مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال دهم، شماره چهارم (پیاپی ۳۹)، زمستان ۹۲، ص ص ۳۶-۱۹
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

ارایه رویکردی ابتکاری بر مبنای تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به منظور طراحی نظام اسقاط خودروهای فرسوده

مرتضی الهی[1*]، حامد الهی[2]، حسن خادمی زارع[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۲- کارشناسی مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، موسسه غیرانتفاعی سجاد، مشهد، ایران
۳- دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، یزد، ایران

رسید مقاله: ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۲
پذیرش مقاله: ۵ شهریور ۱۳۹۲

چکیده

اسقاط خودروهای فرسوده از ناوگان حمل و نقل قدمتی ۲۰ ساله در جهان پیدا کرده است. با این وجود نظام‌های فعلی موجود در جهان، نتوانسته طرفداران محیط‌زیست را راضی نگه دارد. چرا که اسقاط زود هنگام خودروهای سالم، موجب افزایش آلودگی هوا به علت آلاینده‌های ناشی از بازیافت خودرو خواهد شد. علاوه بر مشکلات زیست‌محیطی، مطالعات نشان می‌دهند که اجرای طرح اسقاط خودروهای فرسوده بدون انجام یک کار کارشناسی، ضررهای بزرگی برای شهروندان به بار می‌آورد. اهمیت طراحی نظامی برای اسقاط خودروهای فرسوده موجب طراحی نظام‌های مختلف در جهان شده است. پژوهش حاضر با مروری بر شاخص‌ترین نظام‌های اسقاط در جهان، نارسایی‌های موجود در آنها را بر می‌شمارد. در این مقاله با توجه به اهداف اسقاط و نظرات خبرگان، معیارهای اسقاط خودروهای فرسوده شناسایی شده و با توجه به استانداردهای بین‌المللی و زیرساخت‌های موجود در کشور شاخصی برای اندازه‌گیری هر یک ارایه می‌شود. هدف نهایی پژوهش ارایه مدلی جامع‌نگر است، تا با توجه به نیازهای بنیادی اسقاط به‌توان مشکلات فعلی طرح اسقاط خودروهای فرسوده را مرتفع نمود.

کلمات کلیدی: خودروهای فرسوده، اسقاط خودرو، مدل فازی اسقاط، مدل‌سازی فازی.

۱ مقدمه

اسقاط خودروهای فرسوده موضوعی است که از آغاز دهه ۱۹۹۰ در کشورهای پیشرفته در حال اجراست. آیین‌نامه اسقاط خودروهای فرسوده در ایران نیز حدود ۱۰ سال پیش به تصویب رسید. مطالعات نشان می دهد که

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: Mortezaelahi.eng@gmail.com

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

کشورها برای آن‌که به‌توانند مسیر توسعه را هموار نموده و از زیان‌های وارده بر جامعه به علت فرسودگی ناوگان حمل و نقل به‌کاهند ناگریز از اجرای فرایند اسقاط خودروهای فرسوده هستند [۱].

گرچه فرایند ظاهری اسقاط در کشورهای مختلف شباهت‌های زیادی به هم دارد اما این پدیده با علت های متفاوتی در حال اجراست. اهداف اصلی طرح های اسقاط، معمولاً در ایجاد انگیزه برای صنایع خودروی ملی و اقتصاد ملی، تقویت قدرت خرید خودروی جدید، بهبود ایمنی حمل و نقل، کاهش مصرف سوخت و آلاینده-های خودروها خلاصه می‌شود [۲]. گرچه بررسی اهداف زیست‌محیطی جزء مشترک اکثر طرح‌های اجرا شده است، اما تقویت صنعت خودروی ملی به عنوان یک هدف اقتصادی آن هم در کشورهای دارای صنعت تولید خودروی ملی، هدفی شاخص قلمداد می‌شود [۳].

پژوهش‌های بسیاری از سوی سازمان‌های خصوصی برای محاسبه فواید طرح‌های اسقاط خودروهای فرسوده انجام گرفته است. بسیاری از پژوهش‌های صورت گرفته، میزان منافع این طرح را تنها بر دو معیار زیست-محیطی و مصرف سوخت ناوگان حمل و نقل خودرو محاسبه نموده‌اند [۴]. در حالی‌که اغلب کارشناسان یکی از فواید عمده اسقاط را در افزایش ایمنی خودروهای در حال حرکت برشمرده‌اند [۳].

جنبه‌های مختلف اسقاط خودروهای فرسوده منجر به طراحی نظام‌های مختلف اسقاط در جهان شده است و هم‌چنان نقدهای فراوانی بر نظام‌های جاری وارد است. طرفداران محیط‌زیست را می‌توان مهم‌ترین منتقدین طرح‌های فعلی اسقاط معرفی کرد. منتقدین نشان دادند که طرح اسقاط خودروهای فرسوده، در کنار تمام منافع آن، معایبی نیز به همراه دارد. مطالعات نشان می‌دهد که زیان وارده به محیط‌زیست از طریق اسقاط و بازیافت یک خودرو پیش از زمان بهینه اسقاط، بسیار بزرگتر از فواید آن خواهد بود [۳]. علاوه بر این، اسقاط بدون توجه به جزییات و ریزبینی‌های آن علی‌رغم هزینه‌های صرف‌شده، صحت انجام همه طرح‌های اسقاط را زیر سوال خواهد برد [۴].

هدف از این پژوهش، ارایه طرحی برای اسقاط خودروهای فرسوده است تا به‌توان از آثار نامطلوب اجرای آن جلوگیری نمود. در مدل ارایه‌شده که بر مبنای سیستم‌های فازی طراحی شده است، ابتدا با مطالعه سایر روش‌های موجود و نظرات خبرگان مهم‌ترین معیارهای فرسودگی خودروها شناسایی می‌شوند. سپس میزان و چگونگی تاثیرگذاری طرح بر معیارهای شناسایی‌شده اندازه‌گیری‌شده و با مقیاس فازی، نمره‌ای به هر خودرو تعلق می‌گیرد. در نهایت نیز به کمک مقایسه نمره اکتسابی هر خودرو، به کمک سناریوهایی از پیش تعریف‌شده، در مورد اسقاط یا عدم اسقاط خودروها تصمیم‌گیری می‌شود. در مدل طراحی‌شده، قابلیت تشویق دارندگان خودروهای بسیار پاک نیز تعبیه‌شده است. در انتها نیز یک مثال عددی برای تبیین نحوه محاسبات انجام‌گرفته در مدل ارایه‌شده است.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

۲ مرور ادبیات

۲-۱ تاریخچه اسقاط در جهان

تاریخچه طرح اسقاط خودروها را باید در آمریکا جستجو کرد. براساس اصلاحیه قانون هوای پاک در آمریکا که در سال ۱۹۹۰ اجرایی شد، برنامه‌های خرید وسایل نقلیه با روش بیع متقابل در لیستی از اقدامات کنترل حمل و نقل که شرکت‌ها می‌بایست از جهت محدودیت‌های آلودگی اوزون و مونواکسیدکربن در نظر بگیرند، آورده شده است. در همان سال در کالیفرنیا یک شرکت نفتی برنامه‌ای را برای اولین‌بار برای اسقاط خودروها اجرا نمود که هنوز هم از آن به عنوان بزرگترین برنامه یاد می‌شود. این برنامه با عنوان SCRAP به منظور بازیابی اتومبیل ساحل جنوبی به اجرا درآمد. در برنامه مذکور ۷۰۰ دستگاه خودرو با مدل‌های قبل از ۱۹۷۱ با جایزه ۷۰۰ دلاری از رده خارج شدند [۲].

