DOI: 10.22059/ijbse.2020.291886.665240 مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۵۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹ (ص ۵۳۸-۵۲۷)

Investigating the Status of Some Mechanization Indicators in Strategic Crops using Fuzzy Logic (Case Study: Ahvaz City)

SHAHLA HARDANI, HASSAN GHASEMI MOBTAKER [1*], MAJID KHANALI

1. Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Nov. 3, 2019- Revised: May. 4, 2020- Accepted: June. 1, 2020)

ABSTRACT

In order to investigate the mechanization development status, in this study, four wheat, barley, rice and forage maize crops in Ahvaz city were evaluated with two quantitative (degree and capacity of mechanization) and qualitative (income and labor desirability) indices. The data were collected through questionnaires and interviews, also statistics and recorded information. Four parameters were calculated and estimated in four products and finally the results were summarized and presented using fuzzy logic. The results showed that the average degree of mechanization of different operations (total mechanization degree) for wheat, barley, rice and forage maize products in the study area was 93, 92.5, 73.5 and 95%, respectively. The mechanization capacity in this order was 988/22, 944/72, 806/6 and 1136/936 hp.h/ha, the results were calculated as 62, 43, 57 and 54% for income desirability and 73, 69, 59 and 47% for labor desirability, respectively. The final de-fuzzy output obtained from the summation of four indicators using fuzzy logic showed that among the studied crops, wheat with 52.3% had the highest amount, followed by rice with 46.6%, barley with 42.2% and forage maize with 40.3% had the lowest amount. In general, according to the results of the index defined for the study of mechanization development, the study area is almost in a moderate position in the four products under study.

Keywords: mechanization degree, mechanization capacity, fuzzy logic

*Corresponding author's Email: Mobtaker@ut.ac.ir

بررسی وضعیت برخی شاخص‌های مکانیزاسیون در محصولات زراعی راهبردی با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: شهرستان اهواز)

شهلا حردانی[۱]، حسن قاسمی مبتکر[۱]* مجید خانعلی[۱]

[۱] گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱۲- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۲/۱۵- تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۳/۱۲)

چکیده

به‌منظور بررسی وضعیت برخی شاخص‌های مکانیزاسیون، در این پژوهش چهار محصول گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای در شهرستان اهواز با دو شاخص کمی (درجه و ظرفیت مکانیزاسیون) و کیفی (مطلوبیت درآمد و نیروی کار) مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌های مورد استفاده به‌وسیله پرسشنامه و مصاحبه، همچنین آمار و اطلاعات ثبت شده، جمع‌آوری شد. چهار پارامتر در چهار محصول محاسبه و برآورد شد و در نهایت با استفاده از منطق فازی نتایج جمع‌بندی و ارائه گشت. نتایج نشان داد، میانگین درجه مکانیزاسیون عملیات‌های مختلف (درجه مکانیزاسیون کل) مربوط به محصولات گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب برابر است با ۹۳، ۹۲/۵، ۷۳/۵ و ۹۵ درصد و ظرفیت مکانیزاسیون به همین ترتیب برابر است با ۹۸۸/۲۲، ۹۴۴/۷۲، ۸۰۶/۶ و ۱۱۳۶/۹ اسب بخار ساعت بر هکتار، نتایج برای مطلوبیت درآمد به ترتیب ۶۲، ۴۳، ۵۷ و ۵۴ درصد و برای مطلوبیت نیروی کار ۷۳، ۶۹، ۵۹ و ۴۷ درصد محاسبه شد. خروجی فازی‌زدایی شده نهایی که از جمع‌بندی چهار شاخص با استفاده از منطق فازی به دست آمد نشان داد، در بین محصولات مورد بررسی گندم با ۵۲/۳ درصد، بیش‌ترین مقدار و پس از آن برنج با ۴۶/۶ درصد، جو با ۴۲/۲ درصد و ذرت علوفه‌ای با ۴۰/۳ درصد کم‌ترین مقدار را داشتند. به طور کلی با توجه به نتایج خروجی نهایی مربوط به جمع‌بندی شاخص‌های مورد بررسی، چهار محصول مورد مطالعه در شهرستان اهواز تقریباً در وضعیت میانه‌ای قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: درجه مکانیزاسیون، ظرفیت مکانیزاسیون، منطق فازی

مقدمه

با علم به اینکه جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۲ میلیارد نفر می‌رسد، پیش‌بینی می‌شود تقاضای جهانی برای غذا در ۳۷ سال آینده به میزان ۶۰ درصد افزایش یابد (yoosefi &Askari bazayeh, 2019). بنابراین، شایسته است با توجه به نقش و سهم تعیین‌کننده‌ای که بخش کشاورزی در فرآیند تولید غذا دارد، از منظری صحیح و با رویکردی مناسب به آن نگریسته شود اما این بخش برای تحقق مأموریت‌های خود از جمله تأمین امنیت غذایی جامعه و ایفای نقش مؤثر در عدم وابستگی غذایی به سایر کشورها، نیازمند این است که سریعاً از مرحله تولید معیشتی و سنتی به مرحله تولید صنعتی و تجاری برسد که این امر نیازمند اتخاذ تدابیر کارشناسانه است (Azati, 2018a). از آنجا که مکانیزاسیون کشاورزی می‌تواند موجب ارتقای کارایی و تضمین کننده اثر بخشی اقدامات در کل فرآیند کشاورزی اعم از قبل از تولید، تولید، فرآوری و عرضه محصولات کشاورزی باشد، توسعه آن از اهمیت بالایی برخوردار است (Azati, 2018b). بررسی پیشینه تدوین استراتژی برای توسعه و گسترش سطح مکانیزاسیون کشاورزی در کشورهای مختلف جهان، نشان می‌دهد که دهه ۹۰ میلادی نقطه عطف توجه به این مقوله می‌باشد و نقش سازمان خواربار جهانی (FAO[۱]) در طراحی، برنامه‌ریزی، حمایت و پشتیبانی از طرح‌های راهبردی و اجرای برنامه‌های راهبردی توسعه مکانیزاسیون قابل ملاحظه است (Sorensen, 2003).

برای بررسی هر موضوعی نیاز به وجود یک سری شاخص و ابزار است. باید اشاره کرد، تأثیر بالقوه استفاده از شاخص‌ها این است که تصمیم‌گیران را با اولویت موضوعات آشنا می‌سازد و افزون بر تدوین خط مشی، ارتباطات بین شرکت‌ها، نهادها و سازمان‌ها را آسان و گسترده می‌کند و افکار عمومی را به سمت درک موضوعات اصلی سوق می‌دهد تا با دیدی تازه، فعالیت را انجام دهند (Hardani, 2018). برخی از شاخص‌های مورد توجه

* نویسنده مسئول: Mobtaker@ut.ac.ir

۱. Food and Agriculture Organization of the United Nations

در بررسی مکانیزاسیون کشاورزی شامل درجه، سطح، ظرفیت مکانیزاسیون، ضریب کشت و توان اجرایی می‌باشند (Abasi *et al.*, 2014).

متغیرها در طبیعت یا در محاسبات بر دو نوع هستند؛ ارزش‌های کمی که می‌توان با یک عدد معین مشخص کرد و ارزش‌های کیفی که بر اساس یک ویژگی بیان می‌شوند، این دو ارزش قابل تبدیل به یکدیگرند. از آنجایی که در عمل هر دو نوع دانش مورد نیاز است، بنابراین به ابزاری نیاز است که بتواند آن‌ها را به‌صورت منظم، منطقی و ریاضیاتی با یکدیگر هماهنگ کند. منطق فازی نه‌تنها این ابزار را در اختیار ما قرار می‌دهد، بلکه وسیله‌ای برای صورت‌بندی و تجزیه و تحلیل مفاهیمی نادقیق و دارای عدم قطعیت است (Vafaei, 2012). درواقع، تئوری مجموعه فازی قابلیت این را دارد که با دقت و قدرت پدیده‌های غیرقطعی و مبهم را بررسی کند (Jaferisogh and Shahbazi, 2015) . بنابراین از آنجا که اطلاعات در ابعاد مختلف مکانیزاسیون با استفاده از مقیاس‌های متفاوتی اندازه‌گیری می‌شوند و بسیاری از اطلاعات موجود برای سیاست‌گذاران مبهم و غیردقیق هستند، منطق فازی به عنوان یکی از روش‌هایی که امکان غلبه بر بعضی از این مشکلات کلیدی را فراهم کرده است، می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد (Houshyar *et al.*, 2017).

