲۱ | آذر | ۷۱ | ۰/۳۸۳۴ | کراس شاهی | ۳۴ |
| ۰/۰۵۵۳ | سومای ۳ | ۷۲ | ۰/۳۷۷۶ | کاسکوژن | ۳۵ |
| ۰/۰۲۹۹ | سرداری | ۷۳ | ۰/۳۷۲۰ | خلیج | ۳۶ |
| | | | ۰/۳۶۰۴ | سایسون | ۳۷ |

* نزدیکی به ایده‌آل را شاخص نزدیکی نسبی می‌نامند که بیشترین آن یک می‌باشد و رتبه‌بندی رقم‌ها به ترتیب نزدیکی عدد شاخص به یک انجام شده است.

برابر جدول ۴، رقم «کراس البرز» در شرایط بدون تنش بهترین نوع خواهد بود. همچنین، نتایج جدول ۱ تا ۴ نشان می‌دهد که رقم‌های گندم با فن تاپسیس در شرایط شاهد و دو تنش شوری و خشکی با در نظر گرفتن چندین عامل به طور همزمان با شاخص‌های نزدیکی نسبی متفاوت رتبه‌بندی شده‌اند. جدول ۵ به بررسی فرضیه‌های پژوهش می‌پردازد.

جدول (۵) آزمون فریدمن برای آزمون فرضیه‌های پژوهش

| نتیجه H ₀ | سطح معناداری | آماره آزمون | فرضیه |
|----------------------|--------------|-------------|-------|
| عدم رد | ۰/۵۲۷ | ۰/۴۰۰ | اول |
| رد | ۰/۰۰۱ | ۱۰/۲۸۶ | دوم |
| رد | ۰/۰۱۱ | ۶/۴۰۰ | سوم |

با توجه به نتایج جدول ۵، آزمون فریدمن در سطح ۵ درصد انجام شده است. فرضیه صفر این آزمون، نبود اختلاف معنادار بین گروه‌های آزمون است. بنابراین، آزمون فریدمن در زمینه فرضیه اول نشان می‌دهد که بین شاخص نزدیکی نسبی گروه شاهد و تنش شوری اختلاف معنادار وجود ندارد. نتیجه آزمون برای فرضیه دوم بیانگر وجود اختلاف معنادار بین شرایط شاهد و تنش

خشکی (۱) است. افزون بر این، سطح معناداری آزمون فریدمن در فرضیه سوم نشان می‌دهد که بین شاخص نزدیکی نسبی شرایط شاهد و تنش خشکی (۲) نیز، اختلاف معنادار وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش کاربرد فن تاپسیس در رتبه‌بندی اقتصادی برخی رقم‌های گندم کشت شده در ایران با در نظر گرفتن چندین عامل به طور همزمان بررسی شد. رتبه‌بندی رقم‌های گندم کشت شده در ایران در شرایط شاهد و دو تنش خشکی و شوری که از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی کشور می‌باشد انجام شد. دیدگاه اقتصادی در گیاه گندم در وهله اول به میزان تولید بذر بر می‌گردد. اما عامل‌های دیگری چون مدت زمان کاشت تا رسیدن دانه و رشد رویشی گیاه نیز در برآورد اقتصادی کاشت گندم موثر است (صوفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). هر چه مدت زمان کاشت تا برداشت بیشتر باشد مصرف آب، کود و سم می‌تواند افزایش یابد و یا احتمال حمله آفات و بیماری‌ها نیز بیشتر شود (احمدی و بیکر، ۲۰۰۱) در برخی مناطق کشور پس از برداشت گندم امکان کشت دوم برخی گیاهان وجود دارد در نتیجه کاهش زمان محصول‌دهی یک مزیت با ارزش است. افزایش رشد رویشی از جمله ریشه و اندام‌های هوایی می‌تواند موجب جذب بیشتر آب و یون‌ها و افزایش نورساخت (فتوسنتز) شود. در نتیجه زمینه رشد زایشی بهتری را برای گیاه فراهم سازد (سعادتیان و همکاران، ۱۳۹۱).

