Archive of SID
اقتصاد کشاورزی / جلد ۷/ شماره‌ی ۳/ صفحه‌های ۸۴-۵۹

تعیین بهترین زمان جایگزینی کمباین جاندیر ۹۵۵ در شرایط عدم حتمیت، با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویای احتمالی

هادی خداوردی، منصور زیبایی و امیر تهور[۱]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۰۲

چکیده

کارایی و عملکرد ماشین‌های کشاورزی، از جمله کمباین، میزان کمی و کیفی کاری است که در هر ساعت کار یا هر هکتار برداشت محصول انجام می‌دهند. با افزایش عمر کمباین بازده اقتصادی و عملکرد آن کاهش خواهد یافت، به‌طوری‌که استفاده از آن صرفه اقتصادی نداشته و بایستی با کمباین جدیدی جایگزین شود. تصمیم‌گیری برای جایگزینی یک ماشین کشاورزی می‌تواند به دلیل کمینه کردن هزینه، قابلیت اطمینان بیشتر، فناوری جدید، نیاز برای افزایش ظرفیت، از رده خارج شدن و خرابی آن باشد بنابراین موضوع جایگزینی به‌هنگام کمباین برای بالا بردن ضریب بهره‌وری استفاده از آن، یکی از هدف‌های مهم در مدیریت این ماشین کشاورزی است. بنابراین در این بررسی، سعی می‌شود بهترین زمان جایگزینی برای کمباین‌های برداشت در استان فارس تبیین و تعیین شود. برای تحقق این امر سعی شد تا عناصر تصادفی وارد تحلیل شده تا نشان دهد عدم حتمیت در مورد هزینه-هایی که در آینده روی خواهد داد، بر تصمیم‌گیری در مورد جایگزینی اثر گذار است. بر این پایه، یک درختواره تصمیم برای هر سه سال از عمر کمباین ترسیم شد و در ادامه تجزیه و تحلیل هر درختواره با استفاده از برنامه-ریزی پویای احتمالی انجام گرفت. با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی طبقه بندی شده، ۱۶۰ کمباین‌دار جاندیر ۹۵۵ که کمباین غالب در استان فارس می‌باشد، برای مصاحبه به منظور گردآوری داده‌های اقتصادی، فنی و دیگر اطلاعات مورد نیاز، گزینش شدند. بهترین زمان جایگزینی در شرایط عدم حتمیت در مورد هزینه‌های سال‌های آینده ، سال هفدهم از عمر کمباین به‌دست آمد.

طبقه‌بندی JEL: C6, C61, G11 :

واژه‌های کلیدی: کمباین جاندیر ۹۵۵، زمان جایگزینی، عدم حتمیت، برنامه‌ریزی پویا

[۱] به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی و کارشناس اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز
Email: hadikhodaverdi62@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اقدام به جایگزینی ماشین‌های کشاورزی می‌تواند به علت، تصادف شدید، ناکافی بودن ظرفیت کاری ماشین کنونی مورد استفاده، از رده خارج شدن ماشین[۱]، کاهش قابلیت اطمینان[۲] و در نتیجه افزایش خرابی‌ها و هزینه‌های انجام نشدن به هنگام عملیات و تجاوز نرخ هزینه‌های تعمیر و نگهداری از حدی خاص، صورت گیرد (هانت، ۲۰۰۱). تصمیم‌هایی که مالک ماشین کشاورزی برای یک ماشین فرسوده از جمله کمباین می‌تواند بگیرد، شامل نگهداری[۳] و ادامه استفاده از ماشین قدیمی، و یا جایگزین[۴] و خرید یک ماشین جدید می‌باشد. با افزایش عمر کمباین بازده اقتصادی و عملکرد[۵] آن کاهش خواهد یافت، به‌طوری‌که استفاده از آن صرفهٔ اقتصادی نداشته و بنابراین بایستی آن را با کمباین جدیدی جایگزین کرد (پترسون و میلیگان، ۱۹۷۶). بر پایه معیار انجمن مهندسان کشاورزی و زیستی آمریکا[۶] (سازمان فنی و حرفه‌ای متشکل از اعضای جهانی است که وظیفه دارند توسط علم مهندسی موجبات پیشرفت سیستم-های کشاورزی، خوراکی و زیستی را فراهم آورند) سن جایگزینی برای ماشین‌ها از جایی آغاز خواهد شد که عمر اقتصادی[۷] ماشین آغاز می‌شود و قبل از زمانی است که ماشین به دلیل خرابی‌های فراوان و یا ورود یک تکنولوژی پیشرفته‌تر کنار گذاشته شود (انجمن مهندسان کشاورزی و زیستی امریکا، ۲۰۰۰).

تعیین مناسب‌ترین زمان جایگزینی ماشین‌های کشاورزی، مستلزم بررسی هزینه‌ها و عملکرد اقتصادی آن‌ها است. یک مدیر مزرعه چنانچه قادر به محاسبهٔ سن جایگزینی یا عمر سودمند ماشین‌های مزرعهٔ خود باشد و به هنگام اقدام به جایگزینی آنها نماید، با ضریب اطمینان بالاتری شاهد کارکرد بیشتر و پیوسته ماشین‌های مزرعه خود خواهد بود. همچنین این امر موجب کاهش خرابی‌های مکرر و هزینه‌های فعالیت و تعمیر و نگهداری ماشین‌ها خواهد شد (کیتسوپانیدیس و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین با محاسبه هزینه ماشین‌ها می‌توان در مورد عمر

---

1. Obsolesce
2. Reliability
3. Keep
4. Replacement
5. operation
6. American Society of Agricultural Biological Engineers (ASABE)
7. Economic life

www.SID.ir

Archive of SID

اقتصادی و بهترین زمان جایگزینی ماشین‌های قدیمی و فرسوده با نو تصمیم گرفت. عمر مفید یا عمر اقتصادی نیز در طی دوره زمانی است که هزینه‌های ثابت و متغیر ماشین مورد نظر، اقتصادی باشد (خوب بخت و همکاران، ۲۰۰۸).

ولی این امر با فرضی همراه است که هزینه‌های ماشین‌ها در شرایط حتمیت صورت گرفته باشد به طوری‌که استفاده و در نتیجه هزینه‌های مربوط به استفاده از ماشین‌ها از پیش تعیین شده باشد. این در حالی است که استفاده ماشین‌ها از جمله کمباین، با عدم حتمیت روبرو می‌باشد و با قطعیت کامل در مورد استفاده و در نتیجه هزینه‌های استفاده از ماشین‌ها نمی‌توان نظر داد. یک کمباین‌دار پیش از آغاز فصل برداشت در زمینه شمار و شدت خرابی‌هایی که ممکن است هنگام برداشت در فصل آینده، برای کمباین وی روی دهد نگران خواهد بود. زیرا که هر خرابی یک هزینه گزاف برای تعمیر کمباین و یک هزینه سنگین برای به تأخیر افتادن برداشت محصول موردنظر به همراه دارد. رخداد خرابی‌ها در حین انجام کار، از جمله علت‌هایی است که سبب رخداد عدم حتمیت در استفاده از ماشین‌ها می‌شود. (هارداکر و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین در این تحقیق به علت احتمالی بودن خرابی‌های کمباین و تاثیر زیادی که این احتمال بر انجام فعالیت برداشت محصول و هزینه‌های کمباین دارد، به بررسی عدم حتمیت مربوط به خرابی کمباین‌ها پرداخته خواهد شد.

همان‌طور که بیان شد، استفاده از کمباین به‌صورت احتمالی و غیرقطعی است که این امر موجب احتمالی شدن هزینه‌ها و در نتیجه عمر اقتصادی ماشین‌ها می‌شود. در بیشتر بررسی-هایی که برای تعیین بهترین زمان جایگزینی ماشین‌های کشاورزی انجام شده، توجهی به عدم حتمیت‌های مربوط به استفاده از آن‌ها نشده است. در صورتی‌که بدون در نظر گرفتن عدم حتمیت‌های مربوط به استفاده از ماشین‌های کشاورزی، نتایج مربوط به تعیین عمر اقتصادی دور از واقعیت خواهند بود. لذا محققان سعی در ارائه مدل‌ها و روش‌هایی برای تعیین بهترین زمان جایگزینی با لحاظ کردن عدم حتمیت‌های استفاده از ماشین‌ها کردند. این در صورتی است که در داخل کشور چنین بررسی در راستای تعیین بهترین زمان جایگزینی ماشین‌ها در شرایط عدم حتمیت صورت نگرفته است. لذا این تحقیق نخستین تحقیقی در کشور است که بهترین زمان جایگزینی ماشین‌ها را در شرایط عدم حتمیت مورد بررسی قرار می‌دهد. از جمله روش‌هایی که با لحاظ نمودن این عدم حتمیت‌ها در استفاده از دارایی‌های سرمایه‌ای از جمله

www.SID.ir

Archive of SID

ماشین‌ها، بهترین زمان جایگزینی این دارایی‌ها را تعیین می‌کند، روش برنامه‌ریزی پویا[1] می‌باشد. برنامه‌ریزی پویا روشی است که می‌توان با آن مسائل جایگزینی با شمار زیادی از وضعیت‌های احتمالی که قابلیت جایگزینی با هم دارند و هر کدام از وضعیت‌ها دارای احتمال رخداد مشخصی می‌باشند را حل نمود. با استفاده از این روش با درون‌یابی دقیقی که از وضعیت‌های احتمالی دارایی برای سال‌های مختلف صورت می‌گیرد، برآورد دقیقی برای هر وضعیت احتمالی، می‌توان به‌دست آورد (روسل و همکاران، ۲۰۰۱).