کانادا اسقاط خودروهای فرسوده‌اش را از سال ۱۹۹۶ و با یک طرح آزمایشی در ایالت بریتیش کلمبیا آغاز نمود. در طرح کشور کانادا برای شهروندان حق انتخاب قائل شده بود. هر شهروند کانادایی می‌توانست با اسقاط خودروی خود یکی از دو گزینه پیش رویش را انتخاب نماید [۳].

یونان، مجارستان، دانمارک، فرانسه، اسپانیا و ایرلند از جمله کشورهای پیش گام اجرای این طرح می‌باشند. تمامی کشورهای یادشده اجرای طرح را در نیمه دهه ۱۹۹۰ آغاز نمودند و طرح پیشنهادی آنها از نظر نحوه تصمیم‌گیری برای اعلام اسقاط خودرو تفاوت فاحشی نداشت، گرچه مقادیر اتخاذشده به عنوان جایزه یا عمر فرسودگی با توجه به میزان فرسودگی ناوگان و سیاست‌های داخلی تعیین می‌شد.

۲-۲ مرور پژوهش‌های پیشین در حوزه اسقاط

به کمک جدول ۱، مهم‌ترین مقالات ارایه‌شده در حوزه اسقاط بررسی و تفاوت‌ها و تشابهات آن‌ها با تحقیق حاضر تبیین می‌گردد.

جدول ۱. تفاوت و تشابه تحقیق حاضر با سایر پژوهش‌های مشابه

نام محقق (سال)	موضوع تحقیق	تفاوت با تحقیق حاضر	تشابه با تحقیق حاضر	نتایج تحقیق
سورندرا گوپتا و ژاکلین ایساکس (۱۹۹۷) [۵]	تجزیه و تحلیل ارزش (Value Analysis) برای استراتژی‌های اسقاط خودرو	استفاده از برنامه ریزی آرمانی (Programming Goal) که شاخه‌ای از برنامه‌ریزی خطی می‌باشد.	در نظر گرفتن مزایا و معایب تکنولوژیکی طرح در برابر مزایا و معایب اقتصادی و میزان خسارتی که اجرای طرح بر روی محیط-زیست می‌گذارد.	تدوین استراتژی برای کاهش آسیب به محیط‌زیست (تمرکز بر نحوه اسقاط)

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

نام محقق (سال)	موضوع تحقیق	تفاوت با تحقیق حاضر	تشابه با تحقیق حاضر	نتایج تحقیق
چینگ هوا لی (۱۹۹۷) [۶]	مدیریت بازیافت خودرو اسقاطی	فقدان مدلی کامل برای تناسب پرداخت مبالغ تشویقی به مالکان وسایل نقلیه اسقاطی، در قبال میزان آلایندگی	تاکید مدل جدید اسقاط در تایوان بر روی جلوگیری از آسیب زیست محیطی ناشی از بازیافت وسایل نقلیه.	افزایش نرخ بازیافت وسایل نقلیه در تایوان، پس از اجرای مدل جدید اسقاط.
متیو دلپقنت و جولیا سرنیگرو (۲۰۱۲) [۷]	چه مدت یک اتومبیل را در اختیار داشته و به چه میزانی از یک اتومبیل استفاده شود؟...	استفاده از برنامه‌ریزی پویا (Dynamic Programming) جهت تعیین عمر بهینه برای یک خودرو و مسافت پیموده شده با خودرو در بهینه-ترین حالت ممکن.	توجه بر روی مدت زمان نگهداری یک خودرو، به طوری که عمر بهینه برای یک خودرو خاص به طور مستقل از سایر خودروها مشخص گردد. (درنظرگرفتن تفاوت خودروها)	تعیین بهترین مدت زمان نگهداری و مسافت پیموده شده یک خودرو، تعیین تاثیرگذاری زیاد سطح درآمد افراد، قیمت سوخت و قیمت خودرو در لحظه اسقاط بر روی مدت زمان نگهداری یک خودرو
ولادیمیر سیمیک و برنکا دیمیتریجویچ (۲۰۱۲) [۸]	برنامه‌ریزی تولید برای کارخانه‌های بازیافت وسایل نقلیه با توجه به نظام اتحادیه اروپا و کسب و کار جهانی	استفاده از برنامه‌ریزی خطی برای یافتن بهترین قیمت برای ضایعات. بررسی تنها بر روی قیمت فرآیند اسقاط صورت گرفته است.	نگاه زیست محیطی به مسئله اسقاط خودرو تا با انتخاب قیمت مناسب برای تک تک اجزای فرآیند میزان خسارت برروی محیط‌زیست کاهش یابد.	تعیین بهترین قیمت برای انباشت ضایعات و کل فرآیند موجود در کارخانه بازیافت ضایعات، به طوری که آلودگی زیست‌محیطی حداقل ممکن باشد.
کان یو (۲۰۱۲) [۹]	آنالیز مقایسه‌ای خط‌مشی‌های مدیریت بازیافت اتومبیل اسقاطی	بررسی صرفه اقتصادی مدل کلی اسقاط خودرو در چین، نسبت به تولید خودرو با مواد غیربازیافتی.	مقایسه زیست‌محیطی تولید خودرو با مواد بازیافتی و یا بدون استفاده از این مواد. (توجه به زیان‌های بازیافت)	مصرف انرژی و گازهای خروجی کمتر و سود اقتصادی بالاتر، مقایسه صنعت اسقاط خودرو در چین در برابر روش بازیافت مواد با شیوه سنتی.
قهرمان عبدلی و ویدا ورهرامی (۱۳۸۹) [۱]	بررسی آثار طرح اسقاط خودروهای فرسوده (مطالعه‌ی موردی شهر تهران)	استفاده از تحلیل هزینه-فایده و رابطه‌های آماری در جهت بالابردن سود اقتصادی ناشی از اسقاط خودروهای فرسوده.	از طریق مدل‌های ریاضی به طوری عمل شده است که با وجود به حداکثررساندن سود اقتصادی طرح، کمترین میزان آلودگی ناشی از سوخت خودرو-ها پدید آید.	اثبات اینکه کاهش آلودگی هوا و مصرف انرژی کمتر از مزایای مدل ارایه شده توسط دولت ایران می‌باشد.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

نام محقق (سال)	موضوع تحقیق	تفاوت با تحقیق حاضر	تشابه با تحقیق حاضر	نتایج تحقیق
مرجان دامن کشیده و همکاران (۱۳۹۰) [۴]	بررسی آثار ناشی از جایگزینی خودروهای فرسوده سبک بنزین‌سوز بر روی آلودگی هوای تهران	استفاده از روش ادغام داده‌های مقطعی و سری زمانی (تلفیق داده‌ها)، جهت تعیین سطح آلاینده‌ها به ازای مصرف یک نوع بنزین در خودروهای مختلف.	نگاه زیست محیطی به موضوع اسقاط خودرو، با توجه به آلاینده‌های موجود در هوا ناشی از سوخت بنزین و نیم نگاهی به آلاینده‌های ناشی از بازیافت وسایل نقلیه.	اثبات نظریه مدل پیشنهادی تحقیق که کم‌تر شدن اتومبیل‌های فرسوده سبک بنزین‌سوز و جایگزینی آن‌ها با اتومبیل‌های نو را عامل اصلی در جهت کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی در نظر می‌گیرد.
خدیجه گودرزی (۱۳۹۱) [۱۰]	بررسی هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی جایگزینی خودروهای سواری فرسوده	بررسی وضعیت آلایندگی طرح اسقاط در ایران تنها از حیث آلاینده‌های ناشی از سوخت خودرو و بدون در نظرگیری آلاینده‌های ناشی از بازیافت اتومبیل.	دید چندبعدی تحقیق به مشکلات ناشی از وجود خودروهای فرسوده در خیابان‌ها، از قبیل افزایش ترافیک، سلب آرامش از راننده و دیگر سرنشینان خودرو و خدشه به چهره ترافیکی شهرها.	کاهش گازهای گلخانه‌ای و مصرف سوخت پس از گذشت ۵ سال از اجرای طرح اسقاط در ایران.

