

## موانع اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فولاد

ارسلان محمدی<sup>a</sup>، محسن شهریاری<sup>b</sup>

<sup>a</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران (arsalan.mohammadi@in.iut.ac.ir)

<sup>b</sup> عضو هیئت علمی، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران (shahriari@cc.iut.ac.ir)

نویسنده مسئول: محسن شهریاری

### چکیده:

با ایجاد رشد سریع تغییرات محیط کسب و کار طی سال‌های اخیر، سازمان‌ها با احساس نیاز در مورد تولید محصولات و خدمات سازگار با محیط‌زیست نه به عنوان یک انتخاب بلکه به عنوان یک ضرورت روبرو شده‌اند، این چالش باعث ایجاد مفهوم جدید مدیریت زنجیره تأمین سبز گشته است. بررسی‌ها نشان دهنده آن است که مدیریت زنجیره تأمین در ایران در بسیاری از حوزه‌ها هنوز سنتی است و تنها به عنوان ابزاری تبلیغاتی در جهت کسب مزیت رقابتی تلقی می‌گردد. هدف از این تحقیق، شناسایی موانع پیاده سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فولاد می‌باشد. در این تحقیق موانع مختلف شناسایی و در اختیار خبرگان قرار گرفت، سپس با کمک نرم‌افزار Expert Choice و براساس رویکرد تحلیل سلسله مراتبی مهمترین موانع اولویت‌بندی گردید. نتایج نشان داد سرمایه‌گذاری بالا و بازده کم، مهم‌ترین مانع در پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** مدیریت زنجیره تأمین سبز، صنعت فولاد، عوامل اقتصادی، پشتیبانی و بهبود، عوامل عملیاتی.

### ۱. مقدمه

امروزه، صنعتی شدن جوامع و گسترش صنایع نگرانی‌های زیست‌محیطی فراوانی را ایجاد کرده است [۱]. افزایش آگاهی نسبت به مسائل زیست‌محیطی و کاهش منابع و در عین حال تصویب مقررات مختلف برای توجه به تأثیرات مخرب زیست‌محیطی در طی فرایندها و شیوه‌های مختلف در صنایع تولیدی در سال‌های اخیر به چالشی بزرگ تبدیل شده است [۲]. بنابراین، سازمان‌ها برای بدست آوردن چهره و تصویری مطلوب و همچنین برای عمل به قوانین و مصوبات ملی و بین‌المللی وضع شده در رابطه با محیط زیست تلاش می‌کنند تا شیوه‌های سازمانی خود را سبزتر کنند [۳]. به طور کلی، یک تجارت سبز یا پایدار را می‌توان هر سازمانی دانست که در اقدامات دوستدار محیط زیست یا سبز مشارکت داشته باشد تا تضمین کند که هر فرآیند، محصول و فعالیت تولیدی علاوه بر حفظ سود خود، به اندازه کافی به مسائل زیست‌محیطی نیز توجه می‌کند بدین صورت که در کنار رعایت استانداردهای زیست‌محیطی تلاش می‌کنند از منابع انرژی تجدیدپذیر استفاده کرده و اثرات زیست‌محیطی فرایندهای خود در سطوح مختلف سازمان را کاهش دهد [۴، ۵].

اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز<sup>۱</sup> عامل مهمی است که می‌تواند سازمان‌ها را به سمت تمرکز بر کاهش تأثیرات مخرب زیست‌محیطی و تأمین منافع اقتصادی و اجتماعی سوق دهد [۴، ۱]. در واقع مدیریت زنجیره تأمین سبز به لحاظ مفهومی تفکر زیست‌محیطی را در مدیریت زنجیره تأمین سنتی وارد می‌کند. زنجیره تأمین سبز بر مسائل زیست‌محیطی هر کسب و کاری که درگیر فعالیت‌های زنجیره تأمین باشد تأثیر می‌گذارد و متعاقباً منجر به بهبود عملکرد زیست‌محیطی آن کسب و کار می‌شود [۵، ۶].

نکته مهمی که نگرانی‌های متخصصان و کارشناسان حوزه زنجیره تأمین سبز را برانگیخته این است که الگوهای کنونی بکار گرفته شده در زنجیره تأمین در صنایع مختلف و خصوصاً صنایع تولیدی که انرژی و منابع طبیعی بسیاری مصرف می‌کنند تأثیرات زیست‌محیطی بسیار زیادی دارند [۶]. این درحالیست که شیوه‌های سبز در مدیریت زنجیره تأمین در این صنایع معمولاً بسیار کم مورد توجه قرار می‌گیرد و به عبارتی از جانب دست‌اندرکاران و مدیران ارشد شاغل در صنایع مختلف مورد غفلت و بی‌توجهی واقع می‌شود [۷، ۸]. در این راستا، درک و شناسایی موانع اجرایی شدن شیوه‌های زنجیره تأمین سبز در صنایع مختلف می‌تواند گامی مهم برای برطرف کردن این موانع محسوب شود. در واقع، با شناسایی این عوامل و موانع می‌توان مهم‌ترین موانع را با توجه به شرایط و ویژگی‌های منحصر به فرد هر بخش از صنعت شناسایی نموده و با ارائه برنامه‌ها و اقداماتی در سطح محلی و دولتی برای برطرف کردن این موانع در گام اول تلاش نمود که این موضوع به نوبه خود می‌تواند راه را برای ترویج شیوه‌های سبزتر در زنجیره تأمین سبز باز کند [۲، ۹].

