

مقایسه تطبیقی دو مدل تصمیم‌گیری قطعی و فازی و کاربرد آن در اولویت‌گذاری ترکیب تولید زراعی

حسن اسدپور^۱، فاطمه یوسف پور^{۲*}، یاسر فیض آبادی^۳

۱، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ایران. محل اشتغال: مرکز تحقیقات

کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

۲، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی،

۳، استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، گروه اقتصاد کشاورزی

(تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۷ - تاریخ تصویب: ۹۴/۲/۲۸)

چکیده

در این مقاله به مقایسه دو تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی قطعی و فازی پرداخته شده است. در این راستا، یک مثال عملیاتی از کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی قطعی و فازی در اولویت‌گذاری تولید محصولات زراعی در مزارع شهرستان بابلسر در سال زراعی ۱۳۹۰ ارائه شده است. در رویکرد قطعی با استفاده از روش بردار ویژه برای هر یک از ماتریس‌ها، وزن نهایی به وسیله نرم افزار Expert Choice بدست آمد. در رویکرد فازی با بهره‌گیری از مدل تحلیل توسعه‌ای یونگ چانگ که در آن اعداد مورد استفاده مثلثی فازی هستند، اوزان نهایی بدست آمد. هدف، اولویت‌گذاری تولید محصولات زراعی برنج، گندم و کلزا با لحاظ کردن دو معیار کمی سوددهی و بازده در هکتار و دو معیار کیفی تخصص و مهارت و تضمین خرید از دیدگاه خبرگان بخش زراعی بوده است. نتایج نشان داد که در هر دو روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی قطعی و فازی اهمیت برنج خیلی بیشتر از گندم و کلزا می‌باشد. اما فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی تصمیم‌گیرنده را با دقت و اطمینان بیشتری (به دلیل اختلاف بیشتر وزن‌ها) به اولویت‌گذاری نهایی محصولات می‌رساند.

واژه‌های کلیدی: فرایند تحلیل سلسله مراتبی قطعی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی،

روش بردار ویژه، مدل تحلیل توسعه‌ای، اعداد مثلثی فازی.

طبقه‌بندی JEL: CO2

مقدمه

در انتخاب یک الگوی کشت مناسب معیارهای مختلفی نظیر سودآوری، میزان تخصص و مهارت کشاورز در کشت برخی محصولات، تجربه، ریسک موجود، مزیت‌های طبیعی منطقه، تضمین‌های خرید و غیره مطرح می‌باشد که باید در تنظیم یک الگوی

کشت مناسب محصول به کار گرفت (Akbari & Zahedi, 2012). در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره^۱، به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی، از چند معیار سنجش استفاده می‌شود. اگر در

¹ -Multi criteria Decision Making

استدلال تقریبی، مبنای استدلالی فراهم آورد. متغیرهای زبانی، متغیرهایی هستند که مقادیر آنها کلمات یا جملات زبان طبیعی یا مصنوعی هستند. منطق فازی هم درستی و هم ابهام زبان طبیعی را در استدلال عقل سلیم منعکس می‌کند. به عبارت بهتر، استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی و بعضاً مبهم انسانی دارد، روشن است نتایج چنین مدل‌هایی به دلیل لحاظ کردن شرایط واقعی در مدل، دقیق‌تر و کاربردی‌تر خواهد بود (Boojadzif, 2003).

در زمینه استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی قطعی و فازی در بخش‌های مختلف اقتصاد، مطالعات متعددی در داخل و خارج انجام شده است که از جمله می‌توان به مطالعه Maasoom zadeh & Toraab zadeh (2004) در رتبه‌بندی تولیدات صنعتی کشور، Vakhshouri & azizi (2007) در اولویت‌بندی عوامل موثر بر قیمت انواع نفت خام صادراتی ایران، Akbari & Zahedi (2012) در کاربرد تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی در تعیین الگوی بهینه کشت، Mohammadian et al. (2010) در انتخاب الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی، Motameni et al. (2010) در ارزیابی عملکرد راهبردی بانک‌ها با استفاده از AHP فازی، Borj'aliLu et al. (2010) در ارزیابی الگوی تفکر استراتژی تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی در شرکت پارس خودرو، Mau et al. (2005) و Hill & Braaten (2005) در مکان‌یابی و اولویت‌بندی مکان بهینه دفن بهداشتی مواد زاید جامد، Antonio et al. (2007) در بررسی تولید کنندگان لوازم الکتریکی، اسباب بازی و پلاستیکی هنگ کنگ اشاره نمود.

از آنجا که اتخاذ تصمیم صحیح و به موقع می‌تواند تاثیر بسزایی در دسترسی به معیارهای مورد نظر کشاورزان در یک دوره تولیدی داشته باشد، ضرورت وجود یک تکنیک قوی که بتواند محققین و کارشناسان را در این زمینه یاری کند، تا نتایج آن را جهت اجرا به کشاورزان انتقال دهند، کاملاً محسوس می‌باشد. لذا، در این مقاله با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یکی از روش‌های مشهور تصمیم‌گیری چند شاخصه چگونگی ترکیب شاخص-

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، منظور از معیار شاخص باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه^۱ می‌شناسند. مدل‌های چند شاخصه نیز انتخاب‌گر بوده و به منظور انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین m گزینه موجود به کار می‌روند. یک گزینه در مدل‌های چند شاخصه ممکن است توسط دو نوع شاخص توصیف شود: شاخص کمی مانند (هزینه، ظرفیت، سرعت و غیره) و شاخص کیفی مانند (راحتی، زیبایی، انعطاف پذیری و غیره) (Azar & Faraji, 2008). فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۲، یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را بصورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و نیز، امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی مختلف را در مسئله دارد. این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این، بر مبنای مقایسه زوجی بنا شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین، میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از ویژگی‌های ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد (Ghodsypour, 2012).