بلمن (۱۹۵۵)، نخستین پژوهشگری بود که برای جایگزینی دارایی‌های سرمایه‌ای از روش برنامه‌ریزی پویا استفاده کرد. این روش در ادامه توسط آکسفورد و همکاران (۱۹۸۴) و بین و همکاران (۱۹۸۵) برای تصمیم گیری در مورد جایگزینی چند دارایی در طی یک افق زمانی نامحدود گسترش داده شد. ماکیس و جیانگ (۲۰۰۲)، در بررسی خود با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویا مدلی برای تعیین بهترین تصمیم در مورد نگهداری یا جایگزینی دارایی‌های سرمایه‌ای ارائه دادند. هدف آنان، پیدا کردن تصمیم مناسب برای کمینه کردن هزینه‌های انتظاری بلند مدت دارایی بود. حل معادله‌ها برای وضعیت‌های احتمالی در سال‌های مورد بررسی از عمر دارایی، با استفاده از روش مارکف[2] انجام گرفت. هارتمن (۲۰۰۱ و ۲۰۰۴)، احتمالی بودن استفاده از دارایی‌های سرمایه‌ای را روی اتخاذ تصمیم‌گیری مناسب برای نگهداری یا جایگزین آنها، با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویا مورد بررسی قرار داد. روش حل کمینه کردن هزینه‌های انتظاری برای هر یک از وضعیت‌های احتمالی ممکن، در پایان هر سال از عمر آن دارایی سرمایه‌ای بود.

به‌طور کلی روش برنامه‌ریزی پویا فرض می‌کند که همه‌ی هزینه‌های دارایی در سال نخست از عمر دارایی به صورت قطعی هستند و در ادامه استفاده از دارایی با عدم حتمیت روبه‌رو خواهد بود. مدل ریسکی جریان‌های نقدی[3] روشی از برنامه‌ریزی پویا است که با استفاده از روش همانندسازی مونت کارلو[4] (لوهمان، ۱۹۸۶)، جریانات نقدی احتمالی[5] (برون، ۱۹۹۳) و نظریه فازی[6] (هیرنس، ۱۹۹۵) اصلاح شد (هارتمن، ۲۰۰۵). در یک جمع بندی کلی از روش‌هایی که

---

1. Dynamic Programming
2. Markov
3. Model risky cash flows
4. Monte Carlo simulation
5. Probabilistic cash flows
6. Fuzzy set theory

www.SID.ir

Archive of SID

محققان برای حل مدل‌های برنامه‌ریزی پویا ارائه کرده‌اند، می‌توان به روش بیزین[1] (آپلند و اسکارف، ۲۰۰۳؛ هو و سیلوا، ۲۰۰۶) برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط[2] (گوا و همکاران،۲۰۰۳) تصمیم‌گیری چند معیاری فازی[3] (پیری و همکاران، ۲۰۰۲؛ النجار و السیوف،۲۰۰۳؛ اسوانسون، ۲۰۰۳) مدل‌های احتمال همانندسازی[4] (چن و پوپووا، ۲۰۰۲؛ باراتا و همکاران، ۲۰۰۲؛) و مارکف[5] (لام، ۱۹۹۹؛ چیانگ و یووان، ۲۰۰۱؛ برانس، ۲۰۰۲؛ مارکیوز و هیگویداس، ۲۰۰۲) تحلیل پروسه زنجیری[6] (شروین، ۲۰۰۰؛ بویلاسکوآ و براگلیا، ۲۰۰۰؛ بویلاسکوآ و همکاران، ۲۰۰۵) اشاره کرد (بیک، ۲۰۰۷).

روش تحقیق

برای گردآوری اطلاعات مورد نیاز، پیش از هر اقدامی بایستی با توجه به جامعه آماری کمباین-داران استان فارس، اندازهٔ نمونه آماری تعیین می‌شد. نخستین گام برای این منظور گزینش روش نمونه‌گیری بود. روش نمونه‌گیری که برای انجام این تحقیق با توجه به جامعه آماری، مشاهده‌ها موجود و همچنین اطلاعات مورد نیاز گزینش شد، روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده بود. یک نمونه‌ی تصادفی طبقه‌ای، نمونه‌ای است که با جدا کردن اعضای جامعه به گروه‌های جداگانه بنام طبقه‌ها و سپس گزینش یک نمونه تصادفی ساده از هر طبقه فراهم می‌آید. نخستین مرحله در گزینش یک نمونه تصادفی طبقه‌ای این است که طبقه‌ها را به روشنی مشخص کرده و سپس هر مشاهده در طبقه‌ای مناسب قرار داده شود. پس از آنکه همه‌ی مشاهده‌ها به طبقه‌های مورد نظر تقسیم شدند، یک نمونه‌ی تصادفی ساده از هر طبقه گزینش می‌شود. برای این امر بایستی مطمئن شد که نمونه‌های گزینش شده از طبقه‌ها مستقل هستند. میزان اطلاعات در نمونه بستگی به n_2 حجم نمونه دارد، زیرا واریانس جامعه برآورد شده $V(\bar{y}_{st})$ با افزایش n کاهش پیدا می‌کند. به‌طور مثال فرض شود مشخص شده، با

---

1. Bayesian Approach
2. Mixed integer linear programming (MILP)
3. Approach using fuzzy multiple criteria decision making (MCDM)
4. Simulation probabilistic models
5. Markov probabilistic models
6. Analysis hierarchy process

www.SID.ir

Archive of SID

احتمال تقریبی ۹۵٪ برآورد $(\bar{y}_{st})$ بایستی بین β واحد از میانگین جامعه واقع شود (شیفر، ۱۳۸۵).

$$2\sqrt{V(\bar{y}_{st})}=\beta \qquad \text{یا} \qquad V(\bar{y}_{st})=\frac{\beta^2}{4} \tag{۱}$$

راههای بسیاری برای تخصیص حجم نمونه n طبقه مختلف وجود دارد. در هر حالت شمار مشاهده‌ها n_i که به i امین طبقه تخصیص داده شده، کسری از حجم کل نمونه n است که این کسر با W_i نمایش داده می‌شود. لذا خواهیم داشت:

$$n_i = nW_i \qquad i=1,2,...,l \tag{۲}$$

با استفاده از رابطه بالا می‌توان $V(\bar{y}_{st})$ را برابر $\frac{\beta^2}{4}$ قرار داده و آن را نسبت به n حل کرد. لذا حجم تقریبی نمونه کل برابر خواهد شد با:

$$n=\frac{\sum_{i=1}^{l} N_i{}^2\,\sigma_i{}^2/W_i}{N^2D+\sum_{i=1} N_i\,\sigma_i{}^2} \tag{۳}$$

i، شمار طبقه‌ها از ۱ تا L ؛ n_i، شمار افراد جامعه برای طبقه iام ؛ W_i، کسری از شمار مشاهده-ها که به طبقه iام اختصاص داده می‌شود؛ $\sigma_i{}^2$، واریانس جامعه در طبقه iام و D، خطای برآورد که از رابطه روبرو محاسبه می‌شود:

$$D=\frac{\beta^2}{4} \tag{۴}$$

حال اگر هزینه فراهم آوردن یک مشاهده برای همه‌ی طبقه‌ها یکسان باشد، خواهیم داشت:

$$C_1=C_2=....=C_L \tag{۵}$$

بنابراین جمله هزینه از رابطه (۳) حذف شده و حجم نمونه کل به‌صورت زیر می‌شود:

$$n=\frac{\left(\sum_{i=1}^{l} N_i\,\sigma_i\right)^2}{N^2D+\sum_{i=1} N_i\,\sigma_i{}^2} \tag{۶}$$

شمار مشاهده‌ها هر طبقه نیز به صورت رابطه (۷) است (شیفر، ۱۳۸۵):

www.SID.ir

Archive of SID

$$n_i = n\left(\frac{N_i \sigma_i}{\sum_{i=1}^{L} N_i \sigma_i}\right) \qquad (۷)$$

بر پایه آمار موجود در تعاونی کمباین‌داران استان فارس در سال ۱۳۸۸، از میان ۱۹۵۹ کمباین‌دار در حال فعالیت استان فارس ۱۶۷۰ نفر یا ۸۴/۱۷ درصد صاحب کمباین جاندیر ۹۵۵ و ۱۴۷ نفر یا ۷/۴ درصد، صاحب کمباین نیوهلند بودند. برای مدل‌های جاندیر ۱۰۵۵، جاندیر ۱۱۵۵، جاندیر ۱۱۶۵، جاندیر ۱۴۵۰، کاه کوب کلاس ۷۶، کلاس ۳۱۰، گلینر، کلاس ۶۸ و سهند ۶۸ به ترتیب ۲۵، ۱۲، ۲۶، ۳، ۸، ۱۷، ۱۸، ۷ و ۲۶ کمباین دار به ثبت رسید. با توجه به شمار بالای کمباین‌داران جاندیر ۹۵۵ این کمباین برای انجام این تحقیق گزینش شد. از ۱۶۷۰ کمباین‌دار که مالک کمباین جاندیر ۹۵۵ بودند ۶۱ کمباین‌دار، شماره تماسی برایشان وجود نداشت. لذا این شمار از جامعه حذف شدند که در نهایت حجم جامعه به ۱۶۰۹ نفر رسید. در این جامعه از ۲۰ شهرستان استان فارس کمباین‌دار وجود داشت که از این میان شهرستان مرودشت با ۸۵۹ و شیراز با ۵۲۵ کمباین دار بیشترین سهم را به خود اختصاص می‌دادند. بنابراین نمونه آماری موردنظر از دو شهرستان شیراز و مرودشت گزینش شدند.