صنعت فولاد بعد از صنایع نفت و گاز، مهم‌ترین صنعت دنیا می‌باشد و حجم زیادی از تجارت را به خود اختصاص داده است [۷]. در کشور ما، صنایع فولاد به عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع کشور محسوب می‌شود که نقش به‌سزایی در تولید ناخالص داخلی ایفا می‌کند و نقش حیاتی در توسعه و رشد کشور دارد [۱۰]. در ایران، صنعت فولاد از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است؛ به نحوی که می‌توان صنعت فولاد را صنعت پیشرو ایران دانست. سهم ۲۰ درصدی صادرات محصولات فولادی، از صادرات غیرنفتی کشور مبین ادعاست. پیشرفت ایجاد شده در صنعت فولاد، این صنعت را به یکی از صنایع زیربنایی تبدیل کرده به گونه‌ای که این صنعت یکی از ارکان اصلی توسعه کشور را شکل می‌دهد. در واقع توسعه صنعت فولاد با توجه به ویژگی‌های اقتصادی، اجتماعی و جغرافیایی کشور نه تنها اهمیت اقتصادی بسزایی دارد، بلکه تحقق صادرات غیر نفتی درآمدهای ارزی را نیز به دنبال خواهد داشت [۲۳].

<sup>۱</sup>Green supply chain management (GSCM)

نکته‌ای که در رابطه با صنعت فولاد حائز اهمیت است این است که در تمام فرایندهای آن در طول زنجیره تأمین فولاد، از تأمین مواد خام و بهره‌برداری از منابع طبیعی گرفته تا ساخت، تولید و استفاده و پس از استفاده و پسماندهای آن بعد از مصرف توسط مصرف‌کننده نهایی با محیط زیست در ارتباط است. همچنین به دلیل صادرات محصولات فولادی به بازارهای بین‌المللی، نیاز آن به انطباق با قوانین زیست‌محیطی بین‌المللی نیز اجتناب‌ناپذیر است [۵، ۷].

نگاهی به مدیریت زنجیره تأمین کنونی در صنعت فولاد در کشور به خوبی گویای آن است که توجه زیادی به رویکردهای سبز در آن صورت نمی‌گیرد و می‌توان زنجیره تأمین در صنعت فولاد در کشور ما را تا حدود زیادی سنتی باقی مانده دانست [۱۰]. علی‌رغم سهم بسزایی که صنایع فولاد اصفهان در اقتصاد کشور ایفا می‌کند، استقرار واحدهای صنعتی متعدد و همچنین حمل و نقل محصولات تولیدی به سراسر کشور باعث شده زنجیره تأمین صنایع فولاد در این استان باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی فراوانی شود [۲۴]. با این وجود و با توجه به گستردگی حجم فعالیت‌های صنعت فولاد در استان اصفهان به عنوان قطب صنایع فولاد ایران، تاکنون تحقیقاتی در زمینه مدیریت زنجیره تأمین سبز در استان اصفهان در حوزه فولاد انجام نشده و متعاقب آن موانع اجرایی شدن این شیوه‌ها نیز مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین، نیاز به بررسی‌های دقیق و جامع برای درک عوامل و موانع عدم اجرایی شدن شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در این صنعت با توجه به شرایط و عوامل مختلف می‌باشد تا بتوان این موانع را هرچه سریع‌تر برطرف نمود. واضح است که حذف کامل تمامی این موانع با توجه به گستردگی و متنوع بودن آن‌ها به هیچ وجه امکان‌پذیر نیست و با توجه به تنوع بسیار بالای عوامل دخیل در آن یک مسئله چندمعیاره محسوب می‌شود [۱۱].

با توجه به مطالب فوق، اولویت‌بندی مهم‌ترین موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند باعث شود که مهم‌ترین موانع در گام اول شناسایی شده و زنجیره تأمین ناکارآمد کنونی را به سمت اتخاذ شیوه‌ها و رویه‌های سبزتر سوق دهد. بنابراین، هدف از این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی موانع اجرایی شدن شیوه‌های زنجیره تأمین سبز بر اساس روش فرایند سلسله‌مراتبی تحلیلی<sup>۲</sup> است.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مدیریت زنجیره تأمین سبز بر آگاهی از محیط‌زیست در کل زنجیره تأمین متمرکز است و شامل همکاری طولانی مدت و آگاهانه بین اعضای زنجیره تأمین می‌باشد [۵]. با ادغام جنبه زیست‌محیطی در هر مرحله از زنجیره تأمین شرکت، چندین ذینفع از جمله تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، مشتریان و شرکتهای دفع‌کننده می‌توانند در نهایت محصولی بسیار سبز تولید کنند [۱]. اصطلاح زنجیره تأمین سبز به فعالیت‌هایی اشاره دارد که هدف آنها کاهش تأثیرات زیست‌محیطی یک محصول در کل چرخه عمر آن است. فعالیت‌هایی که معمولاً سازمان‌های دخیل در زنجیره تأمین با آن مواجهند شامل طراحی محصول، تهیه مواد، انتخاب فرآیند تولید، تحویل محصول نهایی به مصرف‌کنندگان و همچنین مدیریت چرخه عمر محصول هستند [۱۲، ۱۳]. در تمامی فعالیت‌های فوق که در طول کل زنجیره تأمین پراکنده شده‌اند باید به مسائلی چون انتشار آلاینده‌ها و دی‌اکسید کربن، بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع طبیعی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، استفاده از منابع انرژی پاک، کار کردن با تأمین‌کنندگان سبز و همچنین بازیافت محصول و استفاده مجدد از آن پس از استفاده توسط مصرف‌کننده نهایی توجه شود [۷، ۱۴]. در مورد مفهوم بازیافت که در صنعتی چون صنعت فولاد بسیار حائز اهمیت است مسئله لجستیک معکوس نیز یکی از مواردی است که باید بدان توجه شود. لجستیک معکوس به فرایند جمع‌آوری محصولات استفاده شده از مصرف‌کنندگان و فرستادن آنها به مراکز مناسب جهت بازیافت و یا دفع مناسب است که اصطلاحاً باعث بسته شدن حلقه زنجیره تأمین می‌شود. مسئله لجستیک معکوس نه تنها بر عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌ها تأثیر می‌گذارد بلکه از لحاظ اقتصادی نیز می‌تواند باعث ایجاد ارزش افزوده شود و سود این صنعت را افزایش دهد [۵، ۱۵].

