پیش بینی عمر اقتصادی تراکتور با استفاده الگوریتم ژنتیک

عباس روحانی[*۱]، محمد جعفری[۲]، حسن مسعودی[۳]

[۱]استادیار دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، [۲]استادیار دانشکدهٔ مکانیک دانشگاه شاهرود، [۳] استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه شهید چمران اهواز

*مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکدهٔ کشاورزی، arohani@um.ac.ir

چکیده

جایگزینی تراکتور یکی از عوامل بسیار تاثیرگذار برای انجام به موقع عملیات زراعی می‌باشد. پیش بینی صحیح هزینه های تعمیر و نگهداری جزء اساسی در مدل جایگزینی تراکتور می باشد. در این مطالعه از داده های واقعی هزینه های تعمیر و نگهداری ۶۰ تراکتور دو چرخ محرک در موسسه کشت و صنعت آستان قدس استفاده شد. تراکتورهای دو چرخ محرک به ترتیب شامل ۱۷، ۱۰، ۲۸ و ۵ تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵، فیات ۴۴۵، جاندیر ۳۱۴۰ و جاندیر ۴۴۵۰ بودند. نتایج تحلیل رگرسیونی نشان داد که مدل درجه دوم، بهترین مدل برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور می باشد. به ترتیب ۱۷۸۵۰، ۱۸۳۸۰، ۲۷۰۰۰ و ۲۷۴۰۰ ساعت کارکرد تجمعی به عنوان عمر جایگزینی برای هر تراکتور توسط الگوریتم ژنتیک پیش بینی شد.

واژه های کلیدی: الگوریتم ژنتیک، عمر اقتصادی، تراکتور

مقدمه

برای در دسترس بودن ماشین های کشاورزی به منظور انجام به موقع عملیات کشاورزی از قبل برنامه ریزی شده نیاز به جایگزینی ماشین های کشاورزی در بهترین زمان ممکن هستیم. این موضوع برای تراکتور بسیار اهمیت دارد زیرا آن تامین کننده توان کاری سایر ماشین های کشاورزی می باشد. بنابراین مدیر مزرعه با جایگزینی تراکتور در زمان مناسب می تواند به اهداف اقتصادی خود دست پیدا کند. افزایش سود اقتصادی بالاترین هدف مدیر مزرعه می باشد، این هدف در سایه کاهش هزینه ها از طریق کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری به کمک تعیین بهترین زمان جایگزین تراکتور محقق خواهد شد. اصول علمی و اقتصادی باید اساس تصمیمات مدیر ماشین باشد(Telsang, 2005). تعیین عمر اقتصادی بنای بسیاری از مدل‌های جایگزینی

اقتصادی می باشند. عمر اقتصادی معادل با مدت زمان سرویس دهی بهینه ماشین می باشد. جایگزینی، بازنشستگی، بازسازی مجدد از گزینه های مورد ارزیابی مدیر پس از این زمان می باشند. تملک ماشین پس از این زمان بدون انتخاب یکی از این گزینه ها توجیه اقتصادی ندارد(Terborgh, 1994). عمر اقتصادی زمانی رخ می دهد که روند تغییرات هزینه های مالکیتی و عملیاتی به یک نقطه مشترک برسند. در این زمان از عمر ماشین شیب منحنی متوسط کل هزینه ها به صفر می رسد(Edwards, 2002). نقطه اوج منحنی متوسط سود نمایشگر عمر جایگزین اقتصادی می باشد. منحنی متوسط سود تقریباً قرینه منحنی متوسط کل هزینه ها است. مدل بیشینه سازی سود از طریق متوسط کل هزینه ها، متوسط درآمد و متوسط سود قابل توصیف می‌باشد.(Mitchell, 1998). روش‌های تحلیلی می تواند مکمل توانایی های شهودی مدیر باشد. تنها زمانی باید از سیاست کمینه‌سازی هزینه استفاده کرد که نتوان به طور کامل و دقیق سودها را محاسبه کرد(Douglas, 1975).

هدف از انجام این پژوهش پیدا کردن بهترین مدل رگسیونی جهت پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری و پیش بینی عمر اقتصادی تراکتورهای مورد مطالعه با استفاده از الگوریتم ژنتیک می باشد.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق از داده های هزینه های تعمیر و نگهداری ماهانه در طی ۱۸ سال مربوط به ۶۰ تراکتور دو چرخ محرک فعال در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی در استان خراسان رضوی برای چهار نوع تراکتور جاندیر ۳۱۴۰، جاندیر ۴۴۵۰، مسی فرگوسن ۲۸۵ و فیات ۴۴۵ به ترتیب به تعداد ۲۸، ۵، ۱۷ و ۱۰ دستگاه استفاده شد. این داده ها شامل هزینه تعمیرات (هزینه قطعات یدکی و دستمزد تعمیرات)، هزینه روغن (هزینه روانسازها و فیلترهای روغن)، هزینه سوخت (هزینه گازوئیل و فیلترهای سوخت)، هزینه تعمیر و نگهداری (مجموع هزینه تعمیرات، روغن و سوخت) و سال خرید و ساخت هر تراکتور می باشند.

