

## عنوان مقاله: ارائه الگوی تصمیم‌گیری برای ارزیابی اقدامات سبز با رویکرد تلفیقی ANP و ارس خاکستری

مهلا سادات صانعی<sup>۱</sup> - نفیسه نقدی خوزانی<sup>۲</sup> - سید محمود زنجیرچی<sup>۳</sup>

دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۱۲  
پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۱

### چکیده:

در وهله نخست پدیده گرم‌شدن کره زمین باعث به‌وجود آمدن رویکرد سبز در مدیران عالی شد. مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های بشر، منجر به ارائه رویکردهایی جهت جلوگیری از آسیب بیشتر به محیط زیست شد که یکی از مهم‌ترین این رویکردها، رویکرد سبز است. امروزه اهمیت مدیریت سبز جدا از فواید اصلی حفظ و مراقبت از زیست‌بوم، به‌عنوان یکی از مزایای رقابتی برای سازمان‌هایی به‌شمار می‌رود که به بهبود نام و موقعیت سازمان توجه دارند. در این راستا ارزیابی اقدامات مدیریت سبز به‌عنوان اولین گام در مدیریت این فرآیند مورد توجه پژوهشگران بسیاری قرار گرفته است. در این پژوهش قصد داریم اولویت‌بندی مناسبی را از این اقدامات در راستای سبز شدن با استفاده از رویکرد پیمایش و با بهره‌گیری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری ANP و ARAS ارائه دهیم. در گام نخست با مطالعه عمیق ادبیات پژوهش ابعاد و شاخص‌های مناسب شناسایی شدند. پس از آن با کمک گرفتن از نظرات خبرگان پرسش‌نامه‌های مناسب تهیه و مورد تست روایی قرار گرفتند. با جمع‌آوری داده‌ها و انجام تحلیل به کمک دو تکنیک گفته‌شده در نهایت بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب شد.

**کلیدواژه‌ها:** طرح سبز، مدیریت عملیات سبز، چارچوب مدیریت سبز، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، ارس خاکستری.

۱. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی،  
دانشکده مدیریت و حسابداری،  
پردیس فارابی دانشگاه تهران  
(نویسنده مسئول).  
saneimahla@gmail.com

۲. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی،  
دانشکده مدیریت و حسابداری،  
پردیس فارابی دانشگاه تهران  
nafise.naghdi000@yahoo.com

۳. دانشیار گروه مدیریت صنعتی  
دانشگاه یزد.  
zanjirchi@yazd.ac.i

ایران در حال گذر از مرحله صنعتی شدن است و اگر در فرآیند رشد اقتصادی خود به تاثیرات زیست محیطی توجه نکند در آینده‌ای نه چندان دور با چالش‌های زیست محیطی متعددی مواجه خواهد شد که رفع آن‌ها تقریباً غیرممکن خواهد بود. در عین حال سازمان‌ها تحت فشار شدید ایجاد توازن در تاثیرات منابع در دسترس، تقاضای مشتری، گروه‌های مصرف کننده و مقررات دولت هستند. برای رسیدگی به تقاضای سهام‌داران برای شیوه‌های سازگار با محیط زیست، مدیران در تصمیمات این که چه مواردی برای استفاده در فرآیندهای مختلف خریداری شود، اثر آن‌ها بر فرآیند تولید و ارائه خدمات، سیاست‌های تحویل و بازیافت (استفاده مجدد) حساس‌تر هستند. راهبردهای سبز مختلف که بر هر دو عملیات داخلی و خارجی تمرکز دارد، از طریق مشاغل اتخاذ می‌شود. امروزه مدیریت عملیات سبز مورد علاقه بسیاری از پژوهشگران واقع شده که به سازمان‌ها در رسیدن به مزایای رقابتی کمک می‌کند. با این حال معرفی طرحی سبز می‌تواند چالش‌های مختلفی را برای سازمان‌ها و زنجیره تامین به ارمغان آورد. این نکته بسیار مهم است که یک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری نظام‌مند و موثر را به منظور کمک به شاغلان صنایع و سازمان مورد بررسی برای ارزیابی اقدامات سبز مختلف ایجاد کرد (احتشامی و اکرامی، ۱۳۹۱). بی‌توجهی به قانونمندی‌های طبیعت، موجب تخریب منابع ارزشمند طبیعی و عدم تعادل در زمینه‌های اساسی توسعه می‌شود. در حالی که توسعه متوازن در چهار قلمرو اقتصادی، اجتماعی، فناوری و زیست محیطی، هدف غایی تمامی کشورهای جهان است. مدیریت سبز، به کارگیری فناوری‌های مناسب و فنون مدیریتی صحیح در راستای خدمات سازگار با محیط زیست و در جهت افزایش بهره‌وری و سوددهی است. در همین راستا مدیریت سبز از دو اصل مدیریت و محیط زیست حاصل شده است. اصل پاسخگویی زیست محیطی مسئولیت‌پذیری را ایجاد کرده است تا مسئولیت اصلاح خسارات وارده زیست محیطی بر گردن آلوده کننده باشد. برای ادامه حیات، ضرورت ایجاد تغییر در نگرش‌ها و رفتارهای انسان‌ها شدیداً احساس می‌شود، و باید نوع نگاه به طبیعت تغییر کند. نگرش سلطه باید به نگرش احیا و سازگاری با طبیعت تبدیل شود، پاسخگویی، اصل راهنمایی است که به مسئولیت‌پذیری در قبال اقداماتی که در جهت توسعه صورت می‌گیرند، تاکید دارد. این اصل نیاز کسب‌وکار را به پاسخگوبودن در مقابل ذی‌نفعان مختلف، مقرر می‌دارد (مرادی پردنجان و همکاران، ۱۳۹۳).

با توسعه مداوم اقتصادی، اجتماعی و جهانی‌سازی اقتصادی، الگوی مدیریت در حال تغییر است و می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه الگوی مدیریت در بهینه‌سازی مداوم است، اما توجه اصلی مدیریت در همه عملکردها به مشکلات محیطی‌ای که نگران آن هستیم، نیست. برای مدیریت پروژه، ابزارها و روش‌های مدیریت به‌خصوص بر کیفیت، زمان و کنترل اهداف امنیت متمرکز هستند، درحالی‌که اهداف عینی بر کنترل محیط بسیار کمیاب هستند (شمسی و همکاران، ۱۳۹۲). یکی از مهم‌ترین اهداف اقدامات مدیریت سبز کاهش هزینه و آثار منفی زیست‌محیطی ناشی از مصرف در دستگاه‌های دولتی از طریق اجرای نظام مدیریت محیط‌زیستی، تغییر الگوی مصرف، مصرف بهینه منابع و کاهش ضایعات و درنهایت بهبود محیط‌زیست است. یکی دیگر از اهداف مدیریت سبز تضمین حفاظت از محیط‌زیست و در عین حال، سودده کردن کسب‌وکار است. نه حفظ محیط‌زیست و توسعه، هیچ‌یک، نمی‌توانند به قیمت از دست دادن دیگری محقق شوند. مدیریت سبز تصدیق می‌کند که محیط‌زیست و توسعه، دو روی یک سکه‌اند. با بسط این شناخت، مفهوم مدیریت سبز نشان می‌دهد برای آن که هر راهبرد توسعه‌ای پایدار باشد، نیاز به تمرکز بر کیفیت، سوددهی و محیط‌زیست که تمرکز سه‌گانه مدیریت سبز خوانده می‌شود، وجود دارد. هدف دیگر این است که عملکرد و ارزش بیشتری را از طریق مصرف کمتر منابع، شامل انرژی و ایجاد ضایعات کمتر، در اختیار مصرف‌کننده بگذارد. خصوصاً به فعالیت‌ها و استفاده موثرتر و دائمی‌تر مواد و انرژی منجر می‌شود (بازده بیشتر با ورودی کمتر). این امر، هم در مورد محیط‌زیست و هم در مورد کسب‌وکار، منطقی به نظر می‌رسد، چون منابع طبیعی حفاظت شده‌اند و به موجب آن، تخریب محیط‌زیست کاهش می‌یابد. به‌طور کلی مزایای مدیریت سبز را می‌توان در سه بخش دید: منافع زیست‌محیطی، اثرات مثبت اقتصادی و وجه اجتماعی (مرادی پردنجانی و همکاران، ۱۳۹۳).

اهمیت موضوع محیط‌زیست به حدی است که گزارش توسعه انسانی که هر ساله از سوی برنامه توسعه ملل متحد منتشر می‌شود آسیب‌پذیری یا پایداری محیط‌زیست در کشورها را به‌عنوان یکی از شاخص‌های توسعه مورد بررسی و توجه قرار می‌دهد. حال با توجه به این موضوع ما سعی بر این داریم که اقدامات و تصمیمات مدیریتی به‌منظور بهبود شرایط زیست‌محیطی اتخاذ کنیم و همچنین اقداماتی را انجام دهیم که منتج به خدمات سازگار با محیط‌زیست می‌شود. برای مثال می‌توانیم در دانشگاه به تفکیک زباله‌ها، ایجاد فضای سبز در نما، استفاده از انرژی‌های نو و مواردی از این دست بپردازیم که نه تنها به محیط‌زیست صدمه نمی‌زند بلکه سازگار با محیط‌زیست است. مصرف سوخت‌های فسیلی و گرایش به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های پاک برای کاهش اثرات منفی بر محیط‌زیست ضروری است. مدیریت سبز همبستگی و یکپارچگی ارتقای

بهره‌وری با رویکرد محیط‌زیست را با ایجاد فرصت‌های شغلی جدیدی خلق خواهد کرد تا منافع رقابتی را در بازاری که تمرکز آن بر کیفیت است، تامین کند. مدیریت در دو سطح دارای اهمیت است: یکی تعهد مدیریت ارشد است، زیرا برای سازمان اولویت‌ها را مشخص می‌کند، منابع را اختصاص می‌دهد و کارکنان را دارای انگیزه و تشویق می‌کند. پیش‌شرط آنکه مدیریت سبز با موفقیت در کسب‌وکار پذیرفته شود، تعهد مدیریت ارشد نسبت به پذیرش این رویکرد سبز است. سطح دوم، مشارکت کارکنان از اعمال مدیریت سبز در سازمان است. بدون مشارکت و تعهد کارکنان صنف، اجرای موثر مدیریت سبز ممکن نخواهد بود (محرّم‌نژاد، ۱۳۸۸).

در این پژوهش سعی بر این داریم که در سازمان موردنظر شاخص‌هایی را که در ارزیابی اقدامات مدیریت سبز دخیل هستند بیابیم و در آخر با اولویت‌بندی گزینه‌ها یک رویکرد تصمیم‌گیری نظام‌مند برای تصمیم‌گیری‌های منطقی‌تر پیشنهاد دهیم تا با یک ابزار مهم برنامه‌ریزی بتوانیم کیفیت زیست‌محیطی دانشگاه را بالا ببریم که این ابزار باید در دسترس برنامه‌ریزان و مدیران قرار گیرد تا بر اساس آن بتوانند اثرات بالقوه زیست‌محیطی را که در نتیجه اجرای طرح‌های توسعه‌ای پدیدار می‌شوند، شناسایی کرده و گزینه‌های منطقی جهت رفع یا کاهش آن‌ها را پیشنهاد کنند.