مطالعات مختلفی تاکنون در مورد موانع اجرایی شدن شیوه‌های زنجیره تأمین سبز در صنایع مختلف انجام شده است. ماجومدار<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۹) موانع موجود بر اجرایی شدن مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت نساجی را در جنوب شرق آسیا با استفاده از مدلسازی ساختاری تفسیری انجام داد. پیچیده بودن روند سبز و طراحی سیستم، به عنوان اصلی‌ترین مانع شناسایی شد. همچنین، عدم حمایت و تشویق مصرف‌کننده، عدم راهنمایی و پشتیبانی مقامات نظارتی و هزینه بالای اجرا و نگهداری از دیگر موانع اساسی زنجیره تأمین منسوجات سبز بود [۹].

در تحقیقی دیگر اودین<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۹) از چارچوب AHP برای ارزیابی موانع اجرایی شدن مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت چرم پرداختند. نتیجه این مطالعه نشان داد که هزینه بالای فناوری پیشرفته، مهمترین مانع برای اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز است، در حالی که فناوری پیشرفته موثرترین مسیر در جهت به تحقق پیوستن مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌باشد [۱۶].

داسیلوا و همکاران (۲۰۱۸) موانع موجود در جهت اجرایی شدن مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت خودروسازی را بررسی کرده و ۱۳ مورد در زمینه‌های پشتیبانی و مشارکت (پنج)، عملکرد عملیاتی (سه)، عملکرد اقتصادی (دو)، عملکرد محیطی (دو) و دانش و اطلاعات (یک) شناسایی کردند. اعتبارسنجی بر اساس درک متخصصان فنی و دانشگاهی آشنا با مدیریت محیط زیست و مدیریت زنجیره تأمین در بخش‌های مختلف انجام شد. سلسله مراتب موانع بر اساس اولویت با

<sup>۲</sup>Analytical Hierarchy Process (AHP)

<sup>۳</sup> Majumdar

<sup>۴</sup> Uddin

استفاده از روش AHP، با تصمیم‌گیرندگانی به نمایندگی از یک صنعت در بخش خودرو به دست آمد. این مطالعه نشان داد که پیامدهای هزینه از نظر تأمین‌کننده مهمترین مانع در برابر مدیریت زنجیره تأمین سبز است [۶].

کاور<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۷) از روش DEMATEL برای بررسی موانع مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت‌های تولیدی کانادایی استفاده کردند. در این مطالعه، هفت شرکت تولیدی از بخش کالاهای الکترونیکی شرکت داشتند. نتایج مطالعه آن‌ها سه دسته اصلی از موانع را شناسایی کرد. این موانع مربوط به دانش (عدم آگاهی از تأثیرات زیست محیطی بر تجارت، فقدان دوره‌های آموزشی/مشاوره برای آموزش، عدم تخصص فنی و دشواری در شناسایی فرصت‌های زیست محیطی)، تعهد (عدم مسئولیت اجتماعی شرکت) و طراحی محصول (پیچیدگی طراحی برای استفاده مجدد/بازیافت محصولات استفاده شده) بود [۱۲].

ماتیازانگن<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۷) از مدل‌سازی معادلات ساختاری برای ارزیابی موانع موجود برای مدیریت منابع انسانی سبز در صنعت خودروسازی استفاده کردند. فرضیه‌های پژوهش با استفاده از ادبیات تحقیق برای اعتبارسنجی روابط بین موانع موجود توسعه یافتند. برای گرفتن نظرات کارشناسان با کمک پرسش‌نامه از روش دلفی استفاده شد و روش مدل‌سازی معادلات ساختاری برای آزمون فرضیات تحقیق استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که تعهد مدیریت ارشد، مشارکت دولت، مزایای زیست محیطی، فشار بازار و مشتریان و مشارکت با تأمین‌کنندگان همگی در اجرایی شدن شیوه‌های زنجیره تأمین سبز نقش داشته و همگی این عوامل به هم مرتبط هستند [۱۷]. دسته بندی موانع موجود برای اجرایی شدن شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز را می‌توان در جدول ۱ مشاهده نمود.

جدول ۱. خلاصه‌ای از مهم‌ترین موانع پیاده‌سازی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در پژوهش‌های پیشین

شماره	ابعاد	مؤلفه‌ها	منابع
۱	عوامل اقتصادی	سرمایه گذاری زیاد و بازده کم عدم امکان اعطای وام به اقدامات زیست محیطی در دسترس نبودن نقدینگی محدودیت مالی، نیاز به منابع انسانی بیشتر عدم رقابت‌پذیری، هزینه بالای دفع زباله	[۶]، [۷]، [۸]، [۹]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۶]، [۱۷]، [۱۸]، [۱۹]، [۲۰]، [۲۱]
۲	پشتیبانی و بهبود	عدم تعهد مدیریت ارشد عدم صداقت بین ذینفعان عدم تعهد تأمین‌کنندگان و مشتری عدم حمایت نهادهای قانون‌گذار ناسازگاری در قوانین عدم وجود مسئولیت اجتماعی شرکت مقاومت به تغییر وابستگی ضعیف اعضای زنجیره تأمین به یکدیگر	[۶]، [۷]، [۸]، [۹]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۶]، [۱۷]، [۱۸]، [۱۹]، [۲۱]
۳	عوامل عملیاتی	مقاومت در برابر نوآوری عدم اجرای شیوه‌های سبز عدم اعتقاد به عملکرد و کیفیت محصولات سبز کارایی زیست محیطی کم به دلیل پیچیدگی طراحی عدم وجود شیوه‌های لجستیک معکوس مناسب	[۶]، [۸]، [۹]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۷]، [۱۸]، [۲۱]، [۱۹]
۴	عوامل زیست محیطی	برنامه‌ریزی استراتژیک زیست محیطی نامناسب عدم وجود معیارهایی برای ارزیابی عملکرد در کل زنجیره تأمین عدم وجود ارزیابی عملکرد داخلی کاهش کارایی در زنجیره تأمین سبز	[۵]، [۶]، [۸]، [۹]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۷]، [۱۸]، [۲۱]، [۲۲]، [۲۳]، [۲۴]
۵	دانش و فناوری	عدم وجود تخصص کافی عدم وجود آموزش عدم آگاهی تأمین‌کننده ارتباطات داخلی ضعیف عدم وجود دانش و تخصص کافی مشکل در تفسیر مفاهیم زیست محیطی کیفیت ضعیف منابع انسانی عدم اجرایی کردن فناوری اطلاعات	[۵]، [۶]، [۸]، [۹]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۶]، [۱۷]، [۱۸]، [۱۹]، [۲۱]