استانداردسازی داده ها: در ابتدا و قبل از محاسبه هزینه تجمعی بایستی اثر تورم بر هزینه ها را تعدیل کرد (اسکو نژاد، ۱۳۸۳). تمام این هزینه ها توسط شاخص زیر استانداردسازی شد (Mitchell, 1998):

$$CCI_t = \frac{\sum_{0}^{t} C_t}{PP_0} \times 100 \qquad (1)$$

که در این رابطه CCI_t شاخص هزینه تجمعی در زمان t، C_t هزینه تعمیر و نگهداری در زمان t و PP_0 قیمت خرید اولیه تراکتور می باشند. این شاخص در طول عمر تقویمی تراکتور همواره روند افزایشی یا ثابت دارد. این شاخص به عنوان متغیر وابسته در روش رگرسیونی استفاده شد. شاخص هزینه تعمیر و نگهداری تجمعی برابر است با مجموع سه شاخص هزینه تجمعی سوخت، روغن و تعمیرات.

طول عمر: عموماً متغیر مستقل در مدل رگرسیونی هزینه تجمعی، عمر تراکتور است. ساعات کارکرد تجمعی (CHU)، مناسب ترین تعریفی است که می توان از عمر تراکتور داشت (Rohani *et al.*, 2011). CHU تعداد ساعاتی که تراکتور بطور فیزیکی کار کرده است را نشان می دهد. به دلیل سالم نبودن ساعت شمار تراکتورها، تعداد ساعات کارکرد هر تراکتور بر اساس تعداد تعویض روغن موتور محاسبه گردید. برای دستیابی به عملکرد بهتر مدل سازی این هزینه ها توسط تکنیک رگرسیونی، CHU بر حسب صد ساعت محاسبه شد.

فرض های مدل سازی: (۱) هزینه تعمیر و نگهداری تراکتور در ابتدای عمر آن صفر است. این فرض کاملاً قابل قبول و ضروری است، زیرا هزینه تعمیرات احتمالی قبل از بکارگیری تراکتور توسط شرکت سازنده پرداخت می شود. براساس این فرضیه ضریب عرض از مبدا مدل های رگرسیونی (β_0) صفر خواهد شد. (۲) ساعات کارکرد تجمعی تنها متغیر مستقل برای مدل های رگرسیونی است. اگرچه ممکن است متغیرهای زیادی در تخمین هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور تاثیرگذار باشند، ولی بدلیل وجود شرایط یکسان بکارگیری آنها از جمله سطح مدیریتی، شرایط آب و هوایی و نیز تا حدودی یکسان بودن سطح مهارت کاربران می توان سایر متغیرها را ثابت در نظر گرفت.

تعریف تابع هزینه برای الگوریتم ژنتیک: عمر مفید اقتصادی بر حسب ساعات کارکرد تجمعی(L^*) از طریق مدل کمینه سازی کل هزینه ها قابل محاسبه است. مدل کمینه سازی هزینه ها به عنوان تابع هزینه در الگوریتم ژنتیک استفاده می شود. کل هزینه

های تراکتور برابر با مجموع هزینه های تعمیر و نگهداری و هزینه مالکیت می باشد. سن جایگزینی تراکتور از نظر اقتصادی برابر با زمانی است که کل هزینه ها کمینه شود. بنابراین عمر اقتصادی در نتیجه کمینه سازی تابع هزینه کل ساعتی بدست می آید :

$$CC_{th} = CC_{rh} + CC_{oh} \quad (۲)$$

در این رابطه، CC_{oh} هزینه تجمعی مالکیتی ساعتی، CC_{rh} هزینه تجمعی تعمیر و نگهداری ساعتی و CC_{th} هزینه تجمعی کل ساعتی می باشند.