۲-۳ روش‌های فعلی اسقاط

در میان روش‌های اجراشده در کشورهای مختلف سه روش بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در ادامه با مروری بر ۳ طرح یادشده، کشورهای مجری، مزایا و معایب طرح‌ها معرفی می‌شوند.

۲-۳-۱ اسقاط اختیاری با مشوق جایزه

در یونان طرحی مدون شد که براساس آن مقدار پولی که به صاحبان خودرو به عنوان امتیاز مالی برای اسقاط-کردن خودرویشان تعلق می‌گیرد راه اساسی برای انتخاب کمیت و کیفیت خودروهایی است که به محل اسقاط فرستاده می‌شوند [۴].

در شرایطی که کشورها از یک طرح تشویقی برای اسقاط خودروهای فرسوده استفاده می‌کنند، مالکان خودروهای فرسوده با ۳ انتخاب روبرو خواهند شد: ۱. خودروی خود را نگه داشته و با انجام تعمیرات و نگهداری مناسب از شرایط عملکرد خودرویشان مطمئن شوند. ۲. سعی بر فروش خودروی قدیمی خود در بازار دست دوم نمایند و یا ۳. خودروی خود را برای اسقاط تحویل نموده و جایزه تحویل خودروی اسقاطی را دریافت نماید.

در این طرح همواره مالکانی وجود دارند که علی‌رغم هزینه‌های بسیار بالای خودروی فرسوده، باز هم به تعمیر و نگهداری آن اصرار می‌ورزند. با توجه به رفتار طبیعی مالکان خودروی فرسوده در قبال این طرح، دولت می‌تواند با بالابردن مقدار جایزه اسقاط، خودروهای بیشتری را اسقاط نماید. در این طرح مبلغ اسقاط تعیین می‌نماید که سیاست نوسازی ناوگان حمل و نقل در محدوده چه خودروهایی مطرح شده است [۱۱].

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

۲-۳-۲ اسقاط تکنولوژی‌های فرسوده

در برخی از طرح‌ها تکنولوژی مشخصی برای اسقاط تعیین می‌شود. مثال ملموس این طرح را باید در کشور مجارستان جستجو کرد. در برنامه مجارستان، از رده خارج‌کردن موتورهای دو زمانه قدیمی در دستور کار قرار گرفت [۳].

این‌گونه طرح‌ها عموماً در شرایطی تعریف می‌شوند که سیاست‌گذاران از آسیب‌های جدی یک تکنولوژی فرسوده با خبر شده‌اند. در اروپا بعضی از تولیدکنندگان و نمایشگاه‌داران پیشنهاد از رده خارج نمودن خودروهای با سیستم کاتالیستی را بدون توجه به عمر آن‌ها ارایه کرده‌اند. از این متد می‌توان طرحی برای اسقاط خودروها بر طبق یک نوع آلاینده زیست‌محیطی خطرناک طراحی نمود.

۲-۳-۳ اسقاط با شرایط سنی خودرو

معیار سن در اکثر طرح‌های اجراشده مورد استفاده قرار گرفته است. در این‌گونه طرح‌ها، فقط خودروهای قدیمی‌تر از سن به‌خصوصی اسقاط می‌گردند [۱]. کمترین سن برای اسقاط، ۷ و ۸ سال بوده که در برنامه‌های اسقاط اسپانیا و فرانسه اجراشده و بالاترین سن، در طرح اسقاط کشور آمریکا بکارگرفته شده است.

۲-٤ مشکلات طرح‌های فعلی اسقاط

گرچه هدف همه طرح‌ها نوسازی ناوگان حمل و نقل است اما با نقایصی مواجه‌اند که نمی‌توان نادیده گرفت. درطرح نخست گرچه عدالت تا حدود بسیاری برقرار شده است، اما تنها برخی مالکان خودروهای فرسوده که نزدیک به زمان طبیعی از رده خارج‌شدن خودروی آن‌ها است، جوایز اسقاط دریافت می‌کردند. ضمن آنکه یک جایزه کم به سختی می‌توانست صاحبان کم درآمد آلوده‌کننده‌های ناب را متقاعد سازد [۳]. از طرفی دیگر افزایش جایزه تشویقی نیز موجب می‌شد که خودروهای بیشتری با ارزش بازار بیشتر و هزینه‌های تعمیر کمتر جذب برنامه شوند. این موضوع مقدار کلی کاهش آلودگی را افزایش می‌دهد و موجب جذب خودروهایی خواهد شد که عملکرد زیست محیطی نسبتاً خوبی داشته و در نتیجه از میزان اقتصادی‌بودن طرح خواهد کاست.

نسبت‌های اقتصادی حاصل از اجرای طرح‌های نوع دوم نیز در جهت کاهش آلاینده‌های اصلی صددرصد نیست، علاوه بر آن‌که اجرای اینگونه طرح‌ها در شرایطی کاربردی است که یک تکنولوژی مطرود گردد. ضمن آنکه نوسازی پیوسته ناوگان در طرح اسقاط تکنولوژی‌های فرسوده، امکان پذیر نخواهد بود.

گرچه نوسازی ناوگان با سیاست سن خودروهای مختلف، بسیار شایع و فراگیرشده و کشور ما نیز در حال حاضر از این طرح استفاده می‌نماید، اما نمی‌توان از معایب آشکار آن به سادگی گذشت. به علت شایع‌تر بودن طرح سوم، معایب این طرح از جنبه‌های مختلف بررسی می‌شود تا به‌توان مزایای "روش ابتکاری" را در مقابل طرح "شرایط سنی" برشمرد. معایب طرح "اسقاط با توجه به سن خودروهای فرسوده" در سه دسته قرار می‌گیرد:

۱. آلودگی محیط‌زیست: اثبات‌شده که اسقاط خودروهای فرسوده با دو اثر زیست‌محیطی همراه است[۵]. اولین اثر مثبت بوده و کاهش میزان آلاینده‌های جوی ناشی از ناوگان فرسوده را دربردارد. اما در برابر این اثر

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

مثبت، یک اثر مخرب نیز اثبات شده است. از آنجا که طرح‌های اسقاط عمر خودروها را کوتاه می‌نماید، لذا با اجرای دائمی آن‌ها مصرف انرژی افزایش یافته و آلاینده‌های زیست‌محیطی زیادی بر اثر فرآیندهای ساخت، اوراق‌کردن، اسقاط‌کردن و بازیابی تولید می‌شود.از این رو به سختی می‌توان تشخیص داد که کوتاه نمودن عمر خودروها در چه زمان، میزان آلاینده‌های مجموع دو نوع بالا را حداقل می‌کند. از آنجا که در طرح سوم، اسقاط تنها بر مبنای عمر خودروهای مختلف انجام می‌شود، چه بسیار خودروهایی وجود دارند که به علت استفاده مناسب و نگهداری درست و یا به علت نوع خودروی تولیدی، حتی پس از عمر تعیین-شده برای اسقاط نیز آلایندگی زیادی نداشته و در نتیجه اسقاط آنها نتیجه معکوس زیست‌محیطی برجا خواهد گذاشت.