اگر چه افراد خبره از شایستگی‌ها و توانایی‌های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می‌نمایند، اما باید به این نکته توجه داشت که فرایند تحلیل سلسله مراتبی سنتی، امکان انعکاس سبک تفکر انسانی را به طور کامل ندارد و در بسیاری موارد ترجیحات تصمیم‌گیرندگان و قضاوت‌های ذهنی آنان دارای عدم قطعیت و اطمینان بوده و کار مشکلی است که از آن‌ها بخواهیم ترجیحات خود را در قالب اعداد قطعی ۰،۳ و ... بیان کنند. منطق فازی یک نوع منطق است که روش‌های نتیجه‌گیری در مغز بشر را جایگزین می‌کند و روی متغیرهای زبانی موجود در زبان طبیعی تاکید می‌ورزد و قصد دارد با کمک گزاره‌های نادقیق برای

^۱ - Multi Attribute Decision Making

^۲ -Analytical Hierarchy Process

AHP فازی، برای هر یک از مقایسات ۳ عدد در گرفته شده است که تمامی داده‌های مربوط به مقایسات به صورت اعداد مثلثی فازی^۵ (حداکثر، محتمل ترین، حداقل) می باشند. جداول استاندارد روش FAHP بین تمامی خبرگان، که کارشناسان با تجربه زراعت جهاد کشاورزی شهرستان بابلسر بودند، توزیع شده است. تعداد نمونه ها ۸ نفر، از خبرگان زراعی مرکز خدمات کشاورزی شهرستان بودند. این خبرگان بر اساس فاکتورهایی از قبیل دانش کافی از عوامل تصمیم‌گیری و دارای سابقه کار زیاد انتخاب شدند. پس از تلفیق جداول مقایسه زوجی، با استفاده از میانگین هندسی و محاسبه جداول نهایی مقایسات زوجی، داده های فازی به برنامه ای در محیط اکسل^۶ داده شد و وزن نهایی مربوط به هر جدول محاسبه گردید. ساختار عمومی مدل‌های AHP قطعی و فازی به ترتیب به شکل زیر می باشد:

الف) ساختار مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP قطعی

روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف-ترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره است که توسط Thomas. L. saaty در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبرو است، می تواند مورد استفاده قرار گیرد. معیارها می‌توانند کمی یا کیفی باشند. فرآیند AHP ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی را به طور همزمان امکان پذیر می-سازد. اساس روش AHP بر مقایسه‌های زوجی یا دو به دویی آلترناتیوها (گزینه‌ها) و معیارهای تصمیم-گیری بنا شده است (Azar & Faraji, 2008).

مراحل اجرای روش AHP

۱- ساختن سلسله مراتب:

آغاز روش با فراهم آوردن درخت سلسله مراتب تصمیم (تعریف هدف کلی و تفکیک کامل آن در حد ممکن از طریق نشان دادن معیارها و گزینه‌های تصمیم‌گیری) می‌باشد (Borj'aliLu et al., 2010).

های کمی و کیفی در اولویت‌بندی ترکیب تولید زراعی نشان داده شده است و همچنین، با توجه به برخی معایب AHP قطعی نظیر عدم عرضه اولویت قطعی توسط تصمیم‌گیرنده، مبهم بودن عدم قطعیت و غیر دقیق بودن در اولویت‌ها، در این مطالعه سعی شده ضمن تحلیل توصیف دقیق از فرایندهای تصمیم‌گیری، از طریق ادغام مفاهیم فازی در روش AHP، یعنی فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، کاربردی از آن در اولویت‌گذاری ترکیب تولید زراعی نشان داده شود. این تحقیق در پی یافتن این است که با یک مثال کاربردی در بخش کشاورزی، نشان دهد که وزن و ترتیب اهمیت معیارهای کمی (سوددهی و بازده در هکتار) و معیارهای کیفی (تخصص و مهارت و تضمین خرید) و همچنین، ترتیب اولویت کشت محصولات (برنج، گندم و کلزا) با هدف یافتن مناسب‌ترین محصول در محیطی با داده‌های قطعی و فازی چگونه است؟

مواد و روش‌ها

در این پژوهش به مقایسه دو تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی قطعی و فازی با یک مثال کاربردی در اولویت‌گذاری ترکیب تولید زراعی پرداخته شده است. بنابراین، برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسشنامه خاص این روش استفاده می‌شود. از آنجا که پرسشنامه مورد استفاده در روش AHP قطعی و فازی با سایر پرسشنامه‌های معمول تفاوت دارد، معمولاً هنگام توزیع آن راهنما و دستورالعمل برای پاسخگویی به پرسشنامه لازم است. در روش AHP قطعی، به منظور رتبه‌بندی ترکیب تولید زراعی از نظر خبرگان بخش زراعی و از روش بردار ویژه^۲ برای هر یک از ماتریس‌ها جهت رتبه‌بندی با نرم افزار اکسپرت چویس^۳ استفاده شد. همچنین، در این تحقیق از روش AHP فازی، تحلیل توسعه‌ای (EA)^۴، young change استفاده شد که در جدول مقایسه زوجی روش

¹ - Fuzzy Analytic Hierarchy Process

² - Eigen vector

³ - Expert Choice

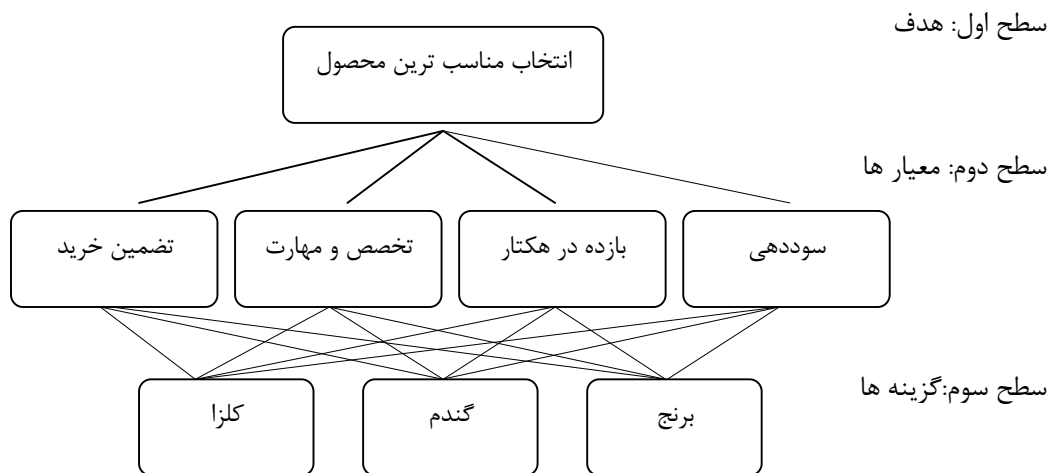
⁴ - Extent Analysis Method

⁵ - Triangular Fuzzy Number

⁶ - Excel

تضمین خرید. گزینه‌های تصمیم که باید در نظر گرفته شوند عبارتند از: برنج، گندم و کلزا. سلسله مراتب انتخاب محصول در شکل (۱) نشان داده شده است.

برای تسهیل استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، مسئله به سلسله مراتب چند سطحی تجزیه شد. چهار معیار تصمیم عبارتند از: دو معیار کمی سوددهی و بازده در هکتار و دو معیار کیفی تخصص و مهارت و



شکل ۱- سلسله مراتب انتخاب محصول

صورت عمل نمود که اگر عنصر سطر نسبت به عنصر ستون اهمیت بیشتری داشت با استفاده از اعداد ۱ تا ۹ (۱ به منزله اهمیت یکسان و ۹ به منزله کاملاً مهم تر) این اهمیت نشان داده می‌شود، ولی اگر عنصر ستون نسبت به عنصر سطر اهمیت بیشتری داشت با استفاده از اعداد ۱ تا ۱/۹ این اهمیت نشان داده می‌شود. در جدول (۱) نحوه ارزش‌گذاری عناصر نسبت به هم نشان داده شده است.