هزینه سرمایه تجمعی به طریق زیر محاسبه شد:

$$CC_{oh} = CC_{dh} + CC_{ih} \quad (۳)$$

برای محاسبه استهلاک از روش موازنه نزولی استفاده شد، زیرا این روش تا حد قابل قبولی می تواند به نحوی مطلوب روندکاهش ارزش ماشین را در طول عمر آن نشان دهد:

$$D_n = RV_{n-1} - RV_n \quad (۴)$$

$$RV_n = PP_\circ \times (1-r)^n \quad ، \quad 1 < r < 2 \quad (۵)$$

$$I_n = RV_{n-1} \times i \quad (۶)$$

$$C_{on} = D_n + I_n \quad (۷)$$

در رابطه های بالا، D_n استهلاک در سال nام، RV_n ارزش باقیمانده ماشین در انتهای سال nام، r نسبت استهلاک، PP_o قیمت خرید ماشین، I_n سود سرمایه در انتهای سال nام، i نرخ بهره برابر ۱۴٪(بی نام، ۱۳۸۱)، C_{on} هزینه مالکیتی در انتهای سال nام می باشد. راه حل پیش بینی عمر اقتصادی، کمینه کردن هزینه کل ساعتی می باشد.

الگوریتم ژنتیک: الگوریتم ژنتیک براساس اصول ژنتیکی و انتخاب طبیعی بنا نهاده شده است(Gholipoor *et al.*, 2013). الگوریتم ژنتیک جمعیت اولیه با تعداد زیادی از راه حل‌ها را درنظر می گیرد و به کمک قوانین انتخابی خاصی تابع هزینه را کمینه می‌کند و یا به عبارت دیگر شایستگی را بیشینه می کند. GA بر اساس رابطه ۸ هر کروموزوم را به صورت یک آرایه از مقادیر متغیرها تعریف می‌کند. در اینجا هر کروموزوم معادل با متغیر CHU است، پس هر کروموزوم به صورت یک بردار تعریف می‌شود:

$$cost = f(chromosome) = CC_{th}(CHU), \quad chromosome = [CHU] \tag{۸}$$

در این رابطه f تابع هزینه و معادل با تابع CC_{th} است. مقادیر متغیر ها را به شکل باینری نشان داده می شوند. متغیر CHU نماینده یک ژن است که از N_b بیت تشکیل می شود. الگوریتم ژنتیک با گروهی از کروموزوم ها به عنوان جمعیت اولیه کار خود را شروع می‌کند. جمعیت دارای N_{pop} کروموزوم و ماتریسی با ابعاد $N_{pop} \times N_b$ می‌باشد که با مقادیر 0 و 1 مشخص می‌شود. جمعیت اولیه به کمک رابطه ۹ تولید می شود:

$$pop = round(rand(N_{pop}, N_b)) \tag{۹}$$

هر ردیف از ماتریس جمعیت یک کروموزوم تشکیل می‌دهد. کروموزوم هایی که هزینه بالایی دارند از جمعیت حذف می‌شوند و کروموزوم‌های شایسته که هزینه پایینی دارند حفظ می‌شوند. پس باید در ابتدا کروموزوم‌های جمعیت را براساس هزینه آنها به ترتیب صعودی مرتب کنیم و بهترین‌ها را حفظ کرده و بقیه حذف می شوند. با فرض آنکه از تلاقی دو کروموزوم دو فرزند جدید تولید می‌شود. بنابراین پس از این مرحله تعداد جمعیت به حالت اولیه خود بر می گردد و جایگزین کروموزوم‌های کنار گذاشته شده می شود. در برنامه نوشته شده از روش انتخاب به شکل تلاقی تصادفی استفاده شد. در این روش اعداد تصادفی یکنواختی را برای انتخاب کروموزوم ها به کمک رابطه ۱۰ و ۱۱ تولید می شود.

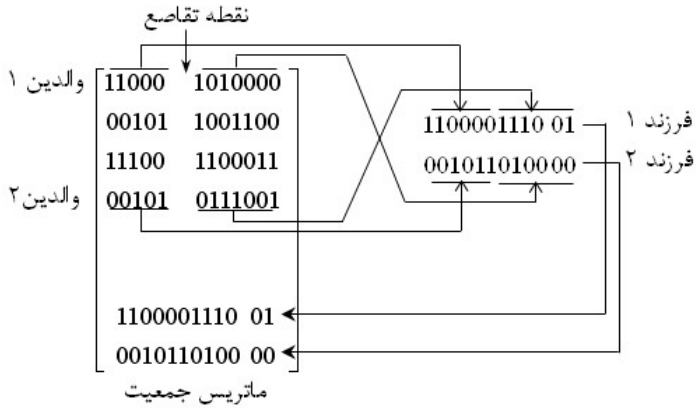
$$ma = ceil(\frac{N_{pop}}{2} \times rand(1, \frac{N_{pop}}{2})) \tag{۱۰}$$

(۱۰) شماره ردیف مادر

(۱۱) شماره ردیف پدر

$$pa = ceil(\frac{N_{pop}}{2} \times rand(1, \frac{N_{pop}}{2}))$$

تلاقی، تولید یک یا چند فرزند از والدین انتخاب شده طی مراحل قبلی است. رایج ترین شکل تلاقی مستلزم وجود دو پدر و مادر برای تولید دو فرزند است. نقطه تقاطع بطور تصادفی بین اولین و آخرین بیت های کروموزوم پدر و مادر انتخاب می‌شود. شکل ۱ چگونگی تلاقی دو والد و تولید فرزندان جدید را نشان می دهد.



