

بررسی و تحلیل فن آوری اطلاعات سبز و راهکارهای گسترش آن با رویکرد ANP (مطالعه‌ی موردی شرکت ملی حفاری ایران)

محمدرضا معتدل  دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

مانا شیبی غلامپور  شرکت ملی حفاری ایران

چکیده

امروزه فن آوری اطلاعات^۱ و ارتباطات در حوزه‌های گوناگون نقشی اساسی بر عهده دارد. یکی از زمینه‌هایی که با ورود فن آوری اطلاعات دچار تحول اساسی شده محیط زیست است. فن آوری اطلاعات در گُند کردن تغییرات آب و هوایی نقشی دوگانه دارد. این بدان معنی است که فن آوری اطلاعات باید در تولید گازهای گلخانه‌ای خود و کنترل آن و همچنین توسعه و ارائه راه حل‌هایی که به کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های دیگر کمک می‌کند مدیریت شده و اثرگذار باشد. پدیده‌ی گرمایش زمین و اثرات فن آوری اطلاعات بر محیط زیست ما را بر آن داشت تا به بررسی و ارائه‌ی راه حل در این زمینه پردازیم. در این پژوهش فن آوری اطلاعات سبز^۲ با هدف بهبود و گسترش فن آوری‌های نوین با استفاده از روش سلسله مراتبی^۳ و تحلیل شبکه‌ای^۴ در شرکت ملی حفاری مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج کلی این پژوهش ابتدا به شناسایی شاخص‌های مؤثر فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری ایران می‌پردازد و نتیجه‌ی تحقیقات نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در شرکت ملی حفاری تأثیری متفاوت بر فن آوری اطلاعات سبز دارد. همچنین در این شرکت مهم‌ترین شاخص برای فن آوری اطلاعات سبز سیاست‌گذاری شناخته شد. ضمن اینکه مشخص گردید که با توجه به راهکارهای موجود در گسترش فن آوری اطلاعات سبز مناسب‌ترین راهکار برای شرکت ملی حفاری، مدیریت هزینه است.

واژگان کلیدی فن آوری اطلاعات، سبز بودن، فن آوری اطلاعات سبز، گرمایش زمین، محیط زیست

مقدمه

فن آوری اطلاعات هر روز بیش از پیش بر زندگی ما سایه می‌اندازد و تمامی ابزارهای محاسباتی، تجهیزات جانبی، ارتباطی و ملزومات این فن آوری جهت پیش‌برد لحظات زندگی ما در حال مصرف انرژی هستند که این انرژی هم پایه‌ی پیشرفت و هم مایه‌ی نبرد دوران ماست. چندان دور نیست که مصرف انرژی مراکز داده و مراکز ارتباطات سازمان‌ها و شرکت‌ها و به تبع آن آلاینده‌ی آنها از مراکز صنعتی (به مفهوم سنتی) فراتر رود. از این‌رو

گول‌های فن آوری اطلاعات از هم‌اکنون به فکر کاهش مصرف انرژی در ابزارهای خود و زدن برچسب فن آوری اطلاعات سبز روی محصولاتشان هستند. نه این که چندان دوست‌دار طبیعت باشند؛ بلکه بازار روز این‌طور ایجاب می‌کند. امروزه فن آوری سبز از دیگر حوزه‌ها به فن آوری اطلاعات هم سرایت کرده است. با وجود اینکه در قیاس با قدمت صنعت، هنوز بیش از چند سحرگاه از عمر فن آوری سبز نگذشته اما این حوزه‌ی نوین به دلیل بحران انرژی دنیای امروز نه تنها توجه بسیاری را به خود جلب کرده بلکه هیاهوی تبلیغاتی فراوانی هم به راه انداخته است.

ضرورت و اهمیت تحقیق در این حوزه از آن‌رو است که با توجه به گسترش بسیاری از تجارت‌ها، فن آوری اطلاعات یکی از نقاط کلیدی و حیاتی مصرف‌کنندگان در اقتصاد می‌باشد. از همین‌رو لازمه‌ی تحقق واژه‌ی سبز در این حوزه، استفاده از فن آوری‌هایی جهت کنترل و طراحی فعالیت‌هایی با حداقل مصرف کربن است. به همین دلیل نیز فن آوری اطلاعات نقشی دوگانه در گُند کردن تغییرات آب

*نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (managholaampour@yahoo.com)