۲- تعیین اولویت‌ها (مقایسه‌های زوجی):

مرحله دوم تدوین و تعیین اولویت‌ها از طریق انجام یک‌سری مقایسات زوجی (در راستای مشخص ساختن وزن هر یک از معیارها در برابر گزینه‌ها) می‌باشد. باید توجه داشت که در مقایسه زوجی، ترجیح هر عنصر بر خود، برابر یک می‌باشد. بنابراین، تمامی عناصر روی قطر اصلی در ماتریس مقایسه زوجی برابر یک هستند. برای انجام مقایسات زوجی باید بدین

جدول ۱- مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی

درجه اهمیت در مقایسات زوجی	ترجیح سطر به ستون	ترجیح ستون به سطر
اهمیت یکسان	۱	۱
یکسان تا نسبتاً مهمتر	۲	۱/۲
نسبتاً مهمتر	۳	۱/۳
نسبتاً مهمتر تا اهمیت زیاد	۴	۱/۴
اهمیت زیاد	۵	۱/۵
اهمیت زیاد تا بسیار زیاد	۶	۱/۶
اهمیت بسیار زیاد	۷	۱/۷
اهمیت بسیار زیاد تا کاملاً زیاد	۸	۱/۸
کاملاً مهمتر	۹	۱/۹

$$I.I = \frac{l_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

l_{\max} : میانگین عناصر بردار ناسازگاری.

n : تعداد گزینه‌های موجود در تحقیق.

نسبت سازگاری قابل قبول در مقایسات باید ۰/۱ یا کمتر از آن باشد. سازگاری بیشینه هنگامی حاصل می‌شود که I.I به صفر نزدیک شود به طوری که اگر I.I کمتر از ۰/۱ باشد، می‌توان سازگاری مقایسه‌ها را پذیرفت، در غیر این صورت باید مقایسه‌ها دوباره انجام گردد (Azar & Rajabzade, 2012).

ب) ساختار مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP فازی به روش آنالیز توسعه Chang

فرایند سلسله مراتبی فازی یک روش سیستماتیک است که از مفاهیم تئوری مجموعه‌های فازی و تحلیل ساختار سلسله مراتبی استفاده می‌کند (Bozdag et al., 2003). مرحله نخست این الگوریتم، ساخت سلسله مراتب برای مسئله است. در مرحله دوم نیز ماتریس‌های مقایسه زوجی تعیین می‌شود و اعمال قضاوت‌ها صورت می‌پذیرد. در حالت کلاسیک و قطعی عدد متناظر با ارجحیت‌های زبانی در ماتریس‌های مقایسات زوجی وارد می‌شود. اما در حالت فازی، مقدار متناظر با ارجحیت‌های زبانی را با اعداد فازی مثلثی در ماتریس‌های مقایسات زوجی بر اساس جدول (۲) وارد می‌کنیم.

جدول ۲- اعداد فازی متناظر با ارجحیتها در مقایسات

زوجی	
عبارت زبانی برای تعیین ارجحیت	عدد فازی مثلثی
اهمیت دقیقاً برابر	(۱و۱و۱)
اهمیت تقریباً برابر	(۰/۵و۱و۱/۵)
اهمیت کم	(۱و۱/۵و۲)
اهمیت قوی تر	(۱/۵و۲و۵)
اهمیت خیلی قوی تر	(۲و۲/۵و۳)
اهمیت کامل و مطلق	(۲/۵و۳و۵)

منبع: Abdel et al., 2001

این اعداد فازی ارزیابی شده با مقیاس‌های زبانی معمولی ۱ تا ۹، برابر نیست؛ اما برای فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی مناسب است و مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابل ذکر است که تمامی عناصر روی قطر اصلی ماتریس مقایسه زوجی برابر با (۱و۱و۱) است.

در این مرحله ابتدا مقایسات زوجی را برای هر معیار بین گزینه‌ها انجام داده، به این صورت که گزینه‌ها که در این مطالعه محصولات برنج، گندم و کلزا می‌باشد را به صورت دو به دو با یکدیگر نسبت به تک تک معیارها که شامل سوددهی، بازده در هکتار، تخصص و مهارت و تضمین خرید می‌باشد مقایسه کرده، در مرحله بعد، بین معیارها مقایسات زوجی را انجام می‌دهیم یعنی معیارها را به صورت دو به دو نسبت به یکدیگر مقایسه می‌کنیم. از آنجایی که در این مطالعه از نظرات خبرگان بخش زراعی استفاده شده است، نظرهای همگی آنها در هر تابلو ملحوظ گردید، به منظور در نظر گرفتن تصمیمات گروهی، می‌توان از میانگین هندسی برای عناصر ماتریس استفاده نمود به صورت زیر:

$$a'_{ij} = \left(\prod_{I=1}^k a_{ij} \right)^{1/k}; I = 1, 2, \dots, K;$$

$$I, J = 1, 2, \dots, n; i = j \quad (1)$$

k : تعداد تصمیم‌گیرندگان.

۳- استخراج اولویت‌ها از جدول‌های مقایسه گروهی و انتخاب بهترین گزینه:

در این مرحله وزن نسبی عوامل هر سطح از سطوح سلسله مراتب مدل محاسبه می‌شود. بدین منظور از مفهوم نرمال سازی و میانگین موزون استفاده و پس از نرمال کردن، از مقادیر هر سطر میانگین موزون گرفته می‌شود. مقادیر حاصل از میانگین موزون نشان دهنده اولویت (درجه اهمیت) گزینه رقیب است (Maasoom zadeh & Toraab zadeh, 2004).

۴- بررسی سازگاری منطقی نتایج مقایسات از طریق ضریب نرخ ناسازگاری:

نرخ ناسازگاری وسیله‌ای است، که سازگاری را مشخص می‌کند و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. ساعتی، میزان ناسازگاری^۱ (I.I) را با استفاده از رابطه زیر به دست آورده است.

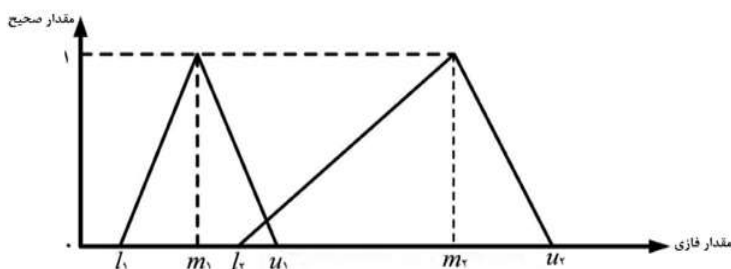
^۱ - Inconsistency Index (I.I)

روش آنالیز توسعه Chang

در سال ۱۹۹۶ روشی تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای (EA)، توسط یک محقق چینی به نام چانگ ارائه گردید. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. مفاهیم و تعاریف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی بر اساس روش EA، تشریح می‌گردد (Azar & Faraji, 2008).