در مطالعه‌ای برای تعیین سطح مکانیزاسیون مزرعه، از سه شاخص ضریب مکانیزاسیون، کارآیی عملیاتی و بهره‌وری مزرعه استفاده گردید. در این بررسی، شاخص ضریب مکانیزاسیون بر مبنای تعداد تراکتورهای موجود در هر مزرعه و تعداد سال‌های مورد استفاده، شاخص کارایی عملیاتی بر اساس تعداد کارگران مزرعه، ساعات و زمان کار و شاخص بهره‌وری مزرعه بر اساس عملکرد محصولات تولیدی هر مزرعه محاسبه گردید(Anandajayasekeram *et al.*,1997) .

در تحقیقی جهت شناخت علمی وضع مکانیزاسیون موجود و ارائه راهکار مناسب در شهرستان پارس‌آباد، درجه مکانیزاسیون را به صورت میدانی بررسی گردید. نتایج نشان داد که درجه مکانیزاسیون شهرستان پارس‌آباد برای خطی‌کارها ۱۰۰ درصد است و این نشان دهنده افزایش آگاهی کشاورزان منطقه از مزایای خطی‌کارها می‌باشد(Khoshbin *et al.,2017*) .

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی و مقایسه برخی شاخص‌های مکانیزاسیون در چهار محصول راهبردی گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای با استفاده از منطق فازی در شهرستان اهواز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

الف) منطقه مورد مطالعه

شهرستان اهواز به عنوان مرکز استان خوزستان یکی از بزرگ‌ترین شهرستان‌های ایران است که در ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۶۵ دقیقه طول شرقی، در بخش جلگه‌ای این استان قرار دارد و دارای ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریا می‌باشد. بر اساس میانگین بارندگی و دما، شهرستان اهواز در گروه اقلیم گرم و خشک قرار دارد. به طوریکه میزان بارندگی سالانه این شهرستان به طور متوسط ۲۱۳ میلی‌متر است (Ministry Of Agriculture –Jihad of Iran, 2018). داده‌های جمع‌آوری شده در این پژوهش مربوط به این شهرستان در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ می‌باشند.

ب) روش جمع آوری داده‌ها

بخشی از اطلاعات از جمله اطلاعات اولیه مربوط به محاسبه درجه و ظرفیت مکانیزاسیون در هر چهار محصول از داده‌های سازمانی (جهاد کشاورزی، مراکز خدمات کشاورزی، آمارنامه‌ها و ...)اتخاذ شد، اما داده‌های کیفی برای هر چهار محصول از طریق پرسش نامه از ۲۵۰ کشاورز به دست آمد (حجم نمونه کشاورزان با استفاده از رابطه کوکران محاسبه شد) (Kaab *et al.*, 2019).

$$n=\frac{\frac{z^2pq}{d^2}}{1+\frac{1}{N}(\frac{z^2pq}{d^2}-1)} \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه p و q ۰/۵ در نظر گرفته شد چرا که از قبل اطلاعاتی درباره توزیع پاسخ‌ها در دست نبوده و این مقدار با در نظر گرفتن حداکثر پراکندگی، محافظه‌کارترین حالت را داشت. مقدار Z^2 در سطح خطای ۰/۰۵ برابر ۱/۹۶ است. مقدار خطای d نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته می شود. مقدار N معرف حجم جامعه مورد نظر است.

در بخش فازی برای تعریف قوانین نیاز به نظر کارشناسان و صاحب‌نظرانی بود که بتوانند رابطه بین پارامترهای مورد بررسی را تعیین کنند که این افراد شامل برخی دانش آموختگان، اساتید و شاغلان بخش کشاورزی بودند.

محصولات مورد بررسی در این مطالعه شامل گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای در شهرستان اهواز به ترتیب با سطح زیر کشت ۵۵۸۰۲، ۵۸۳۰، ۱۸۰۰۰و ۲۵۷ هکتار بودند. اهمیت این محصولات به دلیل عمده و یا راهبردی بودن آنهاست. البته در محصول ذرت علوفه‌ای و برنج علت انتخاب، بررسی وضعیت آن‌ها با توجه به پارامترهای مورد بررسی، در شهرستان اهواز است.

ج) شاخص نهایی حاصل از جمع‌بندی شاخص‌های مورد بررسی

برای برآورد شاخص نهایی جهت مقایسه چهار محصول مورد بررسی، چهار زیر شاخص در دو دسته کمی و کیفی تعریف شد که در ادامه روش محاسبه آن‌ها بیان شده است.

شاخص‌های کمی مورد بررسی

الف) درجه مکانیزاسیون

درجه مکانیزاسیون شاخصی می‌باشد که کمیت را در مسائل مکانیزاسیون بررسی می‌کند و عبارت است از مقدار عملیات مکانیزه انجام شده به کل عملیات مکانیزه مورد نیاز و با استفاده از رابطه (۲) به‌دست می‌آید که در این محاسبه سطح به صورت هکتار در نظر گرفته شد (Dahghanikar and Ghameri, 2016).

$$\text{درجه مکانیزاسیون} = \frac{\text{سطح عملیات مکانیزه انجام شده}}{\text{سطح کل عملیات مورد نیاز}} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

چنانچه از دید تخصصی به موضوع نگریسته شود، درجه مکانیزاسیون را می‌توان به صورت شاخصی کمی و کاملاً مشخص و نیز کمیتی قابل اندازه‌گیری و قابل مقایسه با سطوح مختلفی از درجات مکانیزاسیون در نظر گرفت (Tajaldin Khuzani *et al.*, 2015).

در این پژوهش ابتدا درجه مکانیزاسیون عملیات مختلف مربوط به هر محصول به صورت جداگانه با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد اما از آنجا که بررسی محصولات مختلف مد نظر بود نه صرفاً عملیات آن‌ها، نهایتا از مقادیر عملیات مربوط به هر محصول میانگین گرفته شد و به عنوان درجه مکانیزاسیون کل آن محصول در منطق فازی مورد استفاده قرار گرفت (Saeidirad and Parhizgar, 2011; Manafi dastjerdi *et al.*, 2016).

ب) ظرفیت مکانیزاسیون

ظرفیت مکانیزاسیون شاخصی است که همزمان کمیت و کیفیت را بررسی می‌کند و در واقع مقدار انرژی مکانیکی مصرف شده در واحد سطح را نشان می‌دهد. رابطه (۳) در برآورد ظرفیت مکانیزاسیون مورد استفاده قرار گرفت (Almasi *et al.*, 2008). بدین طریق که برای محاسبه شاخص مورد نظر در پژوهش حاضر، با استفاده از رابطه (۳) انرژی مکانیکی ماشین مورد استفاده در هر عملیات را در زمان صرف شده برای آن عملیات به ازای هر هکتار (به طور میانگین از کشاورزان پرسیده شد) ضرب نموده و نهایتاً اعداد بدست آمده برای کلیه‌ی عملیات مربوط به هر محصول جمع شد و عددی به عنوان ظرفیت مکانیزاسیون آن محصول بدست آمد (Vahedi *et al.*, 2018).

(رابطه ۳)

$$\text{ظرفیت مکانیزاسیون} = \frac{\text{زمان صرف شده} \times \text{انرژی مکانیکی مصرف شده}}{\text{سطح زیر کشت}}$$

لازم به یادآوری است که در نظر گرفتن شرایط جانبی یکسان از قبیل ملاک بودن سطح زیر کشت نه کل سطح، در نظر گرفتن ماشین‌های فعال در حال کار، نه آن‌هایی که از بین رفته و یا در فعالیت‌هایی غیر از کشاورزی به کار گرفته شده‌اند، ضروری است. واحد ظرفیت مکانیزاسیون غالباً به صورت اسب بخار ساعت بر هکتار بیان می‌شود که در مطالعه حاضر نیز بدین صورت بیان شد (Fathi, 2015).

