DOI:10.22059/ijbse.2019.246754.665015 مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۵۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸ (ص ۷۵۹-۷۴۹)

Investigation of Aging Status of Tractors and Repair Power in Agriculture Khuzestan Province Using GIS and AHP

ATHENA KESHVARI[1], AFSHIN MARZBAN[1*]
1. Department of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mulasani, Iran
(Received: Dec. 25, 2017- Revised: Feb. 19, 2019- Accepted: Oct. 6, 2019)

ABSTRACT

Aging tractors is one of the biggest challenges facing the Iranian agricultural sector which reduces the level of mechanization level. In this regard, the aging status of tractor fleet and repair power of Khuzestan province was investigated. For this purpose, existing tractors were zoned in two categories less and more than 13 years old, using ArcGIS software. Due to the high number of active tractors with more than 20 years of life, these tractors were zoned across the province. Aging factor of tractors was calculated for each individual county and the reasons for using old tractors were investigated using AHP method. A combined index entitled repair power was designed using information entropy and the counties of Khuzestan province were ranked based on that. Results showed that the largest number of tractors with over 13 years of age belonged to Ahwaz and Hendijan counties. Highest aging factor belonged to Bagh-e Malek County. Low financial ability of farmers was identified as the most important reason for using tractors over 13 years of age. The value of calculated repair power index indicates weak repair power in Khuzestan province. There is no correlation between aging factor and repair power, but aging factor had negative correlation with the number of repairman, a criterion of repair power index.

Keywords: information entropy, distribution of tractors age, zoning, aging factor

* Corresponding Author's Email: afshinmarzban@asnrukh.ac.ir

ارزیابی وضعیت کهنگی تراکتورها و توان تعمیراتی در کشاورزی استان خوزستان به کمک AHP و GIS

آتنا کشوری[۱]، افشین مرزبان[۱*]

۱. گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۴- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۱/۳۰- تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۷/۱۴)

چکیده

کهنه بودن تراکتورهای کشاورزی یکی از بزرگترین چالش‌های پیش روی بخش کشاورزی ایران به شمار می‌رود که سبب کاهش سطح مکانیزاسیون می‌گردد. در این راستا در این مطالعه وضعیت سن ناوگان تراکتوری و توان تعمیراتی استان خوزستان بررسی شد. بدین منظور تراکتورهای موجود به کمک نرم‌افزار ArcGIS در دو رده با عمر کمتر و بیشتر از ۱۳سال پهنه‌بندی شدند. با توجه به بالا بودن تعداد تراکتورهای فعال با عمر بیش از ۲۰ سال پهنه‌بندی این تراکتورها نیز در سطح استان انجام شد. میزان ضریب کهنگی عمر تراکتورهای هر شهرستان محاسبه شد و دلایل بهره‌برداری از تراکتورها با عمر کهنگی به کمک روش AHP مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از آنتروپی اطلاعات یک شاخص ترکیبی تحت عنوان توان تعمیراتی ارائه و شهرستان‌های استان بر مبنای آن رتبه‌بندی شدند. نتایج نشان دادند که بیشترین تعداد تراکتورهای با عمر بالای ۱۳ سال به نیمه شمالی استان و دو شهرستان اهواز و هندیجان تعلق دارد. بالاترین ضریب کهنگی به شهرستان باغملک تعلق داشت و از بین دلایل مورد بررسی، پایین بودن تمکن مالی کشاورزان بالاترین اولویت را در به کارگیری تراکتورهای با عمر بالای ۱۳ سال توسط کشاورزان داشت. مقدار شاخص توان تعمیراتی محاسبه شده نشان‌دهنده ضعیف بودن توان تعمیراتی در استان می‌باشد. بین ضریب کهنگی و توان تعمیراتی رابطه‌ای مشاهده نشد و تنها با تعداد تعمیرکار به عنوان یکی از زیرمعیارهای شاخص توان تعمیراتی همبستگی منفی مشاهده شد.

واژه های کلیدی: آنتروپی اطلاعات، پراکندگی عمرتراکتورها، پهنه‌بندی، ضریب کهنگی

مقدمه

از جمله عوامل تأثیرگذار بر توسعه مکانیزاسیون هر منطقه وجود تعداد کافی تراکتورهای کشاورزی و ارائه خدمات پس از فروش به کاربران تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی شامل تأمین لوازم یدکی و ایجاد شبکه تعمیرگاه‌های ثابت و سیار در محل دسترسی کشاورزان، توسط سازندگان و نمایندگان فروش ماشین‌های کشاورزی می‌باشند (Yazdan-shenas *et al.*, 2005). استفاده از قطعات و مواد مصرفی با کیفیت مطلوب و بهینه، اجرای مداوم عملیات سرویس و نگهداری و تعمیرات پیشگیری، انجام عملیات تعمیراتی استاندارد و به موقع، اجرای آموزش‌های تخصصی برای اپراتورهای ماشین‌های کشاورزی به منظور کاربرد بهینه ماشین‌های کشاورزی ضروری می‌باشد (Karimi *et al.*, 2012). ماشین‌های کشاورزی به علت کار در شرایط بار زیاد، زمین‌های ناهموار، محیط آلوده به گرد و خاک و دیگر شرایط سخت اقلیمی به برنامه نگهداری و تعمیرات دقیق، منظم، قطعات و مواد مصرفی با کیفیت خوب نیازمند می‌باشند. در غیر این صورت هزینه نگهداری و تعمیرات بسیار زیاد خواهد شد و ماشین‌ها در تقویم زراعی مشخص، در دسترس و قابل استفاده نخواهند بود (Khodabakhshian kargar *et al.*, 2008). یکی از وظایف بسیار مهم هر مدیر ارزیابی کیفی و کمی ماشین‌ها برای انجام به موقع عملیات زراعی از قبل برنامه‌ریزی شده می‌باشد. در مدیریت ماشین‌های کشاورزی تراکتور به عنوان مهمترین ابزار اجرایی مدیر است؛ بنابراین هر قدر توانایی مدیر در پیش بینی وقایعی از قبیل زمان تعمیر و جایگزینی بیشتر باشد، احتمال موفقیت او در انجام به موقع عملیات زراعی زیادتر خواهد بود (Rouhani & Masaudi).

