تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۱۹/ شماره ۷۱/ پاییز و زمستان ۱۳۹۷/ص ۱۳۸-۱۲۵

پهنه‌بندی توزیع توان تراکتوری مورد نیاز در کشاورزی استان خوزستان با استفاده از تحلیل خوشه‌ای FCM

آتنا کشوری[۱] و افشین مرزبان[۲]*

۱ و ۲- به‌ترتیب: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد؛ و استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۵

چکیده

برنامه‌ریزی برای توسعه مکانیزاسیون از مهم‌ترین مؤلفه‌ها در توسعه بخش کشاورزی است. بنابراین آگاهی از وضعیت مکانیزاسیون هر منطقه می‌تواند به برنامه‌ریزان کمک کند تا اصولی‌ترین روش برنامه‌ریزی را برای به حداقل رساندن نابرابری‌هایی منطقه‌ای به‌کار گیرند. تحلیل خوشه‌ای ابزار برنامه‌ریزی است و این امکان را می‌دهد تا بر مبنای همگنی موجود بین مناطق، آنها را به شیوه‌ای مناسب طبقه‌بندی، تفسیر و تبیین کند. به‌منظور پهنه‌بندی توزیع توان تراکتوری مورد نیاز در کشاورزی استان خوزستان از خوشه‌بندی FCM استفاده شد. برای ارزیابی عملکرد خوشه‌بندی از چهار تابع اعتبارسنجی، ضریب تقسیم‌بندی و آنتروپی تقسیم‌بندی فازی و دو تابع بر مبنای مفهوم تراکم درون خوشه‌ها و جداشدگی خوشه‌ها استفاده گردید. بر اساس نتایج اعتبارسنجی، تعداد بهینه خوشه‌ها ۲ به‌دست آمد. مقدار درجه عضویت بالاتر از ٤٠ درصد به‌عنوان حد پایین تعلق‌پذیری شهرستان‌های استان به هر خوشه در نظر گرفته شد. بر این اساس خوشهٔ ۱ و ۲ به‌ترتیب ١٦ و ١٨ عضو دارد. تحلیل مکانی خوشه‌های ایجاد شده نشان می‌دهد که نواحی شمالی و شرقی استان در خوشهٔ یک قرار دارند و از نظر دسترسی به توان در وضعیت مناسبی نیستند و از نظر نیاز به توزیع توان تراکتوری در اولویت قرار دارند. نواحی مرکز تا جنوب و بخش‌هایی از شرق استان در خوشهٔ دو قرار دارند و وضعیت موجود آنها در خصوص دسترسی به توان، نسبتاً مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی

توابع اعتبارسنجی، خوشه‌بندی، مکانیزاسیون، منطق فازی

مقدمه

مکانیزاسیون یکی از عوامل اصلی در توسعهٔ کشاورزی و اساساً به مثابه رویکردی است که نیل بخش کشاورزی به مرحلهٔ تولید صنعتی و تجاری را ممکن می‌سازد. برنامه‌ریزی برای توسعهٔ مکانیزاسیون از مهم‌ترین مؤلفه‌ها در توسعهٔ بخش کشاورزی است (Bagheri & Moazzen, 2009). بنابراین، آگاهی از وضعیت موجود و فاصلهٔ رسیدن به حد مطلوب در خصوص مکانیزاسیون هر منطقه می‌تواند به برنامه‌ریزان کمک کند تا روش‌های اصولی برنامه‌ریزی متناسب با شرایط اقتصادی، فناوری، محیطی، اجتماعی و فرهنگی آن منطقه را به‌منظور کمک به رفع نابسامانی‌ها و نابرابری‌ها به‌کار گیرند. در برآورد سطح مکانیزاسیون و تناسب منابع توان با شرایط موجود در استان‌ها و شهرستان‌های مختلف مطالعات متعدد است از جمله (Lak & Bloki, 2008; Almassi *et al.*, 2008; Sadeghi *et al.*, 2008; Mohajerdoust *et al.*, 2008; Bagheri *et al.*,

*نگارنده مسئول: marzban@ramin.ac.ir,afshinmarzban@hotmail.com

http://doi:10.22092/erams.2018.121436.1250

(2013. اما این نکته استنباط می‌شود که در این مطالعات به جایگاه ابزارها و شیوه‌های تصمیم‌سازی در ارتباط با شناخت صحیح مشکلات و کاستی‌های بخش مکانیزاسیون بر پایهٔ معیارهای تعیین‌کننده و اتخاذ تصمیم مناسب در جهت رفع نقاط ضعف و حفظ نقاط قوت کمتر پرداخته شده است. در بررسی‌های کشوری و مرزبان (Keshvari & Marzban, 2018) در اولویت‌بندی ورود توان به شهرستان‌های استان خوزستان به‌منظور جبران کسری سطح مکانیزاسیون از ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی بهره گرفته شد. تحلیل خوشه‌ای یا خوشه‌بندی به‌عنوان ابزار برنامه‌ریزی این امکان را فراهم می‌آورد تا بر مبنای همگنی موجود بین مناطق، آنها را به شیوه‌ای مناسب طبقه‌بندی و تفسیر و تبیین کنند. ترکیب این ابزار برنامه‌ریزی با نرم‌افزار GIS، سیستمی اطلاعاتی برای مدیریت مکانیزاسیون کشاورزی ارائه می‌دهد که با توجه به ویژگی‌های این سامانه امکان به روز کردن داده‌ها و حتی معیارهای ارزیابی فراهم می‌شود.

خوشه‌بندی، تقسیم‌بندی داده‌های موجود است به چند گروه به قسمی که داده‌های گروه‌های مختلف حداکثر تفاوت ممکن را از هم داشته باشند و داده‌های موجود در یک گروه بسیار به هم شبیه باشند. هدف از خوشه‌بندی، ارائهٔ چشم‌اندازی مناسب از رویدادها در پایگاه داده‌ها به مصرف‌کنندهٔ نهایی اطلاعات است (Yaghini *et al.*, 2009). خوشه‌بندی، یافتن خوشه‌های مشابه از بین داده‌های ورودی است؛ داده‌هایی که بیشترین شباهت را از نظر ویژگی‌ها و معیارهای تعریف شده دارند در یک خوشه قرار می‌گیرند. خوشه‌بندی هدف پایانی نیست بلکه آغازی برای کارهای دیگر است. با خوشه‌بندی ابتدا داده‌های مورد نظر بر اساس ویژگی‌ها و معیارهای مختلف بخش‌بندی می‌شوند، پس از آن هر بخش به‌طور جداگانه تجزیه و تحلیل می‌شود و نقاط ضعف و قدرت هر یک از معیارها به راحتی قابل بررسی است. بنابراین با استفاده از روش خوشه‌بندی می‌توان به تعیین مناطق همگن در توسعهٔ مکانیزاسیون پرداخت.