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود برخی رقم‌های گندم کشت شده در شرایط شاهد و شوری با فن تاپسیس با در نظر گرفتن عملکرد دانه رتبه (+۱)، ارتفاع گیاه رتبه (-۲)، وزن هزار دانه رتبه (+۳) و زمان کاشت تا رسیدن دانه رتبه (-۴) رتبه‌بندی شده‌اند. رتبه اول هم در شرایط شاهد و هم در تنش شوری به رقم «اروند ۱» تعلق گرفته است که بیانگر اهمیت اقتصادی تولید بذر این رقم در شرایط شاهد و تنش شوری می‌باشد. البته رقم «اروند ۱» از نظر شاخص نزدیکی نسبی در شرایط شاهد و شوری هر دو بالاتر از ۰/۹۶ می‌باشد. در بین رقم‌های مورد مقایسه رقم «خلیج» و «کرج ۱» در شرایط شاهد به ترتیب رتبه دوم و سوم را داشته‌اند ولی در شرایط شوری رتبه دوم و سوم به ترتیب به «کرج ۱» و «خزر ۱» تعلق دارد که نشان‌دهنده نقش متفاوت تنش شوری روی رقم‌های گندم است. دیگر رقم‌ها نیز در رتبه‌های متفاوتی در شرایط شاهد و شوری قرار دارند. در جدول ۲ رتبه‌بندی ۱۴ رقم گندم در شرایط شاهد و خشکی با فن تاپسیس با در نظر گرفتن معیارهای وزن هزار دانه (+۱)، ارتفاع گیاه (-۲)، وزن سنبله (+۳)، عملکرد زیست‌توده (+۴) و شمار روز تا خوشه دهی (-۵) انجام شده است. در این جدول رقم «فونگ» در شرایط

کاربرد تکنیک تاپسیس در... ۱۷۷

شاهد رتبه اول با شاخص نزدیکی نسبی بیش از ۰/۹۶ را دارد ولی در تنش خشکی عملکرد خوبی نداشته است و به رتبه ۱۳ تنزل یافته است. در بین رقم‌های این جدول رقم «کرج ۱» که در شرایط شاهد رتبه چهارم را دارد در تنش خشکی رتبه اول را نشان می‌دهد و از دیدگاه اقتصادی تولید بذر توصیه می‌شود. این رقم در جدول ۱ نیز رتبه سوم در شرایط شاهد و دوم در تنش شوری را دارا است. شایان یادآوری است که شرایط آب و هوا و نوع خاک نیز در انتخاب نوع بذر مناسب دخالت دارد. رقم «کرج ۱» در سال ۱۳۵۲ از کرج با تیپ رشد بهاره معرفی شد. این رقم گندم دارای ارتفاع ۱۱۵ سانتی‌متر و تا حدودی زودرس می‌باشد. وزن میانگین هزار دانه ۵/۴۴ گرم و مقاوم به خوابیدگی و ریزش است اما کمی حساس به زنگ زرد و نیمه حساس به زنگ سیاه است (یزدی‌صمدی و مجنون‌حسینی، ۱۳۸۱). در جدول ۲ رقم «فونگ» با شاخص نزدیکی نسبی حدود ۰/۹۶ به طور مشخصی با رقم دوم یعنی کرج ۲ با شاخص نزدیکی نسبی حدود ۰/۵۶ فاصله دارد. رقم «چمران» در رتبه دوم شرایط خشکی جدول ۲ با شاخص نزدیکی نسبی حدود ۰/۰۳ نیز با رقم «کرج ۱» که رتبه اول شرایط خشکی با شاخص نزدیکی نسبی حدود ۰/۹۹ است فاصله زیادی دارد. در جدول ۳ نیز رتبه‌بندی ۱۰ رقم دیگر گندم در شرایط شاهد و خشکی با فن تاپسیس با در نظر گرفتن معیارها وزن ویژه برگ (+۱)، شمار سنبله (+۲)، سطح برگ (+۳)، سبزینه b (+۴)، پرولین (+۵)، وزن هزار دانه (+۶)، عملکرد دانه (+۷)، سبزینه a (+۸)، عملکرد زیست‌توده (+۹) و محتوی نسبی آب (+۱۰) انجام شده است. رقم «امید» هم در شرایط شاهد و هم در تنش خشکی رتبه اول را دارد. البته شاخص نزدیکی نسبی این رقم در شرایط شاهد حدود ۰/۹۹ ولی در شرایط خشکی حدود ۰/۸۲ می‌باشد. این نشانه آن است که تنش خشکی مقداری روی عملکرد این رقم اثر منفی داشته است. رتبه دوم جدول ۳ در شرایط شاهد متعلق به رقم «خزر» می‌باشد که شاخص نزدیکی نسبی بسیار کمتری نسبت به رقم «امید» که در صدر است دارد و شاخص نزدیکی نسبی از حدود ۰/۹۸ به ۰/۱۰ رسیده است. در شرایط تنش خشکی نیز رقم دوم، رقم «روشن» است با شاخص نزدیکی نسبی حدود ۰/۵۶ که به طور چشمگیری کمتر از رتبه اول یعنی رقم «امید» با شاخص نزدیکی نسبی حدود ۰/۸۲ می‌باشد. دیگر رقم‌ها در رتبه‌های متفاوتی در شرایط شاهد و خشکی قرار دارند. شایان یادآوری است که در جدول ۳ رتبه‌بندی رقم‌های گندم در شرایط شاهد و خشکی با در نظر گرفتن ۱۰ معیار صورت گرفته است که بیشتر از معیارها مربوط به جدول ۲ می‌باشد و از جمله مقدار رنگدانه‌ها، محتوی نسبی آب و میزان پرولین نیز لحاظ شده است. در جدول ۴ نیز رتبه‌بندی ۷۳ رقم گندم

