انتخاب تراکتور مناسب بر مبنای تصمیم‌گیری چند معیاری-مطالعه موردی: استان همدان

محمّدباقر لک[۱]، سید علی‌محمّد برقعی[۲]
۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد مکانیزاسیون کشاورزی و استاد ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

چکیده

مکانیزاسیون کشاورزی رویه‌ای است که هدف آن بیشینه کردن بهره‌وری است و با هدف‌مند کردن یارانه‌ها از یک سو و پیوستن ایران به سازمان تجارت جهانی به جایگاه ویژه خود دست خواهد یافت. رشد کشاورزی منوط به مکانیزاسیون صحیح است و انتخاب تراکتور مناسب یکی از ارکان پیاده سازی مکانیزاسیون می‌باشد. در این مقاله معیارهای انتخاب یک تراکتور مناسب با توجه به نیازهای استان همدان مدنظر قرار می‌گیرد و بهترین گزینه با استفاده از نه معیار ارزیابی با بهره‌گیری از روش تصمیم‌گیری چند معیاری TOPSIS[۱] از بین یازده مدل تراکتور انتخاب می‌شود. معیارهای ارزیابی تراکتور مناسب عبارتند از: توان مال‌بندی، توان هیدرولیک، توان محور توان‌دهی، نوع محور توان‌دهی، مصرف سوخت ویژه، دامنه سرعت حرکت، دور مشخصه موتور، جعبه‌دنده، و کارخانه سازنده. در بین گزینه‌های موجود، تراکتور MF440 نسبت به دیگر مدل‌های تراکتور ترجیح داده می‌شود و به‌عنوان تراکتور مناسب توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: تراکتور مناسب، تصمیم‌گیری چند معیاری، مکانیزاسیون کشاورزی، روش TOPSIS، آزمون.

۱. مروری بر منابع

نیاز به استفاده از ماشین بجای نیروی کارگری هنگامی بوجود می آید که درآمد حاصل از کار کارگری کمتر از درآمد بدست آمده از جایگزین نمودن ماشین و موتور باشد که خود به عوامل متعددی ازجمله عوامل زیر بستگی دارد (منصوری‌راد، ۱۳۸۲):

۱- دستمزد کارگر بالا باشد.

۲- مشکلات کارگری موجب وقفه در کار در زمان معین شود.

1- Technique for Order-Preference by Similarity to Idea Solution (TOPSIS)

۳- زیانهای حاصل از طولانی بودن کار کارگری بیش از هزینه های استفاده از ماشین و موتور شود.

٤- کیفیت کار ماشین آنقدر بالا باشد که هزینه های آن را مستهلک نماید.

مدرس رضوی (۱۳۸۷) بمنظور تعیین تعداد و اندازه ماشینهای مورد نیاز پیشنهاد می‌کند ابتدا سطح کشت هر محصول و زمان اجرای عملیات مشخص شود و ظرفیت انجام هر کار محاسب گردد. با درنظرگرفتن عرض کار وسایل مختلف کشاورزی قابل استفاده در منطقه و برآورد سرعت معین شده و بازده هر دستگاه، ظرفیت حقیقی هر دستگاه تعیین شده و از تقسیم ظرفیت انجام کار مزرعه بر ظرفیت حقیقی دستگاه تعداد آنها برآورد شود.

الماسی و همکاران (۱۳۸٤)، موارد و نکات کلی را که می تواند در یک انتخاب موفق نقش داشته باشند، درنظر گرفتن مارک تجاری ماشینها، توجه به نام تجارتی، درنظر داشتن مدلهای مختلف از یک مارک یا نام تجاری، توجه به مسئله تعمیرات و خدمات پس از فروش، طرح ماشین، راحتی کار و استفاده از ماشین، آسانی انجام تنظیمات، ایمنی کار، مسائل ارگونومیک می دانند.

۲. مقدمه

عملیات مختلف کشاورزی نیازمند انواع تراکتور مناسب است تا بتواند عملیات را به‌موقع و اقتصادی به انجام برساند. از طرف دیگر، کشاورزان اغلب نمی‌توانند مدل‌های مختلف را خریداری کنند و بنابراین لزوم انتخاب مناسب‌ترین تراکتور که عموم کار کشاورزان را انجام دهد یک ضرورت است.