برای به‌دست آوردن حجم نمونه، کمباین داران بر پایه عمر کارکرد کمباین‌شان به ۶ دسته ۱ تا ۵ سال، ۵ تا ۱۰ سال، ۱۰ تا ۱۵ سال، ۱۵ تا ۲۰ سال، ۲۰ تا ۲۵ سال و ۲۵ سال به بالا طبقه‌بندی شدند. مقدار β نیز برابر ۰/۱۸ در نظر گرفته شد. بر این پایه حجم نمونه کل برابر ۱۶۰ مشاهده شد که ۶۵ کمباین‌دار از ۶ روستا از توابع شهرستان مرودشت و ۹۵ کمباین‌دار از ۵ روستا، مربوط به شهرستان شیراز، بودند. در این نمونه آماری از کمباین با دو سال کارکرد یعنی مدل ۱۳۸۵، تا کمباین ۲۶ سال کارکرد، یعنی مدل ۱۳۶۱ موجود بود. برای تعیین عمر اقتصادی و بهترین زمان جایگزینی کمباین، کمباین‌هایی که دارای طول عمر یا سال ساخت یکسان بودند، در یک گروه قرار داده شدند.

اطلاعات مورد نیاز برای انجام تحقیق با تکمیل ۱۶۰ پرسشنامه از راه مصاحبه حضوری با کمباین‌داران به‌دست آمد. این اطلاعات مربوط به فعالیت کمباین‌ها در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ بود. زمان گردآوری اطلاعات و تکمیل پرسشنامه‌ها پس از برداشت ذرت و شلتوک، یعنی اواخر فصل پاییز بود. پرسشنامه‌ها دارای سه دسته پرسش اساسی می‌شدند. دسته اول، مربوط به ویژگی‌های فردی کمباین‌داران، پیشینه کمباین‌داری مالکان، شمار دستگاه کمباین-

www.SID.ir

Archive of SID

هایی که کمباین‌داران مالکیت آن را به عهده داشتند و چگونگی خرید کمباین با سرمایه شخصی و یا با استفاده از وام، با تعیین میزان وام و بهره آن بود. دسته دوم، پرسش‌ها مربوط به ویژگی‌های کمباین که شامل سال ساخت یا مدل کمباین، سال خریداری، قیمت خرید، ارزش کنونی و دست دوم یا نو بودن کمباین خریداری شده بود. اطلاعات مربوط به فعالیت کمباین‌ها در قسمت سوم پرسشنامه گنجانده شد. در آغاز پرسش‌هایی که برای برآورد درآمد سالانه کمباین‌داران مورد نیاز بود، آورده شد. نوع برداشت در هر شهرستانی که برداشت صورت گرفته بود، درآمد مربوط به آن نوع برداشت، شمار روزهای کاری سودمند و محصول برداشتی در هر شهرستان و میزان فعالیت روزانه که واحد آن بر پایه نوع برداشت می‌باشد، پرسش‌هایی بودند که برای رسیدن به این هدف از کمباین‌داران خواسته شد که به آنها پاسخ دهند. در ادامه اطلاعات مربوط به هزینه‌های کمباین‌ها پرسش شد. از میان هزینه‌های ثابت، هزینه بیمه و در صورت داشتن مکان نگهداری برای کمباین، سال احداث و هزینه آن از کمباین‌داران سئوال شد. هزینه‌های متغیر که مهم‌ترین قسمت پرسشنامه برای دستیابی به هدف‌های تحقیق بود، شامل هزینه‌های مربوط به استخدام راننده، کمک راننده و تدارکاتچی، تعمیر و نگهداری کمباین‌ها، هزینه سوخت، هزینه روغن و صافی مربوط به آن و گریس‌کاری می‌باشد. در ادامه برای دست‌یابی به ساعت‌های کارکرد تجمعی کمباین‌ها، کل فعالیت سودمند و غیرسودمند و میانگین ساعت‌های کار برای هر روز کار سودمند از کمباین‌داران پرسیده شد.

برای تعیین بهترین زمان جایگزینی در این مطالعه از روش برنامه‌ریزی پویای احتمالی استفاده شد. مسائل مربوط به برنامه‌ریزی پویا به دو دستهٔ برنامه‌ریزی پویای قطعی و برنامه‌ریزی پویای احتمالی تقسیم می‌شود. روش برنامه‌ریزی پویای قطعی، هنگامی کاربرد دارد که درنظر است تصمیم مشخصی را با در نظر گرفتن قطعیت در رویداد آن، گزینش کرد. در این روش، یک تصمیم بهینه با به‌دست آوردن ارزش انتظاری آن، از بین تصمیم‌های مورد بررسی، به عنوان مناسب‌ترین تصمیم معرفی می‌شود. در روش برنامه‌ریزی پویای احتمالی رویداد وضعیت‌ها با عدم حتمیت روبه‌رو می‌باشند. لذا تصمیم‌های گرفته شده بستگی به احتمال رویداد وضعیت‌ها و تصمیم‌هایی که در دوره پیش گرفته شده، دارند. در این روش بنا بر هر یک از وضعیت‌هایی که با آن می‌توان روبه‌رو بود یک ارزش انتظاری محاسبه خواهد شد و تصمیم گیرنده بر پایه وضعیت‌های پیش رویش، بهترین تصمیم را بر پایه ارزش‌های انتظاری محاسبه شده گزینش خواهد کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌های برنامه‌ریزی پویا شامل سه عنصر اصلی مراحل[۱]، وضعیت‌ها[۲] و انتقال یا عبور[۳] می‌باشد. شمار دوره‌های زمانی (T) که بر پایه آن تصمیم‌گیری صورت می‌گیرد، به افق زمانی برنامه‌ریزی اشاره دارد. افق برنامه‌ریزی شده نیز خود به چندین دوره زمانی (هفته، ماه، سال) تقسیم می‌شود که هر یک از آنها به نام مرحله، که از ۱ تا T می‌باشد، نام‌گذاری می‌شود. هر مرحله و وضعیت مربوط به آن، توسط مجموعه‌ای از پارامترها که متغیر وضعیت نامیده می‌شود، توضیح داده خواهد شد. تابعی که چگونگی تغییرات سیستم را از یک وضعیت در مرحله t به وضعیت دیگر در مرحله بعد، t+1 نشان می‌دهد، تابع انتقال (τ_1) نام دارد. در یک مدل برنامه‌ریزی پویای قطعی، تابع انتقال، تابعی است از وضعیت جاری سیستم و تصمیم‌هایی که ممکن است در آن مرحله گرفته شده باشد ولی در یک مدل برنامه‌ریزی پویای احتمالی، تابع انتقال تابعی است از وضعیت جاری سیستم و تصمیم‌هایی که در مراحل پیش گرفته شده است. به‌طوری‌که ارزش انتظاری در هر مرحله، یا تابع انتقال و یا هر دوی این موارد، تابعی از مقدار k_1 که نشانگر عدم حتمیت و احتمال وابسته آن $P(K_1)$ خواهد بود. تابع هدف در روش برنامه‌ریزی پویای احتمالی، برابر با بیشینه کردن مدل‌های تصمیم‌گیری پویا و با در نظر گرفتن عدم حتمیت برای وضعیت‌های مختلف می‌باشد. شکل این تابع برابر با رابطه (۸) می‌باشد.

$$V_1(X_1)=Max_{a1\ldots aT}\, g\{E[r_1(X_1,a_1,k_1)], E[r_2(X_2,a_2,k_2)],\ldots., E[r_T(X_T,a_T,k_T)]\}$$
$$E[r_t(X_t,a_t,k_t)]=\sum_k P_t(k_t)r_t(X_t,a_t,k_t) \qquad (۸)$$

همچنین $[r_t(X_t,a_t,k_t)]$ نشانگر ارزش انتظاری برای مرحله t است که تابعی از تصمیم a_t در وضعیت X_t، برای متغیر احتمالی k_t با احتمال $P(k_t)$ خواهد بود. در این تحقیق برای حل مسائل برنامه‌ریزی پویای احتمالی، از درختواره تصمیم سه مرحله‌ای[۴] استفاده می‌شود. تفاوت این درختواره با درختواره تصمیم یک مرحله‌ای[۵] این است که تنها با بررسی یک تصمیم و برای یک سال روبه‌رو نخواهیم بود. به‌طوری‌که با درختواره‌ای روبه‌رو می‌باشیم که برای سه سال طراحی شده است و هر سال نیز نشانگر یک تصمیم است.