شکل۱- تولید فرزندان جدید از تلاقی دو والد

درنتیجه فرزندان دارای قسمت هایی از کد باینری هر دو والدین هستند. جهش‌های تصادفی به درصد خاصی از بیت ها در لیست کروموزوم ها اعمال می‌گردد. جهش دومین روش الگوریتم ژنتیکی برای جستجو در سطح هزینه می باشد. جهش برای جمعیت اولیه اعمال نمی‌گردد زیرا این منجر به همگرایی سریعتر قبل از نمونه برداری از تمام سطح هزینه می‌شود. در جهش تک نقطه بیت 1 به 0 و برعکس تغییر می کند. تغییر یک بیت در یک ژن می‌تواند مقدار متغیر را تا حدود ۵۰٪ تغییر دهد(Haupt and Haupt, 2004). کد کامپیوتری این الگوریتم در محیط برنامه نویسی نرم افزار MATLAB نسخه ۷ تهیه شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تحلیل رگرسیونی مدل های مختلف شاخص هزینه های تجمعی تعمیر و نگهداری به تفکیک نوع تراکتور در جدول ۱ آورده شده است. براساس نتایج حاصل از تحلیل رگرسیونی برای چهار مدل رگرسیونی در هر چهار نوع تراکتور، آماره F در تمام مدل ها معنی دار شده است و این نشان دهنده وجود رابطه معنی داری بین متغیرهای ساعات کارکرد تجمعی و هزینه های تجمعی

در تمام مدل ها می باشد. همچنین تمام ضرایب رگرسیونی در تمام مدل ها و برای کلیه تراکتورها در سطح احتمال یک درصد معنی دار شده است. از آنجاکه آماره F و تمام ضرایب رگرسیونی در تمام مدل ها معنی دار هستند بنابراین تصور بر آن است که تمام مدل ها را می توان در پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری بکار برد ولی هدف انتخاب بهترین مدل است بنابراین برای انتخاب نهایی مدل از مقایسه ضریب تبیین R^2 استفاده شد. مدل نمایی در تمام تراکتورها دارای ضریب تبیین پایین تری می باشد لذا چنین مدلی را نمی توان برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور پیشنهاد کرد. مدل توانی نیز دارای چنین وضعیتی است اما مقدار ضریب تبیین برای دو مدل درجه دوم و درجه سوم اختلاف زیادی با یکدیگر ندارند. از طرف دیگر باید مدل انتخاب شده از قابلیت برونیابی خوبی برخوردار باشد زیرا ممکن است عمر اقتصادی در فاصله زمانی مورد مطالعه واقع نباشد. از آنجا که مدل درجه سوم در مقایسه با مدل درجه دوم از قابلیت برونیابی مناسبی برخوردار نیست بنابراین مدل درجه دوم بهترین مدل برای پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تمام تراکتورها می تواند باشد. مطالعه دیگری که در مورد پیش بینی هر یک از اجزاء هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای دو چرخ محرک انجام شد، مدل درجه سوم به عنوان بهترین گزینه انتخاب شد اما در این تحقیق به قابلیت برونیابی مدل ها اشاره ای نشد(روحانی و همکاران، ۱۳۸۹).

جدول ۱- نتایج تحلیل رگرسیونی مدل های هزینه تعمیر و نگهداری

تراکتور	نوع مدل	ضرایب رگرسیونی			F	R^2
		β_1	β_2	β_3		
جاندیر ۳۱۴۰	درجه دوم	۰/۴۱۴**	۰/۰۰۲**	–	۴۸۲۰۰**	۰/۹۹۸
	درجه سوم	۰/۱۰۸**	۰/۰۰۶**	**$-۱/۲\times۱۰^{-۵}$	۳۳۰۴۳۷**	۰/۹۹۹
	نمایی	۵/۹۲۲**	۰/۰۱۷**	–	۹۲۶**	۰/۸۱۲
	توانی	۰/۰۵۴**	۱/۵۰۵**	–	۴۰۷۲۸**	۰/۹۹۵
جاندیر ۴۴۵۰	درجه دوم	۰/۰۷۰**	۰/۰۰۲**	–	۳۴۱۰۰**	۰/۹۹۷
	درجه سوم	-۰/۰۷۱**	۰/۰۰۳**	**$-۵/۲\times۱۰^{-۶}$	۵۰۶۴۱**	۰/۹۹۹
	نمایی	۱/۷۹۱**	۰/۰۱۹**	–	۱۴۴۲**	۰/۸۷۱