۲. عمر خودرو ملاک فرسودگی نیست: چه بسیار خودروهایی وجود دارند که در طول عمرشان بسیار کمتر از همترازانشان بکار گرفته شده اند، به نظر می‌آید انتخاب پیمایش خودرو در طول عمر آن معیار مناسب‌تری برای اسقاط خودروهای فرسوده است. گرچه در آیین‌نامه فعلی اسقاط خودرو در کشور تفاوت‌هایی میان عمر اسقاط خودروهای دولتی، مسافرکش و سواری تعریف شده است [۳]، اما دسته‌بندی موجود تنها به همین سه گروه اکتفانموده و جزییات بیشتر را در نظر نگرفته است. برای اجرای دقیق نظام اسقاط خودروهای فرسوده، باید توجه داشت که در همین سه دسته نیز تفاوت‌های زیادی وجود داشته و نمی‌توان همه خودروهای هر دسته را یکسان فرض نمود.

۳. عدم رعایت عدالت: اعلان فرسودگی همه خودروهای شخصی با سن ۲۵ سال، در شرایطی که برخی از انواع با کیفیت خودرو وجود دارند که حتی پس از گذشت ۲۵ سال استفاده مداوم نیز کیفیت و مصرف سوخت مطلوبی در مقابل خودروهای جدید سایر انواع دارند، عدالت را زیر سوال می‌برد، چرا که فردی که خودروی مناسب‌تری تهیه نموده و با سرویس‌های منظم، وضعیت مطلوب آن را حفظ نموده، نباید با خودروی فرسوده‌ی کم کیفیتی که در طول عمرش چندین تصادف را نیز تجربه نموده همتراز قرار گیرد.

۳ مبانی نظری تحقیق

تبعات منفی بسیاری در مورد افزایش خودروهای فرسوده یاد شده است. به منظور آن‌که به‌توان مدل جامعی برای اسقاط خودروهای فرسوده ارایه نمود، پژوهش‌های صورت‌گرفته در این حوزه مطالعه شد. علاوه بر آن روش‌های موجود در سایر کشورهای جهان نیز مطالعه شد و عوامل تاثیرگذار بر اسقاط شناسایی شد. در مرحله آخر با مشورت و نظرسنجی از خبرگان و کارشناسان معاونت نوسازی ناوگان حمل و نقل مهم‌ترین عوامل با توجه به وضعیت کشور در ۵ عامل زیر تعیین گردید.

۱. بالارفتن میزان مصرف سوخت و هدررفتن سرمایه ملی
۲. افزایش آلودگی هوا
۳. افزایش هزینه‌های استهلاک، تعمیر و نگهداری خودرو
۴. افزایش ترافیک به علت فرسودگی ناوگان و افزایش احتمال خرابی و توقف

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

۵. کاهش ایمنی خودرو و افزایش احتمال تصادف و خسارات وارد شده

۳-۱ معیارها و زیرمعیارها

۳-۱-۱ میزان مصرف سوخت

محاسبه مصرف سوخت خودروها با مقیاس‌های متفاوتی انجام می‌شود. در این پژوهش مشهورترین مقیاس محاسبه مصرف سوخت یعنی میزان مصرف در ۱۰۰ کیلومتر شهری معیار قرار گرفته است [۱۲و۱۳]. در تعیین مقیاس مصرف سوخت، توجه به نوع اتومبیل و حجم موتور اهمیت فراوانی دارد، چرا که میزان مصرف سوخت هر خودرو به این دو عامل وابسته است و سنجش همه اتومبیل‌ها با یک مقیاس کاری منطقی نخواهد بود [۱۴]. گرچه این موضوع منتقدانی نیز دارد. به عقیده آنان تعیین یک خط‌کش برای مقایسه مصرف خودروهای مختلف ۲ فایده در بر خواهد داشت. نخست تشویق خریداران به انتخاب اتومبیل‌های کم‌مصرف و دوم ترغیب تولیدکنندگان در جهت طراحی اتومبیل‌های کم مصرف. نظرات خبرگان نشان داد که تعیین قوانین سخت‌گیرانه برای هدایت تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان به صرفه‌جویی هیچ‌گاه موفق‌نبوده و بدون تعریف سیاست‌های حمایتی و طراحی زیرساخت‌های مناسب انجام این طرح موفق نخواهد بود. مضاف بر این‌که برخی خودروها به علت ماهیت کاربردی و وزن‌شان نمی توانند مصرف کمی داشته باشند [۱۲].

در نهایت با توجه به استانداردهای مختلف مصرف سوخت خودروهای سواری [۱۲و۱۳]، میزان مصرف سوخت خودروها در مدل لحاظ می‌گردد.

جدول ۲. مقیاس محاسبه مصرف سوخت خودروها

مقدار مصرف خودروهای با حجم کمتر از ۲۰۰۰ سی سی	مقدار مصرف خودروهای با حجم ۲۰۰۰ سی سی و بالاتر	**وضعیت خودرو**
کمتر از ۸ لیتر	کمتر از ۱۰ لیتر	بسیار کم‌مصرف
۸ - ۱۰	۱۰ - ۱۲	کم‌مصرف
۱۰ – ۱۲	۱۲ - ۱۴	تقریباً کم‌مصرف
۱۲ – ۱۴	۱۴ - ۱۶	مصرف متوسط
۱۴ – ۱۶	۱۶ - ۱۸	تقریباً پرمصرف
۱۶ – ۱۸	۱۸ - ۲۰	پرمصرف
بیشتر از ۱۸ لیتر	بیشتر از ۲۰ لیتر	بسیار پرمصرف

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

۳-۱-۲ آلودگی هوا

مهم‌ترین آلاینده‌های خودروهای فرسوده NO_2، SO_2 و SPM بوده و استانداردهای زیست‌محیطی خودرو، میزان قابل‌قبول این سه آلاینده را بررسی می‌نمایند [۱۵]. در استانداردهای مختلف میزان آلایندگی بر مبنای یکی از دو معیار وزن خودرو یا حجم موتور بیان می‌شوند. در پژوهش حاضر، با نظر خبرگان نمره میزان آلایندگی زیست-محیطی خودرو با توجه به میزان تولید آلاینده در هر کیلومتر مسافت با جدول زیر محاسبه می‌گردد.

جدول ۳. مقیاس محاسبه میزان آلایندگی زیست محیطی خودروها

وضعیت خودرو	میزان آلاینده خودروهای سنگین تر از ۱۷۰۰ kg	میزان آلاینده خودروهای بین ۱۲۵۰ تا ۱۷۰۰ kg	میزان آلاینده خودروهای کمتر از ۱۲۵۰ kg
بسیار پاک	کمتر از ۳ گرم	کمتر از ۲ گرم	کمتر از ۱ گرم
پاک	۳ – ۴	۲ – ۳	۱ – ۲
نسبتاً پاک	۴ – ۵	۳ – ۴	۲ – ۳
نسبتاً آلوده	۵ – ۶	۴ – ۵	۳ – ۴
آلوده	۶ – ۷	۵ – ۶	۴ – ۵
بسیار آلوده	۷ – ۸	۶ – ۷	۵ – ۶
زیان‌آور	بیشتر از ۸ گرم	بیشتر از ۷ گرم	بیشتر از ۶ گرم

۳-۱-۳ معاینه فنی خودرو

بررسی ساز وکارهای فعلی مدیریت ناوگان حمل و نقل کشوری و نظرات خبرگان، نشان داد که ادغام سه عامل هزینه‌های استهلاک، افزایش احتمالات خرابی و کاهش ایمنی خودرو در نمره فنی خودرو، مدل را در مقیاس واقعی، عملی می‌نماید. براین اساس معیار نمره فنی شامل سه زیرمعیار می‌شود. نمره فنی نشان از سلامت خودروها خواهد بود و بر مبنای معاینات ویژه قابل محاسبه خواهد بود. به عبارت دیگر اتومبیلی که نمره فنی بهتری کسب نماید، ایمنی بالاتر، خرابی کمتر و هزینه‌های استهلاک پایین‌تری خواهد داشت.