---

[1]. Stages

[2]. States

[3]. Transaction

[4]. Multi – stage decision tree

[5]. One – stage decision tree

www.SID.ir

Archive of SID

برای این امر در آغاز از سال دوم از عمر کمباین‌ها انجام کار آغاز می‌شود و نخستین درختواره تصمیم برای سال‌های دوم، سوم و چهارم از عمر کمباین‌ها رسم می‌شود. دلیل اینکه تصمیم-گیری در مورد نگهداری یا جایگزینی کمباین‌ها، از سال دوم از عمر آن‌ها آغاز می‌شود، این است که برای محاسبه هزینه جایگزینی کمباین نیاز به اطلاعات هزینه کمباین نو می‌باشد. لذا از اطلاعات کمباین مدل ۱۳۸۵ به‌جای کمباین نو استفاده می‌شود. برای هر یک از درختواره-های تصمیم، نخستین تصمیم که نمودار از آنجا آغاز می‌شود، مربوط به نگهداری یا جایگزینی کمباین برای نخستین سال، از سه سال مورد بررسی است. به عنوان مثال برای سه سال نخست یعنی سال‌های دوم، سوم و چهارم از عمر کمباین‌ها، نخستین تصمیم مربوط به نگهداری یا جایگزینی کمباین دو ساله می‌باشد. این کمباین چنانچه در پایان فصل برداشت نگهداری شود کمباین سه ساله می‌شود. لذا تصمیم بعدی مربوط به کمباین سه ساله است و بایستی برای نگهداری یا جایگزینی کمباین سه ساله بهترین تصمیم گرفته شود. این کمباین نیز پس از پایان برداشت، چنانچه نگهداری شود چهار سال عمر خواهد کرد. در قسمت انتهایی نیز اگر کمباین نگهداری شود کمباین چهار ساله می‌شود و چنانچه تصمیم مناسب در هر یک از این سال‌های مورد بررسی جایگزین کمباین بود، آن سال از عمر کمباین به عنوان بهترین زمان جایگزینی کمباین معرفی شده و ادامه کار متوقف می‌شود. با بررسی دومین درختواره تصمیم، بهترین تصمیم برای سال‌های پنجم، ششم و هفتم از عمر کمباین‌ها به‌دست خواهد آمد. برابر درختواره تصمیم پیشین، چنانچه در این جا نیز تصمیم مناسب جایگزینی کمباین باشد، آن سال به عنوان بهترین زمان جایگزینی معرفی می‌شود. ولی چنانچه تصمیم مناسب نگهداری از کمباین باشد، درختواره تصمیم را برای سه سال سوم از عمر کمباین، یعنی سال‌های نهم، دهم و یازدهم رسم می‌شود. این روند تا جایی ادامه می‌یابد که در سالی از عمر کمباین، بهترین تصمیم جایگزینی کمباین گرفته شود.

در این تحقیق برای کمباین آماده برداشت برای سال آینده، در پایان سال، سه وضعیت متصور می‌شود. وضعیت نخست برای حالتی است که کمباین در حین فعالیت دچار خرابی بسیار کم، وضعیت دوم برای حالتی است که خرابی‌های کمباین میانگین و وضعیت سوم بیانگر حالتی است که کمباین دچار خرابی زیادی شود. همین وضعیت‌ها برای کمباین نو نیز وجود دارد ولی با این تفاوت که کمباین نو قابلیت اطمینان بیشتری نسبت به یک کمباین کارکرده دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

درختواره تصمیم نمودار (۱) نشان دهنده یک درختواره تصمیم دو مرحله‌ای است. نرم‌افزار مورد استفاده برای دستیابی به نتایج مورد نظر، Tree Age است.

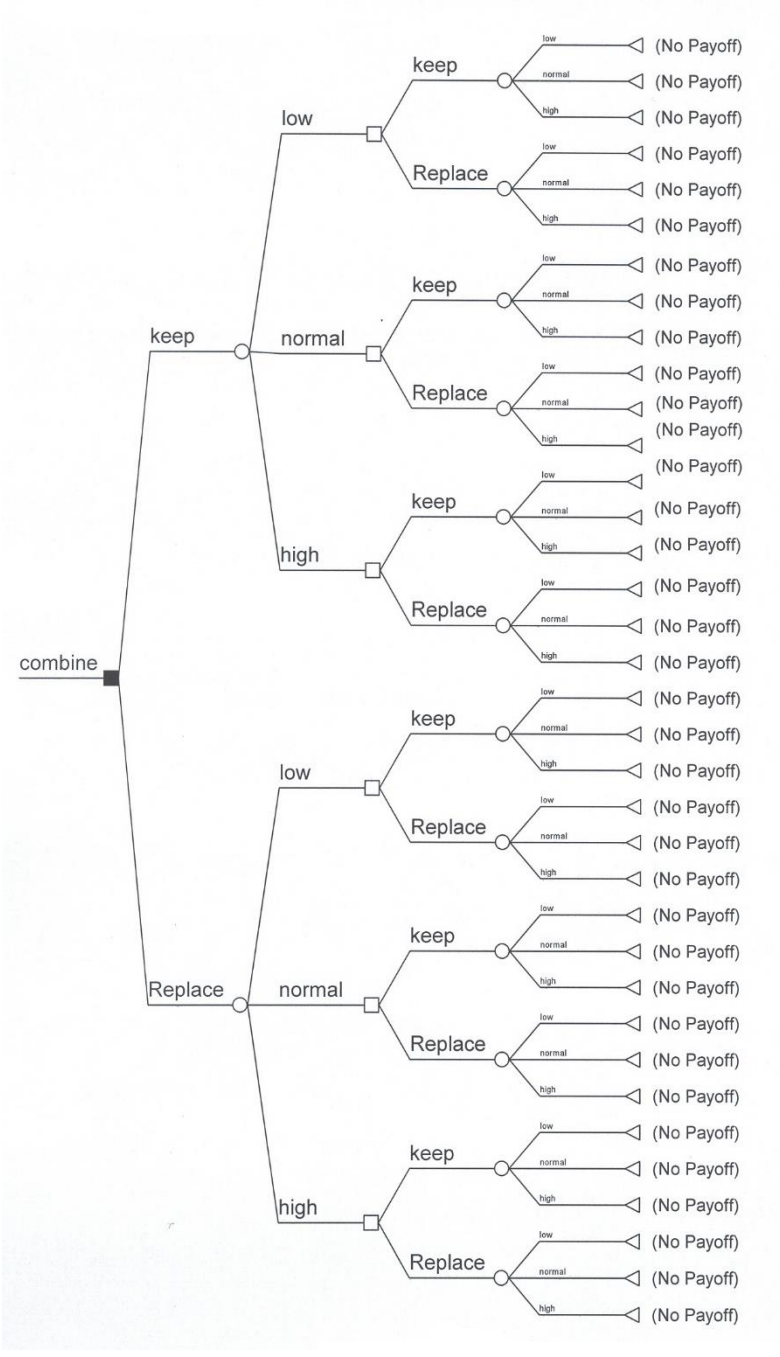
علامت مربع در نمودار (۱) نشان دهنده تصمیم[1] است که در این تحقیق نگهداری یا جایگزینی کمباین می‌باشد. علامت دایره نشان دهند وضعیت‌های احتمالی[2] است که شامل خرابی کمترین، میانگین و بیشترین، در حین برداشت است. در قسمت کاهش هر یک از احتمال‌ها، ارزش احتمال مربوط به همان وضعیت، نوشته خواهد شد. قسمت‌های انتهایی نمودار (۱) که به شکل مثلث می‌باشد، نتایج[3] یا هزینه انتظاری هر تصمیم، با توجه به وضعیت-هایی که کمباین می‌تواند با آن روبه‌رو باشد را نشان می‌دهد. محاسبه هزینه‌های انتظاری از قسمت بالا و سمت راست نمودار درختواره تصمیم آغاز می‌شود. برای این امر شاخه‌هایی که هر یک از نتایج سمت راست درختواره تصمیم را به سمت نخستین تصمیم، در سمت چپ نمودار برساند، دنبال می‌شود. در نهایت با توجه به شاخه مربوطه و هزینه‌هایی که شامل تصمیم‌های آن شاخه و احتمال وضعیت‌های پیش روی هر یک از تصمیم‌ها است، هزینه انتظاری هر نتیجه محاسبه می‌شود. برای مثال با توجه به نمودار (۱) برای نخستین نتیجه بایستی هزینه‌های نگهداری از کمباین چهار ساله هنگامی که هزینه‌های تعمیر آن کمترین باشد، هزینه نگهداری کمباین سه ساله چنانچه هزینه‌های تعمیر آن کمترین باشد و در نهایت هزینه‌های مربوط به نگهداری از کمباین یک و دو ساله، محاسبه گردد.