	درجه دوم	۰/۰۷۰**	۰/۰۰۲**	–	۳۴۱۰۰**	۰/۹۹۷
فیات	درجه دوم	۰/۶۴۶**	۰/۰۰۲**	–	۴۷۸۱۴**	۰/۹۹۸
	درجه سوم	۰/۲۷۲**	۰/۰۱**	$-۳/۴\times۱۰^{-۵}$**	۱۸۳۴۹۶**	۰/۹۹۹
	نمایی	۵/۵۰۸**	۰/۰۲۵**	–	۸۳۷**	۰/۸۱۵
	توانی	۰/۱۸۹**	۱/۳۳۱**	–	۲۷۷۱۰**	۰/۹۹۳
فرگوسن ۲۸۵	درجه دوم	۰/۴۸۶**	۰/۰۰۳**	–	۱۵۹۰۷۷**	۰/۹۹۹
	درجه سوم	۰/۳۰۵**	۰/۰۰۷**	$-۱/۵\times۱۰^{-۵}$**	۱۱۰۰۸۷**	۰/۹۹۹
	نمایی	۶/۹۹۱**	۰/۰۲۲**	–	۱۲۸۷**	۰/۸۷۱
	توانی	۰/۲۳۹**	۱/۲۶۰**	–	۱۶۷۵۴**	۰/۹۸۹

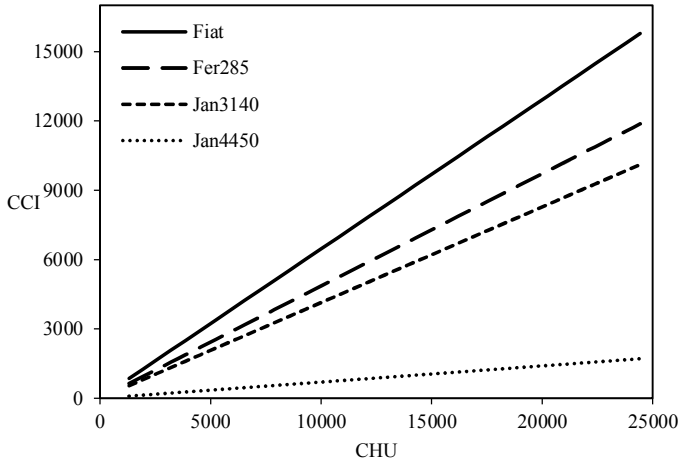
توضیحات: ** معنی دار در سطح احتمال یک درصد، R^2 ضریب تبیین.

بنابراین شکل کلی مدل پیش بینی کننده هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای مورد مطالعه به شکل زیر خواهد شد:

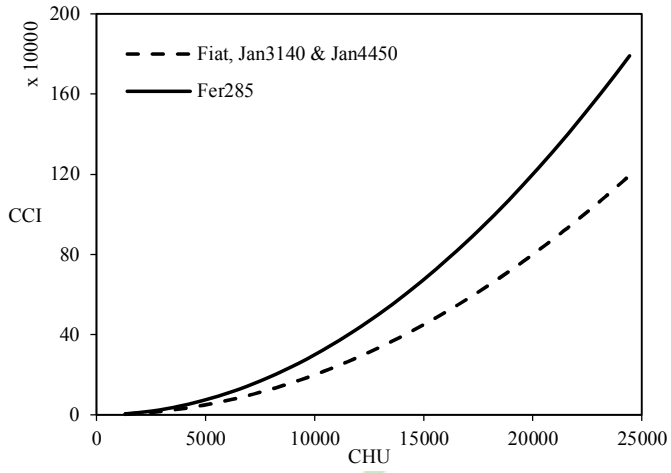
$$CCI = \beta_1 CHU + \beta_2 CHU^2 \quad (۱۲)$$