معیارهایی که ارزیابی یک تراکتور را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ می‌توان به چهار گروه عمده تقسیم کرد که عبارتند از عوامل فنّی، اقتصادی، زیست‌محیطی و فرهنگی. هریک از این عوامل را می‌توان به عواملی با وزن-های تأثیر گذاری نابرابر تقسیم کرد. اطلاعات فنّی در گزارش‌های آزمون تراکتورها موجود هستند و اغلب ثابت می‌باشند، امّا داده‌های دیگر متناسب با شرایط هر منطقه هستند. به‌طوری‌که در سطح یک استان نیز نمی-توان به یکنواختی دست یافت. بنابراین، اطلاعات فنّی گزارش شده در نتایج آزمون مبنای انتخاب خواهند بود.

برای انتخاب یک تراکتور مناسب چند معیار فنّی می‌توان در نظر گرفت که در همه نتایج آزمون تراکتورهای مختلف عمومیت دارند. در ذیل به این موارد اشاره می‌شود:

۱-۲. توان

انجام کارهای مبتنی بر توان مالبندی هدف اصلی تراکتورهای کشاورزی، به‌ویژه انواع متوسط و سنگین می-باشد (Zoz and Grisso, 2003). واژه tractor اسم فاعل از tract است و چنانچه از این نام بر می‌آید کشش در این ماشین خود توان وظیفه اصلی است.

لک و بلوکی (۲۰۰۸) مکانیزاسیون کشاورزی را در همدان بررسی کردند و تراکتورهای با حدود توان متوسط را پیشنهاد کردند. طبق مطالعه ایشان توان کششی حدود ٤٠ کیلو وات بیشترین کاربرد را دارد (جدول۱، شکل۱).

به‌طوری‌که در شکل۱ نشان داده می‌شود، بیش از ٦٠٪ از کل مصرف‌کنندگان کشش توانی بین ۳۰ تا ۵۰ کیلووات را نیاز دارند. بنابراین، تراکتورهایی با تولید توان کششی در این محدوده ترجیح داده می‌شوند.

Equipment	Needed Drawbar Power	Speed	Number
Leveler	5	9	2029
Lister	15	5	4601
Cultivator	20	10	649
Turboliner Sprayer	20	12	1445
Rake	20	10	931
Disk	25	7.5	3258
Tractor Mounted Spreader	25	15	282
Semi-automatic Potato Planter	25	6	212
Ditcher	30	5	2345
Fertilizer Drill	35	8	82
Manure Spreader	35	11	89
Baler	35	7	842
Trailer	40	10	9392
Moldboard Plow	50	6	16421
Drill Planter	55	8	497
Automatic Potato Planter	60	8	899
Deep Planter	70	7	1091
Subsoiler	80	4	78
Mode	40	7	24509

۲-۲. جعبه‌دنده

مدیریت مناسب ماشین‌های کشاورزی نیازمند به کار انداختن ماشین‌ها با سرعت‌های کاری مناسب است در ضمن اینکه سرعت پیشروی به‌وسیله نسبت‌های دنده تغییر می‌یابد و سرعت دورانی موتور نسبتاً ثابت می‌ماند. دامنه تغییر سرعت و نوع جعبه‌دنده از عوامل مؤثر در ارزیابی مطلوبیت نوع تراکتور هستند.

۳-۲. سازنده

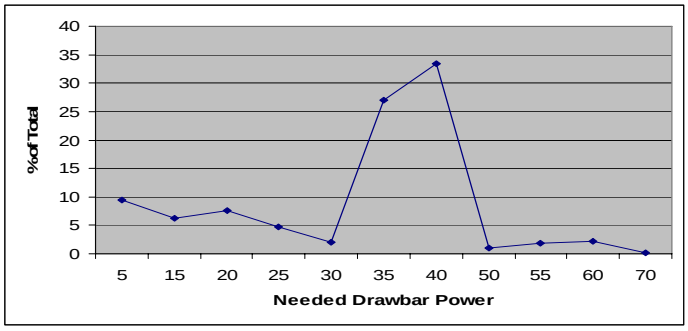
شهرت سازنده و سابقه آن می‌تواند در ارجحیت انتخاب یک گزینه مؤثر باشد. این معیار نشان‌دهنده طرح، کیفیت، قابلیت اعتماد، بازارپسندی، خدمات پس از فروش، خدمات و فراهم بودن لوازم یدکی، و راحتی کار با تراکتور را تحت‌الشعاع قرار دهد.