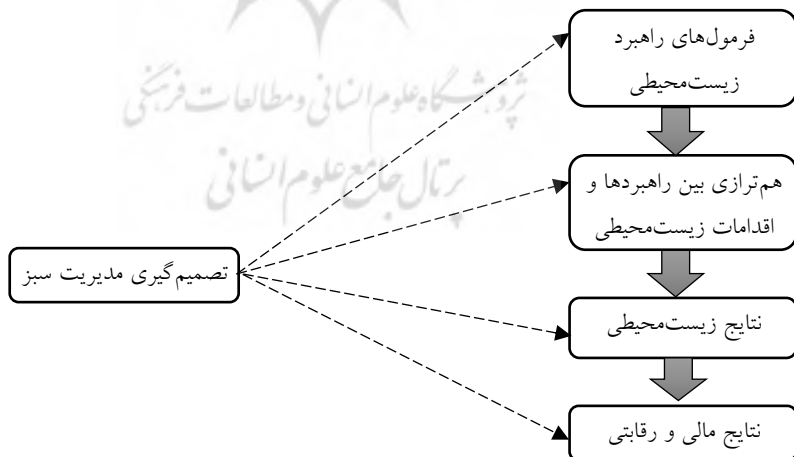
## مبانی نظری

مدیریت سبز: مدیریتی است که دانایی‌ها و اندوخته‌های علمی را با مهارت‌های تجربی می‌آمیزد و در جهت تولید و ارائه خدمات سالم‌تر، پاک‌تر، بی‌خطرتر و باکیفیت‌تر می‌کوشد. فلسفه اساسی و زیربنایی مدیریت سبز، لزوم همخوانی با طبیعت است (زاهدی، ۱۳۹۲). در رویکرد مدیریت سبز، سوددهی پایه و اساس هر کسب‌وکاری است، اما سوددهی از طریق صرفه‌جویی در مواد اولیه مورد تاکید قرار می‌گیرد. باید توجه داشت که مدیریت سبز یک سبک تازه در مدیریت کسب‌وکار نیست بلکه یک ساختار یا به عبارت دقیق‌تر یک فرآیند ساختاری کسب‌وکار است؛ به عبارت دیگر، سبک‌های مدیریت تجاری بر استخدام، مدیریت و استفاده از کارکنان قابل و بااستعداد برای تولید منافع برای کسب‌وکار خود تمرکز دارند. به سخن دیگر، مدیریت سبز روش‌های ایجاد سود و منفعت را تولید می‌کند. مدیریت سبز را می‌توان در سه بخش تعریف کرد: ساختمان سبز، انرژی سبز و پسماند سبز (محرّم‌نژاد، ۱۳۸۸).

مدیریت عملیات سبز: مدیریت عملیات سبز می‌تواند به‌عنوان اقداماتی که به‌منظور کمک به بهبود عملکرد زیست‌محیطی در عملیات سازمان‌ها انجام می‌شود، درنظر گرفته شود. از این‌رو با توجه به فرآیندهای گسترده تابع عملیات، آن‌ها اقداماتی برای برنامه‌ریزی تولید، توسعه محصول

و فرآیند، مدیریت زنجیره تامین، تولید و در نهایت عملیات پس از فروش انجام می‌دهند. از آنجا که نوآوری نقش مهمی در افزایش رقابت سازمان‌ها ایفا می‌کند و همچنین پیامدهای زیادی برای محیط‌زیست دارد، آن را نیز به‌عنوان یکی از اقدامات عملیات سبز به فهرست خود اضافه می‌کنیم (Porter & Van Linde, 1999; Florida, 1996).

طرح سبز: طرح سبز را می‌توان به‌عنوان هدف اصلی برای تعدیل گازهای گلخانه‌ای که از طریق فعالیت‌های انسانی تولید می‌شود تعریف کرد که این فعالیت‌ها می‌تواند در دامنه فرآیندهای تولید صنعتی تا سادگی رانندگی یک ماشین قرار گیرد. در واقع طرح سبز یعنی راه‌اندازی کسب‌وکار و خدماتی جدید به‌گونه‌ای که کمترین صدمه را به تمامی موجودات زنده وارد کند (Florida, 1996). چارچوب مدیریت سبز: مدیریت سبز فرآیند پیچیده‌ای است که به‌طور بالقوه برای طیف گسترده‌ای از تصمیم‌گیری‌های مدیریت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این الگو به بررسی چارچوبی برای تصمیمات مدیریت سبز برای رسیدن به فرمول راهبرد سبز موفق می‌پردازیم. در اینجا چارچوب مورد استفاده ما به سمت مدیریت موثر مسائل زیست‌محیطی هدایت می‌شوند. این نقشه با فرموله کردن راهبردهای زیست‌محیطی و تلفیق آن با مسائل، اهداف و ایده‌های زیست‌محیطی و تامل بر مولفه‌های موفقیت راهبرد ارائه پیش‌بینی اهداف و اقدامات و نتایج به‌دست‌آمده به بهبود عملکردهای زیست‌محیطی و در نهایت عملکرد مالی و رقابتی می‌انجامد (Garzella & Fiorentino, 2014).



شکل ۱: چارچوب مدیریت سبز

اهمیت و ضرورت مدیریت سبز: گرم‌شدن جهانی و کاهش اندوخته نفتی، مدیران اجرایی را بر آن داشته تا در استفاده از انرژی، تجدیدنظر کنند. علاوه بر این تامین انرژی در سال، در همین راستا سازمان‌ها و ادارات نیز تحت‌تاثیر این موضوع قرار گرفته‌اند. سرمایه ۱۶ هزار میلیارد دلاری را نیز می‌طلبد. مصرف استفاده از سوخت‌های فسیلی و گرایش به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های پاک برای کاهش اثرات منفی بر محیط‌زیست ضروری است. مدیریت سبز همبستگی و یکپارچگی ارتقای بهره‌وری با رویکرد محیط‌زیست را با ایجاد فرصت‌های شغلی جدیدی خلق خواهند کرد تا منافع رقابتی را در بازاری که تمرکز آن بر کیفیت است، تامین کند. مدیریت در دو سطح دارای اهمیت است: یکی تعهد مدیریت ارشد است، زیرا برای سازمان اولویت‌ها را مشخص می‌کند، منابع را اختصاص می‌دهد و کارکنان را دارای انگیزه و تشویق می‌کند، پیش‌شرط آنکه مدیریت سبز با موفقیت در کسب‌وکار پذیرفته شود، تعهد مدیریت ارشد نسبت به پذیرش این رویکرد سبز است. سطح دوم، مشارکت کارکنان از اعمال مدیریت سبز در سازمان است. بدون مشارکت و تعهد کارکنان صنف، اجرای موثر مدیریت سبز ممکن نخواهد بود (محرم‌نژاد، ۱۳۸۸). دستگاه‌های اجرایی و موسسات و نهادهای عمومی غیردولتی موظف‌اند اقدامات زیر را برای تحقق اهداف برنامه مدیریت سبز انجام دهند (شهری‌مجارشین و ریحانی‌تاش، ۱۳۹۳):

- اطلاع‌رسانی و ارتقای آموزش کارکنان در زمینه برنامه مدیریت سبز
- بهینه‌سازی مصرف انواع حامل‌های انرژی
- بهینه‌سازی مصرف آب
- کاهش مصرف کاغذ با توجه به نوع فعالیت دستگاه‌ها و مؤسسات
- مصرف بهینه مواد اولیه، مواد مصرفی و تجهیزات
- کاهش تولید پسماند از طریق بهره‌گیری از فناوری‌های مناسب و افزایش بهره‌وری
- بهبود نظام تعمیر و نگهداری وسایل و تجهیزات به‌جای تعویض
- بازیافت ضایعات، تصفیه و بازچرخانی آب با سیستم‌های مناسب
- استفاده از فناوری‌های پاک و سازگار با محیط‌زیست
- کاربرد مواد مصرفی سازگار با محیط‌زیست
- مدیریت پسماندهای جامد با تاکید بر تفکیک از مبدأ.

دستاوردهای مدیریت سبز: جدا از فایده ذاتی مراقبت از محیط‌زیست، بزرگ‌ترین لطف مدیریت سبز به شرکت‌های بزرگ این است که نام و برند آن‌ها را در میان عامه مردم مقبول‌تر از پیش کرده است. به‌طورکلی مزایای مدیریت سبز را می‌توان در سه بخش دید: منافع زیست‌محیطی،

اثرات مثبت اقتصادی و وجه اجتماعی. در واقع شرکت‌ها، سازمان‌ها و نهادهایی که تن به اجرای مدیریت سبز می‌دهند می‌توانند از صرفه‌جویی‌های اقتصادی، خدمت به محیط‌زیست و داشتن وجه اجتماعی لذت ببرند. کارکنان شرکت‌هایی که استانداردهای محکم‌تری در زمینه مدیریت سبز دارند، از روحیه بالاتری برخوردارند. از طرفی شرکت‌های هوادار مدیریت سبز توانسته‌اند در هزینه‌هایشان صرفه‌جویی کنند. استارباکس یکی از معروف‌ترین این شرکت‌هاست که با لحاظ کردن استانداردهای مدیریت سبز توانست تا ۲۵ درصد در هزینه‌های خود صرفه‌جویی کند (مرادی‌پردنجانی و همکاران، ۱۳۹۳).

بررسی سوابق برخی از دانشگاه‌های سبز جهان: در سال‌های اخیر بسیاری از دانشگاه‌های معتبر جهان برنامه‌های مختلفی را در زمینه دانشگاه سبز تهیه و اجرا کرده‌اند که می‌توان به دانشگاه‌های آمریکا و برخی دانشگاه‌های کشورهای مشترک‌المنافع اروپایی به‌عنوان دانشگاه‌های پیشرو در این زمینه اشاره کرد. به‌عنوان مثال دانشگاه‌های معتبر اروپایی با تشکیل یک شبکه وسیع و پویا با عنوان COPERNICUS فعالیت قابل‌توجهی را انجام می‌دهند. هدف اصلی از تشکیل این شبکه بررسی راهکارها و حل مسائل و مشکلات اجرای فعالیت‌های مربوط به توسعه پایدار در سطح دانشگاه‌های مختلف است. از میان دانشگاه‌های فعال در این زمینه می‌توان به دانشگاه‌های هاروارد، کلرادو، کارولینای جنوبی، شیکاگو، پنسیلوانیا و دانشگاه پلی‌تکنیک کاتالونیا اشاره کرد (علوی‌مقدم، ۱۳۸۴).

فرآیند تحلیل شبکه‌ای: فرآیند تحلیل شبکه‌ای که به‌وسیله توماس ال ستی<sup>۱</sup> و تاکی‌زاوا<sup>۲</sup> در سال ۱۹۸۶ بیان شد هر موضوع و مسئله‌ای را به‌مثابه شبکه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها (همه این‌ها عناصر نامیده می‌شوند) که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند در نظر می‌گیرند (L. Satty, 1996). تمام عناصر در یک شبکه می‌توانند به هر شکل، دارای ارتباط با یکدیگر باشند (Garcia & Melon, 2008).

ارس خاکستری: روش ارس بر این استدلال استوار است که پدیده‌های جهان پیچیده می‌تواند با استفاده از مقایسه نسبی قابل درک شود. این‌طور بیان می‌شود که نسبت مجموع مقادیر معیارهای نرمال شده و دارای وزن که گزینه تحت بررسی را توصیف می‌کند، به جمع مقادیر معیارهای نرمال شده و دارای وزن که گزینه مطلوب را توصیف می‌کند، درجه بهینگی است که از طریق گزینه تحت مقایسه به آن می‌رسیم. با توجه به روش ارس مطلوبیت مقدار تابع که

1. Thomas L Satty  
2. Takizava

تعیین‌کننده کارایی نسبی پیچیده گزینه معقول است مستقیماً متناسب با اثر نسبی ارزش‌ها و اوزان معیارهای اصلی در نظر گرفته‌شده در پروژه است (Zavadskas & Turskis, 2010). پژوهشگران به‌منظور توسعه روش ارس در مواجهه با شرایط عدم اطمینان، نسبت به توسعه این روش با اشکال مختلف داده‌های غیرقطعی اقدام کرده‌اند. با توجه به مطالعات ارائه‌شده داده‌های خاکستری به‌عنوان چارچوب پرکاربرد در مسائل تصمیم‌گیری همراه با ابهام و عدم قطعیت معرفی شده‌اند (Wang et al., 2010). عدد خاکستری را می‌توان عددی با اطلاعات نامطمئن در نظر گرفت. عدد خاکستری به بیان ساده عددی است که مقدار دقیق آن مشخص نبوده اما بازه‌ای که این عدد در آن قرار می‌گیرد، قابل پیش‌بینی است (Lin, 2004).

### پیشینه پژوهش و مبانی نظری

از پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه پژوهشی است با عنوان «بررسی نقش مدیریت سبز در افزایش بهره‌وری سازمانی در صنعت پتروشیمی در هند» که در سال ۲۰۱۶ از سوی روی و خاستاگیر<sup>۱</sup> صورت پذیرفت. این پژوهش پیشرفت در درک اقدامات مدیریت سبز را به دو روش به اشتراک می‌گذارد. نخست اینکه عملکرد مدیریت سبز همبستگی مثبتی با بهره‌وری سازمانی دارد و دوم اینکه این مطالعه نشان می‌دهد تعهد زیست‌محیطی فعال مدیران سطح بالا کاملاً برای اقدامات مدیریت سبز ضروری است (Roy & Khstagir, 2016).