شکل ۲ و ۳ روند تغییرات هزینه های تعمیر و نگهداری به ازای هر یک از ضرایب رگرسیونی برای تمام تراکتورهای مورد مطالعه نشان می دهد. ضریب رگرسیونی β_1 نشان دهنده مقدار حداقل هزینه است که مدیر برای تعمیر و نگهداری یک ماشین در طول زمان صرف می کند. بر اساس نتایج حاصل از شکل ۲، مقدار ضریب رگرسیونی β_1 را می توان به ترتیب نزولی به تراکتور فیات، مسی فرگوسن ۲۸۵، جاندیر ۳۱۴۰ و جاندیر ۴۴۵۰ اختصاص داد. چنین تغییراتی منطبق بر روند افزایشی اندازه ابعاد هندسی این تراکتورها می باشند، این بدان مفهوم است که هر اندازه ابعاد هندسی تراکتور کوچکتر باشد قابلیت بکارگیری آن در انجام انواع مختلف عملیات بیشتر است لذا هزینه تعمیرات و نگهداری آن تراکتور نیز افزایش خواهد یافت. در این تحقیق تراکتور فیات دارای ابعاد کوچکتری نسبت به سایر تراکتورهای مورد مطالعه می باشد و همین امر باعث افزایش روند تغییرات هزینه های تعمیر و نگهداری آن نسبت به سایر تراکتورها شده است. نتایج شکل ۲ نشان داد که ضریب رگرسیونی β_2 بجز تراکتور مسی فرگوسن برای سایر تراکتورها برابر می باشد. ضریب رگرسیونی β_2 نشان دهنده چگونگی رشد هزینه های تعمیر و نگهداری در طول زمان

مالکیت تراکتور است. مقدار بزرگ این جزء برای تراکتور مسی فرگوسن نسبت به سایر تراکتورهای مورد مطالعه مبین رشد سریع هزینه های تعمیر و نگهداری مسی فرگوسن می باشد.



شکل ۲- تغییرات هزینه های تعمیر و نگهداری به ازای ضریب رگرسیونی β_1



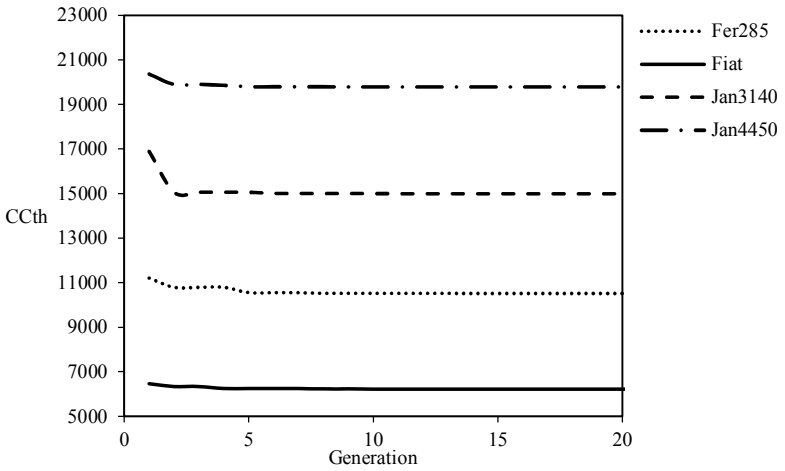
شکل ۳- تغییرات هزینه های تعمیر و نگهداری به ازای ضریب رگرسیونی β_2

تعریف تابع عمر اقتصادی: نتیجه بکارگیری رابطه های ۳ تا ۷ منتج به رابطه ۱۳ خواهد شد:

$$CC_{oh} = \frac{CC_d}{CHU} + \frac{CC_i}{CHU} = p_{\circ}(2+i-r)\sum_{n=1}^{N}\frac{(1-r)^{n-1}}{CHU_n} \quad ، \quad n=1,2,\ldots,N \qquad (۱۳)$$

در اینجا CHU_n ساعات کارکرد تجمعی در سال nام می باشد. همانطور که ملاحظه می شود، CC_{oh} تنها تابعی از CHU_n می باشد زیرا اگرچه سال مالکیت نیز می تواند متغیر تابع باشد ولی در حقیقت ساعات کارکرد تجمعی در هر سال قابل تغییر می باشد و اگر معادله بالا را بسط داده شود این موضوع بیشتر روشن خواهد شد.

نتایج بکارگیری الگوریتم ژنتیک: نمودار همگرایی الگوریتم ژنتیک باینری حاصل از پیدا کردن عمر اقتصادی تراکتورهای مورد مطالعه در شکل ۴ آورده شده است. این نتایج نشان می دهد که الگوریتم ژنتیک توانسته است پس از تقریبا هشت نسل پاسخ به نقطه بهینه یا همان عمر اقتصادی هر یک از تراکتورها دست پیدا کند و پس از تولید این مقدار نسل از جواب های بهینه الگوریتم ژنتیک همگرا شده است. همچنین این شکل نشان می دهد که می توان از نظر بزرگی هزینه های کل تجمعی ساعتی به ترتیب صعودی تراکتورهای فیات، فرگوسن۲۸۵، جاندیر ۳۱۴۰ و جاندیر۴۴۵۰ در کنار یکدیگر قرار داد.