امیریان و همکاران (Amirian *et al.*, 2015) در تحقیقی با عنوان کاربرد نظریهٔ مجموعه‌های فازی و روش فائو در تناسب و خوشه‌بندی واحدهای اراضی منطقهٔ مرند برای آفتابگردان و کلزا، از شبکه‌های عصبی مصنوعی کوهنن و خوشه‌بندی فازی برای تکمیل اطلاعات و تعیین خاک‌های همگن استفاده کردند. عظیمی و همکاران (Azimi *et al.*, 2010) نیز با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای، اقلیم کشاورزی جنوب و جنوب غرب ایران را برای تعیین پارامترهای مؤثر اقلیمی-کشاورزی بر محصولات کشاورزی پهنه‌بندی کردند. در مطالعه‌ای در مکزیک، دسترسی به منابع توان و شناسایی الگوهای استفاده از تجهیزات کشاورزی از طریق خوشه‌بندی سلسله مراتبی بررسی شده است. روش مورد استفاده برای تعیین الگوی مناسب بر مبنای کاهش ابعاد از طریق تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بوده است. سه مؤلفه اصلی برای خوشه‌بندی سلسله مراتبی به‌منظور متراکم کردن پاسخ‌دهندگان به گروه‌هایی به‌کار گرفته شد. بدین‌ترتیب کشاورزان در دو منطقه با در نظر گرفتن یک ترکیب منحصر به فرد از ویژگی‌هایی که به‌کارگیری تجهیزات مزرعه‌ای را متمایز می‌کرد در پنج و چهار گروه مجزا از هم قرار گرفتند. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که بسیاری از کشاورزان در دو منطقه به مقادیر نسبتاً زیادی از توان تراکتور و دیگر نهاده‌های مکانیکی به‌واسطهٔ مجموعه‌ای متنوع از مکانیسم‌ها دسترسی دارند. تجزیه و تحلیل خوشه‌ای قادر بود الگوهای استفاده از تجهیزات کشاورزی در میان کشاورزان برای مکانیزه کردن مزارع از طریق اجاره یا مالکیت را تمایز ببخشد (Andrade & Jenkin, 2003).

پرایا و ونکاتسواری (Priya & Venkateswari, 2017) در مطالعه نواحی مدیریتی در کشاورزی دقیق به‌منظور ایجاد کلاس‌بندی مزارع بر اساس فاکتورهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم از الگوریتم خوشه‌بندی GK استفاده کردند. سینک و اتوال‌سینک (Singh & Singh-Atwal, 2017) در پیش‌بینی عملکرد محصول بر اساس ویژگی‌های خاک (فسفر، پتاسیم، قابلیت هدایت الکتریکی خاک، pH، کربن آلی) روش خوشه‌بندی K-means را به‌کار گرفتند.

خوزستان یکی از استان‌های حائز اهمیت در تولید محصولات کشاورزی است و از این‌رو برنامه‌ریزی در جهت مدیریت مکانیزاسیون در این استان و شناخت صحیح مشکلات و کاستی‌های بخش‌های مختلف از دیدگاه‌ها معیارهای تعیین‌کننده، اهمیت فراوانی دارد. با خوشه‌بندی شهرستان‌های استان، مناطق دارای ویژگی‌های مشابه در یک خوشه قرار می‌گیرند و مطالعهٔ آنها و اتخاذ تصمیم مناسب در جهت رفع نقاط ضعف و حفظ نقاط قوت با سهولت و دقت بیشتری پیش می‌رود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور خوشه‌بندی شهرستان‌های استان با هدف تحلیل وضعیت توان تراکتوری و ورود توان جدید به آنها از چهار معیار استفاده شد: کمبود سطح مکانیزاسیون، ضریب کهنگی عمر تراکتورها، نسبت هکتار به تراکتور و میانگین هارمونیک عملکرد. برای بررسی کمبود سطح مکانیزاسیون شهرستان‌های استان ابتدا توان مورد نیاز هر شهرستان با توجه به الگوی کشت محصول عمده آن شهرستان در شرایط کشت آبی و کشت دیم، اوج کاری، تعداد ساعات کاری روزانه و احتمال روزهای کاری برآورد شد و با مقایسهٔ توان موجود و توان مورد نیاز سطح مکانیزاسیون موجود و مورد نیاز هر شهرستان محاسبه و از تفاضل آنها مقدار کمبود سطح مکانیزاسیون هر یک برآورد گردید. معیار ضریب کهنگی، نسبت تراکتورهای با عمر بالای ۱۳ سال به تراکتورهای با عمر کمتر از ۱۳ سال در نظر گرفته شد. نسبت کهنگی نیز از تقسیم تعداد تراکتورهای بالای ۱۳ سال به کل تراکتورها به‌دست آمد.

در تعیین میانگین عملکرد محصولات هر شهرستان به‌جای استفاده از میانگین حسابی از میانگین هارمونیک عملکرد محصولات استفاده شد زیرا محصولات مختلفی در سطح شهرستان‌ها کشت می‌شود و عمده کشت برخی از شهرستان‌ها محصولات با عملکرد بالا مثل محصولات غده‌ای و ریشه‌ای و برخی دیگر با عملکرد پایین مانند غلات است؛ تفاوت در الگوی کشت و تناوب در بین شهرستان‌ها نیز در اتخاذ این تصمیم تأثیر داشته است. بنابراین، هنگامی که ارزش داده‌ها متفاوت باشد از میانگین هارمونیک (رابطه ۱) استفاده می‌شود (Ranjbaran, 2009):

$$\bar{Y} = \frac{1}{\sum \frac{S_i}{Y_i}} \qquad (۱)$$

که در آن،

$\bar{Y}$= میانگین هارمونیک عملکرد؛ S_i= سطح زیر کشت (هکتار) و Y_i= عملکرد محصول (تن بر هکتار).

