نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

انتخاب کمباین مخصوص برنج با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

سید حسین پیمان[1*]، امیر رهبر[2]

۱- استادیار گروه مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

*ایمیل مکاتبه‌کننده: Payman4747@yahoo.com

چکیده:

واردات کمباین‌های مخصوص برنج به کشور در سال‌های اخیر بدون توجه به نیاز کشور صورت گرفته است. ارزیابی کمباین‌ها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسه مراتبی به وسیله نرم‌افزار Expert Choice صورت گرفت. معیارهای اصلی و فرعی و نحوه اولویت‌بندی و وزن‌دهی این معیارها با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه حضوری با متخصصین و کارشناسان خبره در این زمینه صورت گرفت. معیارهای اصلی مشخصات عملکردی (ظرفیت مزرعه‌ای، بازده مزرعه‌ای، بکسواد، عرض موثر شانه برش، ظرفیت مخزن دانه، مصرف سوخت و میزان تغذیه کل مواد)، ایمنی (شدت صوت نزدیک کابین راننده، شدت صوت نزدیک موتور و علائم ایمنی و الزامات ایمنی)، تلفات دماغه و کوبنده (درصد تلفات دماغه، دانه‌های جدا شده داخل کاه، دانه‌های کوبیده نشده و تلفات غربال) وتلفات دانه‌های موجود در مخزن (درصد علف هرز، کاه و پوشال، دانه‌های شکسته، دانه‌های پوست کنده، دانه‌های پوک و دانه‌های ترک‌دار) بودند. نتایج نشان داد از نظر شاخص مشخصات عملکردی کمباین مدل 4LZ-2.5A مناسب‌ترین کمباین‌های می‌باشد. کمباین مدل 4LZ-2.0T با وزن ۳۰/٤ درصد از نظر معیار تلفات دماغه و کوبنده در رتبه اول قرار گرفت. کمباین‌های مدل 4LZ-2.5A و ICR 20 با وزن ۲۰ درصد از نظر معیار تلفات مخزن به صورت مشترک در رتبه اول کمباین‌های مورد بررسی قرار گرفتند. کمباین مدل 4LZ-2.5A با وزن ۱۹/۲ درصد از نظر تمام شاخص‌های مورد بررسی به عنوان مناسب‌ترین کمباین در میان کمباین‌های مورد بررسی معرفی شد. نرخ ناسازگاری کلی سیستم ارزیابی کمباین‌های برنج ۰/۰۳ محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: بکسواد، نرخ ناسازگاری، تلفات، شدت صوت، ظرفیت مزرعه‌ای