دو عدد فازی مثلثی $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ را در شکل ۲ نظر بگیرید. آنگاه روابط زیر حاکم است:

مرحله سوم محاسبه وزن‌های نسبی معیارهای کمی (سوددهی و بازده در هکتار) و معیارهای کیفی (تخصص و مهارت و تضمین خرید) و گزینه‌های موجود (برنج، گندم و کلزا) است. برای محاسبه وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها و وزن نسبی معیارها نسبت به هدف، روش آنالیز توسعه Chang را برای هر یک از ماتریس‌های زوجی به کار می‌بریم؛ لذا به ازای هر ماتریس یک بردار وزن نسبی متناظر با آن ماتریس به دست می‌آید. مرحله چهارم نیز محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها است که از تلفیق وزن‌های نسبی، یعنی به ازای هر شاخص از حاصل ضرب وزن گزینه نسبت به آن معیار در وزن آن معیار به دست می‌آید (Mirghafoori et al., 2009).



شکل ۲- اعداد مثلثی M_2 و M_1

$$(۳) \quad M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (۴) \quad M_1 * M_2 = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2)$$

(۵)

$$M_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right), \quad M_2^{-1} = \left(\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2} \right)$$

(۶)

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} * \left[\sum_{I=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1}$$

که در آن k بیانگر شماره‌ی سطر، i و j به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها می‌باشند. در این روش پس از محاسبه‌ی S_k ها باید، درجه‌ی بزرگی آنها را نسبت به هم بدست آورد. به طور کلی اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 و M_2 به صورت زیر تعریف می‌شود:

باید توجه داشت که حاصل ضرب دو عدد فازی مثلثی یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر یک عدد مثلثی نیست و این روابط فقط تقریبی از حاصل ضرب واقعی دو عدد فازی مثلثی و معکوس یک عدد فازی مثلثی را بیان می‌کنند.

در روش EA برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، ارزش S_k که خود یک عدد فازی مثلثی است، به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

برای مقایسه گزینه‌های موجود (برنج، گندم و کلزا)، نسبت به معیارهای کمی (سوددهی و بازده در هکتار) و معیارهای کیفی (تخصص و مهارت و تضمین خرید)، پس از تلفیق نظر خبره‌ها از روش بردار ویژه، اولویت‌های نسبی گزینه‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس، محاسبه می‌شود. نتایج در جدول (۳) آمده است.^۱

جدول ۳- نتایج اولویت‌های بدست آمده برای هر یک از گزینه‌ها با توجه به هر معیار

معیارهای تصمیم‌گیری				
تضمین خرید و مهارت	تخصص	بازده در سوددهی	گزینه‌های تصمیم	
۰/۳۹۸	۰/۰۹۷	۰/۳۸۳	۰/۸۰۲	برنج
۰/۳۶۶	۰/۵۷۲	۰/۴۹۴	۰/۰۹۲	گندم
۰/۲۳۶	۰/۳۳۲	۰/۱۲۳	۰/۱۰۶	کلزا
۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۵	نرخ‌سازگاری

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پس از محاسبه اولویت‌های نسبی گزینه‌ها، نوبت به مقایسات زوجی معیارهای تصمیم می‌رسد، نتایج این مقایسات در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴- نتایج مقادیر اولویت‌های هر یک از معیارها

اولویت	معیارهای تصمیم
۰/۳۸۴	سوددهی
۰/۰۹۲	بازده در هکتار
۰/۳۶۷	تخصص و مهارت
۰/۱۵۷	تضمین خرید

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با بکارگیری فرایند تلفیق نتایج جداول (۳) و (۴) در یک ماتریس ترکیب می‌شوند، حاصل این تلفیق، اولویت بندی کلی گزینه‌های تصمیم (برنج، گندم و کلزا) است. جدول (۵) و شکل (۳) اوزان‌های نهایی گزینه‌ها را نشان می‌دهد.

(۷)

$$V(M_1 \geq M_2) = 1 \quad \text{if } m_1 \geq m_2$$

$$V(M_1 \geq M_2) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) \text{ otherwise}$$

براساس خواص تشابه مثلث‌ها داریم:

$$\text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی

مثلثی دیگر نیز از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

(۸)

$$V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = V(M_1 \geq M_2),$$

$$\dots, V(M_1 \geq M_k)$$

همچنین برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس

مقایسات زوجی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

(۹)

$$W'(X_i) = \text{Min} \{V(S_i \geq S_k)\},$$

$$k = 1, 2, \dots, n. \quad k \neq i$$

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر خواهد

شد:

(۱۰)

$$W'(X_i) = [W'(c_1), W'(c_2), \dots, W'(c_n)]^T$$

که W' ، همان بردار ضرایب غیر به‌هنجار AHP فازی است.

سپس برای تعیین وزن‌های به‌هنجار شده یا (غیر فازی) از روش نرمال سازی ساعتی- با تقسیم هر یک از عناصر ماتریس وزنی غیر نرمال بر حاصل جمع عناصر همین ماتریس- بر طبق رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$W_i = \frac{W'_i}{\sum W'_i} \quad (11)$$

W_i ، نشان‌دهنده وزن‌های نرمال شده روش

AHP فازی است.

در این قسمت یافته‌های تحقیق، اعم از AHP

قطعی و فازی تشریح می‌گردد:

الف) نتایج مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی

AHP قطعی

^۱ فقط نتایج نهایی حاصل از نرم افزار ذکر شده است.

جدول ۵- اوزان نهایی گزینه های تصمیم گیری بدست آمده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی

رتبه بندی	اولویت	گزینه های تصمیم گیری
رتبه اول	۰/۳۹۶	برنج
رتبه دوم	۰/۳۸۰	گندم
رتبه سوم	۰/۲۲۳	کلزا