به این ترتیب یک ماتریس متشکل از ۲۷ سطر و چهار ستون تشکیل شد که شهرستان‌های استان تعداد سطرهای آن و معیارهای کمبود سطح مکانیزاسیون، ضریب کهنگی عمر تراکتورها، نسبت هکتار به تراکتور و میانگین هارمونیک عملکرد تعداد ستون‌های آن است. هدف اصلی روش‌های خوشه‌بندی قطعی یا فازی، تفکیک یک ماتریس داده با n نمونه و p متغیر به c زیرگروه همگن با دسته‌بندی دقیق نمونه‌های مرتبط با خوشه‌های مشخص است. در روش‌های

قطعی یا کلاسیک خوشه‌بندی تلاش می‌شود که هر شیء به گونه‌ای در یکی از خوشه‌ها جای گیرد، هر چند همگن نباشد. قرار دادن اشیا در تنها یکی از خوشه‌ها یکی از نارسایی‌های ذاتی روش‌های قطعی است. نظریهٔ فازی برای رفتار مناسب‌تر با این مشکلات ارائه شده است که هر شیء با درجهٔ عضویتی به خوشه‌ها تعلق می‌گیرد. بنابراین هر شیء می‌تواند همزمان عضو دو یا چند خوشه باشد (Momeni, 2012). در شرایط واقعی خوشه‌بندی فازی بسیار طبیعی‌تر از روش‌های خوشه‌بندی قطعی است (Amirian *et al.*, 2015). به این دلیل که فازی بودن الگوریتم خوشه‌بندی سبب می‌گردد در مواقعی‌که نتوان مرزی مشخص و معلوم بین خوشه‌ها اعمالکرد، یک داده در یک زمان متعلق به چندین خوشه باشد (Wu & Yang, 2005).

الگوریتم خوشه‌بندی C میانگین: خوشه‌بندی C میانگین (FCM)[1] مجموعه‌ای از بردارهای S بعدی $X = X_1, \dots X_n$ را در C خوشه که $X_j = X_{j1}, \dots X_{js}$ نمونه jام را برای j=1…n نشان می‌دهد جزءبندی می‌کند. هر خوشه مجموعه‌ای فازی است که روی فضای نمونه $X = X_1, \dots X_n$ تعریف شده است. تابع هدفی که برای این الگوریتم تعریف می‌شود به‌صورت رابطه ۲ است:

$$J = \sum_{i=1}^{c}\sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{m} d_{ij}^{2} = \sum_{i=1}^{c}\sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{m} \|x_j - v_i\|^2 \qquad (۲)$$

که در آن،

m= عددی حقیقی بزرگ‌تر از ۱ که در اکثر موارد عدد ۲ انتخاب می‌شود؛ X_j= نمونهٔ jام؛ V_i= نماینده یا مرکز خوشه iام؛ U_{ij}= میزان تعلق نمونه iام در خوشه jام، $\|x_j - v_i\|^2$= میزان تشابه (فاصله) نمونه با (از) مرکز خوشه که می‌توان از هر تابعی که بیانگر تشابه نمونه و مرکز خوشه باشد استفاده کرد. از روی U_{ij} می‌توان یک ماتریس U تعریف کرد که C سطر و n ستون دارد و مؤلفه‌های آن هر داری بین ۰ تا ۱ را می‌توانند اختیار کنند. اگر تمامی مؤلفه‌های ماتریس U به‌صورت ۰ یا ۱ باشند الگوریتم مشابه C میانگین کلاسیک خواهد بود. با اینکه مؤلفه‌های ماتریس U می‌توانند هر مقداری بین ۰ تا ۱ را اختیار کنند اما مجموع مؤلفه‌های هر یک از ستون‌ها باید برابر ۱ باشد و داریم (رابطهٔ ۳):

$$\sum_{i=1}^{c} u_{ij} = 1, \qquad \forall j = 1, \dots, n \qquad (۳)$$

معنای این شرط این است که مجموع تعلق هر نمونه به c خوشه باید برابر ۱ باشد.

مراحل الگوریتم خوشه‌بندی فازی

۱- انتخاب یک عدد صحیح c و یک مقدار آستانه ε. m=2. مقدار اولیه تقسیم فازی ماتریس U به وسیلهٔ $c \times n$ عدد تصادفی در بازه $[0,1]$ تولید می‌شود.

۲- محاسبه کردن $v_I (1 \le i \le c)$ مطابق با معادله $v_i = \sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{m} X_j / \sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{m}$

۳- محاسبهٔ همه d_{ij}ها مطابق با $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{s}(u_{ik} - x_{jk})^2}$ و همه u_{ij}ها مطابق با $u_{ij} = 1/\sum_{k=1}^{c}(d_{ij}/d_{kj})^{2/(m-1)}$ نطباق تقسیم فازی ماتریسU با u_{ij}های محاسبه شدهٔ جدید

۴- محاسبه تابع هدف j با استفاده از $J(U, v_1, v_2, \dots v_c; X) = \sum_{i=1}^{c}\sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{m} d_{ij}^{2}$. اگر تابع هدف همگرا یا تفاوت بین دو مقدار محاسبه مجاور از تابع هدف J کمتر از مقدار آستانه ε داده شده باشد پس از آن متوقف می‌شود. در غیر این‌صورت به مرحله ۲ باز می‌گردد.

خروجی الگوریتم FCM مراکز خوشه و تقسیم فازی ماتریس U است. توابع اعتبار خوشه اغلب برای ارزیابی عملکرد خوشه‌بندی در شاخص‌های مختلف و حتی در دو

1- Fuzzy C-Means Clustering

روش مختلف خوشه‌بندی استفاده می‌شوند. توابع اعتبار مختلفی وجود دارد که از میان آنها دو تابع اهمیت بیشتری دارند. یکی بر اساس تقسیم فازی روی مجموعهٔ نمونه و دیگری بر اساس ساختار هندسی مجموعهٔ نمونه است (Bezdek *et al.*, 1984; Goktepe *et al.*, 2005; Amini *et al.*, 2005; Chuang *et al.*, 2006).

توابع اعتبارسنجی خوشه‌ها: دو شاخص ارزیابی ضریب تقسیم‌بندی (V_{pc}) و انتروپی تقسیم‌بندی (V_{pe}) برای تعیین تعداد بهینهٔ خوشه در خوشه‌بندی فازی را که بزدک ارائه داده است به‌صورت روابط ۴ و ۵ تعریف می‌شود:

$$V_{pc}(U) = \frac{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{c} u_{ij}^2}{n} \qquad (۴)$$

$$V_{pe}(U) = -\frac{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{c}[u_{ij}^2 \log u_{ij}^2]}{n} \qquad (۵)$$

تعداد بهینهٔ خوشه‌ها به‌ازای $C=1, 2, \ldots, c_{max}$ برابر با حداکثر مقدار V_{pc} و حداقل مقدار V_{pe} است. این دو تابع خوشه‌های متراکم با حداکثر مقدار u_{ij} را نشان می‌دهند. ضعف عمدهٔ این توابع این است که در محاسبه تعداد بهینه خوشه‌ها فقط از درجه عضویت فازی داده‌ها برای هر خوشه بدون توجه به ساختار داده‌ها در خوشه‌ها استفاده می‌کنند (Kim *et al.*, 2004).