شاخص‌های کیفی مورد بررسی

الف) مطلوبیت درآمد کشاورزان

یکی از عوامل مهم در تولید و رونق آن در تمام بخش‌ها از جمله بخش کشاورزی، درآمد است که افزایش آن باعث افزایش انگیزه کشاورزان در بخش تولید می‌شود و سال به سال میزان تولید را افزایش می‌دهد (Moradi, 2018).

با توجه به اینکه درآمد صرفاً عددی بوده که نمی‌توانست میزان رضایت کشاورز از وضعیت آن (درآمد حاصله) را بیان کند، در انجام این پژوهش از مطلوبیت درآمد بهره گرفته شد بدین صورت که کشاورز با توجه به زحمت کشیده شده، سختی کار، زمان صرف شده، سود حاصله و کلیه‌ی پارامترهای مد نظر خود با توجه به وضعیت مکانیزاسیون موجود، میزان رضایتش از مبلغ به دست آمده و در واقع مطلوبیت آن را در بازه‌ای بین ۰ تا ۱۰ بیان می‌کرد، به طوری که صفر کمترین میزان مطلوبیت و ۱۰ بیشترین میزان مطلوبیت را نشان می‌داد.

البته بیان کشاورز به صورت کیفی بوده و با استفاده از روش تبدیل داده‌های کیفی به کمی مقیاس‌های فاصله‌ای (فاصله‌ای دو قطبی) و علم به مثبت بودن شاخص مورد بررسی، برای استفاده از آن‌ها در منطق فازی و تعریف قوانین فازی، به داده‌های کمی تبدیل شدند و نهایتاً از کلیه آن‌ها میانگین گیری شد.

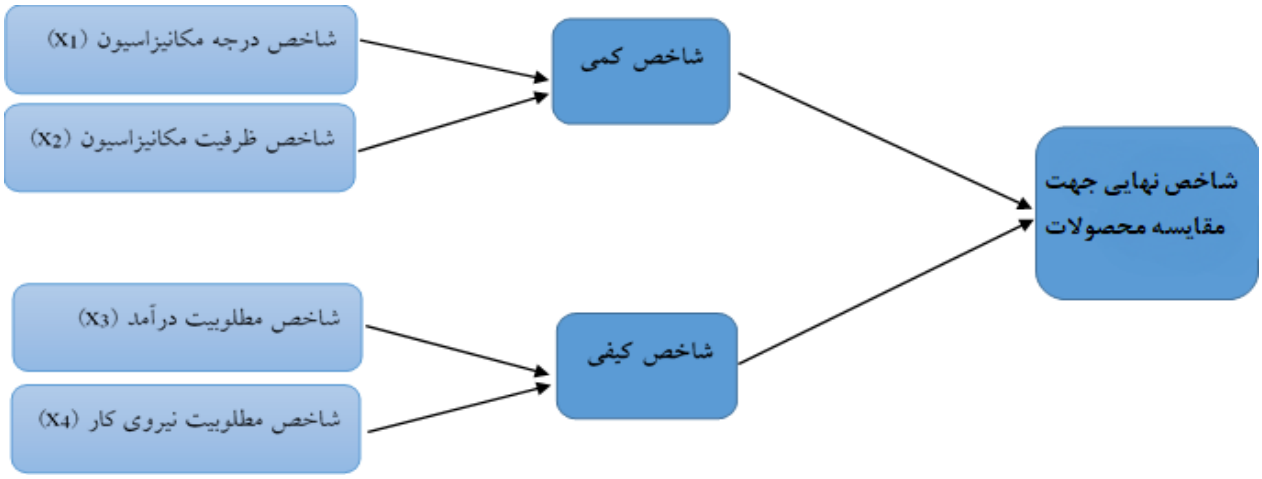
ب) مطلوبیت نیروی کار

نیروی انسانی یکی از عوامل مهم و عمده تولید است، که باعث می‌شود با استفاده از نیروی کار مناسب جهت تولید محصولات مختلف کشاورزی به بیش‌ترین میزان تولید دست یافت (Moradi, 2018). اما در مکانیزاسیون وجود نیروی کار آگاه به ماشین و فناوری مورد استفاده امری لازم در جهت توسعه مکانیزاسیون است. در پژوهش حاضر به بررسی وضعیت کیفیت نیروی کار در جهت داشتن آگاهی و تجربه استفاده درست از ابزار مکانیزه در بخش کشاورزی پرداخته شد و از کشاورزان در راستای

دسترسی به نیروی کار آگاه به ابزار مکانیزه سوال شد (که البته بازنگری کلی با مصاحبه حضوری با کارشناسان فعال در منطقه صورت گرفت)، در این بخش نیز بیان کشاورز به صورت کیفی بوده و سپس تبدیل به داده‌های کمی فاصله‌ای دو قطبی شد.

تعریف مدل فازی موردنظر

پس از گردآوری اطلاعات و محاسبات اولیه شاخص‌ها با توجه به روش‌های گفته شده در فوق و در واقع رسم توابع عضویت اولیه، مدل فازی در نرم‌افزار MATLAB 2018b در بخش فازی تدوین شد. در مرحله اول برای هر شاخص ازجمله کمی و کیفی یک مدل فازی جدا تعریف شد، سپس خروجی هر یک به عنوان ورودی برای شاخص نهایی مورد استفاده قرار گرفت. شماتیک کلی ورودی و خروجی در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱. شماتیک کلی ورودی و خروجی مدل طراحی شده

در شکل (۲) معماری سیستم استنتاج فازی نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشخص است سیستم استنتاج فازی به‌طور کلی از اجزاء زیر ساخته شده است (Phillis *et al.*, 2001) :

الف) فازی ساز: روند تبدیل متغیرهای صریح به متغیرهای زبانی را فازی سازی می‌گویند که در این قسمت ابتدا نمودارهای مربوط به هر زیر شاخص در قسمت ورودی هر شاخص تعریف شد تابع خروجی مربوط به هر شاخص نیز در محدوده‌ی صفر تا صد تعریف شد. لازم به ذکر است این تابع دارای اعداد بی‌بعد می‌باشد که صرفاً جنبه‌ی ارزش‌دهی دارند. در منطق فازی، تابع مشخصه از حالت دو مقداری به یک تابع پیوسته با برد [۰،۱] تبدیل شده است. بدین ترتیب، مفهوم تعلق یا عدم تعلق به مفهوم میزان تعلق تغییر یافته است. فرض کنید X یک مجموعه مرجع دلخواه باشد. آنگاه مجموعه $\tilde{A}$ که به‌صورت رابطه (۴) تعریف می‌شود را یک مجموعه فازی می‌نامند.

$$A = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \epsilon X, \mu_{\tilde{A}}(x) \epsilon [0,1]\} \quad \text{(رابطه ۴)}$$

در کل نظریه فازی از سه عامل کلیدی مجموعه‌های فازی، تابع عضویت و عدد فازی برای تغییر داده‌های مبهم به داده‌های مفید مؤثر تشکیل شده است (Kaya and Kahraman, 2010; Sheikhi *et al.*, 2012; Kengpol *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2013).

اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای به دلیل سادگی و ابهام‌زدایی عوامل مربوط به انتخاب گزینه‌ها به‌طور گسترده مورد استفاده هستند.

$$A_\alpha = \{x \in X | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

یک عدد فازی مثلثی را می‌توان با سه‌تایی مرتب (l, m, u) نمایش داد که l حد پایینی، m مقدار میانی و u حد بالایی هستند (کوره‌پزان دزفولی، ۱۳۸۷). عدد فازی M روی R عدد فازی، مثلثی خواهد بود اگر تابع عضویت آن شامل رابطه (۶) باشد:

$$\mu_{\ddot{a}}(x) = R \rightarrow [o,1]$$

$$\mu_{\ddot{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x}{m-l} - \frac{l}{m-l} & x \in [l,m] \\ \frac{x}{m-u} - \frac{u}{m-u} & x \in [m,u] \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases} \quad \text{(رابطه۶)}$$

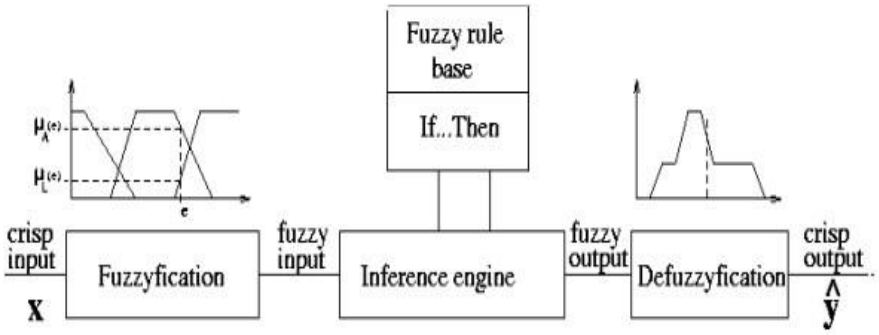
و عدد فازی M روی R عدد فازی، ذوزنقه‌ای خواهد بود اگر تابع عضویت آن شامل رابطه (۷) باشد:

(رابطه ۷)

$$\mu_{\ddot{a}}(x) = R \rightarrow [o,1]$$

$$\mu_{\ddot{a}}(x) = \begin{cases} \frac{x}{n-l} - \frac{l}{n-l} & x \in [l,n] \\ 1 & x \in [n,m] \\ \frac{x}{m-u} - \frac{u}{m-l} & x \in [m,u] \\ 0 & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

ب) موتور استنتاج فازی، تعیین و تعریف پایگاه قوانین: سیستم استنتاج فازی ممدانی در مدل، مورد استفاده قرار گرفت. این سیستم به دلیل داشتن طبیعت بصری و تفسیری از قوانین می‌تواند به‌طور گسترده‌ای در سیستم‌های پشتیبانی تصمیم استفاده شود، همچنین دارای قدرت بیانی بالایی است. دیاگرام کلی سیستم استنتاج فازی ممدانی نیز در شکل (۲) نشان داده‌شده است، سیستم استنتاج ممدانی از مجموعه‌های فازی به‌عنوان نتیجه قانون استفاده می‌کند و خروجی هر قانون به‌صورت غیرخطی و فازی است این سیستم بر مبنای قوانین اگر-آنگاه استوار است که این قوانین در کل تشکیل مجموعه‌ای به نام پایگاه قوانین را می‌دهند. این پایگاه برای مدل با مطالعات گذشته و طبق نظر افراد آگاه برای هر شاخص تعریف گشت چراکه نرم‌افزار قابلیت لحاظ کردن نظرات بیانی کارشناسان را دار است (Sami *et al.*, 2014)



شکل ۲. سیستم استنتاج فازی ممدانی

ج) دفازی ساز: موتور استنتاج با استفاده از الگوریتم‌های استنتاج، قوانین را ارزیابی و استنتاج می‌کند و پس از تجمیع قوانین خروجی توسط واحد دفازی، دفازی سازی شده و به مقدار صریح یا عددی تبدیل می‌شود. انواع روش‌های دفازی سازی شامل مرکز ثقل، نیمساز، کوچک‌ترین ماکزیمم، بیش‌ترین ماکزیمم و ... می‌باشند که در مدل‌های تعریف‌شده در این پژوهش با توجه به گستردگی کاربرد روش مرکز ثقل، از این روش استفاده شد. غیر فازی ساز مرکز ثقل طبق رابطه (۸) نقطه y* را به‌عنوان مرکز ناحیه‌ای که به‌وسیله تابع تعلق A پوشش داده‌شده، تعریف می‌کند. مزیت این غیر فازی ساز در توجیه‌پذیری شهودی آن بوده و اشکال آن در پیچیدگی محاسبات آن می‌باشد.

$$\dot{y} = \frac{\int y.\mu_A(y).dy}{\int \mu_A(y).dy} \quad \text{(رابطه ۸)}$$

نتایج و بحث

الف) تحلیل درجه مکانیزاسیون

درجه مکانیزاسیون یکی از شاخص‌های کمی است که بوسیله آن می‌توان درجه مکانیزه بودن عملیات مختلف را در یک محدوده ارزیابی‌کرد. به عبارت دیگر، درجه مکانیزاسیون برای تشخیص میزان انجام عملیات مختلف به‌وسیله ماشین در مقابل انجام عملیات به وسیله انسان و دام، یا عدم انجام آن به‌کار می‌رود (Almasi *et al.*, 2008; Khoshbin *et al.*, 2017). آنچه در بحث درجه مکانیزاسیون بسیار مهم می‌باشد این است که درجه مکانیزاسیون و یا درصد انجام مکانیزه عملیات نسبت به چه چیزی مقایسه می‌شود و به عبارتی این مقدار تا صد در صد به چه شکل انجام می‌شود. این در حالی است که به نظر می‌آید که خود درجه انجام یک عملیات خاص به وسیله ماشین می‌تواند با توجه به تنوع ماشین‌ها در انجام عملیات، تفکیک شود. با استفاده از اطلاعات به دست آمده، درجه مکانیزاسیون برای هر یک از مراحل عملیات خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت برای محصولات زراعی مورد بررسی (گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای) منطقه تعیین گردید. جدول (۱) وضعیت درجه مکانیزاسیون عملیات مختلف محصولات مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۱) محصولات گندم، جو و ذرت علوفه‌ای درجه مکانیزاسیون کل بالاتری نسبت به محصول برنج دارند البته در این بخش باید عنوان شود که قدمت دو محصول گندم و جو در منطقه دلیلی بر آشنایی بیش‌تر کشاورزان با وضعیت مکانیزه آن‌ها شده است از طرفی در محصول برنج بخش خاکورزی اولیه در برخی زمین‌ها انجام نمی‌شود و کشاورزان به خاکورزی ثانویه اکتفا می‌کنند، به عبارتی کاهش درجه مکانیزاسیون در بخش خاکورزی در مقابل عملیات دستی نبوده و در برابر عدم انجام عملیات است. در محصول برنج کاشت در منطقه مورد بررسی به سه روش صورت می‌گیرد، روش اول که بخش عمده‌ای را به خود اختصاص داده است به صورت بذرپاشی با دست است که این روش را نمی توان یک روش

مکانیزه کشت در نظر گرفت (Moradi, 2018). روش دوم به صورت بذرپاشی با ماشین بذرپاش و نهایتاً دیسک‌زنی می‌باشد. روش سوم در کاشت این محصول به وسیله خطی‌کار انجام می‌گیرد که روش‌های پیش‌تر ذکر شده را خشکه کاری می‌گویند. لازم به ذکر است که در منطقه مورد بررسی نشاکاری وجود ندارد و درجه مکانیزاسیون کشت با دستگاه نشاکار صفر می‌باشد اما از آنجا که روش دوم و سوم ذکر شده در فوق مکانیزه می‌باشند و از انرژی مکانیکی بهره می‌گیرند، لذا درجه مکانیزاسیون کاشت منطقه مورد مطالعه با اطلاعات بیان شده از سوی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، ۲۹/۵ بدست آمد که نسبت به درجه مکانیزاسیون کاشت سایر محصولات زراعی مورد بررسی، پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد و همین امر باعث پایین آمدن درجه مکانیزاسیون کل این محصول نسبت به سایرین بود که البته این امر به دلیل بومی نبودن برنج در منطقه مورد مطالعه و حتی گاهاً ممنوعیت کشت آن است که باعث کند شدن روند مکانیزه شدن عملیات مربوط به این محصول در منطقه مورد مطالعه شده است. اما با توجه به نتایج به دست آمده محصولات مورد بررسی (گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای) درجه مکانیزاسیون، خاک‌ورزی و برداشت در وضعیت مطلوبی قرار دارد که این امر بیانگر سختی کار این عملیات و محدودیت زمان برای انجام آن‌هاست. چراکه معمولاً ترغیب مکانیزه کردن عملیاتی که انجام دستی آن‌ها مشکل و زمان‌بر است بیش‌تر است.