با نظر خبرگان، نمره فنی خودرو از آزمون‌های متعدد: لغزش جانبی چرخ‌های جلو، آزمون کمک فنرها، آزمون ترمزها، بررسی اهرم‌بندی و اتصالات جلوبندی، آزمون صفحات چرخان و تست شدت صدا، حاصل می‌گردد. بر مبنای جدول زیر نمره فنی خودروها محاسبه و در مدل منظور خواهد داشت.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

جدول ٤. مقیاس محاسبه نمره فنی خودروها

چگونگی کارکرد خودرو	**وضعیت خودرو**
کارکرد کاملاً مطلوب خودرو در همه تست‌ها	سالم
کارکرد قابل‌قبول خودرو در همه تست‌ها	نسبتاً سالم
رد شدن خودرو در یکی از تست‌های فنی	نسبتاً معیوب
رد شدن خودرو در حداکثر دو تست فنی	معیوب
رد شدن خودرو در حداکثر سه تست فنی	کاملاً معیوب
رد شدن خودرو در حداکثر چهار تست فنی	نسبتاً اوراق
رد شدن خودرو در ۵ تست فنی و بیشتر	اوراقی

دیاگرام طراحی‌شده در شکل۱، نحوه دسته‌بندی معیارها و زیرمعیارهای اسقاط خودروی سواری را به تصویر می‌کشد.



شکل ۱. معیارها و زیرمعیارهای اسقاط خودروهای سواری فرسوده

٤ روش‌شناسی

هر مدل فازی شامل سه بخش پارامترهای ورودی، قواعد فازی و پارامترهای خروجی است. مدل‌های فازی از روش‌های مختلفی برای توصیف پارامترهای ورودی و خروجی و چگونگی ترکیب قواعد برای استنتاج نتیجه استفاده می‌کنند. در مدل‌های فازی ورودی‌ها به‌صورت متغیرهای بیانی فازی مطرح‌شده و با قواعد فازی (اگر– آن‌گاه) به خروجی‌هایی که به‌صورت متغیرهای بیانی فازی تعریف‌شده، متصل می‌شوند. با توجه به این‌که در اغلب کاربردها، ورودی و خروجی سیستم فازی اعداد حقیقی هستند، باید واسطه‌هایی بین موتور استنتاج فازی و محیط به‌وجود آید. این واسطه‌ها امکان تبدیل اعداد معمولی را به اعداد فازی و بالعکس فراهم می‌آورند [۱۶].

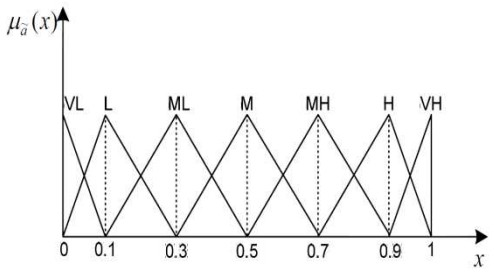
در این مدل ابتدا پارامترهای ورودی مشخص شده، سپس پارامترهای مورد نظر با استفاده از فازی‌سازها (توابع عضویت) فازی شده و با تشریح قواعد استنتاج جهت برآورد، مقادیر خروجی با استفاده از روش نافازی‌سازی مرکز ثقل تولید شده‌اند.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

در این مدل از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است. جدول ۵ مقادیر اعداد فازی مثلثی و شکل ۲ تابع عضویت اعداد فازی بکارگرفته در این تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۵. اعداد فازی مثلثی

متغیر زبانی	نماد	عدد فازی متناظر
خیلی کم	VL	(۰,۰,۱)
کم	L	(۰,۱,۳)
کمتر از متوسط	ML	(۱,۳,۵)
متوسط	M	(۳,۵,۷)
بیشتر از متوسط	MH	(۵,۷,۹)
زیاد	H	(۷,۹,۱۰)
خیلی‌زیاد	VH	(۹,۱۰,۱۰)



شکل ۲. تابع عضویت اعداد فازی مثلثی

٤-١ تعیین درجه اهمیت معیارها

در این مطالعه جهت وزن‌دهی به معیارهای اسقاط خودرو از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) استفاده شده است. روش‌های مختلفی برای FAHP ارایه شده است. اولین مدل از سوی ون لارهون و پدریچز [۱۷] ارایه شد، که از توابع مثلثی استفاده کرد. باکلی [۱۸] استفاده از توابع ذوزنقه را پیشنهاد داد. استم و همکاران [۱۹] کاربرد هوش‌مصنوعی در تخمین نسبت‌های فازی در AHP را تحلیل نمودند. بارزترین پژوهش را چانگ [۲۰] در این زمینه انجام داد. وی از توابع مثلثی در مقایسات زوجی استفاده نمود. در این میان گرچه مدل‌های زیادی همچون ژو و همکاران [۲۱]، دنگ [۲۲]، لی و همکاران [۲۳]، چینگ و هسو [۲۴] برای تحلیل سلسله مراتبی فازی ارایه نمودند، اما هم‌چنان مدل چانگ پرکاربردترین مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی باقی‌ماند. در این پژوهش، وزن‌دهی به معیارهای اسقاط بر مبنای مدل ارایه‌شده توسط چانگ [۲۰] طراحی گردید. در ادامه مدل چنگ برای تعیین وزن معیارها تشریح می‌گردد.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

در این روش از اعداد فازی مثلثی مطابق با جدول ۵ استفاده می‌شود. ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری با توجه به شرایط ناوگان حمل و نقل طراحی می‌گردد. در این روش چنانچه دو عدد فازی مثلثی به شکل M_1 و M_2 در نظر گرفته شوند، روابط فازی بین آن‌ها به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$M_1 = (l_1, m_1, u_1) \,\&\, M_2 = (l_2, m_2, u_2) \quad (1)$$

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (2)$$

$$M_1 \times M_2 = (l_1.l_2, m_1.m_2, u_1.u_2)$$

$$M_1^{-1} = (\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}) \,\&\, M_2^{-1} = (\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2}) \quad (3)$$

پس از آن‌که ماتریس مقایسه زوجی معیارها تکمیل گردید، وزن نهایی معیارها به روش زیر محاسبه می‌گردد.
(S_k یک عدد مثلثی فازی می‌باشد)

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} \times \left[\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} M_{ij} \right]^{-1} \quad (4)$$

در رابطه (۴)، M_{ij} درجه اهمیت معیار i ام در مقایسه با معیار j ام می‌باشد.
پس از محاسبه ارزش معیارها (S_k)، مقایسه ارزش (درجه بزرگی آن‌ها) محاسبه می‌شود. براین‌اساس اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 بر M_2 به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V(M_1 \geq M_2) = 1 \quad \text{اگر } m_1 \geq m_2 :$$

$$V(M_1 \geq M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (u_2 - l_1)} \quad \text{اگر } u_1 \geq l_2 : \quad (5)$$

در غیر این‌صورت: ۰

سپس با استفاده از رابطه (۶) درجه بزرگی یک عدد فازی مثلثی نسبت به K-1 عدد فازی دیگر محاسبه می‌گردد.