مقدمه

واردات کمباین‌های مختلف مخصوص برنج به کشور در سال‌های اخیر بدون توجه به جنبه‌های عملکردی و اقتصادی و اجتماعی صورت گرفته است. این کمباین‌ها به وسیله کشاورزان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کشاورزان برای خرید کمباین عمدتاً بدون در نظر گرفتن شرایط و مشخصات کمباین و نیاز خود و بدون آگاهی اقدام به خرید کمباین می‌کنند. با توجه به این‌که شاخص‌های گوناگون و نامتجانس و یا اهداف مختلف در انجام ارزیابی و انتخاب گزینه مناسب در پیش روی یک مدیر است، تصمیم‌گیری درست و مناسب امری پیچیده و مشکل محسوب می‌شود. محاسبات پیچیده مورد نیاز برای روش‌های اقتصادی به دلیل تفاوت در نوع و جنس شاخص‌های تصمیم‌گیری از سویی دیگر، استفاده از روش‌های موجود را برای این نوع تصمیم‌گیری‌های چند معیاره دشوار کرده است. به همین دلیل روش تصمیم‌گیری چند معیاره در کشاورزی هم نفوذ کرده و مورد استفاده قرار گرفته است. در هر مساله تصمیم‌سازی، فضای تصمیم‌سازی به صورت پیوسته یا گسسته است. هم‌چنین ممکن است تصمیم‌گیری تک معیاره یا چند معیاره باشد. ضمن این‌که این معیارها ممکن است کمی، کیفی و یا تلفیقی از هر دو باشند که در هر یک از این حالت‌ها نحوه تصمیم‌گیری متفاوت است. در حالتی که معیارهای چندگانه (اعم از کمی و کیفی) وجود داشته باشد، علاوه بر مشکل معیار برای شاخص‌های کیفی، مسئله تبدیل معیارها به یکدیگر نیز مطرح است. بنابراین گفته می‌شود فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره با دو مشکل اساسی روبرو است. یکی از مشکلات فقدان استاندارد برای اندازه‌گیری معیارها کیفی و دیگری فقدان واحد برای تبدیل معیارها به یکدیگر است(قدسی‌پور، ۱۳۹۲). با توجه به مشکلات مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، می‌توان گفت که در این حالت تصمیم‌گیری ساده نبوده و به علت عدم استاندارد از سرعت و دقت تصمیم‌گیری به مقدار زیادی کاسته شده و باعث می‌شود که فرآیند تصمیم‌گیری به مقدار زیادی به فرد تصمیم‌گیرنده وابسته باشد، برای رفع این مشکل و یا حداقل کردن آثار جانبی آن، روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه طراحی شده‌اند. این مدل که قادر به سنجش گزینه‌های موجود برای انجام یک کار مشابه است، ابتدا در صنعت شکل گرفت و رفته رفته به دلیل پتانسیل بالایش به مسائل تصمیم‌گیری کشاورزی و منابع طبیعی نیز راه یافت (Rehman & Romero, 1993). در زمینه کشاورزی می‌توان از یک تکنیک به عنوان زیر مجموعه مدل‌های اقتصاد زیستی مزرعه برای ارزیابی تغییرات سیستمی و یا پیاده‌سازی تکنولوژی جدید استفاده نمود (Janssen & Ittersum, 2007). با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، رویکردی یکپارچه در مورد انتخاب محل انبار علوفه سیلویی و نوع فرآیند، با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی را مورد بررسی قرار دادند (Korpela & Tuominen, 1996).

برای تعیین سیاست‌گذاری اعمال کود شیمیایی در بنگلادش با تعیین اهداف و معیارهای کشاورزان و نیز با در نظر گرفتن جنبه‌های زیست‌محیطی و سایر شاخص‌ها، از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شد (Manos et al., 1994). پژوهشگران با در نظر گرفتن منابع مالی در اختیار، تکنولوژی و نیز سایر گزینه‌ها، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده کرده و تأکید کردند که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی باید در مباحث تصمیم‌گیری کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد (مشایخی و همکاران، ۱۳۹۲). در بررسی روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان زیر

مجموعه‌ای از تصمیم‌گیری چند هدفه جهت انتخاب سیستم بهینه آبیاری در ایران استفاده کردند. در این تحقیق با ترکیب متغیرهای مختلف آبیاری، سه محصول مختلف و روش‌های متفاوت آبیاری، مدل‌هایی ایجاد شد و برای پیش‌بینی و ارزیابی روش مناسب از روش تصمیم‌گیری چند هدفه استفاده شد (Montazar & Behbahani, 2007).