وانگ<sup>۲</sup> در سال ۲۰۱۵، پژوهشی برای پیدا کردن الگوی تصمیم‌گیری جامع برای ارزیابی ابتکارات عملیات سبز انجام داد، که در این پژوهش به این نتیجه دست یافت که معرفی ابتکاری سبز می‌تواند چالش‌های مختلفی را برای سازمان‌ها و زنجیره تامین به ارمغان بیاورد و یک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری می‌تواند به شاغلان صنایع در ارزیابی سبز کمک کند. این پژوهش نتایج تحلیل اثرات خود را در حمایت از سازمان‌ها برای اخذ چنین تصمیمی نشان می‌دهد و یک رویکرد تصمیم‌گیری نظام‌مند بر اساس دلفی فازی، تجزیه تحلیل فازی و تاپسیس فازی برای تصمیم‌گیری‌های منطقی‌تر پیشنهاد می‌دهد (Wang, 2015).

نتایج مقاله‌ای با عنوان «اقدامات سبز: یک قدم به سوی توسعه پایدار و عملکرد شرکت در صنعت خودرو» در سال ۲۰۱۶ از سوی کوشواها و شارما<sup>۳</sup> نشان داده است که سبز شدن زنجیره تامین و انطباق دیگر راه‌های انجام کسب‌وکار سبز یا زیست‌محیطی، رابطه مثبتی با عملکرد

1. Roy & Khstagir

2. Wang

3. Kushwaha & Sharma



سازمان‌ها دارد. سازمان‌هایی که در اقدامات سبز مانند نوآوری و طراحی سبز محصولات دخیل نیستند در مقایسه با سازمان‌هایی که در نوآوری و طراحی سبز محصولات خود دخیل هستند در عملکرد سازمان خود ضعیف‌تر هستند (Kushwaha & Sharma, 2015).

واشون<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۷ پژوهشی با هدف مطالعه تاثیر فعاليت‌های مربوط به محیط‌زیست در زنجیره تامین بر تصمیمات سرمایه‌گذاری در فناوری‌های زیست‌محیطی ارائه دادند. نتایج نشان می‌دهد که فعاليت‌های زیست‌محیطی اگر از سوی تامین‌کننده‌ها انجام شود سودمند خواهد بود زیرا سازمان‌های پایین‌دست آن‌ها فناوری‌ها را درحالی‌که به چالش‌های زیست‌محیطی می‌پردازند، می‌پذیرند و پیاده‌سازی می‌کنند (Vachon, 2007).

احمدی، افشاری و شکاری در سال ۱۳۹۲، در پژوهشی به ارائه الگویی برای سنجش موفقیت سازمان‌ها در مدیریت زنجیره تامین سبز با رویکرد انتخاب تامین‌کننده سبز می‌پردازند. این نتایج در دو فاز خلاصه می‌شود. در فاز نخست پس از جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل عاملی، الگویی شش‌عاملی برای سنجش مدیریت زنجیره تامین سبز تدوین شد. سپس در فاز دوم، با توجه به شش عامل استخراجی، برای انتخاب تامین‌کنندگان شرکت مورد مطالعه، از ترکیب دو روش تحلیل سلسله‌مراتبی و تئوری روابط خاکستری استفاده شد. این پژوهش با رویکرد مولفه‌شناسی خود می‌تواند زمینه مساعدی جهت اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت به‌ویژه صنعت فولاد ایجاد کند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

همچنین در این بخش می‌توان پیشینه چند نمونه دانشگاه خارجی و داخلی را نیز بررسی کرد: ۱. دانشگاه هاروارد: این دانشگاه متعهد شده که در راستای رسیدن به اهداف یک دانشگاه سبز، اصول و مبانی زیر را رعایت کند:

- ارائه فعاليت‌های دانشگاه هاروارد در راستای توسعه پایدار به عموم علاقه‌مندان، به‌خصوص دانشجویان، اساتید و عامه مردم
- ارتقای سلامتی، بهره‌وری و ایمنی
- ارتقای وضع اکوسیستم موجود در دانشگاه
- توسعه ابزار مناسب برای مقایسه تطبیقی طرح‌های ارائه‌شده در راستای توسعه پایدار
- ارتقای سطح آگاهی تمام افراد در خصوص محیط‌زیست
- توسعه شاخص‌های توسعه پایدار برای تعیین وضع موجود و پیشرفت‌های آتی (علوی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۷)

۲. دانشگاه اندروی اسکاتلند: اصول این دانشگاه در رسیدن به توسعه پایدار به قرار زیر است:

1. Vachon

توسعه پایدار، استفاده کارا و موثر از منابع (محیط‌زیست، اقتصادی و اجتماعی) در یک ساختار طولانی‌مدت است که با داشتن نگرش طولانی‌مدت به توسعه پایدار، سری قوانین پایدار که ساختار مسیر را روشن می‌کند، سازوکارهایی که برای اجرا ضروری هستند، اهداف رسیدن به توسعه پایدار، تحلیل و بررسی و گزارش سازوکارها، رسیدن به این هدف میسر خواهد بود. خط‌مشی توسعه پایدار، تعهدات دانشگاه اندرو را طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ با توجه به سیاست‌های لازم در زمینه تأثیرات و قوانین محیط‌زیست، جامعه، تجارت و اقتصاد توضیح می‌دهد. علاوه بر این هر ساله اهداف مشخص شده و اهداف وابسته بازبینی می‌شوند (سایت دانشگاه اندرو، ۲۰۱۰).

۳. دانشگاه کارولینای جنوبی: بسیاری از سازمان‌ها در مورد اینکه ابتکارات سبز یا محیط‌زیستی، فعالیت‌هایی منطقی و درست هستند اتفاق نظر دارند، اما انجام این فعالیت‌ها پرهزینه است، بنابراین منجر به عدم اجرای این برنامه‌ها می‌شود. مرکز مسکن دانشگاه کارولینای جنوبی به‌عنوان یک سازمان دولتی، فعالیت‌های سبز را در راستای صرفه‌جویی انجام داد تا الگویی برای دانشجویان، دانشگاه و ایالت کارولینای جنوبی باشد (Luna, 2010).

۴. دانشگاه امیرکبیر: در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۸ دانشگاه صنعتی امیرکبیر به‌عنوان دانشگاه سبز برگزیده شد. از مهم‌ترین اولویت‌های این دانشگاه در راستای تحقق دانشگاه سبز می‌توان این موارد را برشمرد: اصلاح فضای سبز و افزایش مناظر سبز دانشگاه، بهسازی فضای میانی دانشگاه، اصلاح مصرف انرژی، استفاده از انرژی پاک خورشیدی، زوج و فرد کردن توقف آسانسور در طبقات برای وارد شدن بار کمتر به سیستم، شناسایی کنتورهایی که بدون استفاده مفید فعال بودند، اصلاح شیرآلات، کوچک‌سازی فلاش‌تانک‌ها، استفاده از فاضلاب برای آبیاری فضای سبز محیط دانشگاه، آبیاری قطره‌ای فضای سبز، اداره دانشگاه بدون استفاده از کاغذ از طریق سامانه مکاتبات الکترونیک، فعال‌سازی شبکه اینترنتی بدون سیم در نقاط مختلف دانشگاه، ایجاد رشته‌ای جدید در رابطه با توسعه پایدار و دانشگاه سبز. البته در برخی دانشکده‌ها مثل شیمی درس شیمی سبز و در دانشکده عمران نیز چند درس در این رابطه وجود دارد و این امیدواری وجود دارد که رشته‌ای با این موضوع ایجاد شود. موضوع ایمنی بند دیگر این پروژه است که در حال حاضر با ایمن کردن آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های ساختمانی در دانشکده‌ها پیگیری می‌شود. در مورد «زمان» نیز در چهار سال اخیر دانشگاه امیرکبیر به جایی رسیده است که ثبت‌نام دانشجویان به راحتی و بدون مراجعه به دانشگاه از منزل انجام گرفته و با صرف کمترین زمان، کار انجام می‌شود (خلیل‌نژاد، ۱۳۸۹).

۵. دانشگاه فردوسی مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد با ایجاد سایت دانشگاه سبز فعالیت‌های

خود را آغاز کرده است. برنامه‌های اجرایی این دانشگاه در راستای اهداف دانشگاه سبز به شرح زیر است:

۱. تقویت و حمایت از تشکل‌های دانشجویی که در زمینه‌های توسعه پایدار و حفاظت از محیط‌زیست فعالیت می‌کنند؛ ۲. اعلام هفته سبز در دانشگاه؛ ۳. انتشار خبرنامه، پوستر، بروشور و اجرای برنامه‌های رادیویی، تلویزیونی، سخنرانی و...؛ ۴. برگزاری مسابقه سبز در مورد مسائل زیست‌محیطی بین دانشجویان؛ ۵. انتخاب دانشکده سبز به‌عنوان دانشکده‌ای که بهترین رفتار زیست‌محیطی را از خود نشان داده است؛ ۶. چاپ برجسب سبز به خودروهایی که در پردیس دانشگاه تردد می‌کنند؛ ۷. نصب اعلانات زیست‌محیطی در سطح دانشگاه و شهر برای تشویق و فراخوان مردم و دانشجویان به رعایت حفظ محیط‌زیست؛ ۸. طرح سالم‌سازی پردیس دانشگاه؛ ۹. طرح بازیافت و کاهش ضایعات و تشویق به صرفه‌جویی در مصرف آب، برق و انواع انرژی؛ ۱۰. تشکیل گروه نظارت سبز در بین دانشجویان برای نظارت بر عملیات صرفه‌جویی و کاهش ضایعات؛ ۱۱. طرح جامع استفاده عمومی از دوچرخه در سطح دانشگاه؛ ۱۲. طرح ایجاد محل‌های پیاده‌روی در پردیس دانشگاه؛ ۱۳. مسابقه مقاله و کتاب سبز و انتخاب پایان‌نامه‌های برتر زیست‌محیطی؛ ۱۴. برگزاری همایش‌های زیست‌محیطی در طول سال؛ ۱۵. همکاری فعال با سازمان‌های ذی‌ربط و فراهم کردن مشارکت دانشگاه در فعالیت‌های زیست‌محیطی در جامعه؛ ۱۶. برگزاری دوره‌های آموزشی زیست‌محیطی برای مدیران و صاحبان صنایع؛ ۱۷. ارائه راهکارها و برنامه‌های آموزشی برای توسعه پایدار در قالب دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا بر اساس اهداف جامع‌نگر و بین‌رشته‌ای؛ ۱۸. تشکیل گروه‌های دانشجویی جهت انتقال دیدگاه‌های زیست‌محیطی به مدارس (ظروفچی بنیس و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به پیشینه‌های مورد بررسی به این نتیجه دست می‌یابیم که در دنیای پرتحول امروزی که سازمان‌ها با قدرت و شتاب به رقابت مشغول‌اند، امروزه بخش عمده‌ای از آن صرف محیط‌زیست می‌شود زیرا مصرف‌کنندگان به‌دنبال سبزبودن سازمان موردنظر هستند. رسیدن به توسعه پایدار یکی از اهدافی است که بیشتر کشورهای جهان امروز در رأس برنامه‌های اجرایی خود قرار داده‌اند و همچنین در می‌یابیم که مدیریت سبز فرآیند پیچیده‌ای است که به‌طور بالقوه برای طیف گسترده‌ای از تصمیم‌گیری‌های مدیریت مورد استفاده قرار می‌گیرد و جدا از فایده ذاتی مراقبت از محیط‌زیست، بزرگ‌ترین لطف مدیریت سبز به شرکت‌های بزرگ این است که نام و برند آن‌ها را در میان عامه مردم مقبول‌تر از پیش کرده است.

به‌طور کلی پژوهش در زمینه اقدامات سبز زیاد صورت نگرفته است و اکثر پژوهش‌ها به‌صورت

پروژه هستند و کمتر در دسترس هستند و پژوهش‌هایی که در دسترس هستند نیز بیشتر به جنبه تئوری اقدامات سبز با توجه به رویکردهای مختلف پرداخته‌اند.