و هوایی دارد. این بدان معنی است که بخش فن آوری اطلاعات باید در تولید گازهای گلخانه‌ای، کنترل و توسعه‌ی آن و ارائه‌ی راه‌حلی که به کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های دیگر کمک می‌کند مدیریت کرده و اثرگذار باشد. انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فن آوری اطلاعات در حدود ۲ درصد از آمار جهانی انتشار گازهای گلخانه‌ای را به‌خود اختصاص داده است؛ یعنی رقمی برابر میزان تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از صنعت حمل و نقل هوایی (گارتنر، ۲۰۰۷). در حالی که از بین بردن ناکارآمدی در صنعت مهم است، فن آوری اطلاعات سبز بیشتر به‌عنوان یک توانمندساز انرژی با کارایی بیشتر و سازگار با محیط زیست مورد استفاده قرار می‌گیرد که این امر منجر به صرفه‌جویی نیز خواهد شد.

بنابراین هدف اصلی این تحقیق بررسی و تحلیل فن آوری اطلاعات سبز و راهکارهای گسترش آن با رویکرد (ANP) در مطالعه‌ی موردی در شرکت ملی حفاری ایران است. اهداف کاربردی این پژوهش به‌شرح زیر است:

الف) شناسایی شاخص‌های فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری ایران
ب) شناسایی مهم‌ترین شاخص گسترش فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری ایران

ج) شناسایی مناسب‌ترین راهکار برای گسترش فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری ایران

۱- تعاریف فن آوری اطلاعات سبز

با توجه به اینکه تعریف واحدی برای فن آوری اطلاعات سبز وجود ندارد به تعدادی از این تعاریف اشاره می‌کنیم:

■ حمایت، کمک و به‌کاربردن طرح‌های

زیست‌محیطی از طریق ارائه‌ی مدل‌های ابتکاری، شبیه‌سازی، تصمیم‌گیری و ابزارهای پشتیبانی را فن آوری اطلاعات سبز گویند (موروگسن، ۲۰۰۹).

■ تعریف فن آوری اطلاعات سبز، تولید، مدیریت، استفاده و مصرف فن آوری اطلاعات در راه به‌حداقل رساندن آسیب به محیط زیست است (والش، ۲۰۰۸).

■ فن آوری اطلاعات سبز، گاهی اوقات به‌عنوان محاسبات سبز، مطالعه و به‌کارگیری منابع فن آوری اطلاعات در یک راه کارآمد است (کرولی دونلن، ۲۰۰۸).

البته هدف استفاده از فن آوری اطلاعات در حوزه‌ی کسب و کار، پرورش محیط زیست پایدار است و فن آوری اطلاعات سبز گاهی اوقات فن آوری اطلاعات پایدار نیز نامیده می‌شود.

۲- روش تحقیق

روش تحقیق حاضر، توصیفی از شاخه‌ی استنتاجی است و این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی می‌باشد. مبانی نظری و مطالعات پیشین این تحقیق کتابخانه‌ای بوده و به‌وسیله مقالات، مجلات، سایت‌های معتبر، کتاب‌های مرتبط و اطلاعات مربوط به آزمون فرضیات با روش میدانی و توسط پرسش‌نامه جمع‌آوری شده است.

۳- فرضیه‌های تحقیق

در این تحقیق سه فرضیه‌ی زیر طرح شده است:

الف) سرمایه‌گذاری در شرکت ملی حفاری تأثیر متفاوتی بر فن آوری اطلاعات سبز دارد.

ب) مهم‌ترین شاخص برای فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری سیاست‌گذاری است.

ج) مناسب‌ترین راهکار برای گسترش

فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری مدیریت هزینه است.

۴- جامعه‌ی آماری تحقیق

یک جامعه‌ی آماری عبارت است از مجموعه‌ی افراد یا واحدهایی که حداقل دارای یک صفت مشترک باشند. معمولاً در هر پژوهش جامعه‌ی مورد بررسی یک جامعه‌ی آماری است که پژوهش‌گر مایل است درباره‌ی صفت/صفت‌های متغیر واحدهای آن مطالعه کند.