عدم تأمین نیروی محرکه لازم سبب شده است که بسیاری از عملیات کشاورزی در خارج از زمان مناسب و با کیفیت پایین صورت پذیرد. در نتیجه عملکرد محصول در مزارع با افت مواجه گردد. ضایعات و تلفات وارده در تولید محصولات به سبب کافی و به موقع نبودن عملیات کشاورزی از آثار کمبود تراکتورهای کشاورزی در مراحل مختلف تولید است (Pishbin *et al.*, 2007). خداوردی و فروزانی (Khodaverdi & Forouzani, 2017) در سطح‌بندی استان‌های کشور نشان دادند که بین استان‌های مختلف در کشور از لحاظ برخورداری از شاخص‌های مکانیزاسیون کشاورزی اختلاف زیادی وجود دارد. بطوری که استان‌های گیلان، مازندران و گلستان به ترتیب بالاترین رتبه را از نظر توسعه‌یافتگی به خود اختصاص دادند و استان‌های سمنان، قزوین، کرمانشاه،

* نویسنده مسئول: afshinmarzban@asnrukh.ac.ir

خراسان‌شمالی، مرکزی، سیستان و بلوچستان، آذربایجان شرقی، همدان، بوشهر، اردبیل، لرستان، خوزستان، کردستان، زنجان، ایلام، کهگیلویه‌وبویراحمد در سطح توسعه نیافته قرار گرفتند. (Keshvari & Marzban, 2018) در پهنه‌بندی توان تراکتوری با استفاده از خوشه‌بندی FCM[1] در سطح استان خوزستان نشان دادند که این استان از توزیع فضایی نامناسبی برخوردار است به طوری که در ۹ شهرستان استان توان در دسترس بیش از توان مورد نیاز در این شهرستان‌ها بوده است و ۱۸ شهرستان دیگر با کمبود توان به منظور انجام عملیات زراعی در زمان مناسب رو به رو می‌باشند. (khoshbin *et al.*, 2017) نشان دادند که در شهرستان پارس‌آباد ۴۸۳۴۲ اسب‌بخار کسری توان وجود دارد و حدود ۱۸ درصد از تراکتورهای فعال در این شهرستان کهنه هستند. (dehghani kar & ghumri, 2017) نیز نشان دادند که ۲۷۶۰۳ اسب‌بخار کمبود توان در شهرستان خرم‌آباد وجود دارد و از مجموع ۳۰۱۹ دستگاه تراکتور فعال در این شهرستان ۱۹۱۶ دستگاه عمر بیش از ۱۳ سال دارند.

طی سال‌های گذشته میزان ورود تراکتور و ماشین‌ها به بخش کشاورزی به دلیل عوامل مختلفی نظیر بالا بودن قیمت انواع ماشین‌های داخلی، بالا بودن تعرفه واردات و کمبود اعتبارات لازم جوابگوی نیاز بخش نبوده و همین موضوع کشاورزان را به بهره برداری از ماشین‌های کهنه مجبور نموده است. کهنه بودن تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی یکی از بزرگترین چالش‌های پیش روی بخش کشاورزی ایران به شمار می‌رود که علاوه بر پایین آوردن سطح مکانیزاسیون، باعث افت بهره‌وری، مصرف بالای انرژی و افزایش قیمت تمام شده محصول شده است (Moradi *et al.*, 2014). آگاهی از وضعیت موجود ناوگان تراکتوری شرایط را برای انجام برنامه‌ریزی‌های اصولی و هدفمند فراهم می‌آورد. استان خوزستان یکی از مهمترین مناطق کشاورزی ایران می‌باشد، در این راستا مطالعه حاضر به منظور بررسی وضعیت سنی ناوگان تراکتوری و توان تعمیراتی و بررسی روابط بین آنها در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در استان خوزستان اجرا شد و برای جمع‌آوری اطلاعات، از اطلاعات اسنادی و کتابخانه‌ای استفاده شد. داده‌های این پژوهش از آمارنامه‌های کشاورزی و نتایج سرشماری عمومی استان بدست آمده است. پس از بررسی تراکتورهای موجود در استان رده سنی آنها در نرم‌افزار اکسل طبقه‌بندی گردید و پس از فراخوانی داده‌ها در محیط Arc GIS[2] و زمین مرجع نمودن داده با استفاده از درون‌یابی IDW[3] پهنه‌بندی تراکتورها در دو رده با عمر کمتر از ۱۳ سال و عمر بالای ۱۳ سال در استان انجام شد. با توجه به اینکه تعداد قابل توجهی از تراکتورهای موجود در استان دارای عمر بالای ۲۰ سال می‌باشند پهنه‌بندی تراکتورهای با عمر بالای ۲۰ سال در سطح استان نیز انجام شد.

پهنه‌بندی با استفاده از درون‌یابی IDW

درون‌یابی فرایندی است که طی آن می‌توان مقدار یک کمیت در نقاطی با مختصات معلوم را با استفاده از مقدارهای همان کمیت در نقاط دیگری با مختصات معلوم بدست آورد (Piri *et al.*, 2017). درون‌یابی IDW یکی از روش‌های درون‌یابی جبری است که اساس آن بر مبنای میانگین وزنی می‌باشد و نقاط معلوم که نزدیک به نقاط مجهول هستند، برای درون‌یابی دارای وزن بیشتری می‌باشند. تأثیر کمیت مورد نظر با افزایش مسافت کاهش می‌یابد و از معکوس فاصله به عنوان وزن نقاط اندازه‌گیری شده در برآورد نقاط مجهول استفاده می‌شود (Hamzah. & Prayogo 2014). این روش از فرضیات مربوط به ارتباط مکانی بین داده‌ها پیروی نمی‌کند و تنها بر این فرض متکی است که نقاط نزدیک‌تر به نقطه برآورد، شباهت بیشتری به آن دارند. در این روش اغلب برای عکس فاصله توانی بین ۱ تا ۵ است، ولی اغلب توان ۲ در نظر گرفته می‌شود. مشخصه دیگر این روش این است که وزن به کار رفته با افزایش فاصله به سرعت کاهش می‌یابد، در نتیجه درون‌یابی در این روش کاملاً محلی است و چون وزن‌های به کار رفته هیچ‌گاه صفر نمی شوند، بنابراین هیچ‌گونه انقطاع و عدم پیوستگی در برآوردها رخ نمی‌دهد. رابطه کلی درون‌یابی دو بعدی به روش IDW به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود.

(رابطه ۱)

$$W(x,y) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i w_i \qquad \lambda_i = \frac{(\frac{1}{d_i})^p}{\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{d_i})^p}$$

که $W(x,y)$ مقادیر برآورد شده در موقعیت (x,y)، N تعداد نقاط معلوم مجاور (x,y)، λ_i وزن اختصاص داده شده به هر یک از نقاط معلوم w_i در موقعیت (x_i,y_i)، d_i فاصله اقلیدسی بین هریک از نقاط واقع در موقعیت‌های (x,y) و (x_i,y_i) و p مقدار توان است که متأثر از وزن w_i بر w است (Fathizad *et al.*, 2017 and Desvars-Larrive *et al.*, 2016). به منظور تهیه نقشه‌های پهنه-بندی پس از فراخوانی داده‌ها در محیط نرم‌افزار و تغییر فرمت آنها از طریق Export data و تبدیل فرمت xlsx به dbf زمین مرجع نمودن داده‌ها انجام شد. برای زمین مرجع نمودن داده‌ها