مأخذ: یافته های تحقیق

Overall Inconsistency = .04



شکل ۳- اوزان نهایی گزینه ها

رتبه بندی گزینه ها و تشریح نتایج

جدول (۳)، نتایج اولویت های به دست آمده برای هر یک از گزینه ها (برنج، گندم و کلزا) با توجه به هر معیار (سوددهی، بازده در هکتار، تخصص و مهارت و تضمین خرید) را نشان می دهد. در مقایسه سه گزینه با توجه به سوددهی بر طبق جدول (۳) مشخص شده است که برنج (۰/۸۰۲)، با اختلاف وزنی فاحشی از کلزا در اولویت نخست، کلزا (۰/۱۰۶) و گندم (۰/۰۹۲) به ترتیب بیشترین اهمیت را دارا می باشند. در مقایسه این گزینه ها با توجه به بازده در هکتار، نتایج بیانگر آن است که گندم (۰/۴۹۴)، برنج (۰/۳۸۳) و کلزا (۰/۱۲۳) به ترتیب بیشترین اهمیت را دارا می باشند. همچنین، در مقایسه این گزینه ها با توجه به تخصص و مهارت، مشخص شده است که گندم (۰/۵۷۲)، با اختلاف وزنی فاحشی از برنج در اولویت نخست، کلزا (۰/۳۳۲) در اولویت دوم و برنج (۰/۰۹۷) در آخرین اولویت از نظر نیاز به تخصص کمتر قرار گرفته اند. همچنین، در مقایسه این گزینه ها با توجه به تضمین خرید، بر طبق نتایج بدست آمده مشخص شده است که برنج (۰/۳۹۸)، گندم (۰/۳۶۶) و کلزا (۰/۲۳۶) به ترتیب بیشترین اهمیت را دارا می باشند. همان طور که در جدول (۳) ملاحظه می شود، نسبت سازگاری کمتر

از ۰/۱ می باشند، پس در مقایسات زوجی سازگاری وجود دارد.

نتایج مقایسات زوجی معیارهای تصمیم (سوددهی، بازده در هکتار، تخصص و مهارت و تضمین خرید) در جدول (۴) نشان می دهد، که شاخص سوددهی (۰/۳۸۴)، به عنوان مهم ترین شاخص کمی از نظر کارشناسان زراعت می باشد و از بین شاخص های کیفی تخصص و مهارت (۰/۳۶۷) در اولویت دوم قرار دارد، تضمین خرید (۰/۱۵۷) و بازده در هکتار (۰/۰۹۲) به ترتیب در اولویت بعدی قرار گرفته اند.

سؤال اساسی این تحقیق این گونه مطرح شد که رتبه بندی مهم ترین محصولات از دیدگاه خبرگان بخش زراعی با توجه به معیارهای چندگانه مطرح شده، چگونه است. پاسخ این سؤال در جدول (۵) و شکل (۳) ارائه شده که از طریق نرم افزار اکسپرت چویس محاسبه شده است. جدول (۵) و شکل (۳)، اوزان نهایی گزینه های تصمیم گیری (برنج، گندم و کلزا) با توجه به معیارهای کمی و کیفی موجود، را با استفاده از روش AHP نشان می دهد. همان طور که ملاحظه می شود برنج (۰/۳۹۶) در بالاترین سطح و گندم (۰/۳۸۰) در اولویت دوم و کلزا (۰/۲۲۳) در اولویت سوم قرار دارد.

به صورت مجموع (حداقل l_i ، محتمل ترین ها m_i ، حداکثر ها u_i)، سه عدد فازی مثلثی در هر سطر می‌باشند؛

$$۲) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$$

$$\text{فازی مثلثی در هر جدول مقایسه زوجی کل عدد} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j$$

فازی مثلثی در هر جدول مقایسه زوجی می‌باشد.

$$۳) \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

$$\text{نشان‌دهنده معکوس مجموع} \quad \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$$

کل عدد فازی مثلثی در هر جدول مقایسه زوجی می‌باشد.

پس از محاسبه تمامی s_i ها، در مرحله بعد بر طبق رابطه (۷) در بخش AHP فازی، درجه بزرگی هر یک از عناصر جدول مقایسات زوجی را به صورت جداگانه محاسبه می‌نماییم. در مرحله بعد درجه بزرگی هر عنصر را به صورت یکجا بر سایر عناصر در جدول مقایسات زوجی بر طبق رابطه (۸) محاسبه می‌نماییم و سپس بر طبق رابطه (۹)، اوزان غیر نرمال عناصر هر سطر در جدول مقایسات زوجی را به دست آورده و در نهایت، با استفاده از روش نرمال سازی ساعتی بر طبق رابطه (۱۱) می‌توان وزن هر یک از عناصر در جدول مقایسات زوجی را به دست آوریم.

برای مقایسه معیارهای کمی (سوددهی، بازده در هکتار) و معیارهای کیفی (تخصص و مهارت، تضمین خرید) نسبت به یکدیگر، پس از تلفیق نظر خبره ها با استفاده از میانگین هندسی جدول (۶) به دست آمده است.

ب) نتایج مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP فازی

لازم به توضیح است که با توجه به مدل مفهومی تحقیق، برای معیارهای کمی (سوددهی، بازده در هکتار) و معیارهای کیفی (تخصص و مهارت، تضمین خرید) نسبت به یکدیگر، یک جدول مقایسه زوجی و برای گزینه‌های تصمیم (برنج، گندم و کلزا) با توجه به معیارهای چندگانه مطرح شده، چهار جدول مقایسه زوجی داریم. بنابراین، باید برای پنج جدول مقایسه زوجی (جدول ماتریس مقایسه زوجی معیارها نسبت به یکدیگر و ماتریس مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به معیارهای سوددهی، بازده در هکتار، تخصص و مهارت و تضمین خرید) به روش AHP فازی به رتبه-بندی عناصر هر جدول به پردازیم.

برای به دست آوردن وزن‌های معیارهای کمی و کیفی مطرح شده و همچنین گزینه‌های تصمیم (برنج، گندم و کلزا) با توجه به معیارهای چندگانه مطرح شده، به روش تحلیل توسعه‌ای چانگ همان طور که در بخش AHP فازی اشاره شده است، ابتدا ارزش s_i یا ضرایب ماتریس‌های مقایسات زوجی که یک عدد فازی مثلثی است، برای هر یک از عناصر جدول مقایسات زوجی، با رابطه زیر محاسبه می‌کنیم.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j * \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$$

برای محاسبه هر یک از بخش‌های رابطه فوق به صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$۱) \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\text{نشان دهنده مجموع عدد فازی} \quad \sum_{j=1}^m M_{gi}^j$$

مثلثی در هر سطر جدول مقایسه زوجی می‌باشد که

جدول ۶- ماتریس مقایسات زوجی معیارها نسبت به همدیگر از نظر تصمیم گیرنده

مجموع عدد فازی مثلثی در هر سطر	تضمین خرید	تخصص و مهارت	بازده در هکتار	سوددهی
۶/۶۳۴	۵/۵۶۵	۴/۶۷۴	۱/۸۷۹۲/۲۲۱	۱/۵۱۶
۳/۴۴۸	۲/۸۷۷	۲/۵۲۹	۰/۷۸۴۱/۱۴۹	۰/۵۷۴
۶/۴۱۹	۵/۲۱۷	۴/۱۷۱	۱/۲۳۰/۱۵۱۶	۰/۹۵۶
۴/۴۴۶	۳/۶۲۱	۲/۹۸۱	۰/۸۱۳	۱/۰۴۶
۲۰/۹۴۸	۱۷/۲۷۹	۱۴/۳۵۵	۴/۸۹۳۵/۸۸۵	۴/۰۴۶