<sup>۵</sup> Kaur

<sup>۶</sup> Mathiyazhagan

### ۳. روش تحقیق

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربری و از نظر شیوه جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی-پیمایشی محسوب می‌شود. برای شناسایی موانع موجود از روش کتابخانه‌ای استفاده شده و مقالات علمی معتبر مطالعه شدند تا مجموعه‌ای از موانع شناسایی شده در تحقیقات مختلف جمع‌آوری شود. سپس، در مرحله بعدی برای تعیین مؤثرترین شاخص‌ها از ۱۵ نفر از خبرگان متشکل از اساتید دانشگاهی در رشته‌های مرتبط با مهندسی صنایع و مدیریت صنعتی و همچنین خبرگان شاغل در صنعت فولاد استان اصفهان استفاده شد تا اولویت‌ها تعیین شوند. جهت تحلیل داده‌ها از فرآیند تحلیل سلسه مراتبی و نرم افزار Expert Choice استفاده شده است. با استفاده از این روش موانع پیاده سازی زنجیره تامین سبز در صنعت فولاد اولویت‌بندی شده است. مراحل انجام تحلیل به صورت زیر است:

- ۱- اولویت‌بندی معیارهای اصلی براساس هدف از طریق مقایسه زوجی
- ۲- اولویت‌بندی هر یک از زیرمعیارها در خوشه مربوط به خود از طریق مقایسه زوجی
- ۳- محاسبه وزن کلی و تعیین اولویت نهائی شاخص‌ها.

### ۴. یافته‌های پژوهش

در گام نخست معیارهای اصلی انتخاب شده است. معیارهای اصلی تحقیق عوامل اقتصادی، پشتیبانی و بهبود، عوامل عملیاتی، عوامل زیست محیطی و دانش و فناوری می باشد و گام دوم وزن هر کدام از زیر معیارها بر اساس معیار اصلی مشخص شده است. معیارها و زیر معیارهای با اندیس عددی نام گذاری شده‌اند تا در جریان تحقیق به سادگی قابل ردیابی و مطالعه باشد.

#### ۱.۴ تعیین اولویت معیارها براساس هدف

اولین اقدامی که باید صورت گیرد، اولویت‌بندی معیارهای اصلی تحقیق نسبت به هدف می‌باشد و پس از این عمل باید زیر معیارها را نسبت به معیار خود رتبه بندی نموده و در نهایت به اولویت‌بندی زیر معیارها رسید.

جدول ۲، زیر اولویت و رتبه معیارهای اصلی نسبت به هدف تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۲. رتبه‌بندی معیارهای اصلی نسبت به هدف

رتبه عوامل	وزن عوامل	معیارها	نماد
۱	۰.۳۰۶	عوامل اقتصادی	A
۲	۰.۲۷۴	پشتیبانی و بهبود	B
۳	۰.۲۰۵	عوامل عملیاتی	C
۴	۰.۱۲۲	عوامل زیست محیطی	D
۵	۰.۰۹۳	دانش و فناوری	E
۰.۰۱		نرخ ناسازگاری	

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می شود، عوامل اقتصادی با وزن ۰.۳۰۶ بیشترین اولویت و دانش و فناوری کمترین اولویت را دارا می‌باشد. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰.۰۱ بدست آمده است که کوچکتر از حد مرزی ۰/۱ می‌باشد. لذا مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد است.

#### ۲.۴ مقایسه و تعیین اولویت زیر معیارها

در گام بعدی زیر معیارهای مربوط به هر معیار بصورت زوجی مقایسه شده‌است.

##### ۱.۲.۴ تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل اقتصادی

جدول ۳ اولویت و رتبه زیر معیارهای عوامل اقتصادی را نشان می‌دهد.

جدول ۳. رتبه‌بندی زیر معیارهای عوامل اقتصادی

رتبه زیر معیار	وزن زیر معیار	زیر معیارها	نماد
۱	۰.۴۳۷	سرمایه‌گذاری زیاد و بازده کم	A <sup>۱</sup>
۲	۰.۲۲۸	عدم امکان اعطای وام به اقدامات زیست محیطی	A <sup>۲</sup>
۳	۰.۱۵۵	در دسترس نبودن نقدینگی	A <sup>۳</sup>
۴	۰.۱۱۲	محدودیت مالی	A <sup>۴</sup>
۵	۰.۰۶۸	نیاز به منابع انسانی بیشتر	A <sup>۵</sup>
	۰.۰۸	نرخ ناسازگاری	

همان‌طور که در جدول ۳ نمایان است، زیر معیار سرمایه‌گذاری زیاد و بازده کم با وزن ۰.۴۳۷ از بیشترین اولویت برخوردار است. نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰.۰۸ بدست آمده است که کوچکتر از حد مرزی ۰/۱ می‌باشد. لذا مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد است.