زای و بنی شاخصی برای ارزیابی خوشه‌های فازی تعریف کرده‌اند که هدف آن نشان دادن تراکم درون خوشه‌ها و میزان جداشدگی بین آنهاست. تعداد بهینهٔ خوشه‌ها زمانی ایجاد می‌شود که عدد این معیار حداقل شود (Wang & Lee, 2009). این شاخص به‌صورت رابطهٔ ۶ تعریف می‌شود:

$$V_{xb}(U, v_1, L, v_c; X) = \frac{\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{c} u_{ij}^2 \left(\|X_j - v_i\|^2\right)}{n * \left(\min_{i\neq k}\{\|v_i - \bar{v}\|^2\}\right)} \qquad (۶)$$

فوکویاما و سوگنو نیز یک شاخص ارزیابی (رابطه ۷) را بر مبنای مفهوم تراکم و جداشدگی، به‌منظور تعیین تعداد بهینهٔ خوشه‌ها، ارائه کردند. حداقل مقدار این شاخص مناسب‌ترین تعداد خوشه را نشان می‌دهد (Kuo-Lung & Miin-Shen, 2005):

$$V_{fs}(U, v_1, L, v_c; X) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{c} u_{ij}^2 \left(\|X_j - v_i\|^2 - \|v_i - \bar{v}\|^2\right) \qquad (۷)$$

در روش خوشه‌بندی فازی، توصیه شده است مدل خوشه‌بندی را به تعداد m مرتبه اجرا کنند که $2\leq m\leq N$ است که N برابر تعداد داده‌ها یا همان ردیف‌های ماتریس داده‌ها است؛ و در هر بار اجرای مدل ماتریس مقادیر عضویت و معیارهای اعتبارسنجی محاسبه شود. پس از نهایی شدن نتایج خوشه بندی، خروجی مربوط به ضرایب عضویت فازی به‌منظور تهیهٔ نقشه مکانی داده‌ها به نرم‌افزار ArcGIS منتقل شد.

نتایج و بحث

نتایج برآورد میزان نیاز به توان در هر شهرستان نشان می‌دهد که برخی شهرستان‌های استان به‌دلیل بیشتر بودن توان اسمی موجود نسبت به توان مورد نیاز یا تناسب بین توان اسمی موجود با توان مورد نیاز آنها برای عملیات زراعی، به ورود توان جدید نیاز ندارند. در سایر شهرستان‌ها کمبود توان مورد نیاز حدود ۵۰۱۱۵۰ اسب‌بخار معادل با ۶۶۸۲ دستگاه تراکتور ۷۵ اسب‌بخار برآورد شده است. به‌طور کلی برای اجرای به موقع عملیات زراعی، استان نیازمند حدود ۲۰۲۴۷۷۵ اسب بخار است. با توجه به اینکه توان تراکتورهای موجود در استان ۱۶۴۳۷۵۰ اسب بخار برآورد گردیده است، حدود ۳۸۱۰۲۵ اسب بخار معادل با ۵۰۸۰

دستگاه تراکتور ۷۵ اسب بخار کسری در استان وجود دارد. تفاوت در نتایج حاصل از برآورد توان مورد نیاز شهرستان‌های استان به‌صورت مجزا و کل استان به‌طور یکپارچه گویای آن است که توزیع نامناسب توان در شهرستان‌های استان منجر به افزایش نیازمندی به تراکتور شده است. به‌گونه‌ای که توان تراکتوری مازاد در برخی شهرستان‌های استان حدود ۱۲۰۱۲۵ اسب بخار معادل با ۱۶۰۲ دستگاه تراکتور ۷۵ اسب بخار از نیازمندی دیگر شهرستان‌های استان به توان تراکتوری را مرتفع می‌کند.

توزیع مناسب توان در مناطق مختلف اهمیت بیشتری نسبت به توزیع کمی آن دارد زیرا در بخش‌هایی از هر منطقه توان بیش از نیاز آن منطقه وجود دارد که این امر باعث هدر رفت سرمایه می‌گردد و در مقابل بخش‌هایی دیگری با کمبود منابع توان روبه‌رو هستند که منجر به تحمیل هزینه‌های فرصت از دست رفته می‌شود (Keshvari & Marzban, 2018). با توجه به موارد ذکر شده، کمبود سطح مکانیزاسیون در ۹ شهرستان استان وجود ندارد و سایر شهرستان‌ها با کمبود سطح مکانیزاسیون روبه‌رو هستند. مقادیر محاسبه شده این معیار در جدول ۱ نشان داده شده است. باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2013) در بررسی وضعیت مکانیزاسیون کشاورزی شهرستان میاندوآب نشان دادند که این شهرستان حدود ۰/۳۷ اسب بخار به‌ازای هر هکتار کمبود سطح مکانیزاسیون دارد. صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 2008) نیز سطح مکانیزاسیون استان خراسان جنوبی را ۰/۴۱ اسب بخار به‌ازای هکتار برآورد کردند و می‌افزایند این میزان در مقایسه با کشورهای پیشرفته بسیار پایین است. به‌طوری‌که درجهٔ مکانیزاسیون عملیات کاشت پایین و برای برخی از محصولات نزدیک به صفر است و تنها در مورد عملیات خاک‌ورزی در سطح نسبتاً مناسب‌تری قرار دارد.

جدول ۱ - کمبود سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار)

شهرستان	کمبود سطح مکانیزاسیون	شهرستان	کمبود سطح مکانیزاسیون
شادگان	۰	بهبهان	۰
لالی	۰/۱۷	امیدیه	۰/۰۷
مسجدسلیمان	۰/۹۳	باغ‌ملک	۱/۰۸
دزفول	۰/۱۳	ایذه	۰/۸۳
شوش	۰	رامشیر	۰/۶۵
شوشتر	۰	گتوند	۰/۸۴
دشت‌آزادگان	۱/۳۶	اندیکا	۰
رامهرمز	۰/۷۲	هفت گل	۰/۶۶
اهواز	۰/۲۷	هویزه	۰/۹۷
آبادان	۰	باوی	۰
بندر ماهشهر	۰/۴۰	آغاجاری	۰/۷۰
هندیجان	۰	کارون	۰/۱۶
خرمشهر	۰	حمیدیه	۰/۰۸
اندیمشک	۰/۶۸		