مأخذ: یافته های تحقیق

ارزش بازده در هکتار، S_3 ارزش تخصص و مهارت و S_4 ارزش تضمین خرید) را به صورت زیر به دست می آوریم: (از حاصلضرب مجموع عدد فازی مثلثی هر سطر در معکوس مجموع کل عدد فازی مثلثی، جدول (۶) که ماتریس مقایسات زوجی معیارها می باشد).

$$S_3 = (4/674, 5/565, 6/634) * (0/048, 0/058, 0/070) = (0/233, 0/332, 0/462)$$

$$S_4 = (2/529, 2/877, 3/448) * (0/048, 0/058, 0/070) = (0/121, 0/167, 0/240)$$

$$S_5 = (4/171, 5/217, 6/419) * (0/048, 0/058, 0/070) = (0/199, 0/302, 0/447)$$

$$S_6 = (2/981, 3/621, 4/446) * (0/048, 0/058, 0/070) = (0/142, 0/210, 0/310)$$

حال درجه بزرگی معیارهای سوددهی، بازده در هکتار، تخصص و مهارت و تضمین خرید بر اساس رابطه (۸) به صورت زیر به دست می آید:

$$V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = \text{Min}\{1, 1, 1\} = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = \text{Min}\{0/099, 0/233, 1\} = 0/099$$

$$V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = \text{Min}\{0/917, 1, 1\} = 0/917$$

$$V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = \text{Min}\{0/435, 1, 0/545\} = 0/435$$

برای به دست آوردن وزنهای معیارهای کمی و کیفی چندگانه مطرح شده به روش تحلیل توسعهای چانگ به صورت زیر عمل می کنیم: (ابتدا مجموع کل عدد فازی مثلثی از جدول (۶) که ماتریس مقایسات زوجی معیارها می باشد را بدست آورده).

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$$

$$= (14/355, 17/279, 20/948)$$

برای به دست آوردن معکوس مجموع کل عدد

فازی مثلثی معیارها به صورت زیر عمل می کنیم:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

$$= \left(\frac{1}{20/948}, \frac{1}{17/279}, \frac{1}{14/355} \right) = (0/048, 0/058, 0/070)$$

در این مجموعه سه عدد فازی مثلثی فوق نشان دهنده (0/048) کمترین یا بدبینانه ترین حد، (0/058) محتمل ترین یا ممکن ترین حد و (0/070) بیشترین یا خوشبینانه ترین حد) معیارهای کمی و کیفی می باشند.

در این مرحله ضرایب ماتریس مقایسه زوجی یا

ارزش S_i های معیارها (S_1 ارزش سوددهی، S_2

به عنوان مهم ترین معیار و بعد از آن تخصص و مهارت (۰/۳۷۴)، تضمین خرید (۰/۱۷۷) و بازده در هکتار (۰/۰۴۰) از نظر اهمیت به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

برای گزینه‌های تصمیم (برنج، گندم و کلزا) با توجه به معیارهای کمی و کیفی، چهار جدول مقایسه زوجی داریم، که به ترتیب با توجه به معیارهای سوددهی، بازده در هکتار، تخصص و مهارت و تضمین خرید می‌باشند. جدول (۷) حاصل تلفیق نظر خبره‌ها در مورد مقایسه گزینه‌ها با توجه به معیار سوددهی می‌باشد.

که این اعداد به ترتیب بیانگر اوزان غیر به هنجار معیارهای سوددهی، بازده در هکتار، تخصص و مهارت و تضمین خرید است.

$$W' = (1, 0.099, 0.917, 0.435)^T$$

اینک بر اساس رابطه $W_i = \frac{W'_i}{\sum W'_i}$ مقدار اوزان به هنجار شده معیارها به دست می‌آید:

$$W = (0.408, 0.040, 0.374, 0.177)$$

بر اساس رابطه فوق، W که نشان دهنده اوزان به هنجار شده (نرمالیزه شده) معیارهای کمی و کیفی می‌باشد، نتایج نشان می‌دهد که سوددهی (۰/۴۰۸)

جدول ۷- ماتریس مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار سوددهی از نظر تصمیم‌گیرنده

	مجموع عدد فازی مثلثی در هر سطر											
	برنج	گندم	کلزا									
برنج	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۲/۲۸۷	۲/۷۸۹	۳/۲۹۱	۲/۲۸۷	۲/۷۸۹	۳/۲۹۱	۵/۵۷۳	۶/۵۷۸	۷/۵۸۱
گندم	۰/۳۰۴	۰/۳۵۹	۰/۴۳۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۶۱	۰/۹۲۲	۱/۵۵۲	۱/۸۶۵	۲/۲۸۱	۲/۹۸۹
کلزا	۰/۳۰۴	۰/۳۵۹	۰/۴۳۷	۰/۶۴۴	۱/۰۸۴	۱/۷۸۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۹۴۸	۲/۴۴۳	۳/۲۲۰
مجموع کل عدد فازی مثلثی	۱/۶۰۸	۱/۷۱۷	۱/۸۷۵	۳/۹۳۱	۴/۸۷۳	۶/۰۷۳	۳/۸۴۸	۴/۷۱۱	۵/۸۴۳	۹/۳۸۶	۱۱/۳۰۲	۱۳/۷۹۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در این مرحله ضرایب ماتریس مقایسه زوجی یا ارزش S_i های گزینه‌های تصمیم (S_1 ارزش برنج، S_2 ارزش گندم و S_3 ارزش کلزا) را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$S_1 = (5/573, 6/578, 7/581) * (0.073, 0.088, 0.107) = (0.404, 0.582, 0.808)$$

$$S_2 = (1/865, 2/281, 2/989) * (0.073, 0.088, 0.107) = (0.135, 0.202, 0.318)$$

$$S_3 = (1/948, 2/443, 3/220) * (0.073, 0.088, 0.107) = (0.141, 0.216, 0.344)$$

حال درجه بزرگی گزینه‌های (برنج، گندم و کلزا) بر اساس رابطه (۸) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$V(S_1 \geq S_2, S_3) = \text{Min}\{1, 1\} = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1, S_3) = \text{Min}\{0, 0.925\} = 0$$

$$V(S_3 \geq S_1, S_2) = \text{Min}\{0, 1\} = 0$$

برای به دست آوردن وزن‌های گزینه‌های تصمیم (برنج، گندم و کلزا) با توجه به معیار سوددهی به روش تحلیل توسعه‌ای چانگ به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$$

$$= (9/386, 11/302, 13/791)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) = \frac{1}{13/791}, \frac{1}{11/302}, \frac{1}{9/386} = (0.073, 0.088, 0.107)$$

در این مجموعه سه عدد فازی مثلثی فوق نشان دهنده (۰/۰۷۳)، کمترین یا بدبینانه ترین حد، (۰/۰۸۸)، محتمل ترین یا ممکن ترین حد و (۰/۱۰۷)، بیشترین یا خوشبینانه ترین حد) گزینه‌های تصمیم (برنج، گندم و کلزا) نسبت به معیار سوددهی می‌باشند.