٤-۲. مصرف سوخت ویژه

مصرف سوخت ویژه شاخصی است که میزان مصرف سوخت را در هر ساعت به ازای تولید هر واحد توان نشان می‌دهد. این شاخص یکی از شاخص‌های مهم و در عین حال ناخوشایند است. اهمیت مصرف سوخت ویژه در مزارع ایران از لحاظ فراهم بودن آن است و نه قیمت آن؛ به‌طوری‌که قیمت هر لیتر سوخت دیزل از یک لیتر آب معدنی نیز کمتر است. در کنار این معیار از نماد "-" استفاده می‌شود و مصرف سوخت ویژه کمتر مطلوب‌تر است.

۲-۵. دامنه سرعت

هر عملیاتی سرعت انجام مطلوب ویژه‌ای دارد. انجام عملیات با سرعت مناسب می‌تواند ظرفیت زراعی ماشین را افزایش دهد و در عین حال کیفیت کار نیز قابل قبول خواهد بود. دامنه سرعت عاملی است که انجام بعضی از عملیات زراعی را محدود می‌کند. بنابراین با توجه به جدول۱، بازه‌های سرعت از ۱ تا ۹ ارزیابی می‌شوند و ۹ نشان‌دهنده مطلوب‌ترین بازه سرعت است.



شکل۱. توزیع توان کششی مورد نیاز

۲-۶. سرعت مشخصه موتور

این سرعت، سرعت کاری موتور برای تأمین دور استاندارد محور توان‌دهی (PTO) است که برحسب دور بر دقیقه (rpm) بیان می‌شود. این مقدار یک ویژگی نامطلوب از موتور است؛ به‌طوری‌که هرچقدر سرعت مشخصه کمتر باشد، مطلوب‌تر است. بنابراین از نماد "-" برای نشان دادن نامطلوب بودن آن استفاده می‌شود.

۳. مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام تصمیم‌گیری درست، داشتن یک دید همه‌جانبه لازم است. اتخاذ تراکتور برای یک ناحیه تحت تأثیر نتیجه ماتریس تصمیم $t \times c$ است. هر تراکتور (t)، به‌عنوان یک گزینه مشخصات مثبت و منفی (c) دارد که در نتیجه ماتریس $t \times c$ با عناصر r_{ij} را تشکیل می‌دهد (جداول۲و۳).

برای مقایسه گزینه‌ها بر مبنای معیارها، از TOPSIS به عنوان یک شیوه تصمیم‌گیری چند معیاری استفاده شد.

جدول۲. تراکتورها و معیارها

Tractor Model	PTO Shaft (c_1)	Gearbox (c_2)	Manufacturer (c_3)	SFC (c_4^-)	Speed Range (c_5)	Hydraulic Power (c_6)	PTO Power (c_7)	Drawbar Power (c_9)	Engine Standard Speed (c_9^-)
GLH 820/2	6/540	10F†,2R‡	Iran	0.32	3.01-31.02	10.13	46.25	34.86	2000
ITM 240/2	6/540	8F,2R	Iran	0.33	2.68-29.07	4.87	31.48	27.81	2250
ITM 285/4	6/540	8F,2R	Iran	0.32	3.02-24	5.6	45.51	40.69	2000
ITM 399/4	540-1000	12F,4R	Iran	0.35	2.13-30.62	9.4	62.66	57.9	2200
U 453	6/540	8F,2R	Iran	0.38	2.54-25.76	7.986	30.21	21.68	2400
U 860/2	6/540	10F,2R	Iran	0.34	2.8-29	9.57	58.56	45.89	1900
DTM 204/4	6/540	12F,4R	China	0.31	0.316-25.24	2.013	17.3	11.13	2300
MF 440/4	6/540	12F,4R	Brazil	0.23	2.2-29.9	12.05	50.2	43.3	2200
MF460/4	6/540	12F,4R	Brazil	0.21	2.06-30.31	11.6	65	59.6	2200
MF 465/4	6/540	12F,4R	Brazil	0.27	2.16-31.89	8.04	65.2	63	2200
MF475/4	540-1000 Optional	12F,4R	Brazil	0.28	2.06-30.31	11.7	74.9	71.2	2200