## توسعه فرضیه‌ها و مدل مفهومی

### روش‌شناسی

این پژوهش از نظر افق زمانی تک‌مقطعی، از نظر رویکرد کمی، از نظر راهبرد، پژوهش توصیفی - تحلیلی است که به‌صورت پیمایشی و کتابخانه‌ای صورت می‌گیرد و از نظر هدف کاربردی است. در این پژوهش جامعه آماری هیات علمی دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی هستند. دو گروه مدیریت صنعتی و گروه مدیریت خط‌مشی‌گذاری و دولت (مدیریت دولتی) از دانشکده مدیریت حسابداری و دو گروه مهندسی محیط زیست و گروه مهندسی منابع آب از دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست انتخاب شده‌اند. از میان اساتید ثابت، بر اساس رتبه دانشگاهی (استاد، استادیار و دانشیار)، تجربه، ارتباط آن‌ها با موضوع و میزان همکاری آن‌ها ۱۵ نفر به‌صورت تصادفی در پایان انتخاب شده‌اند. با توجه به اینکه در این پژوهش برای اولویت‌بندی عوامل از فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود، در این فنون بحث نمونه‌گیری از جامعه مطرح نیست بلکه باید از میان جامعه پژوهش، افرادی را به‌عنوان خبره در زمینه مورد مطالعه در نظر گرفت. در نهایت داده‌های جمع‌آوری شده با نرم‌افزار Super Decisions و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.



شکل ۲: روش پژوهش

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP): ANP تعمیم‌یافته روش AHP است که توانسته مسئله همبستگی و بازخورد بین معیارها را تا حد مطلوب حل کند. در این روش ابتدا مسئله را به چند خوشه تقسیم و سپس معیارها را در خوشه‌ها قسمت می‌کنند. ارتباط بین خوشه‌ها «ارتباط بیرونی» و ارتباط بین معیارها در هر خوشه «ارتباط درونی» نام‌گذاری شده‌اند.

ارس خاکستری: روش ارس بر این استدلال استوار است که پدیده‌های جهان پیچیده می‌تواند با استفاده از مقایسه نسبی قابل درک شود. این‌طور بیان می‌شود که نسبت مجموع مقادیر معیارهای نرمال‌شده و دارای وزن که گزینه تحت بررسی را توصیف می‌کند، به جمع مقادیر معیارهای نرمال‌شده و دارای وزن که گزینه مطلوب را توصیف می‌کند، درجه بهینگی است که از طریق گزینه تحت مقایسه به آن می‌رسیم. با توجه به روش ارس مطلوبیت مقدار تابع که تعیین‌کننده کارایی نسبی پیچیده گزینه معقول است مستقیماً متناسب با اثر نسبی ارزش‌ها و اوزان معیارهای اصلی در نظر گرفته‌شده در پروژه است (Zavadskas & Turskis, 2010). پژوهشگران به‌منظور توسعه روش ارس در مواجهه با شرایط عدم اطمینان، نسبت به توسعه این روش با اشکال مختلف داده‌های غیرقطعی اقدام کرده‌اند. با توجه به مطالعات ارائه‌شده داده‌های خاکستری به‌عنوان چارچوب پرکاربرد در مسائل تصمیم‌گیری همراه با ابهام و عدم قطعیت معرفی شده‌اند (Wang et al., 2010). عدد خاکستری را می‌توان عددی با اطلاعات نامطمئن در نظر گرفت. عدد خاکستری به بیان ساده عددی است که مقدار دقیق آن مشخص نبوده اما بازه‌ای که این عدد در آن قرار می‌گیرد، قابل پیش‌بینی است (Lin, 2004).

## یافته‌های پژوهش

در این پژوهش به منظور شناسایی مهم‌ترین شاخص‌ها برای ساخت الگوی نهایی پژوهش از نظر خبرگان دانشگاهی استفاده شد. به منظور شناسایی و تایید معیارهای کلیدی ارزیابی اقدامات سبز، با مصاحبه و مرور گسترده ادبیات موجود در زمینه مدیریت سبز، فهرستی از ۲۵ معیار فرعی در سه گروه اصلی شناسایی شد. سپس از ۱۵ نفر از خبرگان دانشگاهی درخواست شد تا بر اساس مقیاس لیکرت (یک تا پنج) میزان اهمیت هر یک از زیرمعیارهای مشخص شده را اعلام کنند. در نهایت معیارهایی که اکثر خبرگان برای آن اهمیتی برابر چهار یا پنج در نظر گرفته بودند انتخاب شدند. در واقع محقق اعداد چهار و پنج را به عنوان تایید معیار و اعداد یک تا سه را به عنوان رد معیار در نظر گرفت. پژوهشگر به جای پرسش صفر و یک از مقیاس لیکرت استفاده کرد تا جواب‌ها منطقی‌تر باشند. سپس با استفاده از نظرات خبرگان دانشگاهی اطمینان حاصل شد که پرسش‌نامه دارای روایی مناسب است.

در نهایت معیارهای سطوح معیار و زیرمعیار مشخص شدند. ۱۹ زیرمعیار مفروض در سه گروه اصلی برای رتبه‌بندی گزینه‌های پژوهش طبقه‌بندی شده‌اند که این گروه‌ها عبارت‌اند از عملکرد سازمان، عملکرد زیست‌محیطی، عملکرد اجتماعی که هر کدام از این گروه‌ها شامل تعدادی معیار هستند که در جدول (۱) به آن اشاره شده است.

جدول ۱: معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی اقدامات سبز

| معیارهای اصلی  | معیارهای فرعی          |
|----------------|------------------------|
|                | آموزش<br>کیفیت         |
|                | هزینه                  |
| عملکرد سازمانی | انعطاف‌پذیری<br>نوآوری |
|                | تطابق با مقررات دولتی  |
|                | عملکرد خدماتی          |

### ادامه جدول ۱: معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی اقدامات سبز

| معیارهای اصلی     | معیارهای فرعی                  |
|-------------------|--------------------------------|
| عملکرد زیست‌محیطی | مصرف آب                        |
|                   | استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر |
|                   | مدیریت و تولید ضایعات          |
|                   | امکان استفاده مجدد و بازیافت   |
|                   | مصرف منابع و انرژی             |
| اجتماعی           | سیستم مدیریت زیست‌محیطی        |
|                   | تبلیغات                        |
|                   | دوره‌های آموزشی                |
|                   | همکاری فعال                    |
|                   | اهداف سازمانی                  |
|                   | تشویق کارکنان و دانشجویان      |
|                   | ارتقای آگاهی‌های عمومی         |

در این پژوهش برای به‌دست‌آوردن وزن معیارها و شاخص‌های عملیات سبز از یک فن وزن‌دهی استفاده می‌شود و مقایسه زوجی صورت می‌گیرد که از روش ANP استفاده می‌کنیم و در نهایت در گام آخر از فن ارس خاکستری برای رتبه‌بندی گزینه استفاده می‌شود.

### الگوریتم روش ANP

روش تحلیل شبکه‌ای را می‌توان به پنج مرحله تقسیم کرد که این مراحل در ادامه به‌طور خلاصه ارائه می‌شود.

#### ۱. مرحله اول: تعیین ملاک‌های موثر در تصمیم‌گیری

در این مرحله همان‌طور که از عنوانش پیداست، ملاک‌هایی که در تصمیم‌گیری نهایی موثر هستند، تعیین می‌شوند. این ملاک‌ها می‌تواند از سوی مدیران ارشد و تصمیم‌گیران اصلی یا کادر متخصص که بر کل سیستم آگاهی کافی دارند تعیین شود.



## ۲. مرحله دوم: ساخت شبکه

بعضی از ملاک‌های تعیین شده، دارای جنبه کنترلی هستند، به طوری که در مرحله کنترل فرآیند برون سپاری، فرآیند کنترل با تحت نظر گرفتن چنین ملاک‌هایی صورت می‌پذیرد. در این مرحله از فرآیند چنین ملاک‌هایی مشخص شده و به هر یک دسته‌ای نسبت داده می‌شود. تعیین دسته‌ها: سایر ملاک‌های به دست آمده در درون مرتبط‌ترین دسته ملاک‌های کنترلی قرار می‌گیرند. در ادامه جایگزین‌ها را در کنار منابع خود سازمان قرار داده و تشکیل یک دسته جایگزین‌ها را می‌دهند.

تعیین اتصالات همبستگی: این مرحله مهم‌ترین قسمت یک تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای را تشکیل می‌دهد. بعد از اینکه دسته‌های شبکه مشخص شدند، باید به یکدیگر متصل شوند که این اتصال بر اساس نوع ارتباط بر ANP عناصر داخلی آن‌ها انجام می‌پذیرد.

## ۳. مرحله سوم: انجام مقایسه‌های زوجی و به دست آوردن بردار اولویت‌ها

در این مرحله در واقع سوپرماتریس تشکیل می‌شود. مفهوم سوپرماتریس مشابه زنجیره مارکوف است. برای به دست آوردن تقدم‌های کلی در یک سیستم با تاثیرات مستقل، بردارهای تقدم محلی در ستون مربوطه در ماتریس جای می‌گیرند. در واقع سوپرماتریس یک ماتریس تفکیک شده است که هر بخش آن نشان‌دهنده رابطه بین دو خوشه در سیستم است.

مقایسه‌هایی که در این مرحله انجام می‌شود، بر اساس همان تصمیم‌گیری ۹ واحد ساعتی است. در این روش به ترتیب برای ارزش‌های اهمیت یکسان، نسبتاً مرجح، اهمیت شدید، اهمیت فوق‌العاده زیاد، مقادیر ۱ تا ۹ داده می‌شود. مقایسه‌ها شامل دو قسمت اصلی است که به ترتیب عبارت‌اند از: مقایسه دسته‌ها و مقایسه عناصر دسته‌ها.

۱. مقایسه‌های دسته‌ها: مقایسه‌های دسته‌ها برای به دست آوردن اثرات متقابل دسته‌ها یا اولویت آن‌ها نسبت به هم انجام می‌پذیرد. مقایسه دسته‌ها زمانی انجام می‌شود که تعداد آن‌ها حداقل سه باشد. چنانچه نخواهیم مقایسه‌ای بین دسته‌ها انجام دهیم باید وزنی مساوی به هر یک از آن‌ها اختصاص دهیم. دلیل این وزن دهی آن است که در مرحله بعد در محاسبات به کار می‌رود. پرسشی که هنگام مقایسه‌های پرسیده می‌شود بسیار مهم است، در هنگام مقایسه B نسبت به C و C به نسبت دسته A دو حالت را می‌توان در نظر گرفت:

- میزان تاثیرپذیری B از A در مقابل میزان تاثیرپذیری C از A



● میزان تاثیرگذاری B بر A در مقابل تاثیرگذاری C بر A

بعد از مقایسه دسته‌ها ماتریس مقایسه آن‌ها به دست می‌آید که باید این ماتریس نرمال شود. اگر  $A=[a_{ij}]$  ریس مقایسه‌های زوجی دسته‌ها باشد، آنگاه ماتریس نرمال شده به صورت زیر خواهد بود:

$$A = \left[ \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}} \right] \quad (1)$$

۲. مقایسه عناصر: در این مرحله با در نظر گرفتن هر ملاک کنترلی عناصر متاثر از آن‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در یک ماتریس مقایسه با n ملاک کافی است به تعداد  $n(n-1)/2$  مقایسه انجام گیرد و بقیه مقایسه‌های به صورت معکوس وارد ماتریس می‌شوند. بعد از اینکه ماتریس مقایسه‌های زوجی به دست آمد، باید بردار ویژه ماتریس مورد نظر را محاسبه کرد. بردار ویژه ماتریس مقایسه‌های زوجی، عناصر دسته A نسبت به ملاک کنترلی C در واقع اهمیت نسبی عناصر دسته A نسبت به ملاک کنترلی C است. برای محاسبه بردار ویژه ابتدا به روشی که مقدار میانگین هر سطر ماتریس به عنوان وزن ملاک مورد نظر در بردار ویژه منظور می‌شود:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} a_{11}/\sum_{i=1}^n a_{i1} & a_{12}/\sum_{i=1}^n a_{i2} & \dots & a_{1m}/\sum_{i=1}^n a_{im} \\ a_{21}/\sum_{i=1}^n a_{i1} & a_{22}/\sum_{i=1}^n a_{i2} & \dots & a_{2m}/\sum_{i=1}^n a_{im} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1}/\sum_{i=1}^n a_{i1} & a_{n2}/\sum_{i=1}^n a_{i2} & \dots & a_{nm}/\sum_{i=1}^n a_{im} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\sum_{j=1}^n \left( a_{1j} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \right)}{n} \\ \frac{\sum_{j=1}^n \left( a_{2j} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \right)}{n} \\ \vdots \\ \frac{\sum_{j=1}^n \left( a_{nj} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \right)}{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

#### ۴. مرحله چهارم: محاسبه ماتریس‌های ویژه

این مرحله شامل سه بخش می‌شود:

#### الف. محاسبه ماتریس ویژه ناموزون

با اجتماع بردارهای ویژه به‌دست‌آمده از مقایسه‌های عناصر در یک ماتریس، ماتریس ویژه ناموزون به‌دست می‌آید. ماتریس  $n \times n$  در قسمت ستونی سمت چپ خود و همچنین در قسمت افقی فوقانی خود تمامی عناصر دسته‌های کنترلی و دسته جایگزین‌ها قرار می‌گیرد. ماتریس ویژه شامل بلوک‌های افقی تمامی دسته‌ها برحسب ملاک‌های کنترلی یا غیرکنترلی است؛ که به‌صورت ماتریس (۳) نمایش داده می‌شود. در این ماتریس هر ستون متشکل از اعضای چند دسته است که در هر ستون عناصر دسته نشان‌دهنده بردار ویژه مقایسه‌های زوجی آن دسته به نسبت ملاک کنترلی بالایی آن ستون است.

$$\begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1m} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nm} \end{bmatrix} \quad (5)$$

## ب. ماتریس ویژه موزون

بعد از اینکه ماتریس ویژه ناموزون به دست آمد، در این ماتریس ممکن است بعضی از ستون‌های احتمالی نبوده یا به عبارت ساده‌تر حاصل جمع عناصر ستون‌ها برابر یک نباشد. در این حالت، نمی‌توان گفت که تاثیر نهایی ملاک کنترلی مورد نظر بر تمامی عناصر به درستی نشان داده شده‌اند. برای جلوگیری از این حالت با استفاده از نتایج به دست آمده در قسمت مقایسه دسته‌ها عمل کرده که با ضرب مقادیر نرمال شده، متناظر هر ملاک به نسبت تاثیر خود و نرمال سازی نهایی ستون‌ها ماتریس ویژه موزون به دست می‌آید.