##### ۲.۲.۴ تعیین اولویت زیر معیارهای پشتیبانی و بهبود

جدول ۶ اولویت و رتبه زیر معیارهای پشتیبانی و بهبود را نشان می‌دهد.

جدول ۴. رتبه بندی زیر معیارهای پشتیبانی و بهبود

رتبه زیر معیار	وزن زیر معیار	زیر معیارها	نماد
۱	۰.۳۲۰	عدم تعهد مدیریت ارشد	B <sup>۱</sup>
۲	۰.۲۳۳	عدم صداقت بین ذینفعان	B <sup>۲</sup>
۳	۰.۱۶۹	عدم تعهد تامین‌کنندگان و مشتری	B <sup>۳</sup>
۴	۰.۱۲۲	عدم حمایت نهادهای قانون گذار	B <sup>۴</sup>
۵	۰.۰۹۱	ناسازگاری در قوانین	B <sup>۵</sup>
۶	۰.۰۶۵	عدم وجود مسئولیت اجتماعی شرکت	B <sup>۶</sup>
	۰.۰۴	نرخ ناسازگاری	

همان‌طور که در جدول ۴ نمایان است، زیر معیار عدم تعهد مدیریت ارشد با وزن ۰.۳۲۰ از بیشترین اولویت برخوردار است. نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰.۰۸ بدست آمده است که کوچکتر از حد مرزی ۰/۱ می‌باشد. لذا مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد است.

##### ۳.۲.۴ تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل عملیاتی

محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل عملیاتی در جدول ۹ ارائه شده‌است.

جدول ۵ اولویت و رتبه زیر معیارهای عوامل عملیاتی را نشان می‌دهد.

جدول ۵. رتبه‌بندی زیر معیارهای عوامل عملیاتی

رتبه زیر معیار	وزن زیر معیار	زیر معیارها	نماد
۱	۰.۳۵۹	عدم اعتقاد به عملکرد و کیفیت محصولات سبز	C <sup>۱</sup>
۲	۰.۲۶۶	عدم اجرای شیوه‌های سبز	C <sup>۲</sup>
۳	۰.۱۸۸	مقاومت در برابر نوآوری	C <sup>۳</sup>
۴	۰.۱۲۵	کارایی زیست محیطی کم به دلیل پیچیدگی طراحی	C <sup>۴</sup>
۵	۰.۰۶۳	عدم وجود لجستیک معکوس مناسب	C <sup>۵</sup>
	۰.۰۹	نرخ ناسازگاری	

همان‌طور که در جدول ۵ نمایان است، زیر معیار عدم اعتقاد به عملکرد و کیفیت محصولات سبز با وزن ۰.۳۵۹ از بیشترین اولویت برخوردار است. نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰.۰۹ بدست آمده است که کوچکتر از حد مرزی ۰/۱ می‌باشد. لذا مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد است.



#### ۴.۲.۴ تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل زیست محیطی

جدول ۶ اولویت و رتبه زیر معیارهای عوامل زیست محیطی را نشان می دهد.

جدول ۶. رتبه بندی زیر معیارهای عوامل زیست محیطی

رتبه زیر معیار	وزن زیر معیار	زیر معیارها	نماد
۱	۰.۴۸۲	برنامه ریزی استراتژیک زیست محیطی نامناسب	D۱
۲	۰.۳۷۶	عدم وجود معیارهایی برای ارزیابی عملکرد در کل زنجیره تامین	D۲
۳	۰.۱۴۲	عدم وجود ارزیابی عملکرد داخلی	D۳
۰.۰۲		نرخ ناسازگاری	

همانطور که در جدول ۶ نمایان است، زیر معیار برنامه ریزی استراتژیک زیست محیطی نامناسب با وزن ۰.۴۸۲ از بیشترین اولویت برخوردار است. نرخ ناسازگاری مقایسه های انجام شده ۰.۰۲ بدست آمده است که کوچکتر از حد مرزی ۰/۱ می باشد. لذا مقایسه های انجام شده قابل اعتماد است.

#### ۵.۲.۴ تعیین اولویت زیر معیارهای دانش و فناوری

جدول ۷ اولویت و رتبه زیر معیارهای دانش و فناوری را نشان می دهد.

جدول ۷. رتبه بندی زیر معیارهای دانش و فناوری

رتبه زیر معیار	وزن زیر معیار	زیر معیارها	نماد
۱	۰.۴۸۹	عدم وجود تخصص کافی	E۱
۲	۰.۳۵۹	عدم وجود آموزش	E۲
۳	۰.۱۵۲	عدم آگاهی تامین کننده	E۳
۰.۰۹		نرخ ناسازگاری	

همان طور که در جدول ۷ نمایان است، زیر معیار عدم وجود تخصص کافی با وزن ۰.۴۸۹ از بیشترین اولویت برخوردار است. نرخ ناسازگاری مقایسه های انجام شده ۰.۰۹ بدست آمده است که کوچکتر از حد مرزی ۰/۱ می باشد. لذا مقایسه های انجام شده قابل اعتماد است.