جهت بررسی عوامل موثر بر کاهش ضایعات غلات و کاهش هزینه‌های تولید از اطلاعات موجود از تکنیک فرآیند سلسله مراتبی استفاده کردند (کهنسال، ۱۳۸٦). جهت بررسی برنامه‌ها و فعالیت‌های راهبرد توسعه انتقال فناوری‌های نوین کشاورزی از فرآیند تحلیل سلسه مراتبی استفاده کردند، همچنین گزارش کردند از میان معیارهای دسترسی سریع و آسان‌تر به مباحث نوین مکانیزاسیون روز دنیا، آموزش و فرهنگ‌سازی مناسب جهت بکارگیری ماشین‌های کشاورزی جدید، استفاده از فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط با مکانیزاسیون کشاورزی، پژوهش، تحقیق و نمونه‌سازی منطقه‌ای سیستم‌های نوین کشاورزی، قرارگیری متخصصین شایسته در جایگاه تصمیم‌گیری و رفع ناتوانی بخش آموزش در تربیت نیروهای متخصص و ارتقاء اطلاعاتی فنی دانشجویان اولویت اصلی با اولویت نسبی ۱۹/۳ درصد به پژوهش، تحقیق و نمونه‌سازی منطقه‌ای سیستم‌های نوین کشاورزی اختصاص یافته است (گچ‌کوب و آسودار، ۱۳۹۱). برای ارائه الگوی توزیع توان تراکتور در کشاورزی استان خوزستان از نرم‌افزار Expert Choice استفاده کردند (لرکی و همکاران، ۱۳۹۱). برای انتخاب مناسب‌ترین کمباین از میان ۳ کمباین نیوهلند تی سی ٥٦، جاندیر ۱۱٦٥ و جاندیر ۹٥٥ با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با توجه به معیارهای قیمت دستگاه، میزان تلفات، ظرفیت مزرعه‌ای، میزان مصرف سوخت، قابلیت اطمینان، تجهیزات و امکانات، راحتی و ایمنی و خدمات پس از فروش کمباین نیوهلند تی سی ٥٦ را با وزن نهایی ٤۷/۲ درصد انتخاب و معرفی کردند (حربی‌زاده و شیخ داوودی، ۱۳۹۱). با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب تراکتور مناسب در ایران با معیارهای ارزیابی تراکتور شامل: توان مالبندی، توان هیدرولیک، توان محور توان‌دهی، نوع محور توان‌دهی، مصرف سوخت ویژه، دامنه سرعت حرکت، دور مشخصه موتور، جعبه دنده و کارخانه سازنده. در بین یازده مدل تراکتور بررسی شده، تراکتور U-٤٥٣ نسبت به دیگر مدل‌ها ترجیح داده شد و به عنوان تراکتور مناسب توصیه کردند (لک و برقعی، ۱۳۹۰). مطالعه‌ای برای انتخاب مناسب‌ترین نوع پمپ هیدرولیک براساس سه معیار هزینه‌ها، مشخصات ساختاری و کارایی با توجه به نظرات جمع‌آوری شده از تولیدکنندگان، فروشندگان، تعمیرکاران و استفاده‌کنندگان و تحلیل سلسله مراتبی با نرم‌افزار Expert Choice پمپ هیدرولیکی نوع پیستونی را به عنوان مناسب‌ترین پمپ انتخاب و معرفی کردند (مشایخی و همکاران، ۱۳۹۲). برای ارزیابی فنی و اقتصادی سه مدل کمباین شامل کمباین‌های دو ردیفه ISEKI (خوشه تغذیه)، سه ردیفه KUKJE (هد فید) و JIANGSU (کل بوته تغذیه) گزارش کردند در سطح احتمال ٥ درصد از نظر درصد تلفات و ضایعات، ظرفیت نظری و موثر و هزینه در هکتار تفاوت معنی‌دار وجود دارد همچنین کمباین کل بوته تغذیه بیشترین بازده مزرعه‌ای با ٦٥/۹ درصد به خود اختصاص داده بود (صفری و همکاران، ۱۳۹۱). روش‌های وجین‌کاری علف‌های هرز برنج با استفاده از فرآیند تحلیل سلسه مراتبی با معیارهای اصلی زراعی، انرژی، اقتصادی و اجتماعی مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند روش شیمیایی، وجین‌کن

مکانیکی بدون موتور، وجین کن مکانیکی موتوردار و وجین دستی به ترتیب با میانگین نسبت‌های وزنی ۰/۳٤۰، ۰/۲۲۵، ۰/۲۱۹ و ۰/۲۱٦ در رتبه اول تا چهارم قرار گرفتند (اسکندی چراتی، ۱۳۹۱).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که اولین بار توسط ساعتی[1] در سال ۱۹۸۰ مطرح شد، یکی از کارآمدترین تکنیک‌های ارزیابی و تصمیم‌گیری است که بر اساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی انتخاب‌های مختلف را به مدیران می‌دهد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل این مسائل می‌پردازد (قدسی‌پور، ۱۳۹۲). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده، سپس وزن نسبی آن‌ها محاسبه می‌گردد. با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد. در مقایسه زوجی تصمیم گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده می‌کنند. به گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم گیرنده چنان تصمیم می‌گیرد که اهمیت عنصر i بر j یکی از ۹ امتیاز نشان داده شده در جدول (۱) است (Saaty, 2008).