در خصوص معیار ضریب کهنگی باید گفت که کهنه شدن تراکتور تعداد خرابی‌ها را بالا می‌برد که به کاهش قابلیت اطمینان ماشین می‌انجامد. این مسئله منجر به تحمیل زیان‌های اقتصادی از جمله بالا رفتن هزینه‌های تعمیر و نگهداری، تأخیر در عملیات کشاورزی و به‌تبع آن بالا رفتن هزینه‌های فرصت از دست رفته و ... می‌گردد. اطلاع از میزان کهنگی ناوگان تراکتوری هر منطقه و برنامه‌ریزی برای جایگزینی آنها می‌تواند به بهبود عملیات ماشینی و جلوگیری از زیان‌های اقتصادی کمک کند. نتایج حاصل از محاسبهٔ ضریب کهنگی برای شهرستان‌های استان نشان می‌دهد که بالاترین ضریب کهنگی به شهرستان‌های باغ‌ملک و هندیجان به‌ترتیب با مقادیر ۲/۹۶ و ۲/۴۷ تعلق دارد و کمترین میزان ضریب کهنگی به حمیدیه با ضریب ۰/۰۱ اختصاص دارد. بیشترین میزان نسبت کهنگی نیز با ۷۵ و ۷۱ درصد به شهرستان‌های باغ‌ملک و هندیجان تعلق دارد (جدول ۲). لک و بلوکی (Lak & Bloki, 2008) و یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2009) در مطالعات خود نتایجی مبنی بر کهنه بودن بخش قابل توجهی از تراکتورهای فعال در بخش کشاورزی را گزارش کردند. همچنین ملایی و نورمحمدی (Molaee & Nourmohammadi, 2008) می‌گویند ۷۶ درصد از کل تراکتورهای موجود در منطقهٔ نی‌ریز عمر مفید خود را سپری کرده‌اند. کهنه بودن ماشین‌ها در کنار پایین بودن درجهٔ مکانیزاسیون، فقدان مدیریت صحیح ماشین‌ها و آموزش ندیدن کاربران ماشین‌ها باعث شده است تا در زمان تراکم کاری در منطقه ضریب بهره‌وری تراکتور ۵۱ درصد باشد.

جدول ۲ - ضریب کهنگی عمر تراکتورها

شهرستان	نسبت کهنگی	ضریب کهنگی	شهرستان	نسبت کهنگی	ضریب کهنگی
شادگان	۰/۳۶	۰/۵۵	بهبهان	۰/۳۲	۰/۴۶
لالی	۰/۶۸	۲/۰۸	امیدیه	۰/۴۶	۰/۸۶
مسجدسلیمان	۰/۶۰	۱/۴۸	باغ‌ملک	۰/۷۵	۲/۹۶
دزفول	۰/۵۰	۰/۹۸	ایذه	۰/۶۸	۲/۰۹
شوش	۰/۳۳	۰/۴۹	رامشیر	۰/۴۵	۰/۸۱
شوشتر	۰/۳۵	۰/۵۴	گتوند	۰/۵۹	۱/۴۳
دشت آزادگان	۰/۱۷	۰/۲۱	اندیکا	۰/۵۱	۱/۰۱
رامهرمز	۰/۶۴	۱/۸۰	هفت گل	۰/۶۲	۱/۶۴
اهواز	۰/۴۰	۰/۶۵	هویزه	۰/۱۴	۰/۱۶
آبادان	۰/۵۹	۱/۳۶	باوی	۰/۲۰	۰/۲۵
بندر ماهشهر	۰/۲۹	۰/۴۰	آغاجاری	۰/۲۹	۰/۴۰
هندیجان	۰/۷۱	۲/۴۷	کارون	۰/۱۹	۰/۲۴
خرمشهر	۰/۰۹	۰/۱۰	حمیدیه	۰/۰۱	۰/۰۱
اندیمشک	۰/۵۳	۱/۱۲			

در مجموع، استان دارای ۱۹۸۱۷ دستگاه تراکتور برای ۱۰۲۵۷۶۹ هکتار سطح زیر کشت محصولات مختلف زراعی است یعنی ۵۴/۰۷ هکتار به‌ازای هر تراکتور. با توجه به کهنه بودن بیش از ۴۰ درصد از ناوگان تراکتوری استان، متوسط این معیار برای کل استان ۸۹/۲۸ هکتار به‌ازای هر تراکتور به‌دست می‌آید.

در شهرستان اندیمشک به‌ازای هر تراکتور ۱۱۸/۳۴ هکتار سطح زیر کشت وجود دارد و برای سایر شهرستان‌های استان این نسبت کمتر از صد هکتار است (جدول ۳). نسبت محاسبه شده برای شهرستان‌های استان با احتساب کل تراکتورهای فعال در هر شهرستان اعم از تراکتورهای با عمر کمتر و بیشتر از ۱۳ است. الماسی و همکاران (Almassi *et al.*, 2008) در مطالعه‌ای در ۱۰ استان کشور گزارش کردند که به‌ازای هر ۵۰ هکتار زمین زراعی یک دستگاه تراکتور وجود دارد که در مقایسه با متوسط جهانی (۱۵/۷ هکتار) این رقم پایین است.

مهاجردوست و همکاران (Mohajerdoust *et al.*, 2008) در مطالعه‌ای در دشت ساوجبلاغ گزارش کردند که به‌ازای هر ۱۰۰ هکتار از اراضی زراعی تقریباً ۲ دستگاه تراکتور با تمرکز توان روی ۷۵ اسب بخار (۶۳ درصد) وجود دارد.

جدول ۳ - نسبت هکتار به تراکتور در شهرستان‌های استان

شهرستان	نسبت هکتار به تراکتور	شهرستان	نسبت هکتار به تراکتور
شادگان	۴۴/۱۳	بهبهان	۴۶/۶۵
لالی	۴۴/۲۵	امیدیه	۲۷/۸۱
مسجدسلیمان	۷۳/۵۸	باغ‌ملک	۶۹/۳۱
دزفول	۶۷/۸۶	ایذه	۶۱/۸۲
شوش	۵۰/۸۵	رامشیر	۳۸/۳۸
شوشتر	۴۸/۶۹	گتوند	۸۱/۹۸
دشت آزادگان	۶۶/۴۳	اندیکا	۳۸/۸۹
رامهرمز	۵۱/۰۳	هفت گل	۴۹/۷۳
اهواز	۸۴/۵۲	هویزه	۷۷/۳۵
آبادان	۲۴/۹۱	باوی	۳۶/۳۵
بندر ماهشهر	۲۹/۰۵	آغاجاری	۲۱/۷۰
هندیجان	۱۹/۸۱	کارون	۳۴/۸۵
خرمشهر	۴۴/۸۰	حمیدیه	۳۱/۸۵
اندیمشک	۱۱۸/۳۴		

بین میانگین هارمونیک عملکرد و توان موجود در شهرستان‌های استان خوزستان در سطح ۱ درصد همبستگی مشاهده می‌شود (جدول ۴). نتایج حاصل از محاسبهٔ معیار میانگین هارمونیک عملکرد در جدول ۵ نشان داده شده است. عقیلی ناطق و همکاران (Aghili-Nategh *et al.*, 2012)، پایین بودن سطح مکانیزاسیون و توزیع نامناسب توان را یکی از علل اصلی کاهش عملکرد به‌دلیل تأخیر در عملیات کشاورزی می‌دانند.