## ج. ماتریس ویژه حددار شده

در هنگام رسم شبکه‌ای از عناصر و دسته‌ها، بعضی از تاثیرات به صورت مستقیم و آشکارا بوده و به صورت مستقیم رسم می‌شوند. همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد بعضی از تاثیر گذاری‌ها یا تاثیر پذیری‌ها در شبکه‌ای از عناصر و ملاک‌ها به صورت مستقیم نبوده و به دو حالت نمودار درختی از تاثیرات و نمودار حلقه‌ای از تاثیرات نمایان می‌شوند. در حالتی که دو ملاک به واسطه دو ملاک دیگر به یکدیگر متصل شده باشند، برای به دست آوردن این تاثیر سه مرتبه‌ای، کافی است ماتریس ویژه موزون را به توان سه برسانیم و به همین ترتیب برای مراتب بالاتر ارتباطات غیر مستقیم توان‌های بالاتری از ماتریس ویژه موزون لازم است. از این رو در این حالت دنباله‌ای از توان‌های ماتریس ویژه موزون را خواهیم داشت که هر یک مبین اوزان درجه‌ای از ارتباطات بین ملاک‌ها خواهند بود. مسلماً است که هر چه ماتریس ویژه موزون را به توان بزرگ‌تری برسانیم، اختلاف بین عناصر ستون‌ها کمتر می‌شود. در این قسمت تصمیم گیرنده است که تعیین می‌کند چه توانی کفایت می‌کند. از آنجاکه در نهایت برای تصمیم گیرنده، وزن‌های متعلق به جایگزین‌ها لازم است، پس مرتبه‌ای از توان که در آن بتوان وزن‌های متعلق به جایگزین‌ها را مرتب کرد، کفایت خواهد کرد.

## ۵. مرحله پنجم: انتخاب

بعد از اینکه ماتریس ویژه محدود شده به دست آمد، بر اساس وزن‌های به دست آمده در سطرهای جایگزین آن را مرتب کرده و جایگزینی که بیشترین وزن را کسب کرده به عنوان جایگزین مطلوب انتخاب می‌شود.

## ماتریس مقایسه‌های زوجی و محاسبه نرخ ناسازگاری

برای تعیین وزن شاخص‌های جدول تصمیم‌گیری به‌منظور استفاده در فنون تصمیم‌گیری، از مقیاس موردنظر در مقایسه‌های زوجی شاخص‌ها طبق جدول (۲) استفاده می‌شود.

جدول ۲: مقیاس عددی به میزان عددی اهمیت‌ها در ماتریس

| درجه اهمیت    | تعریف                 | شرح   |
|---------------|-----------------------|---|
| ۱             | اهمیت یکسان           | دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند.                    |
| ۳             | نسبتاً مرجح           | یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، نسبتاً ترجیح داده‌شده      |
| ۵             | ترجیح زیاد            | یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، زیاد ترجیح داده‌شده        |
| ۷             | ترجیح بسیار زیاد      | یک عنصر نسبت به عنصر دیگر، بسیار زیاد ترجیح داده‌شده  |
| ۹             | ترجیح فوق‌العاده زیاد | یک عنصر به عنصر دیگر، ترجیح فوق‌العاده زیادی داده‌شده |
| ۲ و ۴ و ۶ و ۸ |                       | ارزش‌های بین این‌ها در قضاوت                          |

هنگامی که عنصر  $z$  و  $i$  مقایسه می‌شود، یکی از اعداد بالا به آن اختصاص می‌یابد. در مقایسه عنصر  $z$  با  $i$  مقدار معکوس آن عدد اختصاص می‌یابد  $x_{ij} = \frac{1}{x_{ji}}$

تعداد مقایسه‌های زوجی برای شاخص‌ها از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{تعداد مقایسه‌های زوجی شاخص‌ها} = \binom{n}{2} = \frac{n!}{2!(n-2)!} \quad (۶)$$

که  $n$  تعداد شاخص‌هاست. پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی شاخص‌ها و تکمیل آن بر اساس مقیاس قیدشده، نرخ ناسازگاری محاسبه می‌شود تا مشخص شود که آیا بین مقایسه‌های زوجی سازگاری وجود دارد یا خیر. نرخ ناسازگاری طی مراحل زیر محاسبه می‌شود:

### ۱. گام اول

ماتریس مقایسه‌های زوجی شاخص در بردار وزن‌های نسبی به‌دست‌آمده از آن ضرب می‌شود.

### ۲. گام دوم

جواب این حاصل ضرب بر بردار وزن نسبی شاخص‌ها تقسیم می‌شود تا بردار سازگاری به‌دست آید.

### ۳. گام سوم

میانگین حسابی بردار سازگاری با عنوان  $\lambda_{max}$  محاسبه می‌شود.

### ۴. گام چهارم

شاخص ناسازگاری به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$|| = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

n: تعداد شاخص‌هاست.

### ۵. گام پنجم

در این گام نرخ ناسازگاری به کمک نگاره زیر محاسبه می‌شود.

جدول ۳: نرخ ناسازگاری

| n   | ۱ | ۲ | ۳    | ۴   | ۵    | ۶    | ۷    | ۸    | ۹    | ۱۰   |
|-----|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| IRI | ۰ | ۰ | ۰/۵۸ | ۰/۹ | ۱/۱۲ | ۱/۲۴ | ۱/۳۲ | ۱/۴۱ | ۱/۴۵ | ۱/۴۵ |

$$IR = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \cdot \frac{1}{IRI} \quad (8)$$

اگر IR از ۰/۱ کوچک‌تر باشد، در مقایسه‌های زوجی سازگاری قابل قبولی وجود دارد و می‌توان از داده‌های به‌دست‌آمده با اطمینان خاطر برای محاسبه وزن نسبی شاخص‌ها بهره جست.

پس از بررسی نرخ ناسازگاری هر ماتریس مقایسه‌های زوجی به‌دست‌آمده از نظرات تصمیم‌گیرندگان برای استفاده از قضاوت تمامی تصمیم‌گیرندگان، میانگین هندسی نظرات آن‌ها  $(x'_{ij})$  محاسبه شده و به‌عنوان ماتریس اصلی در نظر گرفته می‌شود.

$$x'_{ij} = [\prod_{i=1}^k x_{ij}]^{1/k} \quad (9)$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n \quad L = 1, 2, \dots, k \quad (10)$$

L شماره تصمیم‌گیرنده، K تعداد تصمیم‌گیرندگان و i و j شاخص‌های مورد مقایسه هستند. پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی تلفیقی، مقادیر هر ستون (متعلق به شاخص موردنظر) به مجموع اعداد آن ستون تقسیم می‌شود. این عمل را هنجار کردن می‌نامند. بهتر است نتایج حداقل تا سه رقم اعشار محاسبه شود، سپس برای محاسبه وزن نسبی هر شاخص میانگین حسابی هر سطر محاسبه شود.

## تشکیل سوپرماتریس ANP

پس از آنکه اطلاعات به‌وسیله خبرگان پر شد، میانگین هندسی آن‌ها محاسبه می‌شود. ضمن آنکه وزن هر ماتریس مقایسه زوجی از طریق روش حسابی محاسبه شده و در ستون آخر هر جدول نوشته می‌شود. برای محاسبه وزن به روش میانگین حسابی ابتدا میانگین ستونی هر ماتریس گرفته می‌شود و سپس میانگین سطری هر ماتریس وزن نهایی را می‌دهد.

پس از ایجاد الگو و ساختار موضوع در نرم‌افزار Super Decisions به تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی پرداختیم و سپس سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس موزون، سوپرماتریس حدی تشکیل شد که در شکل (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب آورده شده است.

فرهنگ نشر آریانه

دوره ۳۰ - زمستان ۹۶ - شماره ۴ - پیاپی ۱۰۲

Super Decisions Main Window: super2.sdmod: Unweighted Super Matrix

| هدف ۱ | شاخص ۲              |                  | جایگزین                |          |               |                | دسته<br>بر حسب متحلی |          |                                   |
|-------|---------------------|------------------|------------------------|----------|---------------|----------------|----------------------|----------|-----------------------------------|
|       | هدایت اقدامات<br>سر | صنعتی<br>سازمانی | صنعتی<br>زیست<br>محیطی | اجتماعی  | کیفیت<br>نشان | هنگامی<br>نشان |                      | هزینه    | تأوری                             |
|       | 0.000000            | 0.279725         | 0.000000               | 0.000000 | 0.000000      | 0.000000       | 0.000000             | 0.000000 | آموزش                             |
|       | 0.000000            | 0.000000         | 0.000000               | 0.254166 | 0.000000      | 0.000000       | 0.000000             | 0.000000 | ارتقا آگاهی‌های<br>معمومی         |
|       | 0.000000            | 0.000000         | 0.404654               | 0.000000 | 0.000000      | 0.000000       | 0.000000             | 0.000000 | استفاده از انرژی‌های<br>تجدیدپذیر |
|       | 0.000000            | 0.000000         | 0.221283               | 0.000000 | 0.000000      | 0.000000       | 0.000000             | 0.000000 | امکان استفاده<br>مجدد و بازیافت   |
|       | 0.000000            | 0.084834         | 0.000000               | 0.000000 | 0.000000      | 0.000000       | 0.000000             | 0.000000 | انطباق پذیری                      |
|       | 0.000000            | 0.000000         | 0.000000               | 0.148373 | 0.000000      | 0.000000       | 0.000000             | 0.000000 | اهداف سازمان                      |
|       | 0.000000            | 0.000000         | 0.000000               | 0.133266 | 0.000000      | 0.000000       | 0.000000             | 0.000000 | شیفت                              |
|       | 0.000000            | 0.000000         | 0.000000               | 0.055440 | 0.000000      | 0.000000       | 0.000000             | 0.000000 | تنسيق کارکنان<br>و دانشجویان      |

شکل ۳: سوپرماتریس بدون وزن

Super Decisions Main Window: super2.sdmod: Weighted Super Matrix

| هدف ۱ | شاخص ۲             |               | جایگزین          |          |          |             | دسته<br>برچسب منحنی |          |
|-------|--------------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|---------------------|----------|
|       | مدیریت اقدامات سبز | صنکرد سازمانی | صنکرد زیست محیطی | اجتماعی  | کیفیت    | هنکاري فعال |                     | هزینه    |
|       | 0.000000           | 0.139863      | 0.000000         | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.000000           | 0.000000      | 0.000000         | 0.127083 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.000000           | 0.000000      | 0.202327         | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.000000           | 0.000000      | 0.110641         | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.000000           | 0.042417      | 0.000000         | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.000000           | 0.000000      | 0.000000         | 0.074186 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.000000           | 0.000000      | 0.000000         | 0.066633 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.000000           | 0.000000      | 0.000000         | 0.027720 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |

Done

شکل ۴: سوپرماتریس موزون

Super Decisions Main Window: super2.sdmod: Limit Matrix

| هدف ۱ | شاخص ۲             |               | جایگزین          |          |          |             | دسته<br>برچسب منحنی |          |
|-------|--------------------|---------------|------------------|----------|----------|-------------|---------------------|----------|
|       | مدیریت اقدامات سبز | صنکرد سازمانی | صنکرد زیست محیطی | اجتماعی  | کیفیت    | هنکاري فعال |                     | هزینه    |
|       | 0.038408           | 0.038408      | 0.038408         | 0.038408 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.030034           | 0.030034      | 0.030034         | 0.030034 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.066507           | 0.066507      | 0.066507         | 0.066507 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.050713           | 0.050713      | 0.050713         | 0.050713 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.064702           | 0.064702      | 0.064702         | 0.064702 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.025622           | 0.025622      | 0.025622         | 0.025622 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.046369           | 0.046369      | 0.046369         | 0.046369 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |
|       | 0.009447           | 0.009447      | 0.009447         | 0.009447 | 0.000000 | 0.000000    | 0.000000            | 0.000000 |

Done

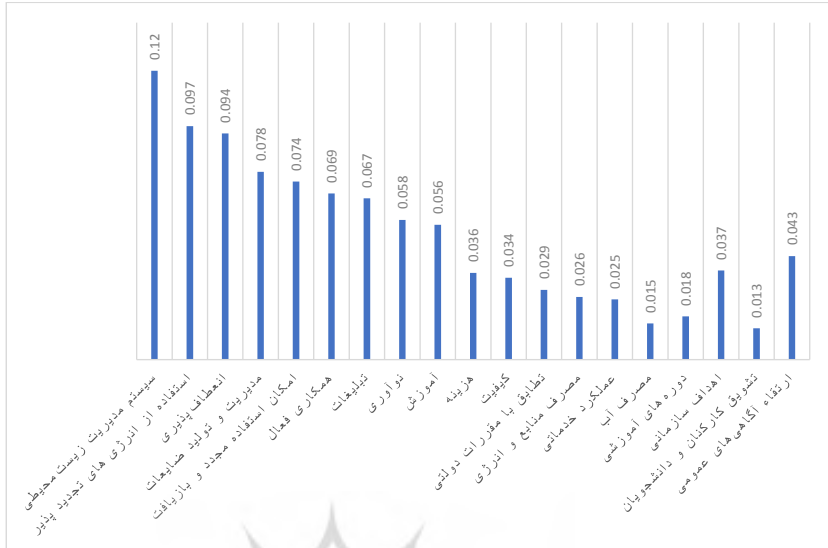
شکل ۵: سوپرماتریس حدی

در نهایت تعیین وزن نهایی زیرمعیارها به صورت جدول (۴) و شکل (۶) به دست آمد.

جدول ۴: اوزان نهایی زیرمعیارها

| اوزان | زیر معیار                      |
|-------|--------------------------------|
| ۰/۱۲۰ | سیستم مدیریت زیست محیطی        |
| ۰/۰۹۷ | استفاده از انرژی های تجدیدپذیر |
| ۰/۰۹۴ | انعطاف پذیری                   |
| ۰/۰۷۸ | مدیریت و تولید ضایعات          |
| ۰/۰۷۴ | امکان استفاده مجدد و بازیافت   |
| ۰/۰۶۹ | همکاری فعال                    |
| ۰/۰۶۷ | تبلیغات                        |
| ۰/۰۵۸ | نوآوری                         |
| ۰/۰۵۶ | آموزش                          |
| ۰/۰۳۶ | هزینه                          |
| ۰/۰۳۴ | کیفیت                          |
| ۰/۰۲۹ | تطابق با مقررات دولتی          |
| ۰/۰۲۶ | مصرف منابع و انرژی             |
| ۰/۰۲۵ | عملکرد خدماتی                  |
| ۰/۰۱۵ | مصرف آب                        |
| ۰/۰۱۸ | دوره های آموزشی                |
| ۰/۰۳۷ | اهداف سازمانی                  |
| ۰/۰۱۳ | تشویق کارکنان و دانشجویان      |
| ۰/۰۴۳ | ارتقای آگاهی های عمومی         |





شکل ۶: اوزان نهایی زیرمعیارها

### رتبه بندی گزینه ها با استفاده از تکنیک ARAS

برای تعیین بهترین گزینه از تکنیک ARAS استفاده شده است. تکنیک ARAS به وسیله زاوادسکاس و همکارانش در سال ۲۰۱۰ پیشنهاد شد. این روش یکی از بهترین روش های تصمیم گیری چندمعیاره برای انتخاب بهترین گزینه است. بهترین گزینه آن است که بیشترین فاصله را از عوامل منفی و کمترین فاصله را از عوامل مثبت داشته باشد.

### مراحل تکنیک Grey ARAS

به منظور جمع آوری اطلاعات برای تکنیک ARAS از نظرات ده خبره استفاده کرده ایم که در این پژوهش جامعه آماری هیات علمی دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی هستند. گروه مدیریت صنعتی از دانشکده مدیریت حسابداری و گروه مهندسی محیط زیست از دانشکده محیط زیست انتخاب شده اند. از میان استادان ثابت، بر اساس رتبه دانشگاهی (استاد، استادیار و دانشیار)، تجربه، ارتباط آن ها با موضوع و میزان همکاری آن ها ده نفر به صورت تصادفی در آخر انتخاب شده اند. سپس جهت حل این الگو

از نرم افزار Excel استفاده شده است و در نهایت رتبه و اهمیت هر کدام از عوامل به دست می آید. فرآیند حل و رتبه بندی گزینه ها در زیر نمایش داده شده است.

### گام ۱. تشکیل ماتریس تصمیم

در این پژوهش از ۱۹ زیر معیار برای اولویت بندی شش گزینه استفاده شده است. در گام نخست ماتریس امتیازدهی گزینه ها بر اساس زیر معیارها (ماتریس تصمیم) تشکیل شده است. ماتریس تصمیم را با X و هر درایه آن را با  $x_{ij}$  نشان می دهند.

$$X = \begin{bmatrix} \otimes x_{01} & \dots & \otimes x_{0j} & \dots & \otimes x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes x_{i1} & \dots & \otimes x_{ij} & \dots & \otimes x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes x_{m1} & \dots & \otimes x_{mj} & \dots & \otimes x_{mn} \end{bmatrix}; i=0, \dots, ; j=1, \dots, \quad (11)$$

m = تعداد گزینه ها

n = تعداد معیارها

$\otimes x_{ij}$  = بیانگر ارزش خاکستری گزینه زام در معیار  $\alpha$  است

اعداد وارد شده در پرسشنامه در بازه مربوطه قرار می گیرد و میانگین حدود پایین و بالا محاسبه می شود.

$$\otimes n_1 + \otimes n_2 \in [n_1\alpha + n_2\alpha, n_1\gamma + n_2\gamma]; \quad (12)$$

سپس در مرحله بعدی زیر معیارهایی که ارزش منفی داشتند که در اینجا مصرف آب و هزینه ارزش منفی داشتند، تغییر یافته است. هرچه مقدار مصرف آب و هزینه بالاتر باشد نشان دهنده بالاتر بودن میزان مصرف و در نتیجه عملکرد پایین تر سازمان است، بنابراین این زیر معیارها منفی هستند. با معکوس کردن زیر معیارهای منفی، می توان تمامی زیر معیارها را به صورت مثبت در نظر گرفت و ارزش اولیه زیر معیارها با نرمال کردن آن دوباره محاسبه شده است. از این طریق تفاوت میان ارزش های مختلف از بین رفته و ماتریس تصمیم گیری نرمال شده با اعمال این تغییرات از طریق روش ارس خاکستری حل می شود.

$$\begin{aligned} \otimes x_{0j} &= \max_i \otimes x_{ij}, \text{ if } \max_i \otimes x_{ij} \text{ is preferable} \\ \otimes x_{0j} &= \min_i \otimes x_{ij}^*, \text{ if } \min_i \otimes x_{ij}^* \text{ is preferable} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\otimes x_{ij} = \frac{1}{\otimes x_{ij}^*} \quad (14)$$

$X_{0j}$  = مقدار بهینه هر معیار را نشان می‌دهد.

$X_{ij}^*$  = نشان‌دهنده مقدار معیار منفی است.

در نهایت گزینه‌ها با توجه به ماتریس تصمیم با در نظر گرفتن حد بالا و پایین نمایش داده شده‌اند.

## گام ۲. تهیه ماتریس بی‌مقیاس شده

در گام دوم بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری به روش خطی صورت گرفته است. زیرمعیارهایی را که از نوع منفی (زیان) بودند در جداول قبل معکوس کردیم و با معکوس کردن آن‌ها، تمامی زیرمعیارها را به صورت مثبت در نظر گرفته و سپس به روش خطی نرمال شوند:

$$\otimes X_{ij} = \frac{\otimes x_{ij}}{\sum \otimes x_{ij}} \quad (15)$$

## گام ۳. تهیه ماتریس تصمیم خاکستری بی‌مقیاس موزون

در گام سوم باید ماتریس بی‌مقیاس به ماتریس خاکستری بی‌مقیاس موزون تبدیل شود. برای به‌دست‌آوردن ماتریس خاکستری بی‌مقیاس موزون باید اوزان زیرمعیارها را داشته باشیم. وزن هر یک از زیرمعیارها با استفاده از تکنیک ANP قبلاً محاسبه شده است. مجموع اوزان شاخص‌ها باید برابر یک باشد:

$$\sum_{j=1}^n W_j = 1 \quad (16)$$

$W_j$  = وزن یا اهمیت معیار  $j$  ام است. اوزان محاسبه‌شده در ماتریس بی‌مقیاس شده ضرب می‌شود. ماتریس حاصل را ماتریس خاکستری بی‌مقیاس شده موزون گویند.

$$\otimes \widehat{x}_{ij} = \otimes \overline{x}_{ij} \times \otimes W_j \quad (17)$$

## گام ۴. به‌دست‌آوردن مجموع ماتریس تصمیم خاکستری بی‌مقیاس شده موزون

در این گام میزان مطلوبیت خاکستری هر گزینه به‌وسیله تابع مطلوبیت با رابطه زیر محاسبه می‌شود که به صورت قطعی نیست.

$$\otimes S_i = \sum_{j=1}^n \otimes \widehat{x}_{ij} \quad (18)$$

$S_i$  = ارزش تابع بهینگی گزینه  $i$  ام است.

گزینه‌ای که بیشترین مقدار بهینگی را دارد بهترین گزینه و آنکه کمترین مقدار را دارد بدترین گزینه محسوب می‌شود.

در جدول (۵) جمع سطری ماتریس بی‌مقیاس شده موزون نمایش داده شده است:

جدول ۵: جمع سطری ماتریس تصمیم خاکستری بی‌مقیاس شده موزون

|       |                            |          |
|-------|----------------------------|----------|
| ۰/۴۲  | بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی | $\Sigma$ |
| ۰/۲۸۴ | ارتقای سطح آگاهی           |          |
| ۰/۳۹۳ | بهبود قابلیت بازیافت       |          |
| ۰/۳۴۷ | خرید سبز                   |          |
| ۰/۳۰۲ | ایجاد فضای سبز             |          |
| ۰/۲۲۸ | پژوهش سبز                  |          |

### گام ۵. به‌دست‌آوردن مجموع ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده موزون

در این گام میزان مطلوبیت هر گزینه به‌وسیله تابع مطلوبیت با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S_i = \frac{1}{2}(S_{i\alpha} + S_{i\gamma}) \quad (19)$$

روش‌های زیادی برای تبدیل اعداد خاکستری به اعداد قطعی وجود دارد. فرمول مذکور برای قطعی کردن اعداد به‌کار رفته و حد بالا و پایین را با محاسبات مربوطه به یک عدد قطعی تبدیل کرده است.

### گام ۶. به‌دست‌آوردن مجموع ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده موزون

مجموع مقادیر  $S_i$  برابر یک می‌شود. بهترین گزینه آن است که  $S_i$  بزرگ‌تری دارد. همچنین در نهایت باید درجه مطلوبیت محاسبه شود. درجه مطلوبیت گزینه‌ها براساس مقایسه  $S_i$  با یک مقدار بهینه محاسبه می‌شود. مقدار بهینه ( $S_0$ ) براساس دیدگاه خبرگان یا بهترین مقادیر ماتریس موزون شده قابل حصول است.