تنها در شرایط شاهد و بدون تنش با فن تاپسیس با در نظر گرفتن معیارها عملکرد دانه (+۱)، تعداد دانه در متر مکعب (+۲)، عملکرد زیست توده (+۳)، شاخص برداشت (+۴) و وزن هزار دانه (+۵) انجام شده است. در این جدول رقم‌ها «کراس البرز»، «اکبری»، «بم» و «ناز» رتبه اول تا چهارم را با شاخص نزدیکی نسبی تا حدودی همسان دارند ولی رتبه پنجم فاصله بیشتری از نظر شاخص نزدیکی نسبی با آنها دارد. فعله‌کری و همکاران در سال ۱۳۹۳ گزارش دادند که رقم «کراس البرز» کارایی خوبی برای استفاده از رطوبت برای رسیدن به بیشینه رشد را دارد و موجب عملکرد بیشتری می‌شود. رقم «کرج ۱» که در جدول‌های ۱ و ۲ شرایط خوبی دارند در جدول ۴ در رتبه ۵۷ قرار گرفته است البته چون رقم‌ها در مقام مقایسه با یکدیگر می‌باشند اشکالی ندارد. همچنین محققان و شرایط محیطی آزمایش نیز با هم متفاوت بوده است برای مثال جدول ۴ با توجه به کاشت گیاهان در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مغان دانشگاه محقق اردبیلی تهیه شده است. جودی (۱۳۹۲) عنوان کرده است که رقم‌های جدید از نظر عملکرد تولید بذر بهتر از رقم‌های معرفی شده گذشته است. نتایج فن تاپسیس با مقداری تفاوت این موضوع را بین رتبه ۱ تا ۱۵ تا حدودی تأیید می‌کند. لذا با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و وجود بذر مناسب و بود یا نبود تنش، می‌توان از بین رقم‌های ارائه شده در جدول‌های ۱ تا ۴ و شاخص نزدیکی نسبی آنها از دید اقتصادی، رقم یا رقم‌هایی را انتخاب نمود که تولید بهتر و بیشتری داشته باشند. صوفی‌زاده و همکاران در سال ۱۳۹۳ بالاترین عملکرد دانه گندم پائیزه (شش تن به بالا) در ۶۰ سال اخیر کشور را به ترتیب رقم‌های پیشگام (معرفی شده سال ۱۳۸۷ با ۸۷۳۸ کیلوگرم در هکتار)، میهن (معرفی شده سال ۱۳۸۹ با ۷۷۸۰ کیلوگرم در هکتار)، زارع (معرفی شده سال ۱۳۸۷ با ۷۵۵۰ کیلوگرم در هکتار)، مهدوی (معرفی شده سال ۱۳۷۴ با ۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار)، شهریار (معرفی شده سال ۱۳۸۱ با ۶۷۲۰ کیلوگرم در هکتار)، الوند (معرفی شده سال ۱۳۷۴ با ۶۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، الموت (معرفی شده سال ۱۳۷۴ با ۶۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، زرین (معرفی شده سال ۱۳۷۴ با ۶۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، توس (معرفی شده سال ۱۳۸۱ با ۶۳۱۰ کیلوگرم در هکتار) و قدس (معرفی شده سال ۱۳۶۸ با ۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) اعلام نموده‌اند. آنان همچنین بالاترین عملکرد دانه گندم بهاره (پنج تن به بالا) در ۶۰ سال اخیر کشور را به ترتیب رقم‌های مغان ۱ (معرفی شده سال ۱۳۵۲ با ۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار)، مغان ۲ (معرفی شده سال ۱۳۵۳ با ۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کرج ۱ (معرفی شده سال ۱۳۵۲ با ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) گزارش کرده‌اند (صوفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). با مشاهده جدول ۴