شکل ۴- نمودار همگرایی الگوریتم ژنتیک برای تخمین عمر اقتصادی هر تراکتور

مقادیر عمر اقتصادی پیش بینی شده تراکتورها با استفاده از الگوریتم ژنتیک در جدول ۲ آورده شده است. همانطور که ملاحظه می شود می توان برحسب مقدار عمر اقتصادی و به ترتیب صعودی تراکتور فیات، مسی فرگوسن ۲۸۵، جاندیر۳۱۴۰ و جاندیر ۴۴۵۰ را در کنار هم قرار داد. همچنین این روند در مورد متوسط ساعات کارکرد سالانه تراکتورها(CHU_m) و هزینه کل ساعتی در نقطه وقوع عمر اقتصادی(T^*) نیز وجود دارد یعنی تراکتور فیات دارای کمترین و تراکتور جاندیر ۴۴۵۰ دارای بیشترین CHU_m و T^* می باشند. حال اگر ساعات کارکرد تجمعی در انتهای عمر اقتصادی به متوسط ساعات سالانه تقسیم شود، تعداد بهینه سالهای

مالکیت تراکتور(L_y^*) بدست می آید. نتیجه حاصل از بررسی L_y^* نشان می دهد که تراکتورهای فیات و مسی فرگوسن ۲۸۵ و نیز تراکتورهای جاندیر ۳۱۴۰ و جاندیر۴۴۵۰ دارای عمر اقتصادی تقریبا یکسانی هستند. این نتیجه بدان مفهوم است که اگرچه ساعات کارکرد تجمعی جهت تعویض تراکتور می تواند متفاوت باشد ولی متوسط ساعات کارکرد سالانه تعیین کننده عمر اقتصادی بر حسب سال است. بنابراین تراکتورهای فیات و مسی فرگوسن ۲۸۵ و نیز جاندیر ۳۱۴۰ و جاندیر ۴۴۵۰ دارای عمر اقتصادی بر حسب تعداد سال یکسانی هستند.

جدول ۲– مقادیر عمر اقتصادی پیش بینی شده برای تراکتورها به کمک الگوریتم ژنتیک

	فیات	فرگوسن	جاندیر ۳۱۴۰	جاندیر ۴۴۵۰
L_h^*(ساعت)	17850	18380	27000	27400
CHU_m(ساعت)	1020	1055	1417	1440
L_y^*(سال)	17.5	17.5	19	19
T^*(ساعت/ریال)	6223	10513	15000	19778

توضیحات: L_h^* عمر جایگزینی بر حسب ساعات کارکرد تجمعی، CHU_m متوسط ساعات کارکرد سالانه طی سالهای مورد مطالعه، L_y^* عمر جایگزینی بر حسب سال، T^* ساعت/ریال در زمان وقوع عمر اقتصادی.

طبق مطالعه انجام شده عمر اقتصادی تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ موجود در حومه اصفهان ۱۸۳۱۶ ساعت کارکرد تجمعی تخمین زده شد که این با یافته های حاصل از این تحقیق مطابقت دارد(Khoub Bakht et al., 2008; Khoub Bakht et al., 210). اما نتایج مطالعه دیگری نشان داد که عمر اقتصادی تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ بر اساس مدل کمینه سازی هزینه ها، ۹ سال می باشد و از آنجا که در این مطالعه اشاره ای به متوسط ساعات کارکرد سالانه نداشته است لذا نمی توان به طور حتم در این مورد نظری داد(Ahmadi Chenarbon et al., 2011).عمر بهینه تراکتورهای دو چرخ محرک بر اساس شاخص های بهره وری در مزارع سیب زمینی استان همدان ۸/۴۶ سال تعیین شد(بنائیان و

زنگنه،۱۳۹۰). بیان عمر اقتصادی بر حسب سال نمی تواند شکل مناسبی از گزارش زمان جایگزینی یک تراکتور باشد زیرا عامل مهم در تعیین عمر اقتصادی تراکتور ساعات کارکرد تجمعی طی سالهای مالکیت تراکتور می باشد.