جدول ۱. وضعیت درجه مکانیزاسیون محصولات زراعی در سال ۱۳۹۷ شهرستان اهواز (درصد)

محصولات زراعی	عملیات کشاورزی				درجه مکانیزاسیون کل
	خاک‌ورزی	کاشت	داشت	برداشت	
گندم	۱۰۰	۹۶	۷۶	۱۰۰	۹۳
جو	۱۰۰	۹۵	۷۵/۲	۱۰۰	۹۲/۵
برنج	۹۵/۶	۲۹/۵	۶۹	۱۰۰	۷۳/۵
ذرت علوفه‌ای	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۹۵

Mazaheri (2007) در پژوهشی به بررسی وضعیت موجود و ارائه راهکارهای مناسب جهت توسعه مکانیزاسیون کشاورزی شهرستان بهار گزارش داد سطح مکانیزاسیون ۳۶/۱ اسب بخار در هکتار و درجه مکانیزاسیون برای خاک‌ورزی ۱۰۰ درصد است و نبود فناوری های نو و بخصوص کشاورزی دقیق را از کاستی های مکانیزاسیون و جایگزینی تراکتورهای نو و مجهز به سیستم های جدید در منطقه را بر شمرد.

Saeidirad and Parhizgar، (2011) در مطالعه‌ای به بررسی شاخص‌های مکانیزاسیون در استان خراسان رضوی پرداختند که نتایج نشان داد میانگین سطح مکانیزاسیون ۳/۳۶ اسب بخار بر هکتار و میانگین درجه مکانیزاسیون کل ۳۷/۷ درصد به دست آمد. همچنین میانگین درجه مکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی ۹۸/۳ درصد محاسبه شد .

Manafi dastjerdi *et al.*, (2016) در مطالعه‌ای با روشی مشابه مطالعه حاضر، درجه مکانیزاسیون کل را برای محصولات گندم و جو در شهرستان کرج به ترتیب ۸۲/۰۵ و ۸۱/۳۳ بیان کردند، ایشان همچنین این شاخص را برای همین محصولات در شهرستان ساوجبلاغ به ترتیب ۸۴/۴۸ و ۸۵/۳۵ عنوان کردند. با توجه به جدول (۱) در مطالعه حاضر گندم و جو به ترتیب با درجه مکانیزاسیون کل ۹۳ و ۹۲/۵ درصد از لحاظ درجه مکانیزاسیون در سطح بالاتری نسبت به گندم و جو در دو شهرستان کرج و ساوجبلاغ قرار دارند که این امر می‌تواند به دلیل قدمت بالای کشت در منطقه و آگاهی کشاورزان از مکانیزاسیون در محصولات ذکر شده باشد.

Vahedi *et al.*, (2018) در پژوهشی به بررسی درجه مکانیزاسیون عملیات زراعی برنج در استان مازندران پرداختند. ایشان در نتایج، درجه مکانیزاسیون خاک‌ورزی اولیه و ثانویه را به ترتیب ۹۹/۷ و ۹۹/۳ درصد بیان کردند؛ که در مطالعه حاضر این مقدار به طور میانگین برای خاک‌ورزی ۹۵/۶ درصد بود که عمده علت آن حذف بخشی از خاک‌ورزی اولیه در منطقه مورد بررسی بود. واحدی و همکاران همچنین درجه مکانیزاسیون سمپاشی، برداشت با کمباین برنج، کاشت با ماشین نشاکار، کودپاشی و وجین را به ترتیب ۷۷/۶، ۷۲/۸، ۲۱/۶۹، ۱۱ و ۸ درصد بیان کردند.

ظرفیت مکانیزاسیون یکی از شاخص‌های ترکیبی است که به صورت کمی بیان می‌شود اما شامل بعد کیفیت نیز می‌باشد و میزان اسب بخار ساعت در هکتار را نشان می‌دهد. جدول (۳) ظرفیت مکانیزاسیون چهار محصول راهبردی مورد بررسی در این مطالعه را نشان می‌دهد؛ با توجه به همین جدول ظرفیت مکانیزاسیون به‌دست آمده برای محصولات گندم، جو، برنج و ذرت

علوفه‌ای به ترتیب برابر با ۹۸۲/۲۲، ۹۴۴/۷۲، ۸۰۶/۶۰ و ۱۱۳۶/۹۰ اسب بخار ساعت در هکتار بود. میزان اسب بخار ساعت در هکتار محاسبه شده برای محصول ذرت علوفه‌ای در مقایسه با دیگر محصولات بیش‌تر بوده و این نشان می‌دهد ماشین‌های کشاورزی بیش‌تر با صرف زمان بالاتر و یا تکرار عملیات بیش‌تر در کشت محصول ذرت علوفه‌ای استفاده می‌شود. بیگدلی و همکاران در سال ۱۳۸۵ ظرفیت مکانیزاسیون را برای محصولات گندم و ذرت علوفه‌ای در شهرستان همدان به ترتیب ۹۵۷/۵ و ۷۴۹/۹ اسب بخار ساعت بر هکتار محاسبه کردند که به اعداد به دست آمده در پژوهش حاضر بسیار نزدیک هستند. Vahedi *et al.*, (2018) در مطالعه خود به بررسی ظرفیت مکانیزاسیون عملیات زراعی برنج در استان مازندران پرداختند. ایشان در نتایج، ظرفیت مکانیزاسیون سمپاشی، برداشت با کمباین برنج، کاشت با ماشین نشاکار، دروگر، خاک‌ورزی و سمپاشی را به ترتیب ۳۰۶/۱۱، ۸۸/۰۹، ۶۹/۵۳، ۴۸/۴۴ و ۱۲/۸ بیان کردند.

جدول ۳. وضعیت ظرفیت مکانیزاسیون محصولات زراعی در سال ۱۳۹۷ شهرستان اهواز (اسب بخار ساعت بر هکتار)

عملیات کشاورزی	محصولات زراعی			
	گندم	جو	برنج	ذرت علوفه‌ای
شخم	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۶۵
دیسک	۱۸۳/۳۳	۱۸۳/۳۳	۱۸۲/۶	۱۸۲/۶
ماله	۹۱/۶۷	۹۱/۶۷	۹۱/۳	۹۱/۳۰
ماشین کاشت	۱۸۳/۳۳	۱۸۳/۳۳	۵۵/۲	۱۹۸
مرزبند و نهرکن	۶۲/۵	۶۲/۵	۶۰	-
کودپاش	۷۵	۳۷/۵	-	۲۶۴
سمپاش	۳۷/۵	۳۷/۵	۱۵۰	-
کلتیواتور	-	-	-	۶۰
ماشین برداشت	۱۱۶/۶۷	۱۱۶/۶۷	۱۵۷/۵	۱۷۶
بیلر	۱۲۲/۲۲	۱۲۲/۲۲	-	-
کل	۹۸۲/۲۲	۹۴۴/۷۲	۸۰۶/۶	۱۱۳۶/۹۰

شاخص‌های مکانیزاسیون مورد بررسی

شکل (۳) ورودی و خروجی شاخص‌های کمی توسعه مکانیزاسیون (y_1) در منطق فازی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود دو شاخص درجه مکانیزاسیون کل (X_1) و ظرفیت مکانیزاسیون (X_2) به عنوان ورودی مدل فازی بودند و خروجی مدل میزان کمی این دو شاخص بود. شکل (۴) ورودی و خروجی شاخص‌های کیفی توسعه مکانیزاسیون (y_2) در منطق فازی را نشان می‌دهد همان طور که مشاهده می شود دو شاخص مطلوبیت درآمد (X_3) و مطلوبیت نیروی کار (X_4) به عنوان ورودی مدل فازی بودند که نتایج آن‌ها در جدول (۴) آورده شده است. لازم به ذکر است که کلیه‌ی شاخص‌ها در شرایط عادی مثبت بوده، اما در تعریف قوانین ارتباط شاخص‌ها با هم و تأثیر مثبت یا منفی آن‌ها بر توسعه مکانیزاسیون با استفاده از نظر کارشناسان و مطالعات صورت گرفته مشخص شد. برای مثال با پایین بودن درجه مکانیزاسیون، بالا بودن ظرفیت مکانیزاسیون یک شاخص منفی در نظر گرفته شد.