کاربرد تکنیک تاپسیس در...۱۷۹

رقم‌های «شهریار»، «الموت» و «مهدوی» از رقم‌ها تا رتبه ۲۲ که شاخص نزدیکی نسبی حدود ۰/۵ دارند دیده می‌شوند و رقم «اروند ۱» با رتبه ۵۳ با شاخص نزدیکی نسبی ۰/۲۴ نیز وجود دارد ولی دیگر رقم‌های گندم پائیزه در جدول ۴ وجود ندارند و مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. این مشاهدات درستی فن تاپسیس را در رتبه‌بندی گندم از دیدگاه اقتصادی و تفاوت آن را با تک بعدی نگری بیان می‌نماید. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاری برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده کمک کننده هستند. در این نوع از تصمیم‌گیری‌ها برای بهینه‌سازی مدل، به جای استفاده از یک معیار سنجش، از چند معیار استفاده می‌شود و لذا امکان انتخاب مناسب تر را فراهم می‌سازد. انتخاب برتر با تمرکز بر یک معیار شاید به دست نیاید البته انتخاب معیارها نیز دارای اهمیت زیادی است. برای مثال در گندم پائیزه عملکرد دانه مثبت است ولی ارتفاع بوته و زمان رسیدن بذر کمتر باشد بهتر است. در حالی که در گندم بهاره افزایش بیشتر عملکرد را نمی‌توان با کاهش در ارتفاع بوته انتظار داشت بلکه به دیگر عامل‌ها مانند افزایش هدایت روزنه‌ای و سرعت نورساخت باید توجه کرد (صوفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

از سویی دیگر، با توجه به نتایج جدول ۵، آزمون فریدمن در زمینه فرضیه اول نشان می‌دهد که بین شاخص نزدیکی نسبی گروه شاهد و تنش شوری اختلاف معنادار وجود ندارد. این موضوع نشان‌دهنده آن است که ۱۰ رقم موجود در جدول ۱ به دلیل مقاومت و تحمل به شوری توانسته‌اند در شرایط تنش نیز تاحدودی مانند شرایط شاهد محصول مناسب داشته باشند. نتیجه آزمون برای فرضیه دوم بیانگر وجود اختلاف معنادار بین شرایط شاهد و تنش خشکی (۱) است. افزون بر این، سطح معناداری آزمون فریدمن در فرضیه سوم نشان می‌دهد که بین شاخص نزدیکی نسبی شرایط شاهد و تنش خشکی (۲) نیز، اختلاف معنادار وجود دارد. این موضوع بیانگر آن است که برخی از رقم‌های گندم موجود در جدول ۲ و ۳ به دلیل تأثیرپذیری از تنش خشکی دارای کاهش تولید بوده‌اند. این امر، دلیل دیگری بر اهمیت استفاده از فن‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و توجه خاص به شرایط محیطی است. کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی گندم، در برخی از سال‌ها روند کاهشی داشته است (گرشاسبی و داداشی، ۱۳۹۴) لذا تلاش‌هایی برای انتخاب رقم‌های مناسب‌تر با توجه به شرایط آب و هوایی و خاک و بررسی‌های علمی بیشتر، برای رفع این معضل مورد نیاز است.