1. Fuzzy Clustering Analisis
2. Geographic Information System
3. Inverse Distance Square Weighted

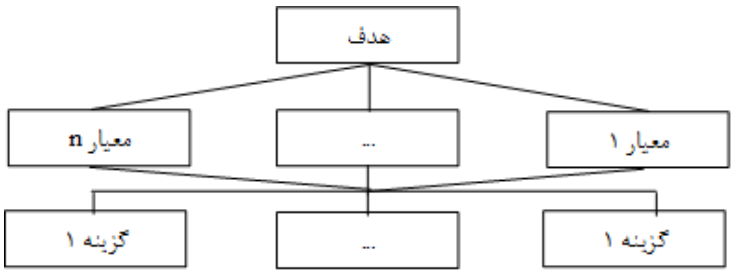
از دستور Joins and Relates داده‌ها به نقشه رقومی محدوده استان اضافه شد و مختصات جغرافیایی شهرستان‌ها از دستور Display xy data محاسبه و با خروجی گرفتن نقشه نقطه‌ای داده‌ها تهیه شد. برای تهیه نقشه نهایی از درون‌یابی با استفاده از جعبه‌افزار نرم‌افزار GIS از طریق دستور Spatial analyst tools، Interpolation و IDW استفاده شد.

ضریب کهنگی تراکتورهای استان خوزستان

بنا به تعریف مرکز توسعه مکانیزاسیون کشور عمر کهنگی تراکتورها ۱۳ سال است، به این معنا که تراکتورهای دارای ۱۳ سال کهنه محسوب می‌شوند و بایستی جایگزین گردند. با توجه به این که در شهرستان‌های استان، تراکتورهای متعددی با عمر بالای ۱۳ سال در حال فعالیت می‌باشند بر این اساس ضریب کهنگی، نسبت تراکتورهای بالای ۱۳سال به تراکتورهای کمتر از ۱۳ سال در نظر گرفته شد. پس از محاسبه ضریب کهنگی عمر تراکتورهای هر شهرستان، پهنه‌بندی شهرستان‌های استان از این منظر انجام شد. همچنین دلایل بهره‌برداری از تراکتورهای با عمر کهنگی در شهرستان‌های استان مطابق با نظر کشاورزان و خبرگان مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از روش AHP میزان اهمیت این دلایل مشخص گردید. توزیع فراوانی خبرگان بر حسب جنسیت، نشان می‌دهد اکثر کارشناسان مورد مطالعه ۸۶/۶۷ درصد مرد بوده‌اند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که ۶۰ درصد از خبرگان با بیشترین فراوانی در رده سنی ۵۰-۵۵ سال می‌باشند. بررسی میزان تحصیلات خبرگان نشان داد که ۸۰ درصد ۵۳/۳۳ درصد از پاسخگویان فاقد مدرک تحصیلی و زیر دیپلم و ۳۳/۳۳ درصد نیز دیپلم می‌باشند. در ارتباط با رشته تحصیلی پاسخگویانی که دانشجو بوده و دارای خانواده کشاورز بوده‌اند ۱۰۰ درصد فراوانی مربوط به رشته مکانیزاسیون و ماشین‌های کشاورزی بوده است.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP[1])

سلسله مراتب نمایش گرافیکی از مسأله (هدف، معیارها و گزینه-های انتخاب) می‌باشد که در آن سطح یک هدف، سطح دو معیارها و سطح سه گزینه‌ها (عناصر) را تشکیل می‌دهند. چارچوب ساختار سلسله مراتبی در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱ ساختار سلسله مراتبی

در روش AHP گزینه‌ها دو به دو با یگدیگر مقایسه می-شوند. در مقایسه زوجی تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی (نظر کارشناسان) استفاده می‌کنند. به گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم‌گیرنده چنان تصمیم می‌گیرد که اهمیت عنصر i بر j یکی از پاسخ‌های کاملاً مطلوب‌تر، مطلوبیت خیلی قوی، مطلوبیت قوی، کمی مطلوب‌تر یا یکسان باشد و به ترتیب عددی بین ۱ تا ۹ به آن نسبت داده می‌شود (Saaty, 2008). در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌گردد که این وزن‌ها نسبی نامیده می‌شود. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد که وزن مطلق نامیده می‌شود (Veisia *et al.*, 2016 and Cimren *et al.*, 2007). همواره در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌توان میزان سازگاری تصمیم را محاسبه نمود. در صورتی که شاخص ناسازگاری از ۰/۱ بیشتر باشد، سطح ناسازگاری مجموعه رتبه‌ها غیر قابل قبول بوده و رتبه‌بندی‌ها بایستی مجدداً تکرار گردند (Bencheikh *et al.*, 2017).

توان تعمیراتی در کشاورزی استان خوزستان

توان تعمیراتی تابعی از تعداد تعمیرگاه‌ها، تعداد تعمیرکاران و تعداد فروشگاه‌های لوازم یدکی در نظر گرفته شد که با استفاده از روش آنتروپی اطلاعات وزن هر کدام از معیارها محاسبه گردید (معادله ۲) و بر اساس آن یک شاخص ترکیبی ایجاد شد (*Wu et al*, 2018 and Gadea & Blado, 2018) و با استفاده از آن شهرستان‌های استان از نظر توان تعمیراتی رتبه‌بندی شدند.

$$CI = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \times w_j\right]}{\sum_{i=1}^{n} w_j} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

1. Analytic hierarchy process

CI شاخص ترکیبی، x_{ij} معیار مورد نظر و w_j وزن معیار

آنتروپی نظریه اطلاعات

آنتروپی نظریه اطلاعات یک معیار کمی از عدم قطعیت وابسته به یک توزیع احتمال یا مفهوم اطلاعات از توزیع بر حسب آنتروپی است. روش آنتروپی یکی از روش‌های معمول برای تعیین وزن یا میزان اهمیت معیارها است. بطوریکه هر چقدر اختلاف میان مقادیر گزینه‌ها در یک معیار بیشتر باشد آن معیار وزن بیشتری به دست می‌آورد (Shannon, 1948). اگر ماتریس کمی معیارهای مورد ارزیابی بصورت زیر باشد (Val-mohammadi & firozeh, 2010):

$$\begin{matrix} X_n & \dots & X_2 & X_1 & \\ \begin{bmatrix} r_{1n} & & r_{12} & r_{11} & A_1 \\ r_{2n} & & r_{22} & r_{21} & A_2 \\ & & & & \dots \\ r_{mn} & & r_{m1} & r_{m1} & A_m \end{bmatrix} & & & & \end{matrix}$$

محتوی اطلاعاتی موجود از این ماتریس ابتدا به صورت نرمالیزه شده p_{ij} از رابطه (۳) محاسبه می‌گردد:

$$p_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

و برای E_j از مجموعه p_{ij} ها به ازای هر مشخصه با استفاده از رابطه (۴) خواهیم داشت:

(رابطه ۴)

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{m}[p_{ij}\ln(p_{ij})] \qquad k = \frac{1}{\ln m}$$