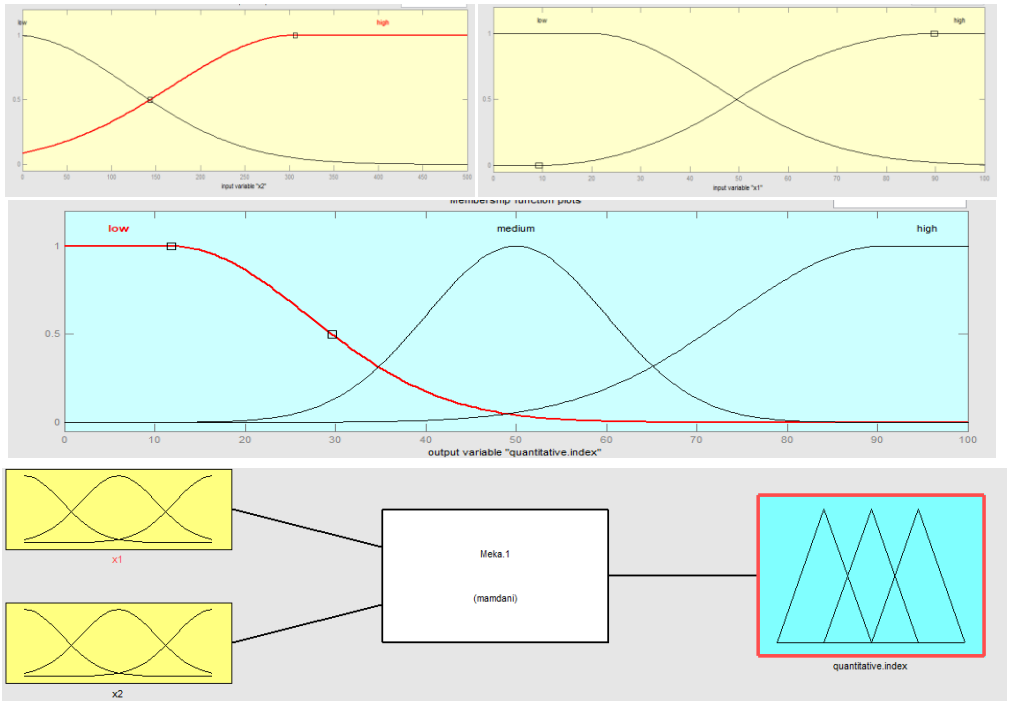
برخی قوانین بدین صورت بود:

If X_1 is UP and X_2 is LOW, then Y_1 is GOOD
If X_1 is UP and X2 is UP, then Y_1 is MEDIUM
If X_1 is LOW and X_2 is LOW, then Y_1 is MEDIUM
If X_1 is LOW and X_2 is UP, then Y_1 is BAD
If X_3 is UP and X_4 is LOW, then Y_2 is MEDIUM
If X_3 is UP and X_4 is UP, then Y_2 is GOOD
If X_3 is LOW and X_4 is LOW, then Y_2 is BAD
If X_1 is LOW and X_2 is UP, then Y_1 is MEDIUM
....

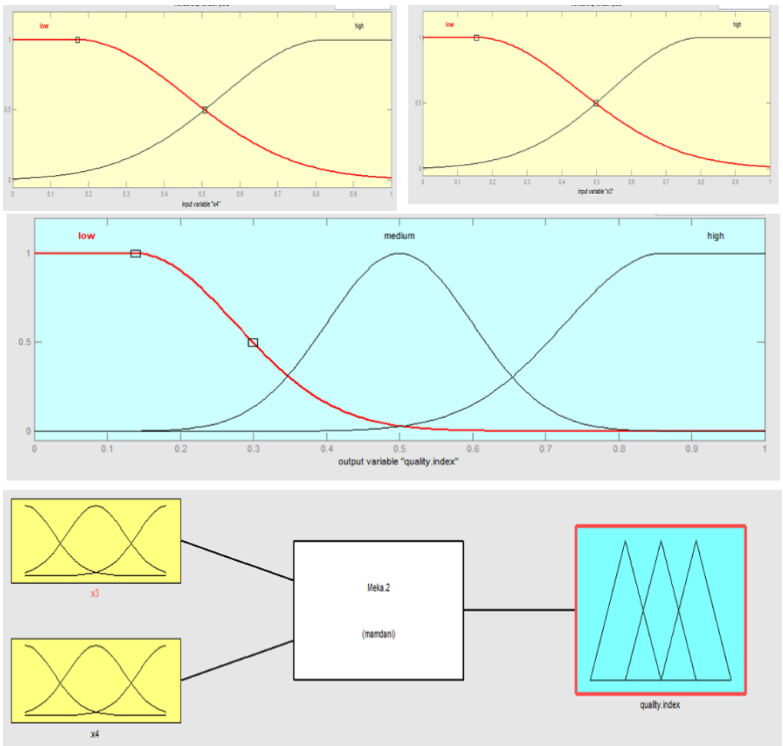
با توجه به جدول (۴) درجه و ظرفیت مکانیزاسیون محصول ذرت علوفه‌ای در مقایسه با دیگر محصولات مورد مطالعه بالا می‌باشد. اما مطلوبیت درآمد حاصل از این محصول به نسبت کم‌تر از گندم و برنج است. در واقع از بین محصولات مورد بررسی گندم از نظر مطلوبیت درآمد و نیروی کار در جایگاه بالاتری نسبت به سایرین قرار داشت و این نشان دهنده‌ی رضایت کشاورزان در کشت محصول گندم می باشد. به دلیل اینکه این محصول در مقایسه با دیگر محصولات راحت کشت می‌شود و از نظر بازاریابی مناسب‌تر می‌باشد.

درجه مکانیزاسیون محصول برنج کم‌تر از سایر محصولات محاسبه شد و این نشان می‌دهد از ماشین‌های کشاورزی برای کشت برنج کم‌تر استفاده شده است. پیشنهاد می‌شود راهکارهایی

برای کشت محصول برنج با استفاده از ماشین‌های کشاورزی و مکانیزه کردن این محصول در دستور کار صورت بگیرد که البته کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان با ارائه روش خشکه‌کاری به وسیله‌ی دستگاه خطی‌کار، در حال ترویج مکانیزاسیون در این بخش هستند.