پیشنهادها

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:
برای بهترین استفاده از منابع، به کشاورزان، ضرورت دارد با استفاده از شرایط موجود، وضعیت آب و هوا و خاک، به کمک نتایج تحقیق، رقم‌های گندم مناسب انتخاب و معرفی شود. برای کاشت انتخاب نمایند. همچنین، وزارت جهاد کشاورزی نیز به عنوان متولی بخش کشاورزی در دولت در این زمینه، نظارت لازم را اعمال کند.
در صورت امکان، پژوهشگران همه بذره‌های گندم پائیزه و بهاره موجود در ایران را جداگانه در چند نقطه کشور با شرایط آب و هوایی و خاک متفاوت کشت کنند و با فن تاپسیس به مقایسه آنها با در نظر گرفتن معیارهای مختلف از دیدگاه اقتصادی مورد ارزیابی قرار دهند.

منابع

- آذر، ع. و رجب زاده، ع. ۱۳۸۷. تصمیم‌گیری چند معیاره، چاپ دوم، تهران: انتشارات نگاه دانش.
احمدی، ع. و سی و سه مرده، ع. ۱۳۸۳. اثر تنش خشکی بر کربوهیدرات‌های محلول، کلروفیل و پرولین در چهار رقم گندم سازگار با شرایط متفاوت اقلیمی ایران. *مجله علوم کشاورزی ایران*، (۳) ۳۵: ۷۶۳-۷۵۳.
- اسفندیاری، ع.، جوادی، ع. و شکرپور، م. ۱۳۹۲. ارزیابی برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک ارقام گندم در پاسخ به تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای. *به زراعی کشاورزی*، (۱) ۱۵: ۳۸-۲۷.
- اصغرپور، م. ۱۳۸۷. تصمیم‌گیری چند معیاره، چاپ پنجم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
افیونی، د. ۱۳۸۴. بررسی مناسب‌ترین میزان بذر در ارقام گندم تحت تنش شوری. *مجله کشاورزی*، (۲) ۷: ۱۶-۷.
- اکبری‌قوژدی، ا.، ایزدی‌دربندی، ع.، برزوئی، ا. و ابراهیمی، م. ۱۳۸۹. شناسایی برخی معیارهای انتخاب مورفولوژیک جهت به‌گزینی ارقام متحمل به شوری در گندم (*Triticum aestivum L.*). *پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی*، (۶) ۲: ۹۸-۸۱.
- بیژن‌زاده، ا.، شکوفا، آ. و امام، ی. ۱۳۸۹. اثر سطوح مختلف سدیم کلرید بر ویژگی‌های جوانه زنی ۲۰ رقم گندم نان و ماکارونی. *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*، (۲) ۸: ۲۸۳-۲۷۷.
- پوستینی، ک. ۱۳۸۱. ارزیابی ۳۰ رقم گندم از نظر واکنش به تنش شوری. *مجله علوم کشاورزی ایران*، (۱) ۳۳: ۶۴-۵۷.

کاربرد تکنیک تاپسیس در... ۱۸۱

جودی، م. ۱۳۹۲. بررسی رابطه زمان وقوع و طول مراحل مختلف نموی با توان تولید دانه در ارقام زراعی گندم‌های ایران. نشریه تولید گیاهان زراعی، ۴: ۹۹-۱۱۶.