---

1. Dicision
2. Chance
3. Payoff

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار (۱) درختواره تصمیم چند مرحله‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

برای محاسبه هزینه‌های انتظاری نیاز به پنج هزینه استهلاک، تعمیر، سرویس‌کاری، هزینه روزهای خرابی و هزینه جایگزین کمباین است. این هزینه‌ها برای عمرهای مختلف کمباین‌ها دارای ارزش متفاوتی هستند. به عبارتی عمر کمباین روی ارزش هر یک از این هزینه‌ها اثر گذار می‌باشد. اگر چه میزان هزینه استهلاک به استفاده یا استفاده نکردن از کمباین بستگی ندارد، ولی به تقویم زمانی که کمباین در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد بستگی دارد. برای محاسبه استهلاک چندین روش بیان شده است. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش خطی مستقیم، جمع ارقام سال‌های سودمند، روش موجودی کاهشی، روش وجوه استهلاکی، شمار تولید و مدت عملیات اشاره کرد (سلطانی، ۱۳۸۶).

در این تحقیق استهلاک سالیانه کمباین‌ها از روش موجودی کاهشی[1] و برابر روابط زیر محاسبه می‌شود.

$$D_n = V_n - V_{n+1} \qquad (۹)$$

$$IV_n = P\left(1-\frac{X}{L}\right)^n \qquad (۱۰)$$

$$IV_{n+1} = P\left(1-\frac{X}{L}\right)^{n+1} \qquad (۱۱)$$

Dn، میزان استهلاک در سال محاسبه (سال n ام)؛ IVn، ارزش باقی‌مانده کمباین در پایان سال n ام؛ IVn+1، ارزش باقی‌مانده کمباین در پایان سال؛ n+1X، نسبت استهلاک (عددی بین ۱ تا ۲) و L، فاصله زمانی بین آغاز به کار ماشین و پایان عمر کاری مفروض بر حسب سال است.

با استفاده از معادله‌های (۲) تا (۴)، بر پایه عدد استهلاک ۱/۵ و عمر سودمند ۱۰ سال، ارزش باقی‌مانده کمباین‌ها در آغاز هر سال محاسبه می‌شود. به دلیل آنکه در نمونه آماری برای هر سال از عمر کمباین‌ها، چندین کمباین موجود می‌باشد، میانگین ارزش‌های باقی‌مانده برای کمباین‌های آن سال، به‌عنوان ارزش باقی‌مانده آن سال از عمر کمباین‌ها در نظر گرفته شد که تفاوت آن با ارزش باقی‌مانده سال بعد، استهلاک سالیانه را به‌دست آورد. هزینه‌های تعمیر شامل هزینه‌های جایگزینی قطعه‌های فرسوده و خراب شده از کمباین که به دلیل خرابی و استهلاک قابل استفاده نمی‌باشند، هزینه تعمیر قطعات خراب شده قابل تعمیر و دستمزد

[1]. Declining balance method (DB)

www.SID.ir

Archive of SID

تعمیرکار می‌باشد. هزینه سرویس‌کاری هزینه‌ای است که کمباین‌دار هر سال پس از پایان فصل برداشت و پیش از آغاز فصل برداشت آینده، صرف تعمیر و سرویس کمباین خود می‌کند. هزینه روزهای خرابی برای هر کمباین، برابر با درآمد شمار روزهای از دست رفته‌ای است که کمباین‌دار به علت خرابی کمباین خود قادر به برداشت نبوده است. جمع این چهار هزینه برای هر کمباین، هزینه سالیانه‌ای است که مالک کمباین با نگهداری از کمباین خود متحمل می-شود را نشان می‌دهد. هزینه جایگزین کمباین، برابر با جمع این چهار هزینه برای کمباین نو و هزینه جایگزین کمباین می‌باشد. برای محاسبه هزینه جایگزینی کمباین‌ها، ارزش خرید کمباین نو در سال ۱۳۸۵ که برابر ۳۴۰ میلیون[۱] ریال بود، از ارزش کنونی کمباین‌ها کسر شد تا هزینه جایگزینی کمباین‌ها محاسبه شود. نکته قابل یادآوری دیگر برای محاسبه هزینه‌های کمباین‌ها این است که به دلیل آنکه برای هر سال از عمر کمباین‌ها چند کمباین موجود است، میانگین هر یک از هزینه‌ها برای هر سال از عمر کمباین‌ها، به‌عنوان هزینه آن سال از عمر کمباین‌ها در نظر گرفته شد. همچنین در پایان همه‌ی هزینه‌های محاسبه شده برای هرسال از عمر کمباین‌ها را به میانگین ساعات کار مفید همان سال از عمر کمباین‌ها تقسیم می‌شود تا تمامی هزینه‌ها برای هر ساعت از فعالیت کمباین‌ها محاسبه شود.

محاسبه احتمال خرابی کمباین‌ها دشوارترین اقدام برای انجام این تحقیق بود. برای محاسبه احتمال خرابی کمباین‌ها نیاز به اطلاعات خرابی یک کمباین برای همه سال‌های عمر آن است. این در صورتی است که در عمل دستیابی به چنین اطلاعاتی بسیار دشوار می‌باشد. احتمال خرابی کمباین‌ها بر پایه اطلاعات هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌ها به‌دست می‌آید. برای این امر اطلاعات هزینه‌های تعمیر کمباین برای سال زراعی فعلی و دو سال زراعی گذشته، از کمباین‌داران پرسیده شد. به عبارتی به دلیل آنکه تصمیم‌گیری در مورد نگهداری یا جایگزینی کمباین برای هر سه سال از عمر آن صورت می‌گیرد، نیاز به احتمال خرابی برای سه متوالی از آنها بود. لذا برای این امر اطلاعات هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌ها برای سه سال متوالی از عمر آنها گردآوری شد. با تقسیم هر یک از این هزینه‌های کمباین بر کل ساعت‌های کارکرد همان کمباین، میزان این هزینه برای هر ساعت کار محاسبه شد. در ادامه، این هزینه‌ها به سه دسته قیمت بیشترین، میانگین و کمترین، طبقه‌بندی شدند. دسته اول مربوط به هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمترین از ۰ تا ۲۵۰۰ ریال، دسته دوم هزینه‌های تعمیر میانگین از ۲۵۰۰ تا

---

[۱]. تعاونی کمباین‌داران استان فارس

www.SID.ir

Archive of SID

۵۰۰۰ ریال و دسته سوم هزینه‌های تعمیر و نگهداری بیشترین از ۵۰۰۰ ریال در هر ساعت فعالیت به بالا بودند. حال به دلیل آنکه در هر سال از عمر کمباین چندین فراوانی موجود بود، با تقسیم شمار فراوانی کمباین هر دسته از میزان هزینه‌های تعمیر و نگهداری بر شمار کمباین‌های آن گروه سنی، احتمال خرابی برای هر وضعیت به‌دست آمد. لازم به یادآوری است به دلیل اینکه هزینه‌های تعمیر و نگهداری و روزهای خرابی نیز بستگی به وضعیت‌های پیش روی کمباین دارد، محاسبه این هزینه‌ها نیز برای سه وضعیت بیشترین، میانگین و کمترین خرابی صورت گرفت. دلیل آن نیز این بود که این دو هزینه وابسته به خرابی کمباین‌ها هستند و برای خرابی‌های مختلف از کمباین، این هزینه‌ها متفاوت می‌باشند. برای دسته بندی این دو هزینه نیز هزینه‌های تعمیر و نگهداری و روزهای خرابی از ۰ تا ۲۵۰۰ ریال در هر ساعت فعالیت در دسته اول، از ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ ریال در هر ساعت فعالیت در دسته دوم و از ۵۰۰۰ ریال در هر ساعت فعالیت به بالا در دسته سوم گنجانده شد.