#### ۳.۴ تعیین وزن نهایی عناصر با تکنیک AHP

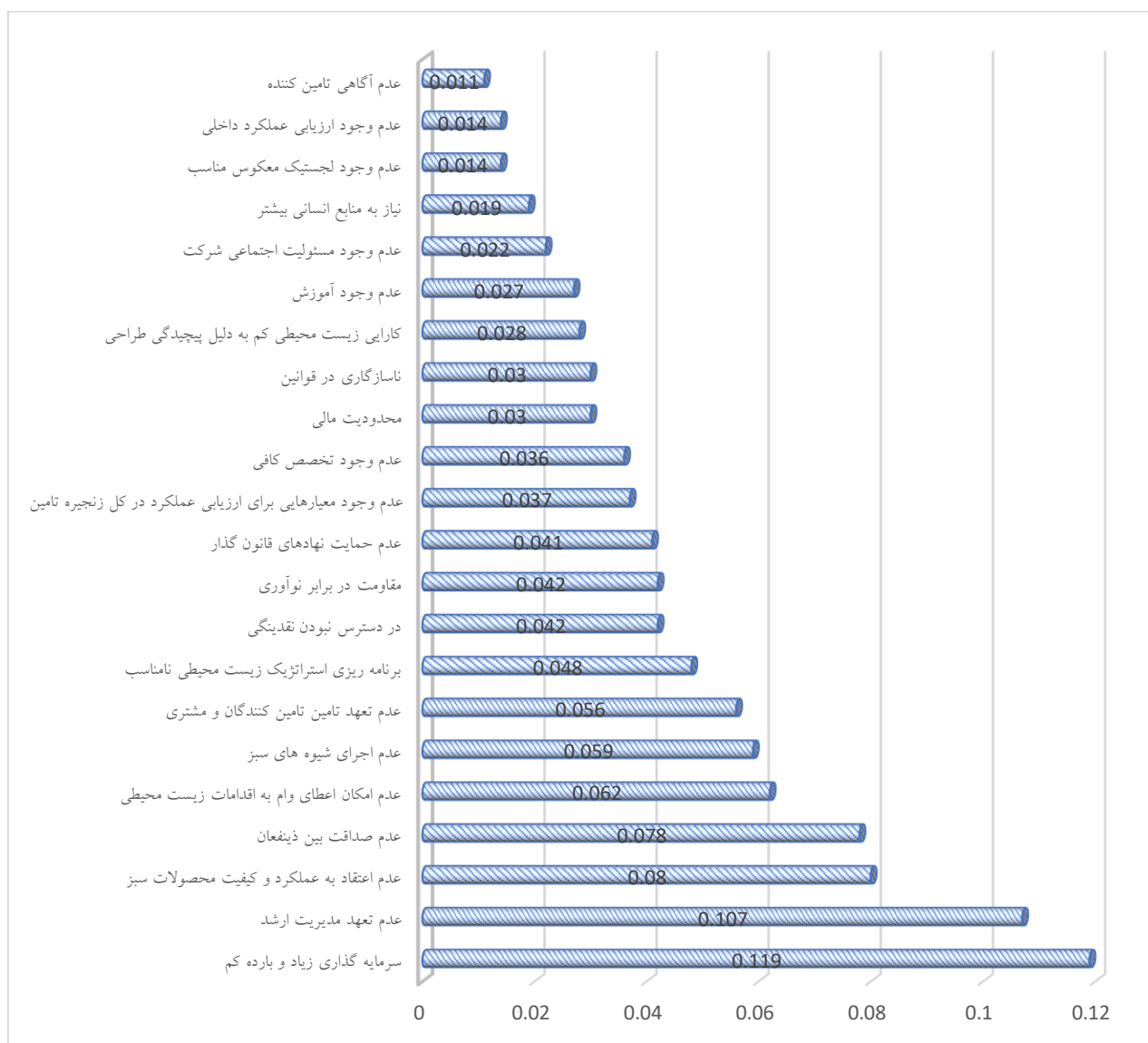
در این بخش از تحقیق وزن نهایی زیر معیارهای شناسایی شده نسبت به هدف اصلی مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. نتایج محاسبه انجام شده و اوزان مربوط به شاخص ها در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸. تعیین اولویت نهایی شاخص ها با تکنیک AHP

رتبه نهایی	وزن نهایی	وزن نسب به معیارهای خود	زیر معیارها	نماد	وزن	معیارهای اصلی	نماد
۱	۰.۱۱۹	۰.۴۳۷	سرمایه گذاری زیاد و بارده کم	A۱	۰.۳۰۶	عوامل اقتصادی	A
۵	۰.۰۶۲	۰.۲۲۸	عدم امکان اعطای وام به اقدامات زیست محیطی	A۲			
۹	۰.۰۴۲	۰.۱۵۵	در دسترس نبودن نقدینگی	A۳			
۱۴	۰.۰۳	۰.۱۱۲	محدودیت مالی	A۴			
۱۹	۰.۰۱۹	۰.۰۶۸	نیاز به منابع انسانی بیشتر	A۵			
۲	۰.۱۰۷	۰.۳۲۰	عدم تعهد مدیریت ارشد	B۱	۰.۲۷۴	پشتیبانی و بهبود	B
۴	۰.۰۷۸	۰.۲۳۳	عدم صداقت بین ذینفعان	B۲			
۷	۰.۰۵۶	۰.۱۶۹	عدم تعهد تامین تامین کنندگان و مشتری	B۳			
۱۱	۰.۰۴۱	۰.۱۲۲	عدم حمایت نهادهای قانون گذار	B۴			
۱۵	۰.۰۳	۰.۰۹۱	ناسازگاری در قوانین	B۵			
۱۸	۰.۰۲۲	۰.۰۶۵	عدم وجود مسئولیت اجتماعی شرکت	B۶	۰.۲۰۵	عوامل عملیاتی	C
۳	۰.۰۸	۰.۳۵۹	عدم اعتقاد به عملکرد و کیفیت محصولات سبز	C۱			
۶	۰.۰۵۹	۰.۲۶۶	عدم اجرای شیوه های سبز	C۲			
۱۰	۰.۰۴۲	۰.۱۸۸	مقاومت در برابر نوآوری	C۳			
۱۶	۰.۰۲۸	۰.۱۲۵	کارایی زیست محیطی کم به دلیل پیچیدگی طراحی	C۴			
۲۰	۰.۰۱۴	۰.۰۶۳	عدم وجود لجستیک معکوس مناسب	C۵			