جامعه‌ی آماری این تحقیق همه‌ی کارشناسان با مدرک کارشناسی و بالاتر در زمینه‌ی مدیریت فن آوری اطلاعات در شرکت ملی حفاری ایران هستند که از طریق روش تجزیه و تحلیل مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۵- برآورد حجم نمونه و روش اندازه‌گیری

جمع‌آوری و مطالعه‌ی مجموعه‌ی جامع‌ی از داده‌های مربوط به حوزه‌ی پژوهشی خاص، یا از لحاظ فیزیکی غیرممکن است یا در عمل میسر نیست. بنابراین به‌دلیل محدودیت زمان، منابع و امکانات اجباراً از روش نمونه‌گیری استفاده شد. نمونه‌ی جامعه‌ی آماری، مجموعه‌ی اندازه‌هایی است که عملاً در جریان یک تحقیق گردآوری می‌شود [۲]. زمانی که نه از واریانس جامعه اطلاع داریم و نه از احتمال موفقیت یا عدم موفقیت متغیر و همچنین نمی‌توانیم از فرمول‌های آماری برای برآورد حجم نمونه استفاده کنیم جدول مورگان^۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این جدول حداکثر تعداد نمونه را ارائه می‌دهد. در این جدول S ، حجم نمونه و N ، حجم جامعه است. با توجه به تعداد جامعه‌ی آماری این تحقیق (۶۰ نفر) طبق جدول مورگان تعداد ۵۲ نمونه صحیح است. اما

برای اطمینان بیشتر ۶۰ پرسش‌نامه توزیع گردید که تعداد ۵۶ عدد از آنها تکمیل و بازگردانده شد.

۶- قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار اندازه‌گیری

پایایی به میزان دقت آزمون اشاره می‌کند؛ به این معنی که اگر آزمونی پس از چند بار تکرار نتیجه یکسانی به دست دهد آن آزمون پایا خواهد بود (سیف، ۱۳۲۰). در تحقیق حاضر با توجه به عوامل مؤثر و شاخص‌های شناسایی‌شده، پرسش‌نامه‌ای تهیه شد و بین ۲۰ نفر از خبرگان شرکت پخش گردید که هر ۲۰ عدد تکمیل و بازگردانده شد. پایایی این پرسش‌نامه طبق جدول-۲ و توسط آلفای کرونباخ^۲، ۹۶ درصد محاسبه گردید. این درصد بیانگر پایایی زیاد پرسش‌نامه مذکور است

(ضرایب بیش از ۷۰ درصد مناسب و قابل قبول هستند).

۷- روایی^{۱۳} پرسش‌نامه

روایی یا اعتبار آن است که وسیله‌ی اندازه‌گیری بتواند ویژگی و خصوصیت مورد نظر را اندازه بگیرد. روایی به هدفی اشاره می‌کند که آزمون برای تحقق بخشیدن به آن تهیه شده است (سیف، ۱۳۲۰).

مفهوم روایی یا اعتبار به این سؤال پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد خصوصیت مورد نظر را می‌سنجد (سرمد و همکاران، ۱۳۸۸). در این پژوهش برای بررسی روایی پرسش‌نامه از روش اعتبار محتوا استفاده شده است. بدین صورت که پرسش‌نامه توسط تعدادی از کارشناسان مورد بررسی و بازنگری قرار گرفته و روایی مورد نظر با استفاده از

روش دلفی^{۱۴} حاصل گردید.

۸- تاریخچه‌ی فن‌آوری اطلاعات سبز و

اجلاس زمین ریو^{۱۵}

اجلاس سران زمین در ریو-دو-ژانیرو (۱۹۹۲) برای سازمان ملل متحد کنفرانسی بی‌سابقه بود. بیست سال پس از نخستین کنفرانس محیط زیست جهانی، سازمان ملل متحد به دنبال کمک به دولت برای تجدید نظر توسعه‌ی اقتصادی و یافتن راه‌هایی برای توقف تخریب منابع طبیعی و آلودگی غیرقابل جایگزین زمین بود.

پیام این نشست تغییر نگرش و رفتار در خصوص تغییرات لازم بود. این پیام توسط روزنامه‌نگاران منتقل شده و به گوش بیش از میلیون‌ها نفر در سراسر جهان رسید.

نشست زمین در همه‌ی همایش‌های بعدی سازمان ملل متحد که به بررسی ارتباط بین حقوق بشر، جمعیت، توسعه‌ی اجتماعی، زنان، اسکان انسانی و نیاز به توسعه‌ی سازگار با محیط زیست پایدار پرداخت بسیار تأثیرگذار بود. به‌عنوان مثال کنفرانس جهانی حقوق بشر که در ۱۹۹۳ در وین برگزار شد حق مردم برای داشتن محیط زیست سالم و حق توسعه را مورد بحث قرار داده و خواستار ملاقات با برخی از کشورهای اعضا که در این زمینه مقاومت کرده‌اند شده بود.