نتایج و بحث

نخستین درختواره تصمیمی که برای تعیین بهترین تصمیم مورد بررسی قرار گرفت، درختواره تصمیم سال‌های دوم، سوم و چهارم از عمر کمباین‌ها بود. نتایج نشان داد نگهداری از کمباین بهترین تصمیم می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از حل درختواره‌های تصمیم سه سال دوم (پنجم، ششم و هفتم) سوم (هشتم، نهم و دهم)، چهارم (یازدهم، دوازدهم و سیزدهم) و پنجم (چهاردهم، پانزدهم و شانزدهم) نیز بهترین تصمیم را، نگهداری از کمباین نشان دادند. در نهایت نتایج ششمین درختواره تصمیم (هفدهم، هجدهم و نوزدهم) از عمر کمباین‌ها نشان داد پایان سال هفدهم از عمر کمباین، بهترین زمان برای جایگزینی کمباین فرسوده با نو می‌باشد. جدول (۱) نشان دهنده هزینه‌های استهلاک، سرویس‌کاری و جایگزینی کمباین برای هر ساعت فعالیت برای سال‌های مختلف از عمر کمباین است. جدول (۲) نشان دهنده هزینه روزهای خرابی و هزینه تعمیر و نگهداری، جدول (۳) نشان دهنده احتمال خرابی کمباین و جدول (۴) بیانگر نتایج به‌دست آمده از حل درختواره تصمیم برای سه سال ششم (هفدهم، هجدهم و نوزدهم) از عمر کمباین می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱) هزینه سرویس‌کاری، استهلاک سالیانه و جایگزینی کمباین‌ها

عمر کمباین (سال)	فعالیت تجمعی (ساعت)	هزینه سرویس‌کاری در هر ساعت (ریال)	استهلاک سالیانه در هر ساعت (ریال)	هزینه جایگزینی در هر ساعت (ریال)
۱	۱,۴۱۰/۰۰	۷,۰۹۲	۲۲,۵۲۰	۱۰۴,۹۶۵
۲	۲,۸۷۰/۰۰	۶,۸۴۹	۱۵,۳۵۳	۱۰۹,۵۸۹
۳	۴,۰۱۳/۷۵	۸,۷۴۳	۱۶,۲۵۹	۱۲۲,۵۹۰
۴	۵,۰۱۵/۴۲	۹,۹۸۳	۱۶,۲۵۷	۱۸۹,۶۸۴
۵	۶,۱۷۹/۹۲	۹,۱۶۰	۸,۹۵۵	۱۶۶,۰۲۳
۶	۷,۶۷۴/۰۸	۷,۳۶۲	۵,۹۰۶	۱۳۲,۷۳۸
۷	۸,۷۵۰/۳۳	۱۱,۶۱۴	۵,۲۱۲	۱۹۵,۱۲۲
۸	۹,۹۱۲/۸۳	۱۱,۶۱۳	۴,۵۵۸	۱۸۴,۹۴۶
۹	۱۱,۲۴۲/۸۳	۱۰,۵۲۶	۲,۹۹۸	۱۷۲,۹۳۲
۱۰	۱۲,۳۸۲/۸۳	۱۲,۵۷۳	۳,۰۰۹	۱۹۸,۸۳۰
۱۱	۱۳,۷۷۶/۴۰	۱۰,۷۶۴	۲,۰۴۳	۱۶۱,۷۶۳
۱۲	۱۴,۹۵۲/۵۲	۱۳,۵۱۰	۱,۶۹۱	۱۹۰,۸۳۶
۱۳	۱۶,۰۷۶/۰۹	۱۵,۶۳۹	۱,۸۱۷	۱۹۷,۰۷۶
۱۴	۱۷,۴۲۳/۹۴	۱۳,۵۶۷	۱,۱۸۲	۱۷۶,۵۷۷
۱۵	۱۸,۷۸۶/۴۴	۱۳,۴۵۶	۸۵۸	۱۷۴,۹۲۴
۱۶	۲۰,۰۴۵/۵۴	۱۵,۸۸۴	۸۵۶	۱۸۹,۸۹۲
۱۷	۲۱,۲۹۱/۲۲	۱۶,۰۵۵	۷۰۳	۱۹۸,۸۶۹
۱۸	۲۲,۷۱۱/۲۲	۱۴,۰۸۵	۴۵۸	۱۸۰,۷۵۱
۱۹	۲۴,۰۳۱/۲۲	۱۵,۱۵۲	۴۶۲	۱۸۵,۶۰۶
۲۰	۲۵,۱۱۴/۲۲	۱۸,۴۶۷	۴۳۳	۲۴۴,۶۹۱
۲۱	۲۶,۴۱۹/۹۳	۱۵,۳۱۷	۲۲۶	۲۰۵,۶۸۹
۲۲	۲۷,۶۸۱/۹۳	۱۵,۸۴۸	۲۴۴	۲۰۹,۵۸۸
۲۳	۲۸,۹۵۵/۹۳	۱۵,۶۹۹	۲۴۵	۲۱۳,۵۰۱
۲۴	۳۰,۵۲۳/۴۳	۱۲,۷۵۹	۸۴	۱۷۳,۸۴۴
۲۵	۳۱,۸۰۳/۴۳	۱۵,۶۲۵	۵۱	۲۱۴,۸۴۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۲) هزینه تعمیر و نگهداری و روزهای خرابی برای سه سال ششم از عمر کمباین

عمر کمباین (سال)	وضعیت کمباین (خرابی)	هزینه تعمیر و نگهداری در هر ساعت (ریال)	هزینه روزهای خرابی در هر ساعت (ریال)
هفدهم	کمترین	۲۳۸۲	۱۴۲۹
	میانگین	۳۸۱۹	۳۸۹۵
	بیشترین	۷۳۲۰	۱۵۰۵۰
هجدهم	کمترین	۲۴۸۵	۲۰۵۴
	میانگین	۳۷۲۲	۳۹۰۶
	بیشترین	۷۵۹۲	۱۷۵۲۶
نوزدهم	کمترین	۲۴۵۰	۱۹۴۵
	میانگین	۴۷۵۶	۴۲۱۳
	بیشترین	۸۲۰۰	۱۸۵۶۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۳) احتمال وضعیت‌های خرابی کمباین برای سه سال ششم از عمر آن

عمر کمباین	وضعیت کمباین	احتمال کمترین	خرابی	احتمال میانگین	خرابی	احتمال بیشترین	خرابی
سال هفدهم		۰/۱۱		۰/۴۹		۰/۴۰	
سال هجدهم	خرابی کمترین	۰/۱۱		۰/۴۹		۰/۴۰	
	خرابی میانگین	۰/۱۰		۰/۴۸		۰/۴۲	
	خرابی بیشترین	۰/۱۰		۰/۴۶		۰/۴۴	
سال نوزدهم	خرابی کمترین، کمترین	۰/۱۰		۰/۴۵		۰/۴۵	
	خرابی کمترین، میانگین	۰/۰۹		۰/۴۶		۰/۴۵	
	خرابی کمترین، بیشترین	۰/۰۹		۰/۴۳		۰/۴۸	
	خرابی میانگین، کمترین	۰/۰۹		۰/۴۳		۰/۴۸	
	خرابی میانگین، میانگین	۰/۰۹		۰/۴۱		۰/۵۰	
	خرابی میانگین، بیشترین	۰/۰۸		۰/۴۰		۰/۵۲	
	خرابی بیشترین، کمترین	۰/۰۹		۰/۳۶		۰/۵۵	
	خرابی بیشترین، میانگین	۰/۰۸		۰/۳۷		۰/۵۵	
	خرابی بیشترین، بیشترین	۰/۰۷		۰/۳۳		۰/۶۰	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول(۴) نتایج حل ششمین درختواره تصمیم سه سال ششم از عمر کمباین‌ها (هفدهم، هجدهم، نوزدهم)

عمر کمباین	تصمیم گزینش شده	وضعیت کمباین	احتمال خرابی	هزینه انتظاری
سال هفدهم	جایگزینی			۱۹۱۶۱۰
سال هجدهم	نگهداری	خرابی کمترین		۱۹۰۷۶۴
		خرابی میانگین		۱۹۴۹۹۴
		خرابی بیشترین		۱۹۳۹۸۳
سال نوزدهم	نگهداری	خرابی کمترین، خرابی کمترین	۰/۶۲۴	۱۹۰۱۴۰
		خرابی کمترین، خرابی میانگین	۰/۱۷۶	۱۹۲۹۷۹
		خرابی کمترین، خرابی بیشترین	۰	۱۹۱۸۶۸
		خرابی میانگین، خرابی کمترین	۰/۱۵	۱۹۴۲۹۵
		خرابی میانگین، خرابی میانگین	۰/۰۵	۱۹۷۰۹۳
		خرابی میانگین، خرابی بیشترین	۰	۱۹۶۰۲۲
		خرابی بیشترین، خرابی کمترین	۰	۱۹۳۳۵۸
		خرابی بیشترین، خرابی میانگین	۰	۱۹۶۱۹۷
		خرابی بیشترین، خرابی بیشترین	۰	۱۹۵۸۰۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جایگزینی کمباین در سال هفدهم و نگهداری کمباین در دو سال بعد بهترین تصمیم‌هایی است که برای این درختواره تصمیم ارائه شد. به عبارتی بهترین زمان برای جایگزینی کمباین-های جاندیر ۹۵۵ متداول در استان فارس، پایان سال هفدهم است. فعالیت تجمعی بهینه در سال هفدهم از عمر کمباین‌ها برابر با ۲۰۰۴۵ ساعت می‌باشد. هزینه انتظاری ناشی از جایگزینی کمباین در سال هفدهم برابر با ۱۹۱۶۱۰ ریال در هر ساعت فعالیت است. دیگر هزینه‌های انتظاری در جدول (۴) مربوط به هزینه‌های انتظاری است که کمباین‌دار برای نگهداری کمباین نو در طی دو سال آینده متحمل می‌شود. هزینه انتظاری مربوط به سال هفدهم برابر تصمیم جایگزین کمباین برابر با جمع کل هزینه‌های نگهداری از کمباین تا آغاز سال هفدهم و هزینه مربوط به جایگزینی کمباین در سال هفدهم است. توجه شود در این سال از عمر کمباین، هزینه انتظاری نگهداری از کمباین در مقایسه با هزینه انتظاری جایگزینی کمباین و با توجه به احتمال‌های مربوط به وضعیت‌های هر یک از تصمیم‌ها، بیشتر می‌باشد. بنابراین برای سال هفدهم از عمر کمباین‌ها بهترین تصمیم، جایگزینی کمباین فرسوده با نو می‌باشد.