که این اعداد بیانگر اوزان غیر به هنجار گزینه‌های برنج، گندم و کلزا است.

$$W' = (1, 0, 0)^T$$

اینک بر اساس رابطه $W_i = \frac{W'_i}{\sum W'_i}$ مقدار

اوزان به هنجار شده گزینه‌های برنج، گندم و کلزا بدست می‌آید:

$$W = (1, 0, 0)$$

بر اساس رابطه فوق، W که نشان‌دهنده اوزان به هنجار شده (نرمالیزه شده) گزینه‌های تصمیم نسبت به معیار سوددهی می‌باشد، نتایج نشان می‌دهد که برنج (۱)، با اختلاف وزنی فاحشی از گندم و کلزا در اولویت نخست قرار دارد.

جدول (۸)، حاصل تلفیق نظر خبره‌ها در مورد مقایسه گزینه‌ها (برنج، گندم و کلزا) با توجه به معیار بازده در هکتار می‌باشد.

جدول ۸- ماتریس مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار بازده در هکتار از نظر تصمیم گیرنده

	مجموع عدد فازی مثلثی در هر سطر											
	برنج	گندم	کلزا	برنج	گندم	کلزا	برنج	گندم	کلزا	برنج	گندم	کلزا
برنج	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۲۲	۱/۰۰۰	۱/۱۴۹	۰/۸۷۱	۱/۳۸۳	۱/۸۸۸	۲/۷۹۳	۳/۳۸۳	۴/۰۳۷
گندم	۰/۸۷۱	۱/۰۰۰	۱/۰۸۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۳۸۳	۱/۸۸۸	۲/۳۹۱	۳/۲۵۴	۳/۸۸۸	۴/۴۷۵
کلزا	۰/۵۳۰	۰/۷۲۳	۱/۱۴۹	۰/۴۱۸	۰/۵۳۰	۰/۷۲۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۹۴۸	۲/۲۵۳	۲/۸۷۲
مجموع کل عدد فازی مثلثی	۲/۴۰۰	۲/۷۲۳	۳/۲۳۳	۲/۳۴۰	۲/۵۳۰	۲/۸۷۲	۳/۲۵۴	۴/۲۷۱	۵/۲۷۹	۷/۹۹۴	۹/۵۲۴	۱۱/۳۸۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس این جدول و روش تحلیل توسعه‌ای چانگ، نتایج نشان می‌دهد که گندم (۰/۴۷۵) به عنوان مهم‌ترین گزینه و بعد از آن برنج (۰/۳۸۳) و کلزا (۰/۱۴۲) به ترتیب از نظر اهمیت در اولویت‌های

بعدی قرار دارند. جدول (۹)، حاصل تلفیق نظر خبره‌ها در مورد مقایسه گزینه‌ها (برنج، گندم و کلزا) با توجه به معیار نیاز به تخصص و مهارت کمتر می‌باشد.

جدول ۹- ماتریس مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار تخصص و مهارت از نظر تصمیم گیرنده

	مجموع عدد فازی مثلثی در هر سطر											
	برنج	گندم	کلزا	برنج	گندم	کلزا	برنج	گندم	کلزا	برنج	گندم	کلزا
برنج	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۸۹	۰/۴۸۴	۰/۶۴۴	۰/۴۴۱	۰/۵۶۸	۰/۸۰۳	۱/۸۳۰	۲/۰۵۳	۲/۴۴۷
گندم	۱/۵۵۲	۲/۰۶۴	۲/۵۷۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۴۴	۱/۲۴۶	۱/۴۹۶	۳/۴۹۶	۴/۳۱۰	۵/۰۶۸
کلزا	۱/۲۴۶	۱/۷۶۰	۲/۲۶۸	۰/۶۶۸	۰/۸۰۳	۱/۰۵۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۲/۹۱۴	۳/۵۶۲	۴/۳۲۷
مجموع کل عدد فازی مثلثی	۳/۷۹۸	۴/۸۲۴	۵/۸۴۰	۲/۰۵۷	۲/۲۸۷	۲/۷۰۴	۲/۳۸۵	۲/۸۱۴	۳/۲۹۹	۸/۲۴۰	۹/۹۲۵	۱۱/۸۴۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس این جدول و روش تحلیل توسعه‌ای چانگ، نتایج نشان می‌دهد که گندم (۰/۹۹۲)، به عنوان مهم‌ترین گزینه و بعد از آن برنج (۰/۰۰۸) و کلزا (۰) به ترتیب از نظر اهمیت در اولویت‌های بعدی

قرار دارند. جدول (۱۰) حاصل تلفیق نظر خبره‌ها در مورد مقایسه گزینه‌ها (برنج، گندم و کلزا) با توجه به معیار تضمین خرید می‌باشد.

جدول ۱۰- ماتریس مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار تضمین خرید از نظر تصمیم‌گیرنده

مجموع عدد فازی مثلثی در هر سطر	کلزا			گندم			برنج		
	۱/۷۸۳	۲/۹۳۰	۳/۴۷۹	۱/۵۸۵	۱/۱۴۹	۰/۸۷۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۴/۳۶۷	۱/۳۳۰	۱/۰۵۹	۱/۵۸۵	۱/۰۸۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۶۳۱	۰/۸۷۱	۱/۰۰۰
۳/۵۲۸	۱/۲۴۶	۱/۰۸۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۶۱	۰/۷۵۲	۰/۹۴۴
۲/۸۶۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۲۲	۰/۸۰۳	۰/۷۲۵	۰/۹۴۴	۲/۱۹۲	۲/۶۲۲	۳/۰۹۳
۱۰/۷۶۲	۳/۵۷۶	۳/۱۴۴	۳/۵۰۷	۴/۱۶۲	۲/۹۵۱	۲/۵۹۵	مجموع کل عدد فازی مثلثی		

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به یکدیگر و ماتریس مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به معیارهای سوددهی، بازده در هکتار، تخصص و مهارت و تضمین خرید) با تلفیق وزن‌های عناصر جداول ماتریس مقایسات زوجی، وزن نهایی گزینه‌ها با هدف انتخاب مناسب‌ترین محصول، محاسبه شده است که در جدول (۱۱) نشان داده شده است.