جدول ٤- همبستگی توان تراکتوری با میانگین هارمونیک عملکرد

		میانگین هارمونیک عملکرد
توان تراکتوری	ضریب همبستگی	۰/۷۱۴*
	معنی داری	۰/۰۰

* همبستگی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است.

جدول ۵ - میانگین هارمونیک عملکرد محصولات در شهرستان‌های استان (تن در هکتار)

شهرستان	میانگین هارمونیک عملکرد محصولات	شهرستان	میانگین هارمونیک عملکرد محصولات
شادگان	۱/۸۷	بهبهان	۴/۵۲
لالی	۱/۶۵	امیدیه	۲/۹۳
مسجدسلیمان	۰/۳۱	باغ‌ملک	۱/۶۴
دزفول	۷/۰۱	ایذه	۲/۵۸
شوش	۴/۹۲	رامشیر	۲/۳۰
شوشتر	۶/۰۱	گتوند	۷/۳۶
دشت آزادگان	۲/۳۰	اندیکا	۰/۸۴
رامهرمز	۳/۶۶	هفت گل	۱/۸۲
اهواز	۴/۷۷	هویزه	۱/۹۲
آبادان	۳/۷۵	باوی	۷/۱۵
بندر ماهشهر	۱/۳۰	آغاجاری	۳/۰۷
هندیجان	۲/۱۰	کارون	۳/۳۱
خرمشهر	۳/۷۸	حمیدیه	۵/۶۰
اندیمشک	۶/۵۲		

برای داده‌کاوی داده‌ها، الگوریتم خوشه‌بندی FCM شش مرتبه اجرا گردید. جدول ۶ مقادیر شاخص‌های اعتبارسنجی خوشه‌بندی را نشان می‌دهد.

با توجه به این جدول بیشترین و کمترین مقدار Vpc و Vpe برای ۲ خوشه به‌دست آمده است. بنابراین تعداد ۲ خوشه از نظر این دو شاخص مناسب‌تر است. شاخص Vxb، شش خوشه را تعداد بهینه خوشه‌ها معرفی می‌کند. تعداد بهینهٔ خوشه در شاخص Vfs، دو است. بر اساس نتایج اعتبارسنجی نیز تعداد بهینه ۲ خوشه به‌دست می‌آید.

جدول ٦ - مقادیر توابع اعتبارسنجی در تعیین تعداد بهینهٔ خوشه‌ها

تعداد خوشه‌ها	Vpc	Vpe	Vxb	Vfs
۲	۰/۶۶	۰/۲۲	۱۵۱/۱۹	-۸۰۴/۵
۳	۰/۵۹	۰/۳۲	۱۹۹/۳۲	-۶۹۶/۶۶
۴	۰/۵۶	۰/۳۷	۶۸۰۵۸/۳۱	-۶۷۳/۱۱
۵	۰/۵۱	۰/۴۴	۶۰۹/۶۵	-۶۱۱/۷۴
۶	۰/۵۳	۰/۴۵	۸۱/۴۵	-۶۶۳/۰۴

جدول ۷ درجهٔ عضویت خوشه‌ها را نشان می‌دهد. با توجه با این جدول، اگر درجهٔ عضویت بالاتر از ۴۰ درصد به‌عنوان حد پایین تعلق‌پذیری یک داده به یک خوشه در نظر گرفته شود، خوشه‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب ۱۶ و ۱۸ عضو دارند. شهرستان‌هایی که از نظر چهار معیار مذکور بیشترین شباهت را دارند در یک خوشه قرار گرفتند.

جدول ۷ - درجه عضویت هر شهرستان در خوشه‌ها

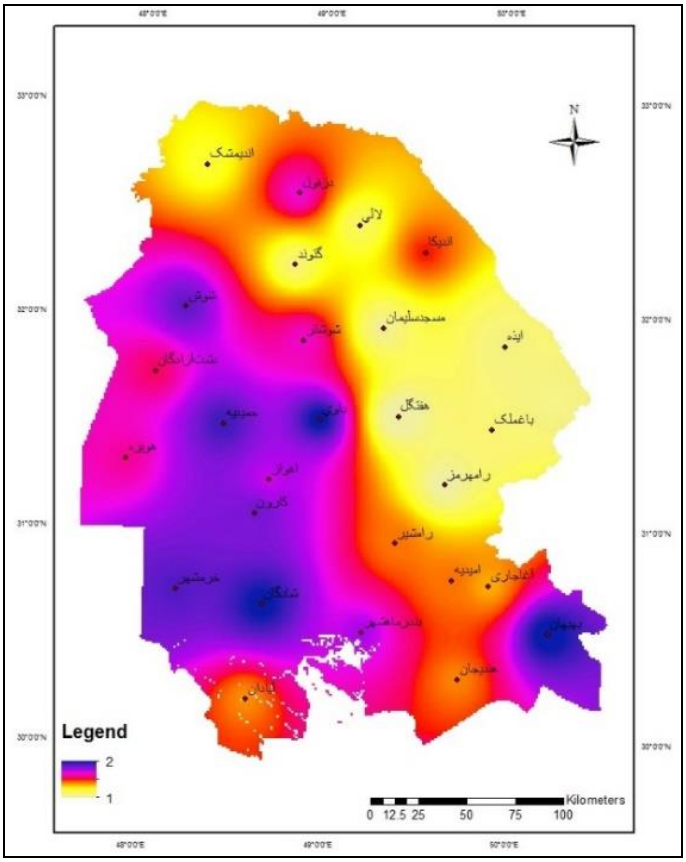
شهرستان	خوشه یک	خوشه دو	شهرستان	خوشه یک	خوشه دو
شادگان	۰/۵۹	۰/۴۱	بهبهان	۰/۴۷	۰/۵۳
لالی	۰/۱۷	۰/۸۳	امیدیه	۰/۸۳	۰/۱۷
مسجدسلیمان	۰/۰۷	۰/۹۳	باغ‌ملک	۰/۰۷	۰/۹۳
دزفول	۰/۴۲	۰/۵۸	ایذه	۰/۸۳	۰/۱۷
شوش	۰/۸۵	۰/۱۵	رامشیر	۰/۶۲	۰/۳۸
شوشتر	۰/۳۸	۰/۶۲	گتوند	۰/۵۷	۰/۴۳
دشت آزادگان	۰/۸۸	۰/۱۲	اندیکا	۰/۰۵	۰/۹۵
رامهرمز	۰/۱۹	۰/۸۱	هفت گل	۰/۲۱	۰/۷۹
اهواز	۰/۵	۰/۵	هویزه	۰/۳۲	۰/۶۸
آبادان	۰/۷۹	۰/۲۱	باوی	۰/۱۴	۰/۸۶
بندر ماهشهر	۰/۳۷	۰/۶۳	آغاجاری	۰/۵۸	۰/۴۲
هندیجان	۰/۷۳	۰/۲۷	کارون	۰/۹۷	۰/۰۳
خرمشهر	۰/۵۷	۰/۴۳	حمیدیه	۰/۹۲	۰/۰۸
اندیمشک	۰/۲۹	۰/۷۱			