نتیجه گیری کلی

تحلیل رگرسیونی نشان داد که مدل رگرسیونی درجه دوم و درجه سوم از قابلیت پیش بینی خوبی برای هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتورهای مورد مطالعه بر خوردار هستند. ولی بدلیل توانایی برونیابی ضعیف مدل درجه سوم نمی توان از آن به عنوان مدل پیش بینی کننده با هدف تخمین عمر اقتصادی استفاده کرد. تابع هزینه برای الگوریتم ژنتیک براساس مدل رگرسیونی درجه دوم برای هزینه های تعمیر و نگهداری و هزینه های مالکیتی ساعتی تعریف شد. الگوریتم ژنتیک براساس تابع هزینه طراحی شده عمر جایگزینی هر یک از تراکتورها را پیش بینی کرد. نتایج نشان داد که عمر اقتصادی را باید بر اساس ساعات کارکرد تجمعی در کنار متوسط ساعات کارکرد سالانه بیان کرد.

منابع

۱. اسکو نژاد، م.م. ۱۳۸۳. اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی . چاپ بیستم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. تهران.

۲. بنائیان، ن. و زنگنه، م. ۱۳۹۰. برآورد عمر بهینه ی تراکتور و ماشین های کشاورزی بر اساس شاخص های بهره وری در مزارع سیب زمینی استان همدان. مجله مهندسی بیوسیستم ایران ۲(۴۲): ۱۹۷-۲۰۴.

۳. بی نام. ۱۳۸۱. گزارش مشروح تجدید نظر شاخص بهای عمده فروشی کالا در ایران . اداره آمار اقتصادی بانک مرکزی جمهور ی اسلامی ایران.

۴. روحانی، ع.، ا. رنجبر، م.ح. عباسپور فرد، ی. عجب شیر چی و م. ولی زاده. ۱۳۸۸. ارزیابی مدل های رگرسیون در پیش بینی هزینه های تعمیر و نگهداری تراکتور. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۱۱(۳):۸۷-۹۶.

5. Ahmadi Chenarbon, H., S. Minaei, and A. Arabhosseini. 2012. Replacement age of agricultural tractor (MF285) in Varamin region (case study). Journal of American Science 7(2):674-679.

6. Douglas, J. 1975. Construction equipment policy. McGraw-Hill, New York, NY.

7. Edwards, W. 2002. Farm machinery selection. Accessed April 2006, available at http://www.extension.iastate.edu/agdm.

8. Gholipoor, M., A. Rohani, and S. Torani. 2013. Optimization of traits to increasing barley grain yield using an artificial neural network. International Journal of Plant Production 7 (1):1-18.

9. Haupt, S.E., and R.L. Haupt. 2004. Practical genetic algorithms. John Wiley & Sons, Inc.

10. Khoub Bakht, G., H. Ahmadi, A. Akram, and M. Karimi. 2008. Determination of optimum life (economic life) for MF285 tractor: a case study in center region of Iran. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 4(1):81-85.

11. Khoub Bakht, G., H. Ahmadi, and A. Akram. 2010. Determination of optimum life for MF285 tractor based on repair and maintenance costs: a case study in center region of Iran. International Journal of Agricultural Technology 6(4):673-686.

12. Mitchell, Z. W. 1998. A statistical analysis of construction equipment repair costs using field data and the cumulative cost model. PhD Thesis in Civil Engineering, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.

13. Rohani, A., M.H. Abbaspour-Fard, and S. Abdolahpour. 2011. Prediction of tractor repair and maintenance costs using artificial neural network. Expert system with applications 38: 8999-9007.

14. Telsang, M. 2005. Production management. S. Chand & Company LTD, India. 476 pages.

15. Terborgh, G. W. 1994. Dynamic Equipment Policy. McGraw-Hill, New York, NY.

Prediction of tractor's economic life using genetic algorithm

A.Rohani[1]*,M.Jaffari[2], H. Masoudi[3]

[1]Assistant Professor, Ferdowsi University of Mashhad, College of Agriculture, Dept. of Agricultural Machinery Engineering, [2]Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Shahrood University ,[3]Assistant Professor of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization Department, Shahid Chamran University of Ahvaz

* Email: arohani@um.ac.ir

Abstract

Replacement of tractor is one of the most influential factors to carry out timely farm operations. Accurately predict a repair and maintenance cost is an essential component of a model of replacement. The study was conducted using empirical data on 60 two-wheel drive tractors from Astan Ghodse Razavi agro-industry. The number of two-wheel drive tractors included Massey Ferguson 285, Fiat, Jandeer 3140 and Jandeer 4450 were 17, 10, 28 and 5, respectively. The regression analysis showed that the quadratic model was the best model for prediction of repair and maintenance costs. 17850, 18380, 27000 and 27400 cumulative hours of use as a replacement life were predicted for each of the tractor using the genetic algorithm, respectively.

Keywords: genetic algorithm, economic life, tractor