جدول ۱– قضاوت شفاهی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و ترتیب اولویت‌بندی عوامل مورد ارزیابی

ترجیحات (قضاوت شفاهی)	مقدار
کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر	۹
ترجیح یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح یا اهمیت یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل	۲،٤،٦،۸

محاسبه وزن در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در دو قسمت وزن نسبی و وزن نهایی مورد بحث قرار گرفت. برای هر ماتریس حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی هم‌بعدش، نرخ سازگاری ($I.R$) نامیده می‌شود که چنانچه این عدد کم‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری سیستم قابل قبول است.

مواد و روش‌ها

با توجه به مقالات و پژوهش‌های صورت گرفته برای انتخاب کمباین معیارهای اصلی شامل مشخصات عملکردی (ظرفیت مزرعه‌ای، بازده مزرعه‌ای، بکسواد، عرض موثر شانه برش، ظرفیت مخزن دانه، مصرف سوخت و میزان تغذیه کل مواد)، ایمنی (شدت صوت نزدیک کابین راننده، شدت صوت نزدیک موتور و علائم ایمنی و الزامات ایمنی)، تلفات دماغه و کوبنده (درصد تلفات دماغه، دانه‌های جدا شده داخل کاه، دانه‌های کوبیده نشده و تلفات غربال) وتلفات دانه‌های موجود در مخزن (درصد علف هرز، کاه و پوشال، دانه‌های شکسته، دانه‌های پوست کنده، دانه‌های پوک و دانه‌های ترک‌دار) مورد بررسی قرار گرفتند.

[1]. Saaty

اطلاعات اولیه برای ارزیابی براساس گزارشات آزمون کمباین برنج که در آرشیو دفتر توسعه مکانیزاسیون کشاورزی استان گیلان و نیز شرکت کاوشگران فیامین گیل تهیه شد. در این پژوهش تعداد ۷ کمباین برنج که مشخصات آنها در جدول (۲) نشان داده شده، مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول۲- مشخصات کمباین‌های برنج

کمباین	سازنده	مدل	توان موتور
A	چین	4LZ-2.0T	۵۵
B	چین	4LZ-2.5A	۵۲
C	چین	ICR 20	۵۵
D	چین	CA 200	٤۵
E	چین	4LZ-2.0D	٦۵
F	چین	4LZ-2.5	٦۵
G	چین	SU4LL-2.0D	۵۵

برای محاسبه تلفات دماغه و دانه‌های خروجی از کوبش در شرایط عادی کار کمباین در مزرعه با در نظر گرفتن شرایط آزمون کمباین اندازه‌گیری انجام شد. سپس با انجام نمونه‌برداری طبق شرایط آزمون با استفاده از روابط زیر تلفات دماغه، تلفات دانه‌های جدا شده داخل کاه، تلفات دانه‌های کوبیده شده و تلفات غربال محاسبه شد (بی‌نام، ۱۳۸۷):

$$\text{تلفات دماغه (٪)} = \frac{Gh}{Gt}\times ۱۰۰ \quad (۱)$$

$$\text{تلفات دانه‌های جدا شده داخل کاه (٪)} = \frac{Gs}{Gt-Gh}\times ۱۰۰ \quad (۲)$$

$$\text{تلفات دانه‌های کوبیده شده (٪)} = \frac{Gd}{Gt-Gh}\times ۱۰۰ \quad (۳)$$

$$\text{تلفات غربال (٪)} = \frac{Gc}{Gt-Gh}\times ۱۰۰ \quad (٤)$$

Gh= وزن تلفات دماغه (کیلوگرم)، Gs= وزن دانه‌های جدا شده همراه با کاه از خروجی کاه (کیلوگرم)، Gd= وزن دانه کوبیده نشده (کیلوگرم) Gc = وزن تلفات غربال (کیلوگرم)، و Gt=Gh+Gs+Gd+Gg می‌باشند.