عدم اطمینان یا درجه انحراف از اطلاعات ایجاد شده به ازای شاخص jام با استفاده از رابطه (۵) قابل محاسبه می‌باشد:

$$d_j = 1 - E_j \quad \text{(رابطه ۵)}$$

وزن w_j شاخص‌های موجود از رابطه (۶) و تصحیح وزن‌های محاسبه شده با استفاده از نظر خبرگان از رابطه (۷) محاسبه می‌گردد:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^{n} d_j} \quad \text{(رابطه ۶)}$$

$$w_j' = \frac{\lambda_j d_j}{\sum_{i=1}^{n} \lambda_j d_j} \quad \text{(رابطه ۷)}$$

نتایج و بحث

شکل (۱) رده‌بندی سنی تراکتورهای موجود در استان خوزستان را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۱ الف) بیش‌ترین تعداد تراکتورهای با عمر کمتر از ۱۳ سال در استان در بخش‌های مرکزی و غربی استان مشاهده می‌شود و نیمه شرقی و جنوبی استان از این حیث در وضعیت مناسبی قرار ندارند. کمترین تعداد تراکتورهای با عمر بیشتر از ۱۳ سال در بخش‌های غربی استان مشاهده می‌گردد و بیش‌ترین تعداد تراکتورهای با عمر بالای ۱۳ سال در استان به نیمه شمالی استان و دو شهرستان اهواز و هندیجان تعلق دارد. شهرستان هندیجان با ۵۹۳ دستگاه تراکتور که حدود ۶۴ درصد از کل تراکتورهای فعال در این شهرستان، بیشترین تعداد تراکتورهای با عمر بالای ۲۰ سال در سطح استان را داراست (شکل ۱ پ). حدود ۳۰ درصد از تراکتورهای استان عمر بالای ۲۰ سال دارند که ۱۵ درصد از آن‌ها متعلق به پنج شهرستان هندیجان، اهواز، شوش، شوشتر و دزفول می‌باشد. در پهنه‌بندی توان تراکتورها با توجه به رده سنی آنها همان گونه که در شکل (۲) نشان داده شده است کمترین توان مربوط به تراکتورهای با عمر کمتر از ۱۳ سال به نواحی شرقی و جنوبی استان و بیشترین توان مربوط به تراکتورهای با عمر بیش از ۱۳ سال به بخش‌هایی از شمال و مرکز استان و شهرستان هندیجان تعلق دارد. با توجه به پهنه‌بندی‌های انجام شده می‌توان گفت بخش‌های شرقی استان با بیشترین تعداد تراکتور با عمر بیش از ۱۳ سال دارای کمترین توان مربوط به این تراکتورها هستند و بخش زیادی از توان تراکتوری موجود در این نواحی به تعداد تراکتورهای با عمر کمتر از ۱۳ سال متعلق است. در خصوص تراکتورهای با عمر بیشتر از ۲ سال در نواحی که تعداد این نوع تراکتورها زیاد است توان مربوط به آنها نیز بیش از سایر نواحی است و دلیل آن را می‌توان تنوع خیلی کم در نوع تراکتور (عمدتاً تراکتور U65) قلمداد کرد. در مجموع ۵۴۸۵۹۰ اسب‌بخار توان در استان متعلق به تراکتورهای با عمر بیش از ۱۳ است. شهرستان شوش با ۶۱۳۹۰ اسب‌بخار بیشترین توان مربوط به تراکتورهای با عمر بیش از ۱۳ سال را دارد. (dehghani kar & ghumri, 2017) نشان دادند که ۶۳ درصد از کل تراکتورهای فعال در شهرستان خرم‌آباد بیشتر از ۱۳ سال عمر دارند. آنها توان اسمی تراکتورهای کهنه در این شهرستان را برابر ۱۳۲۱۷۴ اسب بخار برآورد کردند. (khoshbin *et al.*, 2017) نیز میزان توان متعلق به تراکتورهای با عمر بیش از ۱۳ سال را در شهرستان پارس‌آباد حدود ۲۴۹۹۱ اسب‌بخار برآورد کردند.

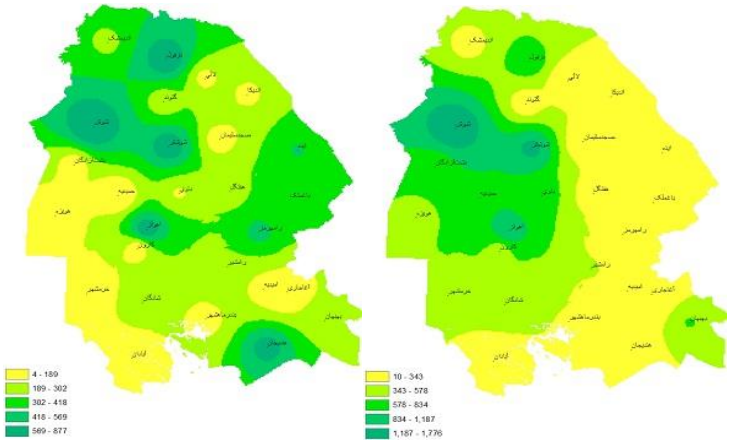
ضریب کهنگی تراکتورهای استان خوزستان

بالاترین ضریب کهنگی به شهرستان‌های باغملک و هندیجان به ترتیب با مقادیر ۲/۹۶ و ۲/۴۷ تعلق دارد و کمترین میزان ضریب کهنگی به حمیدیه با ضریب ۰/۰۱ اختصاص دارد (جدول ۱). شکل (۱) پهنه‌بندی شهرستان‌های استان از نظر ضریب کهنگی را نشان می‌دهد. در این شکل شهرستان‌های استان در پنج سطح قرار گرفتند. به طور کلی می‌توان گفت از نظر سنی تراکتورها در بخش‌های غربی و مرکزی استان وضعیت بهتری دارند و تعداد تراکتورهای با سن کمتر از ۱۳ سال در این نواحی بیشتر می‌باشند. (Pishbin *et al.*, 2007)، (Abbasi *et al.*, 2014) و (Yang *et al.*, 2009) در مطالعات خود نتایج مبنی بر کهنه بودن بخش قابل توجهی از تراکتورهای فعال در بخش کشاورزی را گزارش کردند.

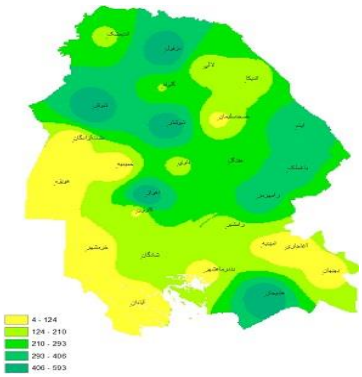
جدول (۲) میانگین عمر تراکتورهای موجود در شهرستان-ها و ضریب پراکندگی عمر تراکتورهای استان را نشان می‌دهد. میانگین عمر تراکتورها در حدود دو سوم شهرستان‌های استان بیشتر از ۱۳ سال می‌باشد و شهرستان‌هایی که میانگین عمر تراکتورهای آن‌ها پایین و کمتر از ۱۰ سال است بیشترین ضریب پراکندگی را دارند. بالا بودن ضریب پراکندگی نشان می‌دهد که عمر تراکتورهای موجود در هر منطقه نسبت به میانگین فاصله بیشتری دارد.