معیار ناخوشایند $^{(-)}$ (R) دنده عقب ‡ (F) دنده جلو †

جدول۳. ماتریس تراکتور- معیار $(t\times c)$

Tractor Model	c_1	c_2	c_3	c_4^-	c_5	c_6	c_7	c_9	c_9^-
GLH 820/2	7	٦	٥	0.32	6	9	9	9	2000
ITM 240/2	7	٥	٥	0.33	7	6	8	8	2250
ITM 285/4	7	٥	٥	0.32	6	6	9	9	2000
ITM 399/4	9	8	٥	0.35	8	8	7	7	2200
U 453	7	٥	٥	0.38	7	7	8	8	2400
U 860/2	7	٦	٥	0.34	7	8	9	9	1900
DTM 204/4	7	8	٣	0.31	9	2	6	6	2300
MF 440/4	7	8	7	0.23	7	9	9	9	2200

۱-۳. روش TOPSIS

این روش یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که نقطه‌ای را مطلوب می‌داند که کمترین فاصله را از نقطه ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را از نقطه ایده‌آل منفی داشته باشد.TOPSIS یکی از کاراترین روش‌ها در تصمیم‌گیری چند معیاره است که به‌دلیل اینکه وابستگی بین شاخص‌ها را در ارزیابی گزینه‌ها در نظر می‌گیرد، از قابلیت نسبتا بالایی برخوردار است (گرئی، ۱۳۸۵).

کاربردهای این شیوه را در صنعت (Wang and Elhag, 2006; Wang and Chang, 2007) و کشاورزی (مؤمنی و اقبالی، ۱۳۸۳؛ Parthanadee and Buddhakulsomsiri، 2010) می‌توان مشاهده کرد. ثابتی‌صالح (۱۳۸۸) از تکنیک TOPSIS فازی جهت رتبه‌بندی و تعیین اولویت پنجاه شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران استفاده کرد.

Germain و همکاران (۲۰۰۵) این شیوه را روندی از مراحل زیر توصیف کرده‌اند:

- تشکیل یک ماتریس تصمیم

- بی‌بعد کردن
- برقرار کردن راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی
- تعیین فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و منفی
- مرتب‌سازی نهایی گزینه‌ها از بهترین به بدترین

معیارهای مورد نظر در این مقاله عبارتند از: سرعت محور توان‌دهی، تعداد سرعت‌های جعبه‌دنده، سازنده، مصرف سوخت ویژه، دامنه سرعت، توان هیدرولیک، توان PTO، توان کششی، و دور مشخصه موتور و گزینه‌ها مدل‌های تراکتور تراکتور هستند.

۲-۳. وزن‌دهی

در اینجا از وزن‌دهی با فن انتروپی استفاده شد و وزن ها در ماتریس $W_{n\times n}$ نشان داده شده‌اند. انتروپی یک مفهوم عمده در علوم فیزیک، علوم اجتماعی، و تئوری اطلاعات می‌باشد. به‌طوری‌که نشان دهنده مقدار عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام است (اصغرپور، ۱۳۸۵).

$$W_{n\times n}=\begin{vmatrix} 0.0120 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0543 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.4030 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0366 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0113 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.2523 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.2245 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3630 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0057 \end{vmatrix}$$

گام نخست تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری تراکتور در معیار به یک ماتریس بی‌بعد است:

$$N_D=\begin{vmatrix} 0.2892 & 0.2604 & 0.2654 & 0.3137 & 0.2439 & 0.3635 & 0.3503 & 0.3503 & 0.2776 \\ 0.2892 & 0.2170 & 0.2654 & 0.3235 & 0.2846 & 0.2423 & 0.3114 & 0.3114 & 0.3123 \\ 0.2892 & 0.2170 & 0.2654 & 0.3137 & 0.2439 & 0.2423 & 0.3503 & 0.3503 & 0.2776 \\ 0.3718 & 0.3472 & 0.2654 & 0.3431 & 0.3252 & 0.3231 & 0.2725 & 0.2725 & 0.3053 \\ 0.2892 & 0.2170 & 0.2654 & 0.3725 & 0.2846 & 0.2827 & 0.3114 & 0.3114 & 0.3331 \\ 0.2892 & 0.2604 & 0.2654 & 0.3333 & 0.2846 & 0.3231 & 0.3503 & 0.3503 & 0.2637 \\ 0.2892 & 0.3472 & 0.1592 & 0.3039 & 0.3659 & 0.0808 & 0.2335 & 0.2335 & 0.3192 \\ 0.2892 & 0.3472 & 0.3715 & 0.2255 & 0.2846 & 0.3635 & 0.3503 & 0.3503 & 0.3053 \\ 0.2892 & 0.3472 & 0.3715 & 0.2059 & 0.3252 & 0.3635 & 0.2725 & 0.2725 & 0.3053 \\ 0.2892 & 0.3472 & 0.3715 & 0.2647 & 0.3252 & 0.2423 & 0.2725 & 0.2725 & 0.3053 \\ 0.3305 & 0.3472 & 0.3715 & 0.2745 & 0.3252 & 0.3635 & 0.1946 & 0.1946 & 0.3053 \end{vmatrix}$$