چنانچه از جدول مربوط به هزینه‌های روزهای خرابی و تعمیر و نگهداری دیده می‌شود، با بالا رفتن عمر و ساعت‌های کارکرد تجمعی کمباین‌ها، هزینه‌های تعمیر و روزهای خرابی کمباین‌ها نیز بالا می‌رود. احتمال خرابی نیز نشان می‌دهد مقادیر این احتمال‌ها با عمر و ساعت‌های کارکرد تجمعی کمباین‌ها رابطه مستقیم دارد. میزان احتمال خرابی بیشترین در سال اول از عمر کمباین‌ها برابر ۰ و برای سال نوزدهم برابر با ۰/۴۵ تا ۰/۶۰ می‌باشد. مقدار احتمال خرابی کمترین در سال اول از عمر کمباین‌ها برابر با ۰/۸۰ است که این میزان برای سال نوزدهم برابر با ۰/۱۰ تا ۰/۰۷ است. بنابراین می‌توان بیان کرد با افزایش عمر و ساعات کارکرد تجمعی کمباین‌ها، خرابی و کل هزینه‌های متغیر آنها نیز افزایش می‌یابد.

همان‌طور که عنوان شد با افزایش عمر و ساعت‌های کارکرد تجمعی کمباین‌ها خرابی و در نتیجه هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌ها نیز افزایش می‌یابد. از سویی بیشترین عاملی که روی زمان جایگزینی کمباین‌ها اثرگذار است، خرابی و هزینه‌های تعمیر و نگهداری آنها می-باشد. علت این امر نیز فرسودگی و خرابی کمباین‌ها در اثر کار فراوان آنها خواهد بود. بنابراین انجام اموری به‌منظور کاهش خرابی کمباین‌ها از جمله راه‌کارهایی است که می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و در نتیجه تحمیل هزینه به کمباین‌داران شود.

www.SID.ir

Archive of SID

کمباین‌داران هشت عامل را برای به کمینه رساندن خرابی کمباین‌های خود سودمند و مؤثر می‌دانستند. نزدیک به ۶۰ درصد از کمباین‌داران، سرویس‌کاری مناسب پیش از آغاز فصل برداشت و استفاده از قطعه‌های با کیفیت بالا برای ساخت کمباین نو و تعمیر کمباین کارکرده را، دو راه‌کار مناسب برای به کمینه رساندن خرابی کمباین ذکر کردند. جدول (۵) توزیع کمباین‌داران را بر پایه راهکارهایی که به باور آنان موجب به کمینه رسیدن خرابی‌های کمباین می‌شود را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که شماری از کمباین‌داران چند راه‌کار را برای کمینه رساندن خرابی کمباین ذکر کردند.

جدول(۵) توزیع کمباین‌داران بر پایه راه‌های کمینه کردن خرابی کمباین

راه کمینه شدن خرابی کمباین ها	شمار کمباین‌داران	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
سرویس کاری مناسب	۱۲۷	۳۷/۱	۳۷/۱
استفاده از قطعه‌های مناسب و با کیفیت بالا	۷۴	۲۱/۶	۵۸/۸
استفاده از راننده ماهر	۳۶	۱۰/۵	۶۹/۳
تعمیرکار با تجربه	۳۸	۱۱/۱	۸۰/۴
استفاده از کمباین نو	۴۲	۱۲/۳	۹۲/۷
داشتن پارکینگ مناسب	۱	۰/۳	۹۳/۰
برداشت در زمین مناسب	۱۰	۲/۹	۹۵/۹
میزان فعالیت مناسب برای یک سال زراعی	۱۴	۴/۱	۱۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همچنین در هنگام تکمیل پرسشنامه‌ها سؤالاتی در خصوص چگونگی تأثیر عواملی مانند عمرکمباین، محصول برداشتی، نوع زمین زراعی، مدیریت و همراهی کمباین‌دار با کمباین در هنگام برداشت و مهارت راننده، روی خرابی‌های کمباین و میزان فعالیت بهینه در یک سال زراعی از کمباین‌داران پرسیده شد. برای ثبت نظر کمباین‌داران در زمینه تأثیر عوامل مهارت راننده، مدیریت مناسب و همراهی صاحب کمباین با کمباین در فصل برداشت، بر خرابی‌های کمباین، چهار پاسخ کم، میانگین، زیاد و خیلی زیاد ارائه شد تا از این راه درجه اهمیت این عوامل روی خرابی کمباین‌ها مشخص شود.

در مورد رابطه عمر کمباین با خرابی‌های آن، ۱۲۵ کمباین‌دار رابطه مثبتی بین این دو متصور بودند. به باور این عده از مالکان با افزایش عمر کمباین‌ها، خرابی آنها نیز افزایش می‌یابد. این

www.SID.ir

Archive of SID

در حالی بود که ۳۵ کمباین‌دار رابطه‌ای میان عمر کمباین و میزان خرابی آنها قائل نبودند. محصولات ذرت، شلتوک و گندم آبی محصولاتی بودند که به باور کمباین‌داران برداشت آنها روی خرابی کمباین تأثیر بسزایی می‌تواند داشته باشد. بنابر نظر کمباین‌داران، به‌طور کل برداشت محصولاتی که به‌صورت آبی کشت شوند، روی خرابی‌های کمباین تأثیر زیادتری می‌تواند داشته باشد. رابطه نوع زمین و خرابی کمباین پرسش دیگری بود که از کمباین‌داران خواسته شد، پاسخ‌دهند. ۵ نوع زمین کرت بندی (دارای حد و بست)، سنگلاخی و کوهستانی، ناهموار، زمین محصولات آبی و زمینی که علف فراوان داشته باشد، اراضی هستند که به باور کمباین‌داران برداشت در آنها خرابی کمباین را افزایش می‌دهد. نزدیک به ۳۰ درصد از کمباین‌داران اراضی مربوط به محصولاتی که به‌صورت آبی کشت می‌شوند و بیش از ۵۷ درصد از آنان، برداشت در اراضی ناهموار، کوهستانی و سنگلاخی را روی خرابی کمباین مؤثر می‌دانستند. همه‌ی کمباین‌داران موجود در نمونه آماری، در فصل برداشت همراه کمباین خود بودند. ۱۵۵ نفر از این کمباین‌داران تأثیر همراهی مالکان را روی نوع و میزان خرابی‌های آن در حین برداشت خیلی زیاد و ۵ نفر باقی‌مانده اثر این عامل را زیاد می‌دانستند. در پرسش دیگری سعی شد تا شدت تأثیر مهارت راننده روی خرابی کمباین مورد بررسی قرار گیرد. ۱۴۷ کمباین‌دار تأثیر این عامل روی خرابی را خیلی زیاد ۸ نفر زیاد و ۵ نفر میانگین می‌دانستند. در زمینه میزان فعالیت بهینه کمباین‌داران بایستی یادآوری شود که نزدیک به ۶۵ درصد از کمباین‌داران به دلیل محدودیت‌های مالی، توجهی به میزان فعالیت بهینه نداشته و برای برداشت هیچ حدی را در نظر نمی گرفتند که این امر نشان می دهد ساعت‌های فعالیت کمباین‌داران در اغلب موارد بهینه نمی‌باشد.

علت نزدیک بودن بهترین زمان جایگزینی در شرایط حتمیت و عمر اقتصادی بدون در نظر گرفتن عدم حتمیت را می‌توان مربوط به دلایل یاد شده در بالا برای کاهش خرابی و هزینه‌های تعمیر و نگهداری دانست. به عبارتی می‌توان بیان داشت کمباین‌داران با انجام اموری مانند سرویس‌کاری مناسب پیش از آغاز برداشت، استفاده از راننده ماهر و تعمیر کار با تجربه و همراهی با کمباین در فصل برداشت، سعی در کنترل هزینه‌های تعمیر و نگهداری کمباین‌ها برای رساندن آن به کمترین میزان می‌کنند. در نتیجه این امر تفاوت زیادی میان هزینه‌ها و در نتیجه عمر اقتصادی کمباین‌ها در دو روش عدم حتمیت و حتمیت بوجود نخواهد آمد و فرضیه سوم از فرضیه‌های پیشنهاد شده رد می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

بهترین سال جایگزینی کمباین‌ها با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویای احتمالی، تا حدودی با آنچه که کمباین‌داران در زمینه عمر سودمند کمباین اظهار کرده بودند متفاوت می‌باشد. ۳۰ درصد از نمونه مورد بررسی، عمر سودمند کمباین را بین پانزده تا بیست سال بیان کرده بودند و نزدیک به ۷۰ درصد از کمباین‌داران تا پایان سال دوازدهم از عمر کمباین را بهترین زمان برای جایگزین آنها ذکر کرده بودند. بنابراین می‌توان بیان داشت تنها ۳۰ درصد از نمونه آماری عمر سودمند کمباین را برابر با نتایج این چهار روش تعیین عمر اقتصادی می‌دانستند. جدول (۶) دیدگاه کمباین‌داران را بر پایه عمر سودمند بیان شده از سوی آنها، نشان می‌دهد.