توزیع مقادیر معیارهای به کار گرفته شده در خوشه‌بندی در جدول ۸ نشان داده شده است. بیشترین مقدار معیار کمبود سطح مکانیزاسیون در خوشه یک قرار دارد. در خوشه دو حداکثر مقدار ضریب کهنگی عمر تراکتورها و نسبت هکتار به تراکتور قرار دارد. در خصوص معیار میانگین هارمونیک عملکرد، بیش‌ترین مقدار در مرز بین دو خوشه قرار گرفته است و با درجهٔ عضویت مشخصی به هر دو خوشه تعلق دارد.

جدول ۸- توزیع مقادیر معیارهای به کار گرفته شده در خوشه‌ها

تعداد خوشه‌ها	کمبود سطح مکانیزاسیون (اسب بخار بر هکتار)		ضریب کهنگی عمر تراکتورها		میانگین هارمونیک عملکرد (تن در هکتار)		نسبت هکتار به تراکتور	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۱	۰	۱/۳۶	۰/۰۱	۲/۴۷	۰/۸۴	۷/۳۶	۱۹/۸۱	۸۴/۵۲
۲	۰	۱/۰۸	۰/۱	۲/۹۶	۰/۳۱	۷/۳۶	۲۱/۷	۱۱۸/۳۴

نتایج حاصل از خوشه‌بندی شهرستان‌های استان، به‌منظور تحلیل مکانی نیازمندی به ورود توان جدید به شهرستان‌های مختلف، به نرم‌افزار ArcGIS وارد شد. شکل ۱ تحلیل مکانی خوشه‌های ایجاد شده به روش FCM را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل نشان داده شده است نواحی زرد رنگ (نواحی شمالی و شرقی استان)، بیشترین عضویت را در خوش، یک دارند. شهرستان‌ها در بخش‌هایی از جنوب، مرکز و شرق استان در مرز بین دو خوشه قرار دارند و در مناطق آبی رنگ از مرکز تا جنوب و بخش‌های از شرق استان بیشترین عضویت را در خوشه دو دارند.



شکل ۱ - تحلیل مکانی خوشه‌های ایجاد شده به روش FCM

شهرستان‌هایی که بیشترین عضویت را در خوشه یک دارند از نظر معیارهای مذکور در وضعیت مناسبی قرار ندارند و بیش‌ترین نیازمندی به ورود توان جدید در آنها دیده می‌شود. با کاهش درجهٔ عضویت در این خوشه و افزایش درجهٔ عضویت در خوشهٔ ۲ وضعیت شهرستان‌های استان بهبود می‌یابد و از میزان نیازمندی شهرستان‌های استان به توان جدید کاسته می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که بخشی از مشکلات مکانیزاسیون ریشه در توزیع نامناسب توان در سطح استان دارد. به‌طوری‌که توان مازاد در ۹ شهرستان استان جوابگوی حدود ۱۲۰۱۲۵ اسب بخار از نیازمندی سایر شهرستان‌های استان خواهد بود.

بر این اساس ضرورت برنامه‌ریزی اصولی، کارآمد و اجرای دقیق آن به‌منظور برقراری تعادل و رفع نارسایی‌ها و کاستی ماشین‌ها متناسب با نیازمندی مناطق چه در خصوص تعداد و چه در خصوص تطبیق با شرایط موجود و توزیع مناسب توان در سطح هر منطقه به‌خوبی تعیین می‌شود. تحلیل خوشه‌ای به‌عنوان ابزار برنامه‌ریزی، با طبقه‌بندی مناطق همگن از لحاظ معیارهای تعریف شده، این امکان را برای برنامه‌ریزان فراهم می‌کند. بر این مبنا، شهرستان‌های استان با استفاده از چهار معیار کمبود سطح مکانیزاسیون، ضریب کهنگی عمر تراکتورها، نسبت هکتار به تراکتور و میانگین

هارمونیک عملکرد خوشه‌بندی شدند. توابع اعتبارسنجی خوشه‌بندی نشان می‌دهد که مناسب‌ترین تعداد خوشه برابر با ۲ است. به این‌ترتیب در خوشهٔ یک، ۱۶ شهرستان و در خوشهٔ دو، ۱۸ شهرستان با درجهٔ عضویت بیشتر از ۰/۴ قرار دارند. بیشترین نیاز به ورود توان جدید در نواحی زرد رنگ در نواحی شمالی و شرقی استان دیده می‌شود. این شهرستان‌ها بیشترین عضویت را در خوشه یک دارند. با کاهش درجه عضویت در این خوشه و افزایش درجه عضویت در خوشهٔ ۲ از میزان نیاز شهرستان‌ها به توان جدید کاسته می‌شود.

قدردانی

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به‌دلیل حمایت مالی این مطالعه سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

Aghili-Nategh, N., Samavatian, N., Yonji S. and Lak, M. B. 2012. Determination of optimum level of agricultural mechanization in Hamadan province. Proceedings of the 7th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Sep. 5-7. Shiraz University. Shiraz, Iran. (in Persian)

Almassi, M., M. Safari, and A. Hedayatipour. 2008. Mechanization coefficients and indices in tillage operation using conventional tractor and plow in ten provinces of country. Proceedings of the 5th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Aug. 28-29. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran. (in Persian)

Amini, M., Afyuni, M., Fathianpour, N., Khademi, H. and Fluhler, H. 2005. Continuous soil pollution mapping using fuzzy logic and spatial interpolation. Geoderma. 124, 223-233.