جدول ۱- رتبه‌بندی ضریب کهنگی تراکتورها در شهرستان‌های استان خوزستان

شهرستان	ضریب کهنگی	رتبه	شهرستان	ضریب کهنگی	رتبه
باغملک	۲/۹۶	۱	اهواز	۰/۶۵	۱۵
هندیجان	۲/۴۷	۲	شادگان	۰/۵۵	۱۶
ایذه	۲/۰۹	۳	شوشتر	۰/۵۴	۱۷
لالی	۲/۰۸	۴	شوش	۰/۴۹	۱۸
رامهرمز	۱/۸	۵	بهبهان	۰/۴۶	۱۹
هفتگل	۱/۶۴	۶	بندرماهشهر	۰/۴	۲۰
مسجدسلیمان	۱/۴۶	۷	آغاجاری	۰/۴	۲۰
گتوند	۱/۴۳	۸	باوی	۰/۲۵	۲۱
آبادان	۱/۳۶	۹	کارون	۰/۲۴	۲۲
اندیمشک	۱/۱۲	۱۰	دشت‌آزادگان	۰/۲۱	۲۳
اندیکا	۱/۰۱	۱۱	هویزه	۰/۱۶	۲۴
دزفول	۰/۹۸	۱۲	خرمشهر	۰/۱	۲۵
امدیه	۰/۸۶	۱۳	حمیدیه	۰/۰۱	۲۶
رامشیر	۰/۸۱	۱۴			

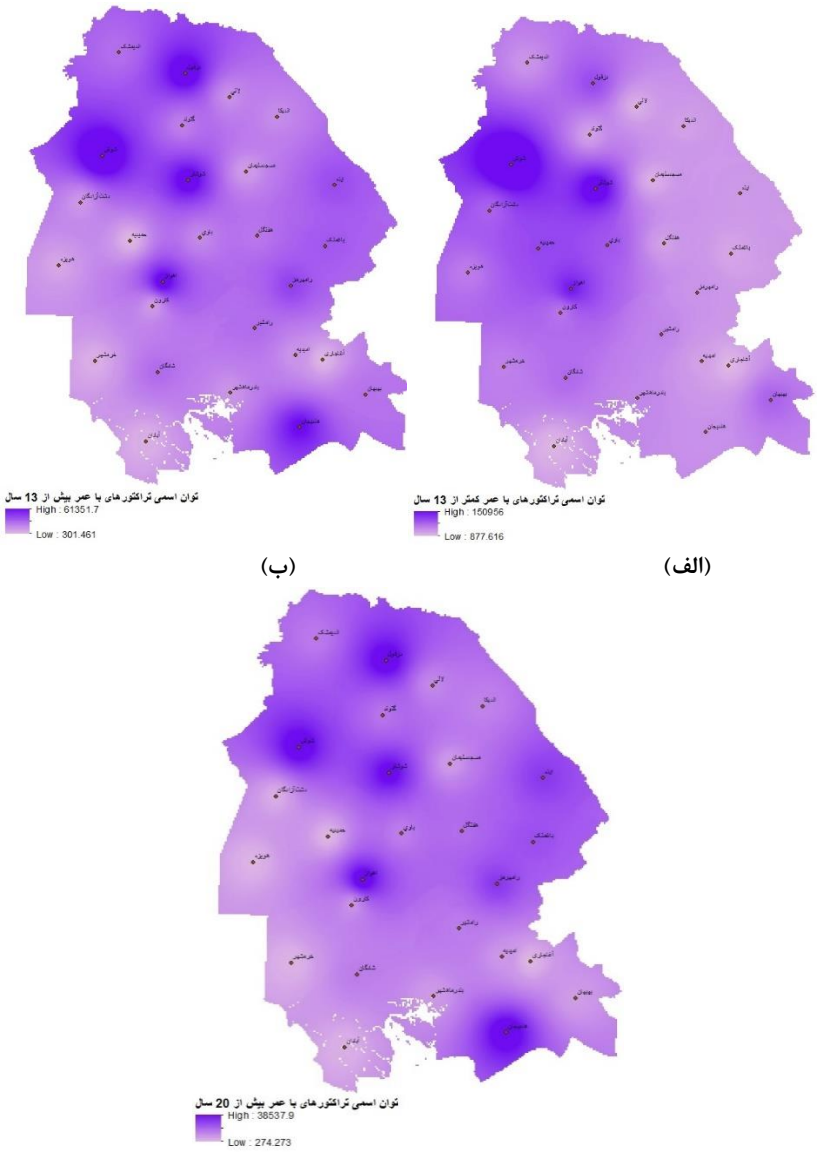


(ب) (الف)



(پ)

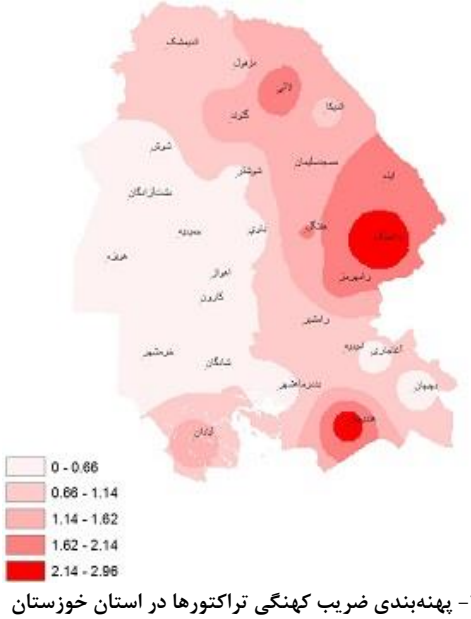
شکل ۱- پهنه‌بندی عمر تراکتورهای موجود در استان (تعداد) الف) تراکتورهای با عمر کمتر از ۱۳ سال ب) تراکتورهای با عمر بالای ۳ سال پ) تراکتورهای با عمر بالای ۲۰ سال



(ب) (الف)

(پ)

شکل ۲- پهنه‌بندی توان تراکتورهای موجود در استان (اسب‌بخار) الف) توان تراکتورهای با عمر کمتر از ۱۳ سال ب) توان تراکتورهای با عمر بالای ۳ سال پ) توان تراکتورهای با عمر بالای ۲۰ سال