شکل ۳. نمودار های ورودی و خروجی شاخص های کمی توسعه مکانیزاسیون در منطق فازی



شکل ۴. نمودار های ورودی و خروجی شاخص های کیفی توسعه مکانیزاسیون در منطق فازی

جدول ۴. نتایج حاصل از شاخص های مورد بررسی

محصولات زراعی	شاخص‌ها			
	درجه مکانیزاسیون کل (X_1)	ظرفیت مکانیزاسیون(X_2)	مطلوبیت درآمد (X_3)	مطلوبیت نیروی کار (X_4)
گندم	۹۳٪	۹۸۲/۲۲	۰/۶۲	۰/۷۳
جو	۹۲٪/۵	۹۴۴/۷۲	۰/۴۳	۰/۶۹
برنج	۷۳٪/۵	۸۰۶/۶	۰/۵۷	۰/۵۹
ذرت	۹۵٪	۱۱۳۶/۹	۰/۵۴	۰/۴۷

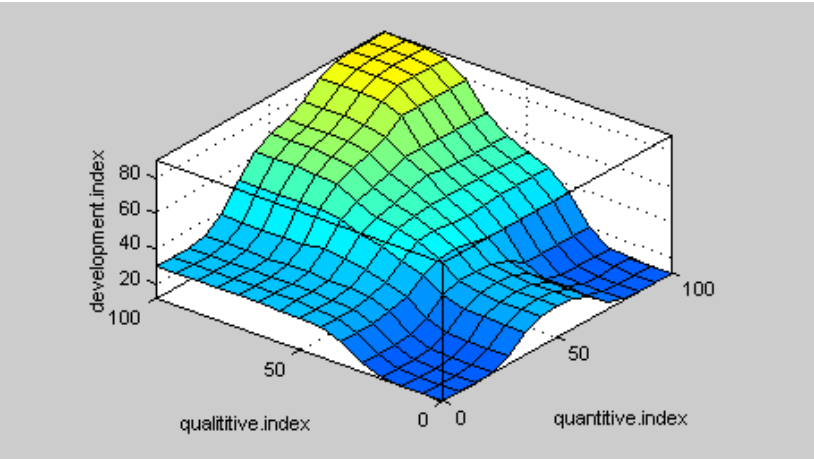
شاخص نهایی حاصل از جمع‌بندی شاخص‌های مورد بررسی

با توجه به جدول (۵) خروجی فازی زدایی شده شاخص کمی محصولات مورد مطالعه در جو با ۷۰/۸ درصد بیش‌ترین بوده و کم‌ترین آن با ۶۸/۲ مربوط به برنج می‌باشد. البته در محصول ذرت علوفه‌ای نیز این پارامتر با ۶۹/۸ درصد فاصله زیادی از برنج نداشت که عمده علت آن را می‌توان تفاوت نه چندان زیاد درجه مکانیزاسیون آن با سایر محصولات و از طرفی بالا بودن ظرفیت مکانیزاسیون و انرژی مکانیکی زیاد مورد استفاده در این محصول دانست. در شاخص کیفی مورد بررسی محصول گندم با ۶۳ درصد در مقایسه با دیگر محصولات بالا بوده که علت آن رضایت نسبی گندم‌کاران منطقه مورد بررسی از درآمد و نیروی کار آگاه از مکانیزاسیون در کشت این محصول بود. کم‌ترین میزان شاخص کیفی با ۴۲ درصد مربوط به محصول جو به دست آمد که این امر نشان می‌دهد میزان درآمد حاصل از این محصول با توجه به هزینه‌های صرف شده برای کشت آن در مقایسه با دیگر محصولات کم‌تر بوده است و از نظر کشاورزان مطلوبیت چندانی نداشت. نتایج مربوط به شاخص تعریف شده جهت بررسی توسعه مکانیزاسیون برای محصول گندم برابر با ۵۲/۳ درصد بیش‌ترین مقدار و محصول برنج با ۴۶/۶ درصد در رتبه دوم قرار گرفت و پس از آن محصول جو با ۴۹/۵ درصد در جایگاه سوم قرار داشت. کم‌ترین مقدار مربوط به محصول ذرت علوفه‌ای بوده که برابر با ۴۰/۳ درصد به دست آمد.

جدول ۵. خروجی فازی زدایی شده شاخص های مورد بررسی (درصد)

محصولات زراعی	شاخص‌های مکانیزاسیون		
	کمی	کیفی	شاخص نهایی جهت مقایسه محصولات
گندم	۷۰/۶	۶۳	۵۲/۳
جو	۷۰/۸	۴۲	۴۲/۲
برنج	۶۸/۲	۵۷	۴۶/۶
ذرت علوفه‌ای	۶۹/۸	۵۰	۴۰/۳

روند تغییر شاخص تعریف شده جهت بررسی توسعه مکانیزاسیون نسبت به ترکیب شاخص‌های ورودی، در شکل ۵ نشان داده شده است. با شرایط فعلی و بر اساس خروجی‌های فازی‌زدایی شده با افزایش شاخص کمی و کیفی در هر محصول زراعی میزان شاخص تعریف شده جهت بررسی توسعه مکانیزاسیون افزایش پیدا می‌کند.



شکل ۵. نمودار سه بعدی رابطه بین شاخص کمی و کیفی با شاخص توسعه مکانیزاسیون

طی تحقیقی در منطقه شمال اهواز نشان داده شد که سطح مکانیزاسیون موجـود معـادل ۱/۱ اسب بخار در هکتار می‌باشد که با وجود وفور نسبی تراکتورها در منطقه درجه عملیات ماشینی نسبتاً پائین بـوده و اغلـب کشاورزان صرفاً از تراکتور برای انجام عملیات خاک‌ورزی استفاده می‌کنند.(Lovimi,1998)

در مطالعه‌ای برای تخمین ظرفیت مکانیزاسیون در شهرستان مراغه نتایج مطالعه نشان داد شاخص ظرفیت مکانیزاسیون برای این شهرستان برابر با ۵۵۴۴۴۸/۵ کیلووات ساعت بر هکتار تعیین گردید.(Mohajerdost *et al.*,2008)

در تحقیقی برای بررسی شاخص‌های مکانیزاسیون مرتبط با انرژی جهت عملیات خاکورزی در ده استان کشور، نتایج مطالعه نشان داد میانگین درجه مکانیزاسیون خاکورزی ۹۸/۶ درصد است و از نظر خاکورزی تقریباً این مناطق کاملاً مکانیزه هستند، سطح مکانیزاسیون خاک ورزی ۰/۹۶ اسب بخار بر هکتار (بالاتر از متوسط کشوری) و متوسط سطح مطلوب مکانیزاسیون ۱/۵ اسب بخار در هکتار است که برای پر کردن خلا نسبی در مناطق مزبور می بایست ۴۵۰۰۹ دستگاه تراکتور ۷۵ اسب بخار تزریق گردد. متوسط ظرفیت مکانیزاسیون که بیانگر میزان مصرف انرژی می‌باشد ۵۵ کیلو وات ساعت بر هکتار است که نشان می‌دهد به ازای هر هکتار در مدت یک ساعت عملیات خاک ورزی ۵۵ کیلووات توان مصرف می‌شود(Safari *et al.,2012*) .

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق با تعریف شاخصی به بررسی توسعه مکانیزاسیون برای چهار محصول راهبردی شامل گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای پرداخته شد. درجه مکانیزاسیون برای مراحل مختلف عملیات کشاورزی مربوط به محصولات ذکر شده، محاسبه شد. درجه مکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی در حدود ۱۰۰٪ است. عملیات برداشت (کمباین و دروگر) در چهار محصول گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای به‌صورت کاملاً ماشینی انجام می‌شود. نتایج محاسبه ظرفیت مکانیزاسیون نشان داد این شاخص برای محصولات گندم، جو، برنج و ذرت علوفه‌ای به ترتیب برابر با ۹۸۲/۲۲، ۹۴۴/۷۲، ۸۰۶/۶ و ۱۱۳۶/۹۰ اسب بخار ساعت در هکتار به دست آمد. میزان اسب بخار ساعت در هکتار محاسبه شده برای محصول ذرت علوفه‌ای در مقایسه با دیگر محصولات بیش‌تر بوده و این نشان می دهد استفاده از ماشین های کشاورزی بیش‌تری برای انجام عملیات مختلف در کشت محصول ذرت علوفه‌ای به کار می‌رود. خروجی نهایی شاخص تعریف شده جهت بررسی توسعه مکانیزاسیون در گندم، برنج، جو و ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۵۲/۳، ۴۶/۶، ۴۲/۲ و ۴۰/۳ درصد برآورد شد. به طور کلی با توجه به نتایج شاخص نهایی جهت بررسی محصولات، چهار محصول مورد بررسی در شهرستان اهواز تقریباً در وضعیت میانه‌ای قرار دارند و اعداد به دست آمده از منطق فازی همه در حد متوسط تعریف شده در منطق فازی هستند.