Amirian, F., Jafarzadeh, A., Shahbazi, F., Ghorbani-Golzarinejad, M. and Servati, M. 2015. Application of the fuzzy sets theory and FAO method on suitability and clustering of land units in Marand region for sunflower and canola products. Soil Water Sci. J. 26(1/1): 273-290.

Andrade, P. and Jenkins, B. M. 2003. Identification of patterns of farm equipment utilization in two agricultural regions of central and northern Mexico. Agric. Eng. Int. CIGR J. Sci. Res. Dev. Invited Overview Paper. Vol. V.

Azimi, F., Shakiba, A. R. and Saedi, N. 2010. Zoning of agricultural climate in south and southeast Iran using with clustering analysis. J. Nat. Geogr. 1(4): 47-58. (in Persian)

Bagheri, N. and Moazzen, S. A. 2009. Optimum strategy for agricultural mechanization development in Iran. Proceedings of the 5th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Aug. 28-29. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran. (in Persian)

Bagheri, E., Shahidzadeh, M., Javadi, A., Mohammadi-Mazrae, H. 2013. Investigation of mechanization status using GIS in Miandoab and providing approach development. First National Conference on Agriculture and Environment Sciences. Feb. 21. Hamadan, Iran.(in Persian)

Bezdek, J. C., Ehrlich, R. and Full, W. 1984. FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm. Comput. Geosci. 10(2-3): 191-203.

Chuang, K. Sh., Tzeng, H. L., Chen, Sh., Wu, J. and Chehit, T. J. 2006. Fuzzy c-means clustering with spatial information for image segmentation. Comput. Med. Imag. Graph. 30, 9-15.

Goktepe, A. B., Altun, S. and Sezer, A. 2005. Soil clustering by fuzzy c-means algorithm. Adv. Eng. Software. 36, 691-698.

Keshvari, A. and Marzban, A. 2018. Prioritizing the power arrival in agriculture Khuzestan province using FAHP and FTOPSIS. J. Agric. Machinery. 9(1). doi: 10.22067/jam.v9i1.69258. (in Persian)

Kim, D.W., Lee, K. H. and Lee, D. 2004. On cluster validity index for estimation of the optimal number of fuzzy clusters. Pattern Recogn. 37, 2009-2025.

Kuo-Lung, W. and Y. Miin-Shen. 2005. A cluster validity index for fuzzy clustering. Pattern Recogn. 26, 1275-1291.

Lak, M. B. and Bloki, M. S. 2008. Investigation of mechanization level in Hamadan county. Proceedings of the 5th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Aug. 28-29. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran. (in Persian)

Mohajerdoust, V., Akram, A., Mashhuri-Azar, M. and Vojdani-Heris, F. 2008. Determination of required tractor units and desirable mechanization level in Savojbolagh plain (given to the time of operational pick and tractor management). Proceedings of the 5th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Aug. 28-29. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran. (in Persian)

Molaee, K. and Nourmohammadi, M. 2008. Mechanization in the Neyriz city (Fars) and suitable strategies for its development. Proceedings of the 5th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Aug. 28-29. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran. (in Persian)

Momeni, M. 2012. Data Clustering (Cluster Analysis). Momeni Pub. Tehran, Iran. (in Persian)

Priya, K. and Venkateswari, S. 2017. Application of Gustafson-Kessel-like clustering algorithm in delineation of management zones in precision Agriculture. Int. J. Appl. Agric. Res. 12(3): 279-293.

Ranjbaran. H. 2009. Statistics, Probability, and its using in the Economy. Nooreelm and Esbaat Pub. Hamadan, Iran. (in Persian)

Sadeghi, M. R., Khadem-Al-Husseini, N. A., Abdeshahi, A. and Marzban, A. 2008. Investigating of effecting factors in agricultural mechanization development in South Khorasan province. Proceedings of the 5th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization. Aug. 28-29. Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran. (in Persian)

Singh, G. and Singh-Atwal, K. 2017. Classification and clustering in yield prediction based on soil properties. Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. 8(7): 253-258.

Wang, T. C. and Lee, H. D. 2009. Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. Expert Sys. Appl. 36, 8980-8985.

Wu, K. L. and Yang, M. S. 2005. A cluster validity index for fuzzy clustering. Pattern Recogn. 26, 1275-1291.

Yaghini, M., Ranjpour, M. and Yousefi, F. 2009. A survey of fuzzy clustering algorithms. Proceedings of the 3rd National Conference Data Mining. Dec. 15. Secretariat Data Mining of Iran. Tehran, Iran. (in Persian)

Yang, Z., Chen, G., Duan, J., Peng, T. and Wang, J. 2009. Development strategy of agricultural machinery based on energy-saving in china. Biennial Conference of the Australian Society for Engineering in Agriculture (SEAg). Sep. 3-16, Brisbane, QLD.

Agricultural Mechanization and Systems Research /Vol.19/No.71/ Autumn & Winter 2018/P: 125-138

Zoning the Distribution of Required Agricultural Tractor Power in Khouzestan Province using FCM Cluster Analysis

A. Keshvari and A. Marzban*

*Corresponding Author: Assistant Professor, Deptartment of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan University, Khuzestan, Iran. Email: marzban@ramin.ac.ir
Received: 12 February 2018, Accepted: 26 May 2018

Planning for development of mechanization is one of the most important components in development of agriculture sector. Awareness about mechanization status in a region can help planners to apply the most principled planning methods to minimize regional inequalities. Cluster analysis as a planning tool enables planners to classify and interpret regions in an appropriate manner based on the existing homogeneity between them. Therefore, present study aimed to zoning of agricultural needed tractor power distribution in Khuzestan province using FCM cluster analysis. For assessment of clustering function, some assessment tools including four validation functions, coefficient of division and fuzzy division entropy and also two functions based on the concept of density within clusters and clusters separation, were used. Based on the validation results, the optimal number of clusters was obtained as 2. Degree of membership higher than 40% was considered as lower limit of counties accountability in each cluster. According to this, the number of members in cluster 1 and 2 was 16 and 18, respectively. Spatial analysis of clusters showed that northern and eastern regions of Khuzestan province are located in cluster 1 and have not good status in terms of power and are in the priority from the point of view of need to tractor power distribution. Central regions to south and some parts of eastern regions are belonged to cluster 2 and their status is relatively better for access to power.

Keywords: Clustering, Fuzzy Logic, Mechanization, Validation Functions