از مخزن دانه سه نمونه ٦۰۰ گرمی تهیه شد. سپس درصد علف هرز، کاه و پوشال، دانه‌های شکسته، دانه‌های پوست کنده ، دانه‌های پوک و دانه‌های ترک‌دار نسبت به کل نمونه محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری ظرفیت مزرعه‌ای کمباین با قرار دادن شاخص‌های در ابتدا و انتها مزرعه و زمان کل، زمان دور زدن، تخلیه مخزن، تعمیرات جزیی و سوخت‌گیری در طول مدت درو اندازه‌گیری شدند. عرض واقعی نیز در زمان

برداشت اندازه‌گیری شد. از تقسیم مساحت درو شده به کل زمان ظرفیت مزرعه‌ای بدست آمد. ظرفیت نظری بر مبنای عرض کامل ماشین و بدون اتلاف زمانی به دست آمد. راندمان مزرعه‌ای از تقسیم ظرفیت مزرعه‌ای به ظرفیت نظری به دست آمد.

جهت محاسبه شدت صوت با استفاده از دستگاه صوت‌سنج در دو مکان کابین تراکتور و نزدیک موتور کمباین با روش استاندارد اندازه‌گیری شد (بی‌نام، ۱۳۸۷).

برای اندازه‌گیری مصرف سوخت ابتدا مخزن سوخت را قبل از شروع کار کاملا پر می‌شود. سپس در پایان کار با توجه به مقدار سوخت برای پر نمودن مخزن، میزان سوخت مصرفی برحسب لیتر بر هکتار محاسبه شد.

برای محاسبه بکسواد مسافت طی شده در دو دور کامل چرخ روی زمین بتن (L_0) و مسافت طی شده در دو دور کامل چرخ بر روی سطح مزرعه (L) و با استفاده از رابطه زیر میزان بکسواد محاسبه می‌شود (بی‌نام، ۱۳۸۷).

$$\text{بکسواد (درصد)} = \frac{L_0 - L}{L_0} \times ۱۰۰ \qquad (۵)$$

برای انجام فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با توجه به عوامل مورد بررسی از نرم‌افزار Expert Choice که توانایی طراحی نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری و طراحی پرسش‌های تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی و قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسأله را دارد. معیارهای اصلی و فرعی و نحوه اولویت‌بندی و وزن‌دهی این معیارها با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه حضوری با متخصصین و کارشناسان خبره در این زمینه صورت گرفت.

نتیجه و بحث

رتبه‌بندی کمباین‌های از نظر شاخص مشخصات عملکردی (که با وزن و اهمیت ۵۰ درصدی در ارزیابی کمباین‌ها بیش‌ترین اهمیت را دار می‌باشد) با استفاده از تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار در شکل (۱) نشان داده شده است. کمباین B با ۲۲/۱ درصد از نظر شاخص مشخصات عملکردی در رتبه اول قرار گرفته است. کمباین‌های E، C، A، D، F و G به ترتیب با ۲۱/٦، ۱۸/۵، ۱۲/۳، ۱۲، ۷/٦ و ۵/۹ درصد در رتبه‌های بعدی از نظر شاخص مشخصات عملکردی قرار گرفته‌اند. میزان نرخ ناسازگاری رتبه‌بندی کمباین‌های از نظر شاخص مشخصات عملکردی ۰/۰۵ بود.

شکل ۱- رتبه‌بندی کمباین‌ها از نظر شاخص مشخصات عملکردی (براساس خروجی نرم افزار Expert Choice)

رتبه‌بندی کمباین‌های از نظر شاخص ایمنی (که با وزن و اهمیت ۷/۳ درصدی در ارزیابی کمباین‌ها) در شکل (۲) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود کمباین‌های A، B،C و F با ۱۸ درصد از نظر شاخص ایمنی تقریبا در یک سطح قرار قرار گرفته‌اند و اختلاف چندانی با هم ندارند. کمباین‌های G، E و D به ترتیب با ۲۱/٦، ۱۳/۷، ۷/۱، و ٦/۱ درصد در رتبه‌های بعدی از نظر شاخص ایمنی قرار گرفته‌اند. میزان نرخ ناسازگاری رتبه‌بندی کمباین‌های از نظر شاخص ایمنی ۰/۰۱ بود.