عمده علت پایین بودن مقدار شاخص تعریف شده جهت بررسی توسعه مکانیزاسیون در ذرت علوفه‌ای به دلیل سخت بودن کار در این محصول و استفاده زیاد از انرژی مکانیکی در روند تولید آن، همچنین در دسترس نبودن نیروی کار مطلع از مکانیزاسیون مربوط به این محصول بوده است، چراکه این محصول به صورت آزمایشی در منطقه مورد بررسی در حال کشت است. در محصول ذرت علوفه‌ای همچنین پایین بودن مطلوبیت درآمد تأثیر منفی زیادی در نتایج داشت لذا برای ارتقاء بحث توسعه مکانیزاسیون در این محصول باید گامی در جهت رفع این علت‌ها برداشت.

هیچگونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

REFERENCES

Abasi, K., Almasi, M., Baraghi, A., Minaei, S., (2014). Estimation of performance model of products based on level index of agricultural mechanization in Iran. *Journal of Agricultural Machinery*, 4 (2): 344-351 (In Farsi).

Almasi, M., Kiani, Sh., Lovimi, N., (2008). Fundamentals of Agricultural Mechanization. Third edition, Hazrat Masoumeh Publications (In Farsi).

Amjadi, A., Chizari, H., (2006). The Status of Agricultural Mechanization in Iran. Journal of Agricultural Economics and Development, 14 (55): 155-182 (In Farsi).

Anandajayasekeram, P., William, A.M., Oehmke, J.F., (1997). Impact of Assessment of African Agricultural Technology Development and Transfer, Department of Agricultural Economics, Michigan State University.

Bigdeli, A., Zarra Nezhad, M., Asodar, M.A., (2006). A Local Comparison of Study of the Level of Agricultural Mechanization in Hamadan using Fuzzy Approach. Journal of Economic Reviews, 3(4):23-51 (In Farsi)

Dahghanikar, A., Ghameri, B., (2016). Evaluation and determination of mechanization level of wheat cultivation in Khorramabad city. 10th National Congress of Biosystems and Mechanical Engineering of Iran, Mashhad, Iran.

Ezzati, M. (2018a). Investigating the Role of Agricultural Machines in Promoting Mechanization and Sustainable Development, First National Conference on Sustainable Development in Environmental Science and Agriculture, Tehran, International Center for Sustainable Development, Islamic World Conferences and Seminars (In Farsi).

Ezzati, M. (2018b). Investigating the Role of Agricultural Machinery in Promoting Mechanization and Sustainable Development, 9th National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources, Tehran, Mehr Arvand Higher Education Institute (In Farsi).

Fathi, R. (2015). Investigating the Current Situation and Providing Appropriate Solutions for Agricultural Mechanization in Abdanan City. Master thesis. Ilam University (In Farsi).

Hardani, Sh., (2018). Analysis of sugarcane production system sustainability using fuzzy logic in Imam Khomeini Agro-industry. M.Sc. Thesis, Shahid Chamran University of Ahwaz (In Farsi).

Houshyar, E., Smith, P., Mahmoodi-Eshkaftaki, M., Azadi, H., (2017). Sustainability of wheat production in Southwest Iran: A fuzzy-GIS based evaluation by ANFIS. SOIL & CROP SCIENCES. Cogent Food & Agriculture, 3: 1-18 (In Farsi).

Jaferisogh, A., Shahbazi, H., (2015). A Review of Fuzzy Inference Algorithms. Fourth National Conference on New Ideas in the Electricity Industry, Islamic Azad University of Isfahan (Khorasgan) (In Farsi).

Kaab, A., Sharifi, M., and Mobli, H., (2019). Analysis and optimization of energy consumption and greenhouse gas emissions in sugarcane production using data envelopment analysis. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 50:19–30 (In Farsi)

Kaya, T., Kahraman, C., (2010). Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: The case of Istanbul. Journal of Energy, 35 (6): 2517-2527.

Kengpol A., Rontlaong, P., Tuominen, M., (2013). A Decision Support System for Selection of Solar Power Plant Locations by Applying Fuzzy AHP and TOPSIS: An Empirical Study. Journal of Software Engineering and Applications, 6 (09): 470-481.

Khoshbin, Sh., Rasooli Sharabiani, V., Fazel Dolat Abad, M., Keyhani Nasab., F.(2017). Determination and evaluation of mechanization degree in Parsabad County. 5th National and 1st international conference on organic vs. conventional Agriculture, Ardebil (In Farsi).

Lee, S.K., Mogi, G., Hui, K.S., (2013). A fuzzy analytic hierarchy process (AHP)/data envelopment analysis (DEA) hybrid model for efficiently allocating energy R&D resources: In the case of energy technologies against high oil prices. Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews, 21 (3): 347-355.

Lovimi, N. (1998). Investigating the Status of Mechanization and Providing Its Appropriate Solutions in North Ahvaz, M.Sc. Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz (In Farsi).

Mangafi Dastjerdi, M., Bakhoda, H., Ghahedrijani, M. (2016). Investigation and Determination of Factors Influencing Crop Selection (Case Study: Savojbolagh and Karaj). Agricultural Mechanization Journal. 3 (2):9-22 (In Farsi).

Mazaheri, M., 2007. Investigating the Current Status and Providing Appropriate Solutions for the Development of Agricultural Mechanization in Bahar City. 4th National Congress of Agricultural Machinery Engineering, Tabriz University (In Farsi).

Mohajerdost, V., Akram, A., Mashouri Azar, M. (2008). Estimation of Agricultural Mechanization Capacity in Maragheh City. Fifth National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization, Mashhad, Iranian Association of Agricultural Machinery and Mechanization, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (In Farsi).

Moradi, N., (2018). Evaluation and strategic analysis of mechanization development of crops in Ahvaz county using SWOT matrix. M.Sc. Thesis. Shahid Chamran University of Ahwaz (In Farsi).

Ministry Of Agriculture –Jahad of Iran,(2018).Annual agricultural statistics. www.maj.ir (in persian)

Phillis, Y.A., Andriantiatsaholiniaina, L.A., (2001). Sustainability: an ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic. Journal of Ecological Economics, 37 (3): 435-456

Saeidirad, M., Parhizgar, S. (2011). Study of Mechanization Indicators in Khorasan-e-Razavi Khorasan Provincial Agriculture and Providing Appropriate Solutions. Journal of Agricultural Machinery,1 (1): 1-6(In Farsi).

Safari, M., Grami, K., Sharif Nasab, H. (2012). Investigation of Energy-Related Mechanization Indicators for Tillage in Ten Provinces of Iran, Second International Conference on New Approaches to Energy Conservation, Tehran.

Sami, M., Shiekhdavoodi, M.J., Pazhohanniya, M., Pazhohanniya, F., (2014). Environmental comprehensive assessment of agricultural systems at the farm level using fuzzy logic: A case study in cane farms in Iran. Environ. Model. Softw, 58, 95–108.

Sheikhi, F, (2012). Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process for Selecting the Native and Non-Native Music Portfolio in Reducing of Stress. Advances in Natural and Applied Sciences, 6 (2): 100-109.

Tajaldin Khuzani, H., Almasi, M., Bakhoda, H., (2015). Developing a Strategy for Promoting the Role of Agricultural Mechanization in Wheat Self-Sufficiency by SWOT Matrix Method. International Conference on Agriculture, Environment and Tourism, Tabriz (In Farsi).

Vafaei, N., (2012). Fuzzy Estimation of Parameters in Statistical Models. Master's Thesis. Tabriz University (In Farsi).

Vahedi, E., Younessy Elmuti, M. And Sharifi Malvajardi, A. (2018). Examining the status and determination of rice mechanization indices (Case study of Mazandaran province). Journal of Agricultural Systems and Mechanization Research. 19 (70): 25-40(In Farsi).

Yousefi, Z and Askari bazayeh, F. (2019). "Agricultural Industry Intelligence and Its Implications in China." Agricultural Information Science and Technology 1.2: 29-43(In Farsi).