حجتی‌پور، ا.، جعفری حقیقی، ب. و درستکار، م. ۱۳۹۲. تاثیر تلفیق کودهای زیستی و شیمیائی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱۵: ۳۶-۴۸.

دشتی، ق.، امینیان، ف.، حسین زاد، ج. و حیاتی ب. ۱۳۸۹. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم (مطالعه موردی: منابع زیرزمینی شهرستان دامغان). دانش کشاورزی و تولید پایدار، (۱) ۲۰: ۱۳۱-۱۲۱.

رستگاری‌پور، ف.، توسلی، ا.، قنبری، ا. و صبحی، م. ۱۳۹۴. بررسی مزیت نسبی و ارزیابی اقتصادی کشت خالص و مخلوط لگومینه و غلات. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۹۱: ۲۳۳-۲۱۱. زیلوئی، ن.، احمدی، ع. و جودی، م. ۱۳۹۳. بررسی ارتباط فنولوژی با پتانسیل عملکرد و مقاومت به تنش خشکی در برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های زراعی گندم ایران. علوم گیاهان زراعی ایران، (۴) ۴۵: ۵۴۰-۵۳۱.

سعادتیان، ب.، سلیمانی، ف.، احمدوند، گ. و وجدانی آرام، س. ۱۳۹۱. بررسی توانائی تحمل، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم به شوری آب آبیاری در مراحل حساس رشد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، (۴) ۱۰: ۷۳۴-۷۲۶.

سعیدی، ع. ۱۳۸۴. مشخصات ارقام گندم نان، گندم دوروم، جو و تریتیکاله. نشر آموزش کشاورزی. کرج.

صابری، م. ح.، راشد محصل، م. ح. و کافی، م. ۱۳۸۲. مقایسه شاخص‌های رشدی و تجمع سدیم و پتاسیم در هشت رقم مختلف گندم نان در شرایط تنش شوری. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، (۱) ۱: ۸۰-۷۱.

صوفی‌زاده، س.، زند، ا.، دیهیم فرد، ر. و اسماعیل زاده، س. ۱۳۹۳. بررسی روند تغییرات عملکرد دانه و برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گندم، ذرت و برنج در طی چند دهه اخیر در ایران. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، (۳) ۱۲: ۳۵۹-۳۴۳.

علیمحمدی، م.، رضایی، ع. و میراحمدی میبدی، س. ع. ۱۳۸۸. بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد ده رقم گندم نان در دو رژیم آبیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۸: ۱۰۷-۱۲۰.