شکل ۲- رتبه‌بندی کمباین‌ها از نظر شاخص ایمنی (براساس خروجی نرم افزار Expert Choice)

رتبه‌بندی کمباین‌های از نظر معیار تلفات دماغه و کوبنده (که با وزن و اهمیت ۳۰ درصدی در ارزیابی کمباین‌ها) در شکل (۳) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود کمباین‌های A با ۳۰/٤ درصد از نظر معیار تلفات دماغه و کوبنده با اختلاف زیادی به عنوان کمباین مناسب معرفی می‌شود. سایر کمباین‌ها همانطور که مشاهده می‌شود در رتبه‌های بعدی قرار دارند. میزان نرخ ناسازگاری رتبه‌بندی کمباین‌های از معیار تلفات دماغه و کوبنده ۰/۰۳ به دست آمد.

شکل ۳- رتبه‌بندی کمباین‌ها از نظر شاخص تلفات دماغه و کوبنده (براساس خروجی نرم افزار Expert Choice)

رتبه‌بندی کمباین‌های از نظر معیار تلفات مخزن دانه (که با وزن و اهمیت ۱۲/۳ درصدی در ارزیابی کمباین‌ها) در شکل (٤) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود کمباین‌های B و C با ۲۰ درصد از نظر معیار تلفات مخزن دانه به طور مشترک در رتبه اول قرار گرفته‌اند. کمباین‌ها F، G، E، D و A به ترتیب با وزن ۱٦/٥، ۱٤، ۱۰/٦، ۱۰/۲ و ۷/۸ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند. میزان نرخ ناسازگاری رتبه‌بندی کمباین‌های از معیار تلفات دماغه و کوبنده ۰/۰۳ به دست آمد.

شکل ٤- رتبه‌بندی کمباین‌ها از نظر شاخص تلفات مخزن دانه (براساس خروجی نرم افزار Expert Choice)

رتبه‌بندی کلی کمباین‌ها از نظر تمام شاخص‌های مورد بررسی در شکل (٥) نشان داده شده است. کمباین B با وزن ۱۹/۲ درصد به عنوان مناسب‌ترین کمباین در میان کمباین‌های مورد بررسی معرفی می‌شود. کمباین‌های E، A، C، D، F و G به ترتیب با وزن‌های ۱۸/٤، ۱۷/۳، ۱٦/٦، ۱۲/۸، ۸/٥ و ۷/۲ رتبه‌های بعدی کمباین‌های مورد بررسی قرار گرفتند. میزان نرخ ناسازگاری کلی ارزیابی کمباین‌های ۰/۰۳ به دست آمد، که نشان دهنده قابل قبول بودن تحلیل می‌باشد.

شکل ٥- رتبه‌بندی کلی کمباین‌ها از نظر تمام شاخص‌های مورد بررسی (براساس خروجی نرم افزار Expert Choice)

نتیجه‌گیری کلی

- کمباین A با وزن ۳۰/٤ درصد از نظر معیار تلفات دماغه و کوبنده در رتبه اول قرار گرفت.
- کمباین B و C با وزن ۲۰ درصد از نظر معیار تلفات مخزن به صورت مشترک در رتبه اول کمباین‌های مورد بررسی قرار گرفتند.
- کمباین B با وزن ۱۹/۲ درصد از نظر تمام شاخص‌های مورد بررسی به عنوان مناسب‌ترین کمباین در میان کمباین‌های مورد بررسی معرفی شد. کمباین G با وزن‌های ۷/۲ در رتبه آخر کمباین‌های مورد بررسی قرار گرفت.
- نرخ ناسازگاری کلی سیستم ارزیابی کمباین‌های برنج ۰/۰۳ محاسبه شد.

مراجع

۱. اسکندی چراتی، ف. ۱۳۹۱. استفاده از فرآیند تحلیل سلسه مراتبی (AHP) در ارزیابی و انتخاب بهترین روش وجین‌کاری علف‌های هرز برنج. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ١٤-١٦ شهریور. شیراز.

۲. بی‌نام. ۱۳۸۷. استاندارد ماشین‌های کشاورزی – ماشین‌های برداشت – روش آزمون عملکرد مزرعه‌ای کمباین برنج – نوع سر تغذیه. سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. چاپ اول. ۳۲ ص.

۳. حربی‌زاده، م. و شیخ داوودی، ج. ۱۳۹۱. انتخاب کمباین مناسب با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون. ۹-۱۱ بهمن. مشهد. ۳۸۷٦-۳۸٦٦.