ماتریس $W_{n\times n}$ یک ماتریس قطری است که وزن‌های مفروض برای هر معیار در آرایه‌های آن قرار می‌گیرند؛ بنابراین، ماتریس وزن‌دهی شده بی‌بعد چنین خواهد بود:

$$V = N_D \,.\, W_{n\times n}=\begin{vmatrix} v_{11} & \cdots & v_{1j} & \cdots & v_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ v_{m1} & \cdots & v_{mj} & \cdots & v_{mn} \end{vmatrix}$$

$V =$

c_1^+	c_2^+	c_3^+	c_4^-	c_5^+	c_6^+	c_7^+	c_8^+	c_9^-
0.0035	0.0141	0.1070	0.0115	0.0028	0.0917	0.0786	0.1272	0.0016
0.0035	0.0118	0.1070	0.0118	0.0032	0.0611	0.0699	0.1130	0.0018
0.0035	0.0118	0.1070	0.0115	0.0028	0.0611	0.0786	0.1272	0.0016
0.0045	0.0189	0.1070	0.0126	0.0037	0.0815	0.0612	0.0989	0.0017
0.0035	0.0118	0.1070	0.0136	0.0032	0.0713	0.0699	0.1130	0.0019
0.0035	0.0141	0.1070	0.0122	0.0032	0.0815	0.0786	0.1272	0.0015
0.0035	0.0189	0.0642	0.0111	0.0041	0.0204	0.0524	0.0848	0.0018
0.0035	0.0189	0.1497	0.0083	0.0032	0.0917	0.0786	0.1272	0.0017
0.0035	0.0189	0.1497	0.0075	0.0037	0.0917	0.0612	0.0989	0.0017
0.0035	0.0189	0.1497	0.0097	0.0037	0.0611	0.0612	0.0989	0.0017
0.0040	0.0189	0.1497	0.0100	0.0037	0.0917	0.0437	0.0706	0.0017

گزینه ایده‌آل $= A^+ = \{(max\ V_{ij} \mid j \in J), (min\ V_{ij} \mid j \in J') \mid i=1, 2,\ldots, m\}$

$A^+ = \{max\ V_{i1}, max\ Vi_2, max\ V_{i3}, min\ V_{i4}, max\ V_{i5}, max\ V_{i6}, max\ V_{i7}, max\ V_{i8}, min\ V_{i9}\}$
$A^+ = \{0.0045, 0.0189, 0.1497, 0.0075, 0.0041, 0.0917, 0.0786, 0.1272, 0.0015\}$

گزینه ایده‌آل منفی $= A^- = \{(\min V_{ij} \mid j \in J), (max\ V_{ij} \mid j \in J') \mid i=1, 2,\ldots, m\}$

$A^- = \{min\ V_{i1}, min\ Vi_2, min\ V_{i3}, max\ V_{i4}, min\ V_{i5}, min\ V_{i6}, min\ V_{i7}, min\ V_{i8}, max\ V_{i9}\}$
$A^- = \{0.0035, 0.0118, 0.0642, 0.0136, 0.0028, 0.0204, 0.0437, 0.0706, 0.0019\}$

به‌طوری‌که:

$J = \{j=1,2,\ldots,n \mid$ معیارهای مثبت$\}$

$J' = \{j=1,2,\ldots,n \mid$ معیارهای منفی$\}$

d_{i+} = distance between i_{th} and ideal choice = $\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(Vij - V^+)^2}$

d_{i-} = distance between i_{th} and negative ideal choice = $\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(Vij - V^-)^2}$