شکل ۲- پهنه‌بندی ضریب کهنگی تراکتورها در استان خوزستان

دلایل بهره‌برداری از تراکتورهای با عمر کهنه توسط کشاورزان

دلایل مختلفی موجب استفاده کشاورزان از تراکتورهای با عمر بالای ۱۳ سال گردیده است. با بررسی این دلایل و تلاش در جهت رفع آنها می‌توان نسبت به بهبود وضعیت ناوگان تراکتوری استان اقدام کرد. نتایج نشان می‌دهد که از بین دلایل مورد بررسی، پایین بودن تمکن مالی کشاورزان و بالا بودن قیمت تراکتور به ترتیب با وزن ۰/۲۳۴ و ۰/۲۲۴ بالاترین اولویت را در به کارگیری تراکتورهای با عمر بالای ۱۳ سال توسط کشاورزان داشتند. جدول (۳) میزان اهمیت هر یک از معیارها را نشان می‌دهد. از آنجا که اکثر قطعات اراضی کشاورزی استان در مساحت‌های به نسبت کوچک استوار است، بنابراین درآمد حاصله از کشاورزی پایین بوده و این امر در حالی است که قیمت تراکتور به عنوان مهم‌ترین منبع توان در کارهای کشاورزی روز به روز در حال افزایش است (Pishbin *et al* 2007). بنابراین کشاورزان توانایی خرید تراکتورهای جدید را نداشته و ناچار به استفاده از تراکتورهای با عمر کهنگی هستند. (khoshbin *et al.*, 2017) نیز بالابودن قیمت تراکتور و بالا بودن سود بانکی را از دلایل استفاده کشاورزان از تراکتورهای کهنه و امتناع از جایگزینی آنها عنوان کردند. (Mohammadi & Zarifiyan, 2008) یکی از عمده‌ترین مشکلات زارعان را مربوط به عوامل اقتصادی و تسهیلات بانکی عنوان می‌کنند. چرا که حتی در شعبات بانک کشاورزی ارائه تسهیلات خرید ادوات منوط به کارکرد حساب بانکی و پرداخت قروض معوقه است که با توجه ضعف در هم‌خوانی به روند افزایش قیمت محصولات کشاورزی و بخش خدمات (استفاده از ماشین‌ها) کشاورزان امکان استفاده از تسهیلات بانکی را ندارند.

جدول ۲- پراکندگی عمر تراکتورها

شهر	میانگین عمر تراکتورها (سال)	انحراف معیار	ضریب پراکندگی (درصد)	شهر	میانگین عمر تراکتورها (سال)	انحراف معیار	ضریب پراکندگی (درصد)
آبادان	۱۵/۲۹	۷/۱۵	۴۶/۷۶	دشت‌آزادگان	۸/۴۸	۴/۸۳	۵۶/۹۳
خرمشهر	۶/۵۸	۴/۰۹	۶۲/۵۰	گتوند	۱۵/۵۴	۸/۰۴	۵۱/۷۳
شادگان	۱۱/۳۰	۷/۰۲	۶۲/۱۶	باوی	۱۰/۹۴	۷/۰۶	۶۴/۵۶
هویزه	۷/۶۲	۴/۴۱	۵۷/۸۰	باغملک	۱۸/۴۰	۵/۹۲	۳۲/۱۹
ایذه	۱۷/۶۳	۶/۵۲	۳۶/۹۷	آغاجاری	۱۲/۶۹	۷/۵۰	۵۹/۰۷
شوشتر	۱۱/۸۳	۷/۱۰	۶۰/۰۴	امیدیه	۱۳/۲۳	۷/۵۴	۵۷/۰۱
مسجدسلیمان	۱۵/۵۸	۷/۴۸	۴۸/۰۳	بهبهان	۱۰/۶۷	۵/۷۰	۵۳/۴۲
شوش	۱۱/۲۱	۶/۹۱	۶۱/۶۲	کارون	۱۰/۵۴	۶/۸۶	۶۵/۰۷
اندیکا	۱۳/۸۱	۸/۵۵	۶۱/۹۳	اهواز	۱۲/۲۲	۷/۷۱	۶۳/۱۱
لالی	۱۷/۰۱	۷/۵۳	۴۴/۲۳	حمیدیه	۷/۴۰	۴/۵۱	۶۰/۹۷
دزفول	۱۴/۰۹	۷/۳۰	۵۱/۷۴	هندیجان	۱۷/۵۱	۷/۱۸	۴۰/۹۸
اندیمشک	۱۵/۰۸	۶/۱۸	۴۱	هفتگل	۱۶/۰۱	۷/۸۵	۴۹/۰۲
رامشیر	۱۳/۴۶	۶/۶۱	۴۹/۰۹	رامهرمز	۱۶/۵۱	۷/۱۷	۴۳/۴۱
بندرماهشهر	۱۰/۷۳	۶/۳۵	۵۹/۱۹				

وضعیت توان تعمیراتی تراکتورهای کشاورزی در استان

در بین معیارهای به کار گرفته شده به منظور ارائه شاخص ترکیبی توان تعمیراتی تعداد فروشگاه‌های لوازم یدکی ماشین‌های کشاورزی با وزن ۰/۴ بیشترین اهمیت را داشت. جدول (۴) وزن هر کدام از معیارها را نشان می‌دهد. مقدار شاخص ترکیبی توان تعمیراتی محاسبه شده برای کلیه شهرستان‌های استان نشان‌دهنده پایین بودن توان تعمیراتی در کل استان می‌باشد به طوری که برای سه شهرستان آغاجاری لالی و هویزه مقدار این شاخص ناچیز به دست آمد که نشان‌دهنده وضعیت نامناسب توان تعمیراتی در این شهرستان‌ها است. بیش‌ترین مقدار توان تعمیراتی به شهرستان‌های دزفول، اهواز و شوش به ترتیب با ۰/۷۳، ۰/۷۱ و ۰/۶۴ تعلق داشت (جدول ۵). (Bigdeli *et al.*, 2006)، (Pishbin *et al.*, 2007) و (Mohammadi & Zarifiyan, 2008) در مطالعه خود ضعف خدمات پشتیبانی (تعمیرات و نگهداری) را گزارش کردند.

با توجه به جدول (۶) بین ضریب کهنگی و توان تعمیراتی رابطه‌ای مشاهده نشد و تنها با تعداد تعمیرکار به عنوان یکی از معیارهای به کار گرفته شده در شاخص توان تعمیراتی همبستگی منفی مشاهده گردید. انتظار می‌رود در مناطقی که تعداد تراکتورهای با عمر کهنگی بیشتری در حال فعالیت می‌باشند

خدمات تعمیراتی بیشتری ارائه شود حال آنکه تمام ضرایب محاسبه شده منفی می‌باشند. انجام عملیات تعمیراتی استاندارد به افزایش طول عمر اقتصادی و کاری و نیز کاربرد بهینه فنی ماشین‌های کشاورزی کمک می‌کند (Ashtiani *et al.*, 2006; Khodabakhshian kargar, 2008). ناکافی بودن تعمیرگاه‌ها و کمبود مکانیک‌های محلی سبب طولانی‌تر شدن تعمیر و هزینه‌های بالا مخصوصاً در قطعات تعویضی و حمل و نقل می‌شود. عدم انجام به موقع تعمیرات باعث تشکیل صف تعمیراتی می‌گردد که به نوبه خود سبب تحمیل هزینه‌های فرصت از دست رفته به کشاورزان به دلیل عدم انجام به موقع عملیات کشاورزی می‌شود (Paman *et al.*, 2008).