در جدول (۶) جمع سطری ماتریس بی‌مقیاس شده موزون نمایش داده شده است:

جدول ۶: جمع سطری ماتریس تصمیم‌بی‌مقیاس شده موزون

|       |                            |   |
|-------|----------------------------|---|
| ۰/۲۱۲ | بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی | Σ |
| ۰/۱۴۸ | ارتقای سطح آگاهی           |   |
| ۰/۱۹۹ | بهبود قابلیت بازیافت       |   |
| ۰/۱۷۸ | خرید سبز                   |   |
| ۰/۱۵۶ | ایجاد فضای سبز             |   |
| ۰/۱۱۷ | پژوهش سبز                  |   |

### گام ۷. شناسایی گزینه بهینه

درجه مطلوبیت گزینه‌ها با K نشان داده شده و به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$K = \frac{S_i}{S_0} \quad (20)$$

مقدار k بین [0/1] است و هرچه درجه مطلوبیت به یک نزدیک‌تر باشد، گزینه بهتر خواهد بود. این مقادیر در جدول (۷) آمده است.

جدول ۷: تعیین اولویت نهایی گزینه‌ها

| k     | s     | s ⊗   | گزینه‌ها                                     |
|-------|-------|-------|--|
| ۱     | ۰/۲۱۲ | ۰/۴۲  | (A <sub>1</sub> ) بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی |
| ۰/۶۹۸ | ۰/۱۴۸ | ۰/۲۸۴ | (A <sub>2</sub> ) ارتقای سطح آگاهی           |
| ۰/۹۳۹ | ۰/۱۹۹ | ۰/۳۹۳ | (A <sub>3</sub> ) بهبود قابلیت بازیافت       |
| ۰/۸۴  | ۰/۱۷۸ | ۰/۳۴۷ | (A <sub>4</sub> ) خرید سبز                   |
| ۰/۷۳۶ | ۰/۱۵۶ | ۰/۳۰۲ | (A <sub>5</sub> ) ایجاد فضای سبز             |
| ۰/۵۵۲ | ۰/۱۱۷ | ۰/۲۲۸ | (A <sub>6</sub> ) پژوهش سبز                  |

### نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های اصلی پژوهش که در راستای پاسخ به پرسش‌های اصلی پژوهش و متناظر با اهداف پژوهش هستند به نتایج زیر دست یافتیم:

با توجه به خروجی ANP که بر اساس نظرات خبرگان مورد سنجش قرار گرفت، به این نتیجه

رسیدیم که سیستم مدیریت زیست‌محیطی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و انعطاف‌پذیری به‌عنوان اصلی‌ترین زیرمعیارها شناخته شدند. با توجه به اینکه از دیدگاه خبرگان سیستم مدیریت زیست‌محیطی بااهمیت‌ترین زیرمعیار بوده، این نشان‌دهنده تاکید زیاد آن‌ها بر این زیرمعیار است و این موضوع برای خبرگان ما مهم جلوه کرده و به‌عنوان یک عامل تاثیرگذار بوده و باعث شده است که در نظرسنجی به آن درجه اهمیت بیشتری را اختصاص دهند. بنابراین اگر بخواهیم فعالیتی در زمینه اقدامات سبز انجام دهیم، مهم‌ترین عاملی که بر آن تاثیر دارد سیستم مدیریت زیست‌محیطی است؛ که با ارزیابی این زیرمعیار می‌توانیم کیفیت و کمیت اقدامات سبز را مشخص کنیم.

در جایگاه بعدی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر قرار می‌گیرد؛ که نشان‌دهنده این است که با توجه به تغییرات اقلیمی و جنبش سبزی که در جوامع مختلف دنیا به‌وجود آمده این موضوع مورد توجه خبرگان در این زمینه قرار می‌گیرد. و با توجه به اهمیت آن و شرایط اقلیمی ایران می‌توانیم زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را بررسی کنیم.

انعطاف‌پذیری در اولویت سوم قرار گرفته است و با توجه به اینکه سیستم مدیریت زیست‌محیطی جزو مهم‌ترین زیرمعیارها نیز شناخته شده است، به این نتیجه می‌رسیم که روابط عملکرد انسان‌ها مهم تلقی می‌شود و نقطه ثقل نظر خبرگان ما بیشتر بر عملکرد افراد است تا برنامه‌ها.

تشویق دانشجویان و کارکنان و مصرف آب از درجه اهمیت پایین‌تری برخوردارند، که مصداق‌های عملی هستند و منطقی است که کم‌اهمیت باشند، به دلیل اینکه بیشتر تاثیرپذیر هستند تا تاثیرگذار؛ یعنی در واقع اقدامات سبز بر روی مصرف آب و تشویق کارکنان تاثیر می‌گذارد. پس از وزن‌دهی زیرمعیارها و تعیین اهمیت آن‌ها به خروجی تکنیک ارس خاکستری می‌پردازیم که با استفاده از آن به رتبه‌بندی گزینه‌ها از طریق نظرسنجی از همان خبرگان پرداختیم و به این نتیجه می‌رسیم که به پژوهش اهمیت کمی داده‌اند. با توجه به اینکه پژوهش جایگاهی بنیادی دارد، می‌توانست رتبه بهتری را به خود اختصاص دهد اما با توجه به خروجی پژوهش ما جزو رتبه‌های پایین‌تر قرار گرفته و گزینه‌های مصداقی‌تری همچون بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی رتبه بالاتری را به خود اختصاص داده‌اند.

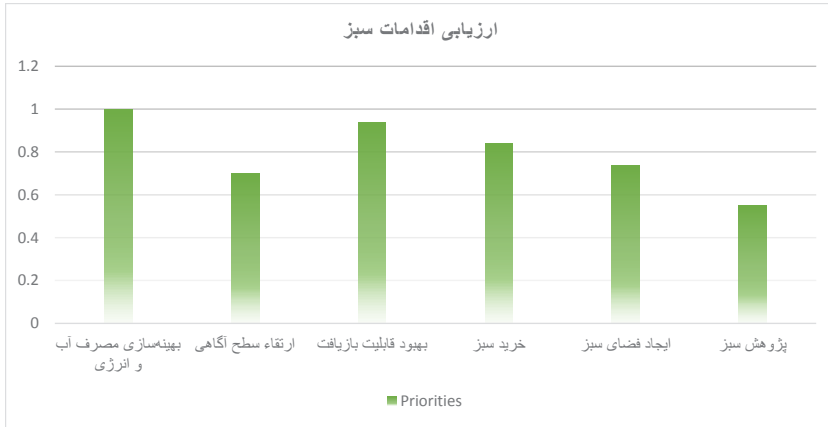
در واقع اگر بخواهیم گزینه‌ها را از نظر ماهیتی با یکدیگر مقایسه کنیم، گزینه‌هایی که رابطه مستقیمی با منابع دارند مهم‌تر از گزینه‌های عملیاتی هستند؛ یعنی بیشتر نظر خبرگان بر گزینه‌هایی است که مسئولیت کمتری دارد و تا حدودی می‌توان دریافت که خبرگان در این زمینه به حفظ منابع موجود توجه بیشتری دارند و این نشان‌دهنده این است که اقدامات پیشگیرانه

مهم به‌شمار می‌آید؛ و بیشتر به‌نظر می‌رسد که گزینه‌هایی در رتبه‌های بالا قرار گرفته‌اند که به گزینه‌های رتبه پایین وابسته‌اند؛ به‌طور مثال بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی به پژوهش و ارتقای سطح آگاهی نیاز دارد.

با توجه به مقادیر محاسبه‌شده مندرج‌شده در جدول (۷) و از طریق داده‌های دریافتی از رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌توان نسبت برتر گزینه‌های ارزیابی اقدامات سبز را دریافت که با توجه به موضوع، بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی در رتبه اول قرار گرفته است، بهبود قابلیت بازیافت در رتبه دوم، خرید سبز در رتبه سوم، ایجاد فضای سبز در رتبه چهارم و سپس ارتقای سطح آگاهی در رتبه پنجم و در نهایت پژوهش سبز رتبه آخر را به خود اختصاص داده است که در شکل (۶) به آن اشاره شده است.

می‌توان نتیجه گرفت که:  $A_6 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_2$

در مقایسه با دیگر کارهای مشابه درمی‌یابیم که مدیریت سبز و سبز شدن به همان اندازه که در رسانه‌های جمعی مطرح می‌شود، امر واضح و آسانی نیست. با اینکه، در واقع سبز شدن بسیار مناسب و مفید است اما روش و فرآیند آن کار دشواری است. موسسات و سازمان‌ها با اجرای سیستم مدیریت سبز باعث کاهش هزینه‌ها می‌شوند؛ پس این بستگی به اندازه سازمان و اقداماتی دارد که در راستای کاهش مصرف انرژی انجام می‌شود. به‌طور مثال در یکی از پژوهش‌های مورد بررسی دریافتیم که بسیاری از سازمان‌ها در مورد اینکه ابتکارات سبز یا محیط‌زیستی، فعالیت‌هایی منطقی و درست هستند اتفاق نظر دارند، اما انجام این فعالیت‌ها پرهزینه است بنابراین منجر به عدم اجرای این برنامه‌ها می‌شود. مرکز مسکن دانشگاه کارولینای جنوبی به‌عنوان یک سازمان دولتی، فعالیت‌های سبز را در راستای صرفه‌جویی انجام داد تا الگویی برای دانشجویان، دانشگاه و ایالت کارولینای جنوبی باشد (Luna, 2010). با این حال، برخی از سازمان‌ها شاهد کاهش ۲۰ درصدی در اکثر هزینه‌های مربوط به مصارف انرژی شده‌اند (Atlas & Florida, 2004). پس با مشاهده این نتایج درمی‌یابیم که گزینه برتر در این پژوهش که بهینه‌سازی مصرف آب و انرژی است به درستی در جایگاه خود قرار گرفته است.



شکل ۷: رتبه بندی نهایی گزینه‌ها

## پیشنهادها

مدیریت سبز مفهومی برای تشریح سبک جدید مدیریت تجاری نیست. به بیان ساده مدیریت سبز، تفکر مجدد یا دقیق‌تر، متفکر بودن درباره نحوه عملکرد و وظایف سازمان‌ها در مورد محیط‌زیست است. رسیدن به توسعه پایدار یکی از اهدافی است که بیشتر کشورهای جهان امروزه در رأس برنامه‌های اجرایی خود قرار داده‌اند. برآوردهای نظام مدیریت سبز که در سطح محدودی از کشور انجام گرفته نشان می‌دهد جای صرفه‌جویی قابل توجهی در بخش‌های مختلف کشور وجود دارد و اشاعه فرهنگ نظام مدیریت سبز و تشکیل گروه‌های تخصصی سبز و رعایت موازین و استانداردهای تعیین شده دولت سبز می‌تواند دستاورد بسیار مناسبی در این زمینه به همراه داشته باشد. با در نظر گرفتن شرایط و با توجه به نیاز به کاهش مصرف منابع و نیز کاهش ضایعات، پیشنهادهای زیر می‌توانند مفید واقع شوند:

- از آنجا که اقدامات سبز داخلی بیشترین تاثیرگذاری و بیشترین اهمیت را دارد، انتظار می‌رود که مدیران و مسئولان به این مهم توجه بیشتری داشته باشند.
- میان زیرمعیارهای شناسایی شده ارزیابی اقدامات سبز، بهبود قابلیت بازیافت، خرید سبز و ایجاد فضای سبز دارای اهمیت و اولویت بالایی هستند. بنابراین انتظار می‌رود که در این سازمان به مقوله بازیافت و خرید سبز و ایجاد فضای سبز توجه خاصی شود. با توجه به کمبود منابع و انرژی و استفاده بیش از حد بشر از انرژی‌های تجدیدناپذیر که موجب گرم شدن کره زمین می‌شود



و همچنین چرخه طولانی بازیافت برخی از مواد که باعث آسیب به اکوسیستم می‌شود می‌توان به این نتیجه رسید که خرید سبز و بازیافت نقش مهمی در اقدامات سبز دارند و ممکن است بر هم نیز تاثیر متقابل داشته باشند، پس پیشنهاد می‌شود که طی پژوهش‌های آتی تاثیر این دو مقوله مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

● مزایای گوناگون اقتصادی و زیست‌محیطی بازیافت و تاثیر بسیار زیاد آن در کاهش مصرف منابع و انرژی توجه خاصی را در سال‌های اخیر به خود اختصاص داده است. امروزه یکی از معضلات، مصرف بیش از حد منابع و عدم استفاده مجدد از مواد مصرفی است که به دلیل عدم فرهنگ‌سازی مناسب و همچنین مدیریت ضعیف در فرآیند بازیافت آن در ایران، باید تفکیک، بازیافت و مشکلات آن‌ها مورد نقد و بررسی جدی قرار گیرد.