- فرهودی، ر. و خدارحم‌پور، ز. ۱۳۹۴. بررسی پاسخ فیزیولوژیک ۱۹ رقم گندم به تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای. *فرآیند و کارکرد گیاهی*، (۱۱): ۶۷-۷۷.
- فعله‌کری، ح.، اقبال‌قبادی، م.، محمدی، غ.، جلالی‌هنرمند، س. و قبادی، م. ۱۳۹۳. تاثیر آبیاری تکمیلی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک دو رقم گندم دیم. *اکوفیزیولوژیکی گیاهی*، ۱۸: ۲۸-۴۲.
- قوامی، ف.، ملبویی، م.ع.، قنادها، م.ر.، یزدی‌صمدی، ب.، مظفری، ج. و آقایی، م.ج. ۱۳۸۳. بررسی واکنش ارقام متحمل گندم ایرانی به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه. *مجله علوم کشاورزی ایران*، (۲): ۳۵-۴۶، ۴۵۳-۴۶۴.
- گرشاسبی، ع. و داداشی، ص. ۱۳۹۴. مقایسه کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی گندم در زراعت ایران با تأکید بر دوره زمانی ۸۸-۱۳۷۹. *مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۹۰: ۷۵-۹۶.
- محمدی، ح.، مرادی، ف.، احمدی، ع.، عباسی، ع. و پوستینی، ک. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی بر تغییرات هورمونی و کربوهیدرات‌های دانه در حال نمو دو رقم گندم. *مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی*، (۴): ۱۳۹-۱۵۵.
- موسوی‌فر، ب.ا.، گلدانی، م. و نظامی، ا. ۱۳۹۲. مقایسه ارقام مختلف گندم در پاسخ به سطوح شوری. اولین کنفرانس ملی تنش شوری در گیاهان و راهکارهای توسعه کشاورزی در شرایط شور، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، ۶۴۵-۶۵۱.
- مهرگان، م. و دهقان‌نیری، م. ۱۳۸۸. رویکرد منسجم BSC-TOPSIS جهت ارزیابی دانشکده‌های مدیریت برتر دانشگاه‌های استان تهران، مدیریت صنعتی، ۲: ۱۶۸-۱۵۳.
- نمازی، ن. ۱۳۹۰. رتبه‌بندی عوامل موثر بر خطر حساسی با استفاده از تکنیک TOPSIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، شیراز.
- یزدی‌صمدی، ب. و مجنون‌حسینی، ن. ۱۳۸۱. بررسی صفات کمی ۱۲ رقم گندم اصلاح شده در شرایط دیم در منطقه کرج. *بیابان*، (۱): ۷-۱۰.
- Ahmadi, A. and Baker, D.A. 2001. The effect of water stress on grain filling processes in wheat. *Journal of Agricultural Science*, 136: 257- 269.
- Bahrami, N., Bayliss, D., Chope, G., Penson, S., Pehinec. T., Fisk, I. D. 2016. Cold plasma: A new technology to modify wheat flour functionality, *Food Chemistry*, 202: 247-253.
- Das, M. C., Sarkar, B. & Ray, S. 2012. A Framework to Measure Relative Performance of Indian Technical Institutions Using Integrated Fuzzy AHP and COPRAS Methodology. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46: 230-241.

- Fu, C. and Yang, S. 2012. The combination of dependence-based interval-valued evidential reasoning approach with balanced scorecard for performance assessment. *Expert Systems with Applications*, 39(3): 3717-3730.
- Halkos, G. E. & Tzeremes, N. G. 2012. Industry Performance Evaluation with the Use of Financial Ratios: An Application of Bootstrapped DEA. *Expert Systems with Applications*, 39: 5872-5880.
- Harris, P. J. C. and Ashraf, M. 2013. Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica*, 51(2): 163-190.
- Mohsenzadeh, S., Malboobi, M.A., Razavi, K. and Farrahi-Aschtiani, S. 2006. Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (poaceae) to water deficit. *Environmental and Experimental Botany*, 56 (3): 314-322.
- Ozturk, G. Dogan, M., Toker, O. S. 2014. Physicochemical, functional and sensory properties of mellorine enriched with different vegetable juices and TOPSIS approach to determine optimum juice concentration. *Food Bioscience*, 7: 45-55.
- Seçme, N. Y.؛ Bayrakdarođlu, A. & Kahraman, C. 2009. Fuzzy Performance Evaluation in Turkish Banking Sector Using Analytic Hierarchy Process and TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 36: 11699-11709.
- Sun, Y. F., Liang, Z. S., C. J., Viernstein, H. Unger, F. 2011. Comprehensive evaluation of natural antioxidants and antioxidant potentials in *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chou fruits based on geographical origin by TOPSIS method. *Food Chemistry*. 124: 1612-1619.
- Wang, C.P., Chen, Q., Luo, K., Zhao, H.Y., Zhang, G.S. and Tlali R.M. 2011. Evaluation of resistance in wheat germplasm to the aphids, *Sitobion avenae* based on (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) TOPSIS and cluster methods. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6): 1592-1599.
- Wang, Y. and Zhang, X. 2016. Quantitative analysis of R&D investment impact on agricultural economy based on panel data. *International Journal of Database Theory and Application*, 9(3): 61-72.
- Yalcin, N.؛ Bayrakdaroglu, A. & Kahraman, C. 2012. Application of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation of Turkish Manufacturing Industries. *Expert Systems with Applications*, 39: 350-364.