جدول ۳- اولویت‌بندی دلایل بکارگیری تراکتورهای با عمر بالای ۱۳ سال توسط کشاورزان

معیارها	وزن معیار
پایین بودن تمکن مالی کشاورزان	۰/۲۳۴
بالا بودن قیمت تراکتور	۰/۲۲۴
کافی نبودن حمایت سیستم بانکی جهت تأمین تسهیلات مناسب مورد نیاز زراع برای جایگزینی تراکتورهای کهنه	۰/۱۶۸
عدم توجه به هزینه‌های ناشی از به موقع انجام نشدن عملیات‌های زراعی	۰/۱۳۷
آگاهی اندک کشاورزان نسبت به زمان مناسب جایگزینی تراکتور	۰/۰۹۰
عدم ثبت و تحلیل هزینه‌های نگهداری و تعمیرات	۰/۰۸۸
پایین بودن نسبی هزینه نیروی انسانی، نگهداری و تعمیرات	۰/۰۵۹

جدول ۴- وزن معیارهای به کار گرفته شده در تعیین توان تعمیراتی

معیار	وزن
تعداد فروشگاه لوازم یدکی ماشین‌های کشاورزی	۰/۴
تعداد تعمیرکار ماشین‌های کشاورزی	۰/۳۲
تعداد تعمیرگاه ماشین‌های کشاورزی	۰/۲۸

جدول ۵- رتبه‌بندی شهرستان‌های استان خوزستان از نظر توان تعمیراتی

شهرستان	مقدار شاخص	رتبه	شهرستان	مقدار شاخص	رتبه
دزفول	۰/۷۳	۱	رامشیر	۰/۱	۱۵
شوش	۰/۷۱	۲	دشت‌آزادگان	۰/۰۷	۱۶
اهواز	۰/۶۴	۳	امدیه	۰/۰۶	۱۷
شوشتر	۰/۶۰	۴	باغملک	۰/۰۵	۱۸
اندیکا	۰/۴۲	۵	گتوند	۰/۰۴	۱۹
کارون	۰/۴۱	۶	هندیجان	۰/۰۴	۲۰
شادگان	۰/۲۷	۷	بندرماهشهر	۰/۰۳	۲۱
خرمشهر	۰/۲۳	۸	حمیدیه	۰/۰۳	۲۱
رامهرمز	۰/۲۲	۹	هفتگل	۰/۰۱	۲۲
ایذه	۰/۱۹	۱۰	مسجدسلیمان	۰/۰۱	۲۲
باوی	۰/۱۷	۱۱	آغاجاری	-	۲۴
اندیمشک	۰/۱۶	۱۲	لالی	-	۲۴
بهبهان	۰/۱۵	۱۳	هویزه	-	۲۴
آبادان	۰/۱۴	۱۴			

جدول ۶- همبستگی ضریب کهنگی با توان تعمیراتی

		تعداد فروشگاه لوازم یدکی	تعداد تعمیرگاه	تعداد تعمیرکار	توان تعمیراتی
ضریب کهنگی	ضریب همبستگی	-۰/۰۷۳^{ns}	-۰/۳۳۸^{ns}	-۰/۵۵۲*	-۰/۳۲۴^{ns}
	معنی داری	۰/۳۹۱	۰/۰۹۲	۰/۰۱	۰/۱۰۳

* همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ns عدم همبستگی

نتیجه‌گیری

تلفیق مدل GIS و AHP که در این مطالعه انجام گردید، می‌تواند به طور جامع‌تری اطلاعات مورد نیاز سیاستگزاران، مدیران و تصمیم‌سازان بخش را فراهم کند.GIS به عنوان یک سیستم مبتنی بر مدیریت و واکاوی اطلاعات با توانایی گردآوری، ذخیره، واکاوی و نمایش اطلاعات، می‌تواند پشتیبانی لازم برای تصمیم‌گیری بر مبنای داده‌ها و اطلاعات را از ترکیب لایه‌های متفاوت داده‌ها با روش‌های مختلف و با دیدگاه‌های گوناگون تأمین کند. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر هستیم یک سیستم اطلاعاتی برای مدیریت مکانیزاسیون کشاورزی ارائه دهیم که با توجه به ویژگی‌های این سیستم امکان به روز کردن داده‌ها، اطلاعات و حتی معیارهای ارزیابی فراهم گردد. خروجی این سیستم نقشه‌های تصویری جامعی از وضعیت منابع توان و توزیع آن در استان بود. این نقشه‌ها همان بانک‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای تصمیم‌سازان بخش کشاورزی به منظور پایش، نظارت و برنامه‌ریزی اصولی در روند توسعه مکانیزاسیون استان و بکارگیری مناسب منابع توان در کشاورزی هستند. در پهنه‌بندی عمر تراکتورها، تعداد تراکتورهای با سن کمتر از ۱۳ سال در بخش‌های غربی و مرکزی استان وضعیت بهتری دارند و ضریب کهنگی در این نواحی کمتر می‌باشند. میانگین عمر تراکتورهای موجود در دو سوم شهرستان‌های استان بیشتر از ۱۳ سال می‌باشد و حدود ۴۰ درصد از کل تراکتورهای استان کهنه محسوب می‌شوند. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از تراکتورهای در دسترس کشاورزان کهنه می‌باشند و ناگزیر به استفاده از آن‌ها هستند مسأله تعمیر، سرویس و خدمات پس از فروش ماشین‌های کشاورزی اهمیتی دو چندان می‌یابد و ضعف آن مشکلات متعددی را بر سر راه توسعه مکانیزاسیون کشاورزی قرار خواهد داد. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده ضعف خدمات پشتیبانی (تعمیرات و نگهداری) در بررسی‌های انجام شده در شهرستان‌های استان می‌باشد. از جمله دلایلی که میزان بکارگیری تراکتورهای با عمر کهنگی توسط کشاورزان را بالا می‌برد، ضعف مالی کشاورزان و بالا بودن قیمت تراکتور می‌باشد. برای حل این مشکلات می‌توان از روش‌هایی مانند خرید تراکتور تحت لوای شرکت‌های تعاونی و به اشتراک گذاری تراکتور بین کشاورزان، پرداخت تسهیلات با بهره اندک توسط بانک‌ها به کشاورزان برای خرید تراکتورهای جدید و همچنین پرداخت یارانه به تولیدکنندگان داخلی برای کاهش قیمت تراکتورهای تولیدی بهره گرفت.

سپاس‌گزاری

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر تامین هزینه این تحقیق قدردانی به عمل می‌آورد.