● با توجه به اهمیت سیستم مدیریت زیست‌محیطی پیشنهاد می‌شود مدیرانی را انتخاب کنیم که حامی محیط‌زیست باشند؛ که اگر این‌گونه باشد در حرکت سازمان به سمت سبز بودن کمک شایانی می‌شود زیرا مدیر می‌تواند به‌عنوان یک الگو مشوق دیگر افراد سازمان باشد و حتی می‌تواند با اختصاص دادن بودجه‌هایی در این زمینه و تبلیغات مناسب سطح آگاهی افراد را نیز بالا ببرد.

● ملزم شدن به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی نظیر ISO 14000.

● رعایت اصول سبز در طراحی و فرآیندهای کاری به گونه‌ای که با صرفه‌جویی در مصرف منابع و رعایت استانداردهای زیست‌محیطی همراه باشد.

● با وجود اینکه ارتقای سطح آگاهی جزو یکی از کم‌اهمیت‌ترین گزینه‌ها محسوب می‌شود، اما پیشنهاد می‌شود تاثیر این گزینه در جامعه مورد بررسی قرار گیرد، زیرا با ارتقای سطح آگاهی کارکنان و افراد سازمان به‌طور خودکار سطح آگاهی افراد جامعه نیز بالا می‌رود و این چرخه ادامه می‌یابد و به بهبود جامعه و داشتن جامعه‌ای سبز می‌انجامد.

● تدوین استانداردهای لازم برای خرید مواد اولیه از نظر فنی و زیست‌محیطی به گونه‌ای که کمترین صدمه را به محیط‌زیست وارد کند.

● تنظیم ضوابط و معیارهایی جهت کاهش مصرف انواع انرژی.

● باز فراوری ضایعات در صورت امکان.

● آموزش افراد در زمینه مسائل زیست‌محیطی.

● استقرار نظام مدیریت محیط‌زیستی شامل آموزش، جلب مشارکت کارکنان، شناسایی

مواردی که نیاز به اصلاح دارند، برنامه اجرایی رفع آن‌ها، ممیزی و گزارش‌دهی به‌منظور حل و رفع مسائل زیست‌محیطی و صرفه‌جویی در منابع.

● در پژوهش حاضر، پژوهش رتبه پائینی را به خود اختصاص داده است، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی بیشتر این موضوع مورد توجه قرار گیرد، زیرا پژوهش مبنای آموزش است و مشخص می‌کند که ما تا چه حد توانایی رسیدن به هدف که سبز بودن سازمان است را داریم، چه اقدامات و پیش زمینه‌هایی لازم است و... بدین منظور بهتر است نقش پژوهش در اقدامات سبز مورد بررسی قرار گیرد.

● با بررسی این نکته که ایران در چند سال اخیر با بحران آب مواجه است و با توجه به اقلیم خشک و کمبود بارندگی در چند سال اخیر، مصرف بهینه آب می‌تواند نقش مهمی در اقدامات سبز داشته باشد، بدین منظور می‌توان زمینه ایجاد فرهنگ مناسب برای مصرف بهینه آب طی پژوهشی بررسی شود، تا برای مدیریت بحران الگوی مناسبی داشته باشیم.

● با توجه به اهمیت بالای گزینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد نیروگاه خورشیدی در دانشگاه برای تولید بخشی از انرژی مورد نیاز لازم است.

- آبیاری قطره‌ای.
- عدم آبیاری درختان در نیمروز جهت کاهش تبخیر آب.
- بهبود کیفیت مواد غذایی جهت کاهش دورریز آن.
- استفاده از دو در ورودی با فیلتر مشترک جهت کاهش اتلاف انرژی.
- استفاده از لامپ‌های LED برای تولید بخشی از روشنایی مورد نیاز با توجه به مصرف بسیار کم و هزینه پایین نسبت به لامپ‌های کم‌مصرف و تولید نور زیاد.
- به‌کارگیری سلول‌های خورشیدی در طراحی ساختمان‌های جدید.
- استفاده از آبگرمکن خورشیدی جهت تولید آب گرم مورد نیاز به خصوص در آزمایشگاه‌ها.
- اولویت‌بندی موانع به‌کارگیری فرصت‌های توسعه‌ای اقدامات سبز در ایران.
- بررسی تاثیر عوامل سیاسی و نقش دولت در اقدامات سبز.
- پیشنهاد می‌شود این الگو در سازمان‌های تولیدی و نیز سایر سازمان‌های خدماتی مورد بررسی قرار گیرد.

● بر اساس پژوهش انجام شده به این نتیجه دست یافتیم که بخش عملیاتی از اهمیت بیشتری نسبت به بخش نظری برخوردار است. بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی بیشتر بر بخش عملیاتی تاکید شود و معیارها را محدود کنند و آن‌هایی را که مختص به کارهای عملیاتی هستند در نظر گیرند و از میان آنها بهترین را انتخاب و مورد بررسی قرار دهند.

## الف) فارسی

- احتشامی، مجید و اکرامی، عطیه (۱۳۹۱). به کارگیری ابزار مدیریتی «ارزیابی راهبردی محیط زیست» در مسیر توسعه پایدار. *فصلنامه راهبرد*، شماره ۶۲، صفحات ۲۱۸-۱۹۵.
- احمدی، سید علی اکبر؛ افشاری، محمدعلی و شکاری، حمیده (۱۳۹۲). ارائه مدلی برای سنجش موفقیت سازمان‌ها در مدیریت زنجیره تامین سبز با رویکرد انتخاب تامین کننده سبز. *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، شماره ۶۶، صفحات ۱۲۷-۹۵.
- خلیل نژاد، سیدمحمد رضا (۱۳۸۹). *دانشگاه‌های سبز ایران پیش‌تازان در توسعه پایدار کشور*. چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران، دانشگاه تهران.
- زاهدی، شمس‌السادات (۱۳۹۲). *مدیریت سبز*، انتشارات جهاد دانشگاهی.
- شمسی، سیما؛ برادران کاظم‌زاده، رضا و استادی، بختیار (۱۳۹۲). *مفهوم مدیریت سبز در فرآیند مدیریت پروژه*. سومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، تهران.
- شهری مجارشین، علی اکبر و ریحانی تاش، مریم (۱۳۹۳). *مدیریت سبز*، تعاریف و مفاهیم. همایش بین‌المللی مدیریت، تهران، موسسه سفیران فرهنگی مبین، [http://www.civilica.com/Paper-ICOM01-ICOM01\\_0630.html](http://www.civilica.com/Paper-ICOM01-ICOM01_0630.html)
- ظروفچی‌بنیس، خالد؛ فاتحی‌فر، اسماعیل؛ وحیدی‌راد، سمیه و کیوانی‌نهر، فاطمه (۱۳۹۳). *دانشگاه سبز و توسعه پایدار*، اولین کنفرانس بین‌المللی مهندسی محیط‌زیست، تهران، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.
- علوی‌مقدم، سیدمحمد رضا؛ مکنون، رضا و طاهرشمسی، احمد (۱۳۸۷). *مروری بر فعالیت‌های دانشگاه‌های سبز در ایران و جهان*. دومین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط‌زیست.
- محرم‌نژاد، ناصر و آذرکمند، سحر (۱۳۸۸). *بررسی وضعیت مدیریت بهره‌وری سبز در بخش غیردولتی*. نشریه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۱، شماره ۲، صفحات ۷۰-۵۹.
- مرادی‌پردنجانی، حجت‌اله؛ سپهریان، جواد و فرهنگی، قاسم (۱۳۹۳). *مدیریت سبز*، نخستین همایش ملی الکترونیکی رویکردهای کاربردی و پژوهشی در علوم انسانی و مدیریت. به صورت الکترونیکی، موسسه آموزشی پژوهشی هزاره سوم، قم.

## ب) انگلیسی

- Atlas, M. & Florida, R. (2004). *Green Management, Handbook of Technology Management* (CRC press: 2004).
- Florida, R. (1996). *Lean and Green: The Move to Environmentally Conscious Manufacturing*. *California Management Review*, 39(1), pp. 80-105.
- García-Melón, M.; Ferrís-Oñate, J.; Aznar-Bellver, J.; Aragonés-Beltrán, P.

- & Poveda-Bautista, R. (2008). Farmland Appraisal Based on the Analytic Network Process. *Journal of Global Optimization*, 42(2), pp. 143-155.
- Garzella, S. & Fiorentino, R. (2014). An Integrated Framework to Support the Process Management Adoption, *Business Process Management Journal*, 20(1), pp. 68-69.
- Kushwaha, G. S. & Sharma, N. K. (2016). Green Initiatives: A Step Towards Sustainable Development and Firm's Performance in the Automobile Industry. *Journal of Cleaner Production*, 121, pp. 116-129.
- Lin, C. L. (2004). Use of the Taguchi Method and Grey Relational Analysis to Optimize Turning Operations with Multiple Performance Characteristics. *Materials and Manufacturing Processes*, 19(2), pp. 209-220.
- Porter, M. E. & Linde, C. V. D. (1999). Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Journal of Business Administration and Policy Analysis*, p. 215.
- Luna, Gene (2010). Going Green Saves Green-University of South Carolina's Green Efforts Becoming Best Practices, Available from [http://www.ulsf.org/pdf/going\\_green\\_saves\\_green.pdf](http://www.ulsf.org/pdf/going_green_saves_green.pdf).
- Roy, M. & Khastagir, D. (2016). Exploring Role of Green Management in Enhancing Organizational Efficiency in Petro-chemical Industry in India. *Journal of Cleaner Production*, 121, pp. 109-115.
- Saaty, T. L. (1996). Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process (Vol. 4922). Pittsburgh: RWS publications.
- Turskis, Z. & Zavadskas, E. K. (2010). A Novel Method for Multiple Criteria Analysis: Grey Additive Ratio Assessment (ARAS-G) Method. *Informatica*, 21(4), pp. 597-610.
- Vachon, S. (2007). Green Supply Chain Practices and the Selection of Environmental Technologies. *International Journal of Production Research*, 45(18-19), pp. 4357-4379.
- Wang, X. (2015). A Comprehensive Decision Making Model for the Evaluation of Green Operations Initiatives. *Technological Forecasting and Social Change*, 95, pp. 191-207.
- Wang, Z.; Meng, H. & Fu, J. (2010). Novel Method for Evaluating Surface Roughness by Grey Dynamic Filtering. *Measurement*, 43(1), pp. 78-82.

# A Decision-making Model for the Evaluation of Green Measures based on a Combination of Grey ARAS and ANP

**Mahla Sadat Saneie**<sup>1</sup> M.A. in Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, University of Tehran College of Farabi (Corresponding Author).

**Nafiseh Naghdi Khouzani**<sup>2</sup> M.A. in Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, University of Tehran College of Farabi

**Seyed Mahmoud Zanjirchi**<sup>3</sup> Associate Professor, Industrial Management, Yazd University

## Abstract

The phenomenon of global warming provoked green approach among top managers. Environmental problems caused by human activities have stimulated measures to prevent further damages to the environment; the green approach is among the most important ones. Today, the importance of green management, apart from its benefits in preserving and protecting the environment, is considered as a competitive advantage for organizations that are concerned with improving their name and position. In this regard, the evaluation of green management measures as the primary step in this process has attracted the attention of many researchers. In this research, we intend to provide an appropriate prioritization of these measures, using a survey approach and a combination of ANP and ARAS decision-making techniques. First, the relevant dimensions and indicators were identified by a thorough study of the research literature. Subsequently, with the help of experts, relevant questionnaires were prepared and applied. By collecting data and performing the analysis with the help of the above two techniques, the optimization of water and energy consumption was selected as the best alternative.

**Keywords:** Green Plan, Green Operations Management, Green Management Framework, ANP, Grey ARAS.

1. saneiemahla@gmail.com
2. nafise.naghdi000@yahoo.com
3. zanjirchi@yazd.ac.ir