رتبه نهایی	وزن نهایی	وزن نسب به معیارهای خود	زیر معیارها	نماد	وزن	معیار های اصلی	نماد
۸	۰.۰۴۸	۰.۴۸۲	برنامه ریزی استراتژیک زیست‌محیطی نامناسب	D <sup>۱</sup>		عوامل	
۱۲	۰.۰۳۷	۰.۳۷۶	عدم وجود معیارهایی برای ارزیابی عملکرد در کل زنجیره تامین	D <sup>۲</sup>	۰.۱۲۲	زیست محیطی	D
۲۱	۰.۰۱۴	۰.۱۴۲	عدم وجود ارزیابی عملکرد داخلی	D <sup>۳</sup>			
۱۳	۰.۰۳۶	۰.۴۸۹	عدم وجود تخصص کافی	E <sup>۱</sup>			
۱۷	۰.۰۲۷	۰.۳۵۹	عدم وجود آموزش	E <sup>۲</sup>	۰.۰۹۳	دانش و فناوری	E
۲۱	۰.۰۱۱	۰.۱۵۲	عدم آگاهی تامین‌کننده	E <sup>۳</sup>			

بنابراین سرمایه‌گذاری زیاد و بازده کم با وزن کل ۰.۱۱۹ از بیشترین اهمیت در میان تمامی شاخص‌های موجود برخوردار است. نرخ ناسازگاری کل نیز در سطح بسیار مطلوب و قابل قبول ۰.۰۴ محاسبه شده است.



شکل ۱. رتبه بندی زیر معیارهای تحقیق نسبت به هدف اصلی

#### ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از انجام این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی موانع اجرایی شدن شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت فولاد ایران بود. انجام این تحقیق از این جهت ضرورت داشت که عوامل بسیار متعددی برای اجرایی شدن شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت فولاد دخیل هستند و تنوع و گستردگی این عوامل باعث می‌شود که نتوان بطور همزمان همه موانع را برطرف نمود. برای این منظور، شناسایی و اولویت‌بندی این عوامل می‌تواند با توجه به محدودیت بودجه و زمان بسیار مفید واقع شود. با شناسایی مهم‌ترین موانع و برطرف کردن آنها، راه برای برطرف کردن تدریجی همه موانع باز شده و در عین حال به صنایع انگیزه می‌دهد تا برای اجرایی شدن شیوه‌های سبز در زنجیره تامین خود بیشتر تلاش کنند. در این بخش، با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی ارائه می‌شود.

در این تحقیق ابتدا مهم‌ترین موانع پیاده‌سازی زنجیره تامین سبز (عوامل اقتصادی، پشتیبانی و بهبود، عوامل عملیاتی، عوامل زیست‌محیطی و دانش و فناوری) بر اساس مرور ادبیات تحقیق در صنایع مختلف شناسایی شد. در مرحله بعد این عوامل به خبرگان در صنعت فولاد در قالب پرسشنامه‌هایی داده شد تا اعتبار عوامل یافت شده تأیید شود. در این مرحله از بین عوامل شناسایی شده تعداد ۲۲ عامل در پنج حوزه مورد بررسی باقی ماندند.

نتایج تجزیه و تحلیل‌های انجام شده نشان داد که مهم‌ترین موانع شناسایی شده مربوط به عوامل اقتصادی هستند. بقیه عوامل به ترتیب اهمیت عبارت بودند از پشتیبانی و بهبود، عوامل عملیاتی، عوامل زیست‌محیطی و دانش و فناوری. از بین کل عوامل مورد بررسی عامل سرمایه‌گذاری زیاد و بازده کم به عنوان اصلی‌ترین و مهم‌ترین مانع اجرایی شدن شیوه‌های زنجیره تامین سبز در صنعت فولاد شناسایی شد. اکثر تولیدکنندگان به دلیل هزینه بالای اجرایی کردن شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین سبز و سود و بازده کم مرتبط با این اقدامات انگیزه‌ای برای اجرای این شیوه‌ها ندارند. هزینه‌های اولیه برای سبز کردن زنجیره تامین بسیار بالاست و همین هزینه اولیه بالا، خیلی از تولیدکنندگان را از بکارگیری و خریداری فناوری‌های لازم برای سبز کردن زنجیره تامین بازمی‌دارد [۹، ۲۰]. بنابراین پیشنهاد می‌شود که با اعطای مشوق‌های مالی و وام‌های بلندمدت و کم‌بهره مدیران این صنعت را تشویق به سرمایه‌گذاری در این حوزه نمود. اعطای مشوق‌های مالی و وام‌ها باعث می‌شود که شرکت‌های فعال در حوزه فولاد بتوانند از پس هزینه‌های اولیه بالای راه‌اندازی زنجیره تامین سبز برآیند.

این تحقیق شامل محدودیت‌هایی هم بود، اولین محدودیت آن مربوط به این است که این روش تحقیق کیفی بوده و عوامل شناسایی شده در آن بر اساس قضاوت خبرگان صورت می‌گیرند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در آینده تحقیقاتی برای تصمیم‌گیری با روش‌های دیگر مانند روش‌های فازی نیز انجام شده و عوامل مرتبط با عدم قطعیت نیز در تصمیم‌گیری‌ها گنجانده شوند.