$$V(M_1 \geq M_2, ...M_k) = V(M_1 \geq M_2), ..., V(M_1 \geq M_k) \quad (6)$$

در نهایت وزن معیار i ام از رابطه زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$W'(x_i) = \min\left\{V\left(S_i \geq S_k\right)\right\} \quad k = 1, 2, ..., n \quad k \neq i \quad (7)$$

بنابراین بردار وزن معیارها به‌صورت زیر در می‌آید:

$$W' = [W'(x_1), W'(x_2), ..., W'(x_n)]^t \quad (8)$$

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

این بردار، بردار ضرایب تعدیل‌نشده FAHP است. در آخرین گام بر اساس رابطه (۹) مقدار اوزان تعدیل‌شده معیارها به‌دست می‌آید:

$$W_i = \frac{W_i'}{\sum_{i=1}^{n} W_i'} \qquad (۹)$$

در نهایت بردار وزن تعدیل‌شده معیارها به شکل رابطه (۱۰) به‌دست می‌آید:

$$W = [W(x_1), W(x_2), ..., W(x_n)] \qquad (۱۰)$$

نظرات خبرگان جمع آوری شد و به کمک مشورت با آن‌ها داده‌های اولیه جمع آوری گردید. در انتها بر اساس روش تشریح داده شده نظرات تجمیع شد. جدول زیر حاصل شد.

جدول ٦. محاسبه اوزان تعدیل‌شده با توجه به مقایسات زوجی

	معیار مصرف سوخت	معیار آلایندگی هوا	معیار معاینه فنی خودرو
وزن تعدیل‌شده	**۰/٦۲**	**۰/۲۷**	**۰/۱۱**

٤-۲ ادغام نتایج ارزیابی

در بخش ۳، معیارها و زیرمعیارهای مدل اسقاط خودروهای سواری ارایه شدند. برمبنای جداول ۲ الی ۵، به ازای هرخودوری مورد بررسی، سه عدد فازی مثلثی به ازای معیارهای سه گانه اسقاط تخصیص می‌یابد. جدول ۷ جزییات نمره‌دهی فازی در هریک از معیارهای اسقاط را تبیین می‌نماید.

جدول ۷. تخصیص عدد فازی متناسب با هریک از معیارها

وضعیت مصرف سوخت	وضعیت آلایندگی خودرو	وضعیت معاینه فنی خودرو	عدد فازی متناسب
بسیار کم‌مصرف	بسیار پاک	سالم	VL
کم‌مصرف	پاک	نسبتاً سالم	L
تقریباً کم‌مصرف	نسبتاً پاک	نسبتاً معیوب	ML
مصرف متوسط	نسبتاً آلوده	معیوب	M
تقریباً پرمصرف	آلوده	کاملاً معیوب	MH
پر مصرف	بسیار آلوده	نسبتاً اوراق	H
بسیار پرمصرف	زیان‌آور	اوراقی	VH

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

به طور مثال خودرویی که میزان سوخت آن متوسط، وضعیت آلایندهای زیست‌محیطی آن نسبتاً پاک و در تست‌های معاینه فنی نسبتاً سالم ارزیابی شود به ترتیب در معیارهای سه‌گانه اعداد فازی M ، ML و L را دریافت می‌نماید.

در نهایت نمره اسقاط خودرو از روش زیر محاسبه‌شده و با توجه به شرایط طراحی‌شده، جهت ادامه کار یا اسقاط خودرو تصمیم‌گیری می‌شود. نمره اسقاط حاصله در این پژوهش، نمره‌ای منفی بوده و با بیشترشدن از حد تعیین‌شده رای به اسقاط خودرو داده خواهد شد.

چنانچه f نمره فازی مثلثی برای یک خودرو از نظر معیار مصرف سوخت، P نمره معیار آلایندگی هوا و Q نمره فازی معیار معاینه فنی خودرو باشد، نمره اسقاط کل خودرو با T نمایش داده شده و به روش ضرب عدد ثابت در اعداد فازی مثلثی و مجموع سه عدد فازی مثلثی محاسبه می‌گردد، رابطه (۱۱) نحوه محاسبه آن را نمایش می‌دهد.

$$T = (C_F \times f) + (C_P \times P) + (C_Q \times Q) \qquad (۱۱)$$

T عددی فازی است که در مرحله آخر، از طریق رابطه (۱۲) دی فازی می‌شود:

$$T^* = \frac{l_i + ۲m_i + u_i}{۴} \qquad (۱۲)$$

حال با توجه به نظرات خبرگان، مقدار حداقل نمره اسقاط تعیین می‌گردد. طراحی سیاست‌های ترکیبی، علاوه بر رفع مشکلات مطرح‌شده در بخش ۲-۴، فواید فراوان دیگری نیز به همراه خواهد داشت. تدوین سیاست‌های تشویقی در کنار قوانین سخت‌گیرانه اسقاط، شهروندان را ترغیب می‌نماید تا به فکر بهبود وضعیت خودروی خود باشند تا بتوانند از فرصت‌های بهتر استفاده نمایند و این موضوع در طولانی مدت می‌تواند منجر به بهبود وضعیت خودروهای در حال حرکت نیز بیانجامد. جدول (۸) ضمن درنظرگرفتن نکات فوق و با توجه به سیاست‌های دولت در امر اسقاط[۲ و۳] و تجمیع نظرات خبرگان حاصل گردید.

جدول ۸. تصمیم‌گیری اسقاط خودروهای فرسوده

نمره نهایی اسقاط	تصمیم‌گیری
۱۰ – ۹	اسقاط اجباری با ارزش ۵ الی ۱۰ میلیون ریال (متناسب با نمره اسقاط)
۹ – ۷	اسقاط اجباری با ارزش ۱۰ الی ۲۰ میلیون ریال (متناسب با نمره اسقاط)
۷ – ٦	اسقاط به اختیار مالک با جایزه ۲۰ الی ۴۰ میلیون ریالی (متناسب با نمره اسقاط)
٦ – ٤	ادامه کار خودرو
۳ – ۲	جایزه خودری سالم: ۱ تا ۲ سال معافیت از انجام معاینات اسقاط (متناسب با نمره اسقاط)
۲ – ۰	جایزه خودروی پاک: دو سال معافیت از معاینات اسقاط + ۱ تا ۱۲ ماه استفاده رایگان از حمل‌ونقل عمومی (متناسب با نمره اسقاط)

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

۵ تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور آزمون نحوه اجرای مدل، ۱۵ خودروی فرضی با اعداد تصادفی برای معیارهای سه‌گانه درنظرگرفته شد. جدول ۹ اعداد تصادفی تولیدشده برای ۱۵ خودرو را نشان می‌دهد.