$d_{1+} = 0.0432$ $d_{1-} = 0.1065$
$d_{2+} = 0.0558$ $d_{2-} = 0.0773$
$d_{3+} = 0.0532$ $d_{3-} = 0.0889$
$d_{4+} = 0.0553$ $d_{4-} = 0.0820$
$d_{5+} = 0.0511$ $d_{5-} = 0.0831$
$d_{6+} = 0.0445$ $d_{6-} = 0.1000$
$d_{7+} = 0.1221$ $d_{7-} = 0.0183$
$d_{8+} = 0.0016$ $d_{8-} = 0.1300$
$d_{9+} = 0.0332$ $d_{9-} = 0.1166$
$d_{10+} = 0.0452$ $d_{10-} = 0.1007$
$d_{11+} = 0.0665$ $d_{11-} = 0.1116$

$$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{d_{i+} + d_{i-}} \; ; \; 0 \le cl_{i+} \le 1 \; ; \; i=1,2,..,m$$

جدول٤. ترتیب اولویت انتخاب تراکتورهای مورد بررسی

cl_{1+} =	0.7113	(GLH 820/2)		1.	MF 440/4
cl_{2+} =	0.5810	(ITM 240/2)		2.	MF460/4
cl_{3+} =	0.6257	(ITM 285/4)		3.	GLH 820/2
cl_{4+} =	0.5971	(ITM 399/4)		4.	U 860/2
cl_{5+} =	0.6194	(U 453)	*Arrangement* →	5.	MF 465/4
cl_{6+} =	0.6921	(U 860/2)		6.	MF475/4
cl_{7+} =	0.1302	(DTM 204/4)		7.	ITM 285/4
cl_{8+} =	0.9880	(MF 440/4)		8.	U 453
cl_{9+} =	0.7782	(MF460/4)		9.	ITM 399/4
cl_{10+} =	0.6902	(MF 465/4)		10.	ITM 240/2
cl_{11+} =	0.6266	(MF475/4)		11.	DTM 204/4

٤. نتایج

با توجه به ویژگی‌های گزارش‌شده در نتایج آزمون تراکتورها، با استفاده از روش تاپسیس گزینه‌های موجود به ترتیب سازگاری با شرایط استان همدان مرتب شدند.

در این مقاله مشخص شد که در بین گزینه‌های مورد بررسی تراکتور MF 440/4 نسبت به دیگر انواع مدل‌ها ارجحیت دارد. تراکتور DTM 204/4 کمترین سازگاری را داشته و به کشاورزان این منطقه توصیه نمی‌شود. در ضمن، مدل‌های مورد بررسی به ترتیب جدول٤ اولویت‌بندی می‌شوند.

٥. بحث و پیشنهاد

با توجه به تنوع شرایط فرهنگی، اقتصادی و محیطی یک کشور، توصیه می‌شود در انتخاب تراکتور برای یک منطقه این تغییرات مدنظر قرار گیرند و اتخاذ روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری می‌تواند با اولویت بندی شرایط و معیارها؛ تصمیم‌گیر را در اتخاذ مناسب‌ترین تصمیم کمک کند.

روش تاپسیس یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که در مطالعاتی این‌چنینی می‌تواند کارآمد باشد و با تعریف نقاط مطلوب و نامطلوب بهترین گزینه را معرفی می‌کند. از این روش در مطالعات مکانیزاسیونی می‌توان استفاده فراوان کرد امّا در پژوهش‌های موجود کمتر به آن پرداخته شده است.

٦. فهرست منابع

١. اصغرپور، م.ج. ١٣٨٥. تصمیم‌گیری چند معیاری. انتشارات دانشگاه تهران.

٢. الماسی، م.، ش. کیانی و ن. لویمی. ١٣٨٣. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه(س).

٣. ثابتی‌صالح، ا. ١٣٨٨. ارائه مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای رتبه‌بندی شرکت‌های متقاضی تأمین مالی بانک‌ها (مطالعه موردی: پنجاه شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران). دومین کنفرانس بین-المللی توسعه نظام تأمین مالی در ایران، اسفند ١٣٨٨.

٤. گرئی، ا. ١٣٨٥. ارائه مدل یکپارچه برای مدیریت سبد پروژه‌های سازمان‌های پروژه–محور. سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران.