#### منابع

- [۱] Mardani, A., Kannan, D., Hooker, R. E., Ozkul, S., Alrasheedi, M., & Tirkolae, E. B. (۲۰۲۰). Evaluation of green and sustainable supply chain management using structural equation modelling: A systematic review of the state of the art literature and recommendations for future research. *Journal of cleaner production*, 249, ۱۱۹۳۸۳.
- [۲] Banasik, A., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Kanellopoulos, A., Claassen, G. D. H., & van der Vorst, J. G. (۲۰۱۸). Multi-criteria decision making approaches for green supply chains: a review. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 30(۳), ۳۶۶-۳۹۶.
- [۳] Verdecho, M. J., Alarcón-Valero, F., Pérez-Perales, D., Alfaro-Saiz, J. J., & Rodríguez-Rodríguez, R. (۲۰۲۰). A methodology to select suppliers to increase sustainability within supply chains. *Central European Journal of Operations Research*, ۱-۲۱.
- [۴] HakimiAsl, M., Amalnick, M. S., Zorriassatine, F., & HakimiAsl, A. (۲۰۱۶). Green supplier evaluation by using an integrated fuzzy AHP-VIKOR approach. *International Journal of Supply and Operations Management*, 3(۲), ۱۲۸۴-۱۳۰۰.
- [۵] Azimifard, A., Moosavirad, S. H., & Ariafar, S. (۲۰۱۸). Selecting sustainable supplier countries for Iran's steel industry at three levels by using AHP and TOPSIS methods. *Resources Policy*, 57, ۳۰-۴۴.
- [۶] Da Silva, F. C. D., Shibao, F. Y., Barbieri, J. C., Librantz, A. F. H., & SANTOS, M. R. D. (۲۰۱۸). Barriers to green supply chain management in the automotive industry. *Revista de Administração de Empresas*, 58(۲), ۱۴۹-۱۶۲.
- [۷] Oroojeni M. O. M. J., Darvishi, M., & Javad, A. O. M. (۲۰۲۰). Green supplier selection for the steel industry using BWM and fuzzy TOPSIS: a case study of Khouzestan steel company. *Sustainable Futures*, 2, ۱۰۰۰۱۲.
- [۸] Khandelwal, C., & Barua, M. K. (۲۰۲۰). Prioritizing Circular Supply Chain Management Barriers Using Fuzzy AHP: Case of the Indian Plastic Industry. *Global Business Review*, ۰۹۷۲۱۰۰۹۲۰۹۴۸۸۱۸.
- [۹] Majumdar, A., & Sinha, S. K. (۲۰۱۹). Analyzing the barriers of green textile supply chain management in Southeast Asia using interpretive structural modeling. *Sustainable Production and Consumption*, 17, ۱۷۶-۱۸۷.
- [۱۰] فلاح لاجیمی، ح؛ عرب، ع؛ بهرامزاده، ه. (۱۳۹۵). بررسی موانع پیاده‌سازی زنجیره تامین سبز در صنایع فولاد استان مازندران با رویکرد ترکیبی BSC/BWM. مدیریت صنعتی، ۸(۴)، ۶۵۳-۶۸۴.
- [۱۱] Boutkhom, O., Hanine, M., Boukhriss, H., Agouti, T., & Tikniouine, A. (۲۰۱۶). Multi-criteria decision support framework for sustainable implementation of effective green supply chain management practices. *SpringerPlus*, 5(۱), ۱-۲۴.
- [۱۲] Kaur, J., Sidhu, R., Awasthi, A., Chauhan, S., & Goyal, S. (۲۰۱۸). A DEMATEL based approach for investigating barriers in green supply chain management in Canadian manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, 56(۱-۲), ۳۱۲-۳۳۲.
- [۱۳] Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (۲۰۱۵). Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, ۳۷۵-۳۹۰.
- [۱۴] Sharma, A., Rajan, A., Jose, R., & Rao, P. (۲۰۱۵). Applying structural equation modeling for green supply chain in retail domain. *International Journal of Business Analytics and Intelligence*, 3(۲), ۵۵.



- [۱۵] Safari, F. M., & Omidvari, M. (۲۰۱۷). Effect of green supply chain management on production costs, quality and productivity using structural equation modelling. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 27(۳), ۴۲۷-۴۴۱.
- [۱۶] Uddin, S., Ali, S. M., Kabir, G., Suhi, S. A., Enayet, R., & Haque, T. (۲۰۱۹). An AHP-ELECTRE framework to evaluate barriers to green supply chain management in the leather industry. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(۸), ۷۳۲-۷۵۱.
- [۱۷] Mathiyazhagan, K., Haq, A. N., Mohapatra, A., & Srinivasan, P. (۲۰۱۷). Application of structural equation modelling to evaluate the barrier relationship for green supply chain management implementation. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 9(۲), ۸۷-۱۱۶.
- [۱۸] Gandhi, S., Mangla, S. K., Kumar, P., & Kumar, D. (۲۰۱۶). A combined approach using AHP and DEMATEL for evaluating success factors in implementation of green supply chain management in Indian manufacturing industries. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 19(۶), ۵۳۷-۵۶۱.
- [۱۹] Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D., & Haq, A. N. (۲۰۱۴). Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics*, 147, ۵۵۵-۵۶۸.
- [۲۰] Mathiyazhagan, K., Govindan, K., NoorulHaq, A., & Geng, Y. (۲۰۱۳). An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 47, ۲۸۳-۲۹۷.
- [۲۱] Pradeep, C. C. (۲۰۱۷). Assessment and analysis of GSCM barriers using AHP. *Complexity*, 4(۰۶).
- [۲۲] Luthra, S., Garg, D., & Haleem, A. (۲۰۱۶). The impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: an empirical investigation of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 121, ۱۴۲-۱۵۸.
- [۲۳] اسماعیلی، م؛ اسماعیلی، م؛ امیرشقایق، ه. (۱۳۹۱). ارائه رهیافتی علمی در کاهش آلاینده‌گی صنایع فولاد استان اصفهان. محیط شناسی، ۳۸(۶۱)، ۶-۷۱.
- [۲۴] میربلوکی، ه؛ قنبری، ف. (۱۳۹۷). ارزیابی اثرات محیط زیستی احداث کارخانه فولاد. پژوهش و فناوری محیط زیست، ۳(۴)، ۴۹-۵۷.