٤. صفری، م.، علیزاده، م. و الموتی، م. ۱۳۹۱. مقایسه برداشت با کمباین‌های برنج و روش دستی در مناطق مازندران و گیلان. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ١٤-١٦ شهریور. شیراز.

۵. قدسی‌پور، س. ۱۳۹۲. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). چاپ یازدهم، انتشارات دانشگاه امیرکبیر تهران. تهران. ۲۲۰ ص.

٦. کهنسال، م. ر. ۱۳۸٦. بررسی عوامل مؤثر بر کاهش ضایعات برداشت غلات-کاربرد روش AHP و برنامه‌ریزی آرمانی (مطالعه موردی شهرستان بجنورد). سومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. ۲۸-۳۰ آبان. تهران. ۲۷۸-۲٦۷.

۷. گچ‌کوب، م. و آسودار، م. ا. ۱۳۹۱. بررسی برنامها و فعالیت‌های راهبرد توسعه انتقال فناوری‌های نوین با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی در استان خوزستان. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ١٤-١٦ شهریور. شیراز.

۸. لرکی، م.، آسودار، م. ا.، مرزبان، ا.، عبدشاهی، ع. و میراثی، ا. ۱۳۹۱. ارائه الگوی توزیع توان در کشاورزی استان خوزستان با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. ١٤-١٦ شهریور. شیراز.

۹. لک، م. ح. و برقعی، ع. م. ۱۳۹۰. انتخاب تراکتور مناسب بر مبنای تصمیم‌گیری چند معیاری (مطالعه موردی: استان همدان). نشریه ماشین‌های کشاورزی. ۱(۱): ٤۷-٤۱.

۱۰. مشایخی، ع.، رضاپور، م. و علیرضایی، ع. ا. ۱۳۹۲. انتخاب مناسب‌ترین نوع پمپ هیدرولیکی با استفاده از نرم افزار آنالیز سلسله مراتبی. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون. ۹-۱۱ بهمن. مشهد. ۳۵۵۷-۳۵۵۱.

11. Janssen, S. and Ittersum, M. 2007. Assessing farm innovations and responses to policies: A review of bio-economic farm models. Journal of Agricultural Systems. 94: 622-636.

12. Korpela, J. and Tuominen, M. 1996. A decision aid in warehouse site selection. International Journal of Economics. 45: 169-180.

13. Manos, B., Begum, M. A. A., Kamruzzaman, M., Nakou, I. and Papathanasiou, J. 2007. Fertilizer price policy, the environment and farms behavior. Journal of Policy Modeling. 29: 87-97.

14. Montazar, A. and Behbahani, S. M. 2007. Development of an optimised irrigation system selection model using analytical hierarchy process. Biosystems Engineering Journal. 98: 155-165.

15. Rehman, T. and Romero, C. 1993. The application of the MCDM paradigm to the management of agricultural systems: some basic considerations. Agricultural Systems Journal. 41: 239-255.

16. Saaty, T., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal Services Sciences 1(1), 83-98.

Rice combine harvester selection using Analytic Hierarchy Process (AHP)

Abstract:

Imports of rice combine harvester showed an increasing trend recently, without respecting to demands in Iran. In this study, analytic hierarchy process (AHP) using Expert Choice software was used to assessing combine harvesters. Major and minor criterions and prioritizing of them was done by questionnaire and interview with sophisticated experts. Major criterions of performance specifications (field capacity, field productivity, wheel slipping, effective cutter bar width, grain tank capacity, fuel consumption and material feeding), safety (sound intensive near the operator cabin, sound intensive near the engine and safety signs and requirements), head and threshing losses (head losses percent, separated grains in straw, un threshed grains and sieve losses) and losses related to the grains in tank (weed percent, straw and stubble, broken grains, unhusked grains, unfilled grains and cracked grains). Results showed that the combine harvester MODEL 4LZ-2.0T ranked as first with 30.4% in terms of head and threshing losses. Combine harvesters MODEL 4LZ-2.5A and ICR 20 with 20% in terms of tank losses both placed in the first rank. Combine harvester MODEL 4LZ-2.5A was introduced as the most appropriate combine with 19.2% in terms of all examined indices. Total inconsistency rate of rice combine harvesters assessing was calculated as 0.03.

Keywords: slipping, inconsistency rate, losses, sound intensity, field capacity