REFERENCES

Abbasi, K., Almasi, M., Borgheyee, A. M. & Minayie, S. (2014). Yield model estimation of basic crops based on the agricultural mechanization level index in Iran. *Journal of Agricultural Machinery*, 4(2), 344-351. (In Farsi).

Ashtiani, A., Ranjbar, I. & Toorchi, M. (2006). Determination of economic life of three types of agricultural tractor in Iran (case study: Dasht-e naz agricultural company, Mazandaran). *Journal of agricultural science*, 12(1), 221-231. (In Farsi).

Bencheikh, A., Nourani1, A. & Chabacan M. N. (2017). Sustainability evaluation of agricultural greenhouse structures in southern of Algeria using AHP, case of study: Biskra province. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. from http://www.cigrjournal.org. 19(1), 56-64.

Bigdeli, A., Zera-nejad, M. & Asoodar, M. A. (2006). Regional comparison of agricultural mechanization development level by Fuzzy method in Hamedan province. Quarterly *Journal of Economic Investigations*, 3(4), 23-51. (In Farsi)

Cimren, E. Catay, E. & Budak, E. (2007). Development of a machine tool selection system using AHP. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 35(3-4), 363-76.

Dehghani kar, A & Ghumri, B. 2017. Evaluation and determination of the level of mechanization of wheat and rainfed crop in Khorramabad city. *The 10th National Congress on Agricultural Machinery (Bio Systems) and Mechanization of Iran*, Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad. (In Farsi).

Desvars-Larrive, A., Liu, X., Hjertqvist, M., Sjostedt, A., Johansson, A. & Ryden, P. (2016). High-risk regions and outbreak modelling of tularemia in humans. *Cambridge University Press. Epidemiol. Infect*.1-9.

Fathizad, H., Hakimzadeh, M. A., Fallah Shamsi, S. R. & Yaghobi, S. (2017). Watershed-level Rainfall Erosivity Mapping Using GIS-based Geostatistical Modeling. *Journal of Earth Science Research*, 5 (1), 13-22.

Gadea, O. & Blado, G. 2018. Shannon Entropy Quantum Entanglement Criterion and the Generalized Uncertainty Principle. *Asian Journal of Research and Reviews in Physics*, 1(4), 1-12.

Hamzah, R. & Prayogo, T. (2014). Interpolation Methods for SEA Surface Height Mapping from Altimetry Satellites in Indonesian SEAS. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 11 (1), 33 – 40.

Karimi, S., Mosri-Gandoshmin, T. & Khademolhoseini,

N. (2012). Mathematical modelling of maintenance costs and analysis of economic life of agricultural machinery (case study: West Azerbaijan Province). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(4), 87-98. (In Farsi).

Keshvari, A. & Marzban, A. 2018. Zoning the distribution of required agricultural tractor power in Khuzestan province using FCM cluster analysis. *Agricultural Mechanization and System Research*, 19(71), 125-138. (In Farsi).

Khodaverdi, A. & Forouzani, M. 2017. Leveling the provinces of Iran from the levels of agricultural mechanization development. *Second National Conference on Mechanization and Modern Technologies in Agriculture*. Ahvaz, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khuzestan. (In Farsi).

Khoshbin, Sh., Rasooli Sharabiani, V. Fazel Dolat Abad, M. & Keyhani Nasab, F. 2017. Determination and evaluation of mechanization level in Pars Abad County and its distribution based on Geographic Information System (GIS). 1St International and 5St National conference on organic vs. conventional agriculture. *Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardebili*. August 16Th-17Th. (In Farsi).

Khodabakhshian kargar, R., Shakeri, M. & Baradaran. J. (2008). Statistical investigation of failure causes and troubleshooting of Massey Ferguson tractors. 285. In: Proceedings of *3rd specialized conference on condition monitoring and fault diagnosis of machinery*, 12-13 sept., Sharif University, Tehran. (In Farsi).

Khodabakhshian kargar, R., Baradaran motie, J. & Shakeri, M., (2008). Application of condition monitoring in optimization of maintenance and repair plan of agricultural machinery. In: Proceedings of *5th international conference on maintenance and repairmen*, 28-29 oct., Tehran. (In Farsi).

Piri, I., Khanamani, A., Shojaei, S. & Fathizad, H. (2017). Determination of the Best Geostsistical Method for Climatic Zoning in IRAN. Applied Ecology and *Environmetal Research*, 15(1), 93-103.

Mohammadi, O., & Zarifiyan, S. (2008). Factors affecting the mechanization of farm lands (case study: Nishapur county). In: Proceedings of *5th national congress on agricultural machinery and mechanization*, 28-29 Aug., Ferdowsi University, Mashhad. (In Farsi).

Moradi, M. A., Sadeghi, M., Sadeghi, H. & Moradi. L. (2014). Development of a model for evaluating the replacement of worn-out tractors in Iran and presenting complementary energy policy in the agriculture and horticulture sub-sector. 2014. Iranian *journal of energy*, 17(1), 1-24. (In Farsi).

Paman, U., Uchida, S., Inaba, S., & Kojima, T. (2008). Causes of tractor breakdowns and requisite solutions a case study of small tractor use in Riau Province, Indonesia. ASEAN *Journal on Science and Technology for Development (AJSTD)*, 25 (1), 27-36.

Pishbin, S., Mohammadi, H. & Ejrayie, A. (2007). Investigation of problems related to applying agricultural mechanization in Jahrom region. *Journal of Development and Productivity*, 2(5), 17-29. (In Farsi)

Rouhani, A. & Masaudi, H. (2013). Prediction of economic life of two-wheel drive tractors using cumulative cost model and its comparison with cost minimization model. *Journal of agricultural science (agricultural engineering)*, 36(2), 59-68. (In Farsi).

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analystic hierarchy process. *International Journal Services Sciences*, 1(1), 83–98.

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. Bell System. *Technical Journal*, 27, 379-423.

Val-mohammadi, CH. and Firozeh, N. (2010). Assessment of organization function using BSC technic. *Journal of management*, 7(18), 72-87. (In Farsi).

Veisia, H., Liaghatia, H. & Alipour, A. (2016). Developing an ethics-based approach to indicators of sustainable agriculture using analytic hierarchy process (AHP). *Ecological Indicators*, 60, 644–654.

Yazdan-shenas, L., Sadralashrafim M. & Yazdani, S. 2005. Analysis of net investment in agricultural mechanization. In: Proceedings of *5th biennial conference on agricultural economy of Iran*, 31august-1 sept University of Sistan and Baluchestan. (In Farsi).

Wu, S., Fu, Yelin., Shen, H. & Liu, F. 2018. Using ranked weights and Shannon entropy to modify regional sustainable society index. *Sustainable Cities and Society*, https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.052.

Yang, Z., Chen, G., Duan, J., Peng, T. & 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)*, published by SEAg. In 13-16 September, Brisbane, QLD.