جدول ۹. نمره اکتسابی خودروها از ۳ معیار

ردیف	کد خودروهای فرسوده	نمره مصرف سوخت	نمره آلایندگی هوا	نمره فنی خودرو
۱	A-101	M	L	H
۲	A-102	H	H	M
۳	A-103	VH	MH	VL
٤	A-104	L	ML	MH
٥	A-105	MH	L	VL
٦	A-106	MH	M	ML
۷	A-107	ML	L	VL
۸	A-108	VL	L	ML
۹	A-109	H	H	M
۱۰	A-110	L	ML	M
۱۱	A-111	VH	MH	L
۱۲	A-112	ML	L	L
۱۳	A-113	VH	H	MH
۱٤	A-114	VH	VL	ML
۱٥	A-115	L	ML	L

بر اساس وزن‌های تعدیل‌شده در جدول ۶ و رابطه (۱۱) نمره فازی مثلثی هریک از خودروهای جدول ۹ با توجه به معیارهای سه‌گانه محاسبه می‌گردد. جدول ۱۰، نتایج این محاسبات را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. نتایج نمره‌های فازی مثلثی خودروها

کد خودروهای فرسوده	نمره فازی مثلثی مصرف سوخت			نمره فازی مثلثی آلایندگی هوا			نمره فازی مثلثی معاینه فنی خودرو		
	Li	**Mi**	**Ui**	**Li**	**Mi**	**Ui**	**Li**	**Mi**	**Ui**
A-۱۰۱	۱/۸۶	۳/۱	۴/۳۴	۰	۰/۲۷	۰/۸۱	۰/۷۷	۰/۹۹	۱/۱
A-۱۰۲	۴/۳۴	۵/۵۸	۶/۲	۱/۸۹	۲/۴۳	۲/۷	۰/۳۳	۰/۵۵	۰/۷۷
A-۱۰۳	۵/۵۸	۶/۲	۶/۲	۱/۳۵	۱/۸۹	۲/۴۳	۰	۰	۰/۱۱
A-۱۰۴	۰	۰/۶۲	۱/۸۶	۰/۲۷	۰/۸۱	۱/۳۵	۰/۵۵	۰/۷۷	۰/۹۹
A-۱۰۵	۳/۱	۴/۳۴	۵/۵۸	۰	۰/۲۷	۰/۸۱	۰	۰	۰/۱۱
A-۱۰۶	۳/۱	۴/۳۴	۵/۵۸	۰/۸۱	۱/۳۵	۱/۸۹	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۵۵
A-۱۰۷	۰/۶۲	۱/۸۶	۳/۱	۰	۰/۲۷	۰/۸۱	۰	۰	۰/۱۱
A-۱۰۸	۰	۰	۰/۶۲	۰	۰/۲۷	۰/۸۱	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۵۵
A-۱۰۹	۴/۳۴	۵/۵۸	۶/۲	۱/۸۹	۲/۴۳	۲/۷	۰/۳۳	۰/۵۵	۰/۷۷

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

کد خودروهای فرسوده	نمره فازی مثلثی مصرف سوخت			نمره فازی مثلثی آلایندگی هوا			نمره فازی مثلثی معاینه فنی خودرو		
	Li	**Mi**	**Ui**	**Li**	**Mi**	**Ui**	**Li**	**Mi**	**Ui**
A-۱۱۰	۰	۰/۶۲	۱/۸۶	۰/۲۷	۰/۸۱	۱/۳۵	۰/۳۳	۰/۵۵	۰/۷۷
A-۱۱۱	۵/۵۸	۶/۲	۶/۲	۱/۳۵	۱/۸۹	۲/۴۳	۰	۰/۱۱	۰/۳۳
A-۱۱۲	۰/۶۲	۱/۸۶	۳/۱	۰	۰/۲۷	۰/۸۱	۰	۰/۱۱	۰/۳۳
A-۱۱۳	۵/۵۸	۶/۲	۶/۲	۱/۸۹	۲/۴۳	۲/۷	۰/۵۵	۰/۷۷	۰/۹۹
A-۱۱۴	۵/۵۸	۶/۲	۶/۲	۰	۰	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۵۵
A-۱۱۵	۰	۰/۶۲	۱/۸۶	۰/۲۷	۰/۸۱	۱/۳۵	۰	۰/۱۱	۰/۳۳

اعداد فازی مثلثی سه معیار مطابق رابطه (۱۲) با یکدیگر جمع شده و نتیجه حاصله به‌صورت اعداد معمولی به‌دست می‌آید. مجموع سه عدد حاصله، نمره اسقاط خودرو را حاصل می‌نماید. جدول ۱۱ جزییات محاسبات مذکور را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۱. نمره‌های نهایی اسقاط و تصمیم‌گیری در مورد اسقاط خودروها

کد خودروهای فرسوده	نمره مصرف سوخت	نمره آلایندگی هوا	نمره معاینه فنی	نمره نهایی اسقاط	تصمیم‌گیری
A-۱۰۱	۳/۱۰	۰/۳۴	۰/۹۶	۴/۴۰	ادامه کار خودرو
A-۱۰۲	۵/۴۳	۲/۳۶	۰/۵۵	۸/۳۴	اسقاط اجباری با ارزش ۱۶/۷۰ میلیون ریال
A-۱۰۳	۶/۰۵	۱/۸۹	۰/۰۳	۷/۹۶	اسقاط اجباری با ارزش ۱۴/۸۵ میلیون ریال
A-۱۰٤	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۷۷	۲/۳۶	جایزه خودروی سالم: ۱/۳۶ سال معافیت معاینه خودرو
A-۱۰۵	۴/۳۴	۰/۳۴	۰/۰۳	۴/۷۱	ادامه کار خودرو
A-۱۰٦	۴/۳۴	۱/۳۵	۰/۳۳	۶/۰۲	اسقاط به اختیار مالک با جایزه ۲۰/۴۰ میلیون ریالی
A-۱۰۷	۱/۸۶	۰/۳۴	۰/۰۳	۲/۲۳	جایزه خودروی سالم: ۱/۲۳ سال معافیت معاینه خودرو
A-۱۰۸	۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۸۲	جایزه خودروی پاک: ۴/۹۸ ماه استفاده رایگان از حمل و نقل عمومی + ۲ سال معافیت از معاینه خودرو
A-۱۰۹	۵/۴۳	۲/۳۶	۰/۵۵	۸/۳۴	اسقاط اجباری با ارزش ۱۶/۷۰ میلیون ریال
A-۱۱۰	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۵۵	۲/۱۴	جایزه خودروی سالم: ۱/۱۴ سال معافیت معاینه خودرو
A-۱۱۱	۶/۰۵	۱/۸۹	۰/۱۴	۸/۰۷	اسقاط اجباری با ارزش ۱۵/۴۰ میلیون ریال
A-۱۱۲	۱/۸۶	۰/۳۴	۰/۱۴	۲/۳۴	جایزه خودروی سالم: ۱/۳۴ سال معافیت معاینه خودرو
A-۱۱۳	۶/۰۵	۲/۳۶	۰/۷۷	۹/۱۸	اسقاط اجباری با ارزش ۵/۹۰ میلیون ریال
A-۱۱٤	۶/۰۵	۰/۰۷	۰/۳۳	۶/۴۴	اسقاط به اختیار مالک با جایزه ۲۹/۰۰ میلیون ریالی
A-۱۱۵	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۱۴	۱/۷۲	جایزه خودروی پاک: ۱۰/۳۸ ماه استفاده رایگان از حمل و نقل عمومی + ۲ سال معافیت از معاینه خودرو

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

به منظور تبیین نحوه محاسبات در ستون تصمیم‌گیری جدول ۱۲، نحوه تصمیم‌گیری برای خودروی A-۱۰۳ تشریح می‌گردد. خودروی مذکور نمره نهایی ۷/۹۶ را کسب نموده است. بنابراین با توجه به جدول ۸، در دسته نمرات اسقاط ۷ تا ۹ مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به سیاست‌های موجود در جدول ۸، خودروهای این دسته با اسقاط اجباری به ارزش ۱۰ الی ۲۰ میلیون ریال و متناسب با نمره اسقاط مواجه می‌شوند. ارزش نهایی اسقاط این خودرو به طریق زیر محاسبه می‌گردد:

ارزش اسقاط = ۱۰ + ((۷/۹۶ – ۷) ÷ (۹ – ۷)) × ۱۰ = ۱۴/۸۵

از آن‌جا که نمره اسقاط این خودرو ۷/۹۶ شده و در دسته نمرات اسقاط ۷ تا ۹ قرار می‌گیرد، کف بازه از نمره اسقاط کسر می‌گردد. سپس باقیمانده بر طول بازه (۷ تا ۹) تقسیم و در مبلغ شناور تعریف‌شده در استراتژی ضرب می‌گردد. با توجه به استراتژی دسته ۷ تا ۹، مبلغ ۱۰ میلیون ریال به عنوان ثابت ارزش اسقاط و مبلغ ۱۰ میلیون ریال نیز بابت هزینه متناسب با نمره اسقاط، به خودروهای این دسته تعلق می‌گیرد. سایر مقادیر موجود در جدول نیز به روش مشابه به‌دست آمده‌اند.