٥. مدرس رضوی، مجتبی، ١٣٨٧، مدیریت ماشینهای کشاورزی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

٦. مرکز آزمون ماشین‌های کشاورزی. ١٣٧٩. گزارش آزمون تراکتور DTM 204.

٧. مرکز آزمون ماشین‌های کشاورزی. ١٣٨٦. گزارش آزمون تراکتور GLH 820.

٨. مرکز آزمون ماشین‌های کشاورزی. ١٣٨٠. گزارش آزمون تراکتور ITM 240.

٩. مرکز آزمون ماشین‌های کشاورزی. ١٣٨٠. گزارش آزمون تراکتور ITM 285.

١٠. مرکز آزمون ماشین‌های کشاورزی. ١٣٨٠. گزارش آزمون تراکتور ITM 399.

١١. مرکز آزمون ماشین‌های کشاورزی. ١٣٧٨. گزارش آزمون تراکتور U 453.

١٢. مرکز آزمون ماشین‌های کشاورزی. ١٣٨٢. گزارش آزمون تراکتور U 860.

١٣. منصوری راد، داود، ١٣٨٢، تراکتور و ماشین های کشاورزی (جلد اول)، چاپ دهم، همدان، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

١٤. مؤمنی، م. و ش. اقبال. ١٣٨٣. انتخاب سیستم حمل نیشکر با استفاده از روش تاپسیس فازی (FTOPSIS). فصلنامه بررسی‌های اقتصادی. دوره١، شماره٢.

١٥. وزارت جهاد کشاورزی. ١٣٨٧. آمار کشاورزی سال ١٣٨٧. دفتر آمار و فنّاوری اطاعات.

16. Germain B St; Charania A; Olds J (2005). A stochastic process for prioritizing lunar exploration technology. American Institute of aeronautics and Astronautics,30 august-1 September. Long Beach, California, USA.

17. Hunt D. (2001). Farm power and machinery management-10th ed. Iowa State University Press, USA.

18. Inns, F.M. (1995). Selection, testing and evaluation of agricultural machines and equipment. Theory. FAO Agricultural Services Bulletin (FAO), no. 115.
19. Instituto de ingenieria rural centro agroindustria instiuto nacional de technologia agropecuaria (2005). Report on main power take off performance and drawbar power test (unballasted tractor) in accordance with OECD standard code II for the official testing of agricultural and forestry tractor, Massey Ferguson 440 four-wheel drive. Report No. 04; Argentina.
20. Instituto de ingenieria rural centro agroindustria instiuto nacional de technologia agropecuaria (2005). Report on main power take off performance and drawbar power test (unballasted tractor) in accordance with OECD standard code II for the official testing of agricultural and forestry tractor, Massey Ferguson 460 four-wheel drive. Report No. 04; Argentina.
21. Instituto de ingenieria rural centro agroindustria instiuto nacional de technologia agropecuaria (2005). Report on main power take off performance and drawbar power test (unballasted tractor) in accordance with OECD standard code II for the official testing of agricultural and forestry tractor, Massey Ferguson 465 four-wheel drive. Report No. 04; Argentina.
22. Instituto de ingenieria rural centro agroindustria instiuto nacional de technologia agropecuaria (2005). Report on main power take off performance and drawbar power test (unballasted tractor) in accordance with OECD standard code II for the official testing of agricultural and forestry tractor, Massey Ferguson 475 four-wheel drive. Report No. 04. Argentina.
23. Lak M.B.; Boluki M.S. (2008). Estimation of timeliness as an important parameter for mechanized cultivation operations in Hamedan, Western Iran. 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, October 14-17, Antalya, Turkey.
24. Parthanadee P; Buddhakulsomsiri J (2010). Simulation modeling and analysis for production scheduling using real-time dispatching rules: A case study in canned fruit industry. Computers and Electronics in Agriculture, 70, 245-255.
25. Wang T C; Chang T H (2007). Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 33, 870-880.
26. Wang Y M; Elhag T M (2006). Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bride risk assessment. Expert Systems with Applications, 31, 309-319.
27. Witney B (1988). Choosing and using farm machines. Longman Scientific and Technical, Printed in Singapore.

28. Zoz F M; Grisso R D (2003). Traction and Tractor Performance. ASAE Publication Number 913C0403, Agricultural Equipment Technology Conference, 9-11 February, Kentucky, USA.