جدول (۶) توزیع کمباین‌داران بر پایه عمر سودمند کمباین از دیدگاه آنها

عمر سودمند (سال)	شمار کمباین داران	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
۵	۳۹	۲۴/۲	۲۴/۴
۸	۱۵	۹/۴	۳۳/۶
۱۰	۴۲	۲۶/۳	۵۹/۹
۱۲	۱۳	۸/۱	۶۸
۱۵	۲۸	۱۷/۵	۸۵/۵
۱۷	۷	۴/۴	۸۹/۹
۲۰	۱۰	۶/۳	۹۶/۲
۳۰	۲	۱/۳	۹۷/۵
بیشتر از ۳۰ سال	۴	۲/۵	۱۰۰
جمع	۱۶۰	۱۰۰	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نکته جالب در مورد عمر سودمند بیان شده از سوی کمباین‌داران، این بود که ۱۱۳ کمباین‌دار، عمر سودمند عنوان شده را رعایت نمی‌کردند. از این شمار ۹۶ کمباین‌دار نداشتن سرمایه کافی و تسهیلات نامناسب را علت این امر می‌دانستند. قیمت بالای کمباین نو و عدم توانایی مالی نیز پاسخی بود که ۷۸ درصد و ارائه نشدن تسهیلات مناسب برای خرید کمباین نو، علت ۸ درصد از کمباین‌داران برای عدم رعایت عمر سودمند کمباین است. به عبارتی این عده از کمباین‌داران اگر چه به رعایت عمر سودمند کمباین‌ها و جایگزینی به هنگام کمباین‌های فرسوده با نو راغب

www.SID.ir

Archive of SID

بودند، ولی محدودیت‌های مالی، ارائه نشدن تسهیلات مناسب و بالا بودن قیمت کمباین‌ها را علت این امر می‌دانستند. جدول (۷) توزیع کمباین‌داران بر پایه دلایل عدم رعایت عمر سودمند از سوی آنها را نشان می‌دهد.

جدول (۷) توزیع کمباین‌داران بر پایه دلایل عدم رعایت عمر سودمند از سوی آنها

علت عدم رعایت عمر سودمند	شمار کمباین‌داران	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
نداشتن سرمایه کافی	۸۸	۷۷/۹	۷۷/۹
ارائه نشدن وام و تسهیلات مناسب	۸	۷/۱	۸۵/۰
یکسان بودن هزینه‌های کمباین نو و دست دوم	۹	۸/۰	۹۲/۹
یکسان شدن هزینه‌های کمباین با انجام سرویس کاری مناسب	۸	۷/۰	۱۰۰
جمع	۱۱۳	۱۰۰	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بهترین زمان جایگزینی کمباین در شرایط عدم حتمیت برابر با سال هفدهم از عمر کمباین بود. چنانچه سیاست وزارت جهاد کشاورزی بالا بردن ضریب بهره‌وری کمباین‌ها و در نتیجه کاهش در ضایعات برداشت، کاهش خرابی و هزینه‌های ناشی از آن باشد، از رده خارج ساختن ماشین‌های برداشت فرسوده و جایگزینی آن با ماشین‌های نو بهترین راه‌کار برای رسیدن به این هدف است. این درصورتی بود که اغلب کمباین‌داران توانایی مالی برای خرید کمباین نو را نداشتند. لذا می‌بایستی با ارائه تسهیلات مناسب، کاهش قیمت کمباین نو واستفاده از قطعه-های با کیفیت بالا در ساخت کمباین نو شرایط مناسبی برای خرید کمباین نو فراهم شود.

در این زمینه نیز از سوی کمباین‌داران پیشنهادهایی ارائه شد. بدین گونه که، استفاده از تجهیزات و قطعه‌های با کیفیت بالا در ساخت کمباین و در اختیار گذاشتن چنین قطعه‌هایی برای کمباین‌داران جهت تعمیر کمباین، ارتقای سطح دانش فنی و مهارت رانندگان کنونی، آموزش تخصصی رانندگان و تعمیرکارهای کمباین، تشویق هر چه بیشتر کمباین داران به سرویس کاری مناسب و آماده سازی کمباین پیش از آغاز فصل برداشت، می‌بایستی مورد توجه

www.SID.ir

Archive of SID

متولیان امر قرار گیرد و برای کاهش خرابی و پایین آوردن قیمت کمباین نو و ارائه تسهیلات مناسب با کارمزد و بهره کم به منظور خرید کمباین نو، مورد تأکید کمباین‌داران می‌باشد.
این اقدام‌ها را می‌توان با نظارت پیوسته بر کار کمباین‌ها در مزارع توسط بخش خصوصی، از راه انعقاد قرارداد با وزارت جهاد کشاورزی و ارایه گزارش به نهاد مربوط در زمینه نظارت‌های انجام یافته، توجه و لزوم همکاری تشکل‌های کمباین‌داران با وزارت جهاد کشاورزی و عوامل اجرایی به منظور انجام نظارت و حمایت‌های لازم، برگزاری کلاس‌هایی برای بالا بردن آگاهی کمباین-داران و مهارت رانندگان با زیر نظر گرفتن دقیق این کلاس‌ها برای رسیدن به هدف‌های مورد نظر به انجام رساند.

منابع

سلطانی، غ. ر.، (۱۳۸۷). اقتصاد مهندسی، چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه شیراز.

شیفر، ر.، مندنهال، و. و اوت، ل. (۱۳۸۵). مقدمه‌ای بر بررسی‌های نمونه‌ای، ترجمه ن.ر.ارقامی، د.سنجری، ه.بزرگ‌نیا، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

ASAE Standards. (2000). EP496, Agricultural Machinery Management Engineering Practice.

Beak, J. G. (2007). An intelligent condition – based maintenance scheduling model, *Journal of Quality and Reliability Management, 24, (3): 312 – 327.*

Bean, J., J., Lohmann, and R. Smith. (1985). A dynamic infinite horizon replacement economy decision model, *The Engineering Economist, 30: 99 - 120.*

Bellman, R. (1955). Equipment replacement policy, *Journal of the Society for the Industrial Applications of Mathematics, 3: 133 – 136.*

Brown, M. (1993). A mean-variance serial replacement decision model: the correlated case, *The Engineering Economist, 38, (3): 237 - 247.*

Edwards, W. (2007). Replacement strategies for farm machinery, *Extension Economist, Iowa State University.*

Hardaker, J. B., R. B., Huirne, J. R., Anderson and G. Lien. (2004). Coping with risk in agricultural, *Second edition, CABI publishing.*

Hartman, J. C. (2001). An economic replacement model with probabilistic asset utilization, *IIE transactions, 33: 717 – 727.*

www.SID.ir

Archive of SID

Hartman, J. C. (2004). Multiple asset replacement analysis under variable utilization and stochastic demand, *European Journal of Operation Research, 159: 145 – 165.*

Hartman, J., and J. Rogers. (2005). Dynamic programming approaches for equipment replacement problems with continuous technological change, *IMA Journal of Management Advance: 1 – 16.*

Hearnes, W. (1995). Modeling with possibilistic uncertainty in the single asset replacement problem, *in 2nd Annual Joint Conference on Information Sciences Proceedings, Wrightsville Beach, NC: 552 - 555.*

Hritonenko, N., and Y. Yatsenko. (2008). The dynamic of asset lifetime under technological change, *Operations Research Letters, 36: 565 – 568.*

Hunt, D. R. (2001). Farm power and machinery management, *Tenth Edition, Iowa State University Press, Ames, USA.*

Khoubbakht, G. M., M., Ahmadi, A., Akram, and M. Karami. (2008). Determination of optimum life (economic life) for Mf285 Tractor: A case study in center region of Iran, American – *Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science, 4, (1): 81 – 85.*

Kitsopanidis, G., E., Mygdakos, and T. Gemtos. (2005). Optimum replacement time for cotton pickers in Greece, *Agricultural Economics Review, 6: 54 – 63.*

Lohmann, J. (1986). A stochastic replacement economic decision Model, *IIE Transactions, 18: 182 - 194.*

Makis, V., and X. Jiang. (2002). Optimal replacement under partial observations, *Mathematics of Operations Research: 1- 13.*

Oakford, R., J., Lohmann, and A. Salazar. (1984). A dynamic replacement economy decision model, *IIE Transactions, 16: 65 - 72.*

Peterson, C. L., and J.H. Milligan. (1976). Economic life analysis for machinery replacement decision, *Transaction of the ASAE, 19, (5): 819 – 824.*

Russell, C., J. R., Philibrik, and P. K. Kitanidis. (2001). Improved dynamic programming methods for optimal control of lumped – parameter stochastic system, *Journal of Operation Research, 49, (3): 398 – 412*

www.SID.ir