بر اساس این جدول و روش تحلیل توسعه‌ای چانگ، نتایج نشان می‌دهد که برنج (۰/۵۵۸)، به عنوان مهم‌ترین گزینه و بعد از آن گندم (۰/۴۴۲) و کلزا (۰) به ترتیب از نظر اهمیت در اولویت‌های بعدی قرار دارند. پس از محاسبه وزن عناصر هر پنج جدول مقایسه زوجی (جدول ماتریس مقایسه زوجی معیارها نسبت

جدول ۱۱- تلفیق اوزان نسبی (معیارها و گزینه‌ها نسبت به معیارها) و محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها با هدف انتخاب مناسب‌ترین محصول

معیارها	تضمین خرید			تخصیص و مهارت			بازده در هکتار			سوددهی		
	رتبه	ضریب اهمیت گزینه‌ها	۰/۱۷۷	۰/۳۷۴	۰/۰۴۰	۰/۴۰۸	رتبه	ضریب اهمیت گزینه‌ها	۰/۵۲۵	۰/۴۶۸	۰/۰۰۶	
گزینه‌ها												
برنج	۱	۰/۵۲۵	۰/۵۵۸	۰/۰۰۸	۰/۳۸۳	۱/۰۰۰						
گندم	۲	۰/۴۶۸	۰/۴۴۲	۰/۹۹۲	۰/۴۷۵	۰/۰۰۰						
کلزا	۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۴۲	۰/۰۰۰						

مأخذ: یافته‌های تحقیق

گزینه‌ها مناسب‌ترین محصول ارایه شود. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که در هر دو روش AHP قطعی و فازی، اهمیت برنج خیلی بیشتر از گندم و کلزا می‌باشد. اما روش AHP فازی (به دلیل اختلاف بیشتر وزن‌ها) در یافتن اهمیت محصولات کمک بیشتری می‌نماید، این روش به تصمیم‌گیرنده این قدرت را می‌دهد که با دقت و اطمینان بیشتر، نخست اقدام به کشت برنج (۰/۵۲۵) و بعد گندم (۰/۴۶۸) و در نهایت کلزا (۰/۰۰۶) کند. در صورتی که در روش AHP قطعی، به دلیل نزدیک بودن وزن نهایی برنج (۰/۳۹۶) و گندم (۰/۳۸۰)، تصمیم‌گیرنده با دقت و اطمینان کمتری می‌تواند در مورد کشت

همان‌طور که در جدول مذکور آمده است، از نظر خبرگان بخش زراعی، ترتیب نهایی اهمیت گزینه‌ها، با هدف انتخاب مناسب‌ترین محصول به این صورت است که برنج (۰/۵۲۵) در اولویت نخست قرار دارد و گندم (۰/۴۶۸) با اختلاف وزنی فاحشی از کلزا (۰/۰۰۶) در اولویت دوم و کلزا در اولویت سوم قرار دارد. این نتایج با نتایج حاصل از روش AHP سازگار است، اما بدیل اختلاف بیشتر وزن‌ها نتایج حاصله از FAHP قابل اعتمادتر است.

جمع بندی و پیشنهادها

در این مقاله سعی شد که مدلی کارا با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی قطعی و فازی برای

اولویت های بعدی قرار دارند. در پایان به دلیل دقت و اطمینان بیشتر روش AHP فازی، برای اولویت گذاری ترکیب کشت توصیه می شود. در نتیجه این پژوهش تجربی ملاحظه می شود که روش ارائه شده برای رتبه بندی محصولات، با توجه به وجود ریسک و عدم قطعیت در فعالیت های اقتصادی بخش کشاورزی مدلی کاربردی است.

برنج قبل از گندم تصمیم بگیرد. همچنین، نتایج مقایسات زوجی معیارهای تصمیم نشان می دهد که در هر دو روش AHP قطعی و AHP فازی، از نظر خبرگان بخش زراعی، ترتیب نهایی اهمیت معیارهای کمی و کیفی، با هدف اولویت گذاری ترکیب تولید زراعی به این صورت است که شاخص سوددهی در اولویت نخست قرار دارد و شاخص های تخصص و مهارت و تضمین خرید و بازده در هکتار به ترتیب در

REFERENCES

1. Abdel-Kader, M .G., & Dugdale, D. (2001). Evaluating Investments in Advanced Manufacturing Technology: A Fuzzy set Theory Approach. *Journal of British Accounting*, 33 (4), 455-489.
2. Akbari, N., & Zahedi, K. (2012). Fuzzy multi index decision making and its application in appointing the priority of optimal cultivation in fields. *Journal of Agriculture Economics*, 2(4), 21-36. (In Farsi)
3. Antonio, K.W., Richard, C.M., & Tang, E. (2007). The impacts of product modularity on competitive capabilities and performance: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 105 (1), 1-20.
4. Azar, A., & Faraji, H. (2008), *Fuzzy management philosophy*, (4th ed.). Mehraban ketab organization. Inc., Tehran. (In Farsi)
5. Azar, A., & Rajabzade, A. (2012), *Decision-making applications*, (5th ed.).Negah danesh press. Inc., Tehran. (In Farsi)
6. Boojadzif, G. (2003). *Fuzzy logic and its applications in management*, (1th ed.). translated by seyed mohammad hoseini, Ishiq press. Inc., Tehran. (In Farsi)
7. Borj'aliLu, N., Hajji Mir Arab, M., & Eshraqnia Jahromi, A. (2010). presentation of Strategic thinking pattern, deciding and appointing priority in the company of Pars Khodro, *Fifth International Conference on Strategic Management*. (In Farsi)
8. Bozdag, C. E., Kahraman & Ruan, D. (2003). Fuzzy Group Decision Making for Selection Among Computer. *Integrated Manufacturing Systems Computer in Industry*, 51 (1), 13-29.
9. Ghodyspour, S. (2012). *Analytical Hierarchy Process*, amirkabir university press. Inc., Tehran Polytechnic. (In Farsi)
10. Hill, M.J., & Braaten, R. (2005). Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: the ASSESS analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis. *Environmental Modeling and Software*, 20 (6), 955-976.
11. Maasoom zadeh, S.M., & Toraab zadeh, A. (2004). National industrial productions leveling. *Journal of marketing research*, (30), 67-81. (In Farsi)
12. Ma, J.G., Scott, N.R., DeGloria, S.D., & Lembo, A.J. (2005). Siting analysis of farm-based centralized anaerobic digester systems for distributed generation using GIS. *Biomass and Bioenergy*, 28 (6), 591-600.
13. Mirghafoori, H., Rajabipor meibodi, A., & Farid, D. (2009).FAHP application in appointing of effective elements on choosing shares in market from the point of view of share holders. *Journal of development and capital*, (3), 111-130. (In Farsi)
14. Mohammadian, F., Shahnoushi, N., Ghorbani, M., & Aghel, H. (2010). Choosing a Potential Crop Pattern by Using AHP Analysis Model. *Journal of sustainable agriculture*, 1(1), 171-188.
15. Motameni, A., Javadzadeh, M., & Tizfahm, m. (2010). Evaluate the strategic performance of banks. *Journal of Strategic Management*, (1), 141-159. (In Farsi)
16. Vakhshouri, S., & azizi, F. (2007). appointing the priority of effective elements on all kinds of export oil from Iran. *Journal of economic research*, (4), 1-25. (In Farsi)