فراتر از محاسبات فوق باید توجه نمود که جدول ۱۲ نشان می‌دهد، که به کمک یک نظام دقیق برای اسقاط خودروهای فرسوده، علاوه بر این‌که مشکلات طرح‌های فعلی مرتفع خواهد شد، کلیه شهروندان نیز به سوی نگهداری و تعمیرات به موقع اتومبیل‌های خود تشویق خواهند شد. چرا که به ازای کسب نمره‌ای بهتر از معیارهای اسقاط، می‌توانند به تناسب از مزایایی بالاتر بهره‌مند شوند.

٦ نتیجه‌گیری و ارایه پیشنهادات

مقاله حاضر به ارایه مدلی فازی جهت اسقاط خودروهای فرسوده پرداخته است. در این پژوهش ابتدا مروری بر طرح‌های اسقاط انجام گرفت و مزایا و معایب مهم هریک برشمرده شد. برآیند نتایج طرح‌های فعلی نشان داد که اسقاط خودروهای فرسوده با متد جاری و بر اساس سن خودروها علاوه بر ناعدالتی اجتماعی موجبات ضررهای زیست‌محیطی را نیز فراهم می‌کند. پس از آن معیارهای سنجش فرسودگی خودرو شناسایی گردید و با نظر خبرگان عوامل مهم برای نظام اسقاط کشور تعیین شد. به کمک مدلی فازی، طرحی اولیه برای بهبود طرح اسقاط خودروهای فرسوده ارایه شد. در انتها نیز با یک مثال عددی نشان داده شد که چگونه می‌توان از طرح ارایه‌شده جهت تصمیم‌گیری برای اسقاط خودروهای فرسوده استفاده نمود.

مدل ارایه‌شده نشان داد که چگونه می‌توان به کمک یک طرح مناسب اسقاط، علاوه بر منطقی‌نمودن رویه اسقاط و کاهش آسیب‌های طرح‌های فعلی، دارندگان خودروهای غیراسقاطی را نیز به رعایت ضوابط زیست-محیطی تشویق نمود. به عبارت دیگر طرح پیشنهاد شده نه تنها وضعیت اسقاط را عادلانه و منطقی طراحی می-نماید، بلکه موجب بهبود ناوگان فعلی حمل و نقل نیز می‌گردد.

در پژوهش‌های آتی می‌توان طرح‌های اسقاط مشابهی برای اسقاط خودروهای سنگین و موتورسیکلت‌های فرسوده نیز طراحی نمود. باید توجه داشت که مرحله نخست طراحی نظام اسقاط برای هریک از موارد یاد شده، شناخت آسیب‌هایی است که هر یک از وسایل نقلیه، به جامعه، محیط زیست و شهروندان وارد می‌نمایند.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

منابع

[۱] عبدلی، ق.، ورهرامی، و.، (۱۳۸۹). بررسی آثار اسقاط خودروهای فرسوده. مطالعه موردی شهر تهران، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی،۷ (۲۶).

[۲] سازمان مدیریت حمل‌ونقل. (۱۳۸۰). طرح مطالعاتی تعویض خودروهای فرسوده، بررسی تجربه کشورهای منتخب و شناسایی ویژگی‌های خودروهای کم‌مصرف و خودروهای فرسوده ایران. سازمان مدیریت حمل‌ونقل کشور.

[۳] سازمان مدیریت حمل‌ونقل. (۱۳۸۰). طرح مطالعاتی تعویض خودروهای فرسوده، راهکارهای از رده خارج‌کردن خودروهای فرسوده سواری و فرایند بازیابی، راهکارهای از رده خارج‌کردن خودروهای وانت مینی‌بوس و اتوبوس و کامیون، بررسی هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی جایگزینی خودروهای فرسوده. سازمان مدیریت حمل‌ونقل کشور.

[۴] دامن کشیده، م.، شجاعی، م.، علی مردانی، ف.، (۱۳۹۰). بررسی آثار ناشی از جایگزینی خودروهای فرسوده سبک بنزین سوز بر روی آلودگی هوای تهران. یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک.

[۱۰] گودرزی، خ.، (۱۳۹۰). بررسی هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی جایگزینی خودروهای سواری فرسوده. یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک.

[۱۲] شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت. (۱۳۸۹). کتاب جامع اطلاعات حمل‌ونقل و انرژی سال ۱۳۸۸. جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی.

[۱۵] موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی و معاونت برنامه‌ریزی. (۱۳۸۹). ترازنامه هیدروکربوری کشور در سال ۱۳۸۸. موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی و معاونت برنامه‌ریزی و نظارت بر منابع هیدروکربوری وزارت نفت.

[۱۶] شوندی، ح.، (۱۳۸۵). نظریه مجموعه‌های فازی. انتشارات گسترش علوم پایه، تهران.

[5] Gupta, S. M., Isaacs, J. A., (1997). Value Analysis of Disposal Strategies for Automobiles. Compurcrs ind. Engng, 33, 325-328.

[6] Lee, C. H., (1997). Management of scrap car recycling. Resources-Conservation and Recycling, 20, 207–217.

[7] Cernicchiaro, G., de Lapparent, M., (2012). How long to own and how much to use a car-A dynamic discrete choice model to explain holding duration and driven mileage. Journal Economic Modelling, 29(5), 1737-1744.

[8] Simic, V., Dimitrijevic, B., (2012). Production planning for vehicle recycling factories in the EU legislative and global business environments. Resources-Conservation and Recycling, 60, 78–88.

[9] Yue, K., (2012). Comparative analysis of scrap car recycling management. Procedia Environmental Sciences, 16, 44–50.

[11] Department of Ecology State of Washington. (2011). Vehicle Recycling Manual, A Guide for Vehicle Recyclers. Washington.

[13] International Energy Agency. (2011). Key world energy statistics. IEA Statistics.

[14] Worldwide emissions standards. (2012). passengers cars and light duty vehicles, DELOHI, Innovation for real world. Worldwide emissions standards.

[17] Van Laarhoven, P .J .M., Pedrycz, W., (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. Fuzzy Sets and Systems, 11, 229-41.

[18] Buckley, J. J., (1985). Fuzzy hierarchical analysis. Fuzzy Sets and Systems. 17, 233-47.

[19] Stam, A., Minghe, S., Haines, M., (1996). Artificial neural network representations for hierarchical preference structures. Computers & Operations Research, 23(12), 1191-201.

[20] Chang, D. Y., (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 95, 649-55.

[21] Zhu, K. J., Jing, Y., Chang, D. Y., (1999). A discussion on extent analysis method and applications of fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 116, 450-6.

[22] Deng, H., (1999). Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison. International Journal of Approximate Reasoning, 21(3), 215-231.

[23] Lee, M., Pham, H., Zhang, X., (1999). A methodology for priority setting with application to software development process. European Journal of Operational Research, 118, 375-89.

[24] Ching-Hsue, C., (1997). Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function. European Journal of Operational Research, 96 (2), 343-50.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]