۸-۱- استانداردهای بین‌المللی و ابتکارات

■ ISO-14000 (اندازه‌گیری انرژی)

■ انرژی استار^{۱۶}

■ EPEAT

■ سازمان ملل متحد (UNITU) ITU

۸-۲- مهم‌ترین ابتکارات بین‌المللی

داوطلبانه در زمینه‌ی فن‌آوری اطلاعات سبز

■ PUE/DCiE از شبکه سبز

جدول مورگان | ۱

S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
۳۳۸	۲۸۰۰	۲۶۰	۸۰۰	۱۶۲	۲۸۰	۸۰	۱۰۰	۱۰	۱۰
۳۴۱	۳۰۰۰	۲۶۵	۸۵۰	۱۶۵	۲۹۰	۸۶	۱۱۰	۱۴	۱۵
۳۴۶	۳۵۰۰	۲۶۹	۹۰۰	۱۶۹	۳۰۰	۹۲	۱۲۰	۱۹	۲۰
۳۵۱	۴۰۰۰	۲۷۴	۹۵۰	۱۷۵	۳۲۰	۹۷	۱۳۰	۲۴	۲۵
۳۵۱	۴۵۰۰	۲۷۸	۱۰۰۰	۱۸۱	۳۴۰	۱۰۳	۱۴۰	۲۸	۳۰
۳۵۷	۵۰۰۰	۲۸۵	۱۱۰۰	۱۸۶	۳۶۰	۱۰۸	۱۵۰	۳۲	۳۵
۳۶۱	۶۰۰۰	۲۹۱	۱۲۰۰	۱۸۱	۳۸۰	۱۱۳	۱۶۰	۳۶	۴۰
۳۶۴	۷۰۰۰	۲۹۷	۱۳۰۰	۱۹۶	۴۰۰	۱۱۸	۱۸۰	۴۰	۴۵
۳۶۷	۸۰۰۰	۳۰۲	۱۴۰۰	۲۰۱	۴۲۰	۱۲۳	۱۹۰	۴۴	۵۰
۳۶۸	۹۰۰۰	۳۰۶	۱۵۰۰	۲۰۵	۴۴۰	۱۲۷	۲۰۰	۴۸	۵۵
۳۷۳	۱۰۰۰۰	۳۱۰	۱۶۰۰	۲۱۰	۴۶۰	۱۳۲	۲۱۰	۵۲	۶۰
۳۷۵	۱۵۰۰۰	۳۱۳	۱۷۰۰	۲۱۴	۴۸۰	۱۳۶	۲۲۰	۵۶	۶۵
۳۷۷	۲۰۰۰۰	۳۱۷	۱۸۰۰	۲۱۷	۵۰۰	۱۴۰	۲۳۰	۵۹	۷۰
۳۷۹	۳۰۰۰۰	۳۲۰	۱۹۰۰	۲۲۵	۵۵۰	۱۴۴	۲۴۰	۶۳	۷۵
۳۸۰	۴۰۰۰۰	۳۲۲	۲۰۰۰	۲۳۴	۶۰۰	۱۴۸	۲۵۰	۶۶	۸۰
۳۸۱	۵۰۰۰۰	۳۲۷	۲۲۰۰	۲۴۲	۶۵۰	۱۵۲	۲۶۰	۷۰	۸۵
۳۸۲	۷۵۰۰۰	۳۳۱	۲۴۰۰	۲۴۸	۷۰۰	۱۵۵	۲۷۰	۷۳	۹۰
۳۸۴	۱۰۰۰۰۰	۳۳۵	۲۶۰۰	۲۵۶	۷۵۰	۱۵۹	۲۷۰	۷۶	۹۵



■ SMART 2020 از گروه آب و هوا
 ■ WRI
 ■ استاندارد IEEE

۹- راهبردهای اصلی

برای تبیین مدل‌ها و راهکارهای گسترش فن آوری اطلاعات سبز توسط مطالعات انجام شده به‌طور کلی طبق مدل انتخابی (تلفیق مدل CMM، شرکت اینتل^{۱۷} و کرلی و دونلان)، برای شناسایی مهم‌ترین راهکار جهت گسترش فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری، سه گزینه وجود داشت:

الف) روش مدیریت تجاری فن آوری اطلاعات سبز
 ب) روش مدیریت هزینه‌ی فن آوری اطلاعات سبز
 ج) روش مدیریت ارزشی فن آوری اطلاعات سبز

۹-۱- مدیریت تجاری فن آوری اطلاعات

این راهبرد به استفاده از رویکردی تجارت‌گونه اشاره می‌کند. مشکلی که به‌هنگام رعایت سبز بودن (به‌معنای رعایت اصول محیط زیست) باید بر آن غلبه کرد عبارت است از محدودیت هم‌ترازی؛ این بدان معناست که این ایده با وظایف شرکت هم‌خوانی ندارد (مارتینز و بهلول^{۱۸}، ۲۰۰۸). مدیریت تجاری فن آوری اطلاعات موجب می‌شود تا از ایجاد پروژه‌های جداگانه‌ای که هرگز ارزیابی یا اجرا نمی‌شوند جلوگیری به‌عمل آید. انجام این کار دربرگیرنده‌ی اعمال روش‌های تجاری حرفه‌ای جهت تضمین هم‌راستایی نتایج اقدامات و سیاست‌ها با اهداف شرکت خواهند بود.

۹-۲- مدیریت بودجه‌ی فن آوری اطلاعات

سبز

بودجه از نظر حفظ و اندازه‌گیری منابع

صرف‌شده در مقایسه با دیگر سودهای حاصل، از اهمیتی حیاتی برخوردار است. شرکت‌هایی که راهبرد فن آوری اطلاعات سبز دارند گزارش داده‌اند که برنامه‌های سبز در حال حاضر ۶ تا ۷ درصد از کل بودجه‌ی فن آوری اطلاعات را به‌خود اختصاص می‌دهند و انتظار می‌رود که ظرف دو سال آینده به ۱۰ درصد نیز افزایش یابد (مارتینز و بهلول ۲۰۰۸).

۹-۳- مدیریت ارزشی فن آوری اطلاعات سبز

تحقق و ارزیابی فن آوری اطلاعات سبز بر سنجش و مدیریت فعالیت‌ها و سیاست‌های این فن آوری تمرکز دارد. این مسأله به تصمیم‌گیری در خصوص فواید مورد انتظار و ابزارهای تغییر دستاوردها مربوط می‌شود. مدیریت ارزشی روشی است برای کمک به سازمان‌ها تا بتوانند خود را بازبینی کنند

که آیا نتایج مورد انتظارشان به‌طور کامل حاصل خواهد شد یا خیر.

۱۰- روش انجام کار

۱۰-۱- گام نخست: شناسایی شاخص‌های فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری ایران

در این گام در ابتدا پرس‌شنامه‌ای طراحی شد. از آنجا که سؤالات از مقیاس‌های نسبی بهره‌مند بود برای اندازه‌گیری از طیف لیکرت^{۱۹} استفاده شد. بدین ترتیب که برای گزینه‌های کاملاً موافقم، موافقم، نظری ندارم، مخالفم و کاملاً مخالفم به ترتیب ضرایب ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ در نظر گرفته شده و پس از اندازه‌گیری، قابلیت اطمینان به‌روش دلفی (اجماع نظر نخبگان توسط تعدادی از کارشناسان) و پایایی (قابلیت اعتبار) پرسش‌نامه با استفاده از روش آلفای کرونباخ با ضریب ۰/۹۶ درصد تأیید شد. در

۲ مقدار آلفای کرونباخ		
تعداد سؤالات	آلفای کرونباخ بر اساس آیت‌های استاندارد شده	آلفای کرونباخ
۶۰	۰/۹۶۲	۰/۹۶

۳ رتبه‌بندی عوامل مؤثر توسط آزمون فریدمن	
شاخص‌های مؤثر	میانگین رتبه
تأثیرات محیطی	۴/۷۶
سرمایه‌گذاری	۳/۰۴
سیاست	۳/۱۲
محصولات سبز	۳/۱۳
تکنولوژی	۳/۴۸
کارهای روزمره	۳/۴۶

۴ ویژگی‌های آزمون فریدمن برای فرضیه نخست	
تعداد نمونه	خی دو
۵۶	۳۳/۷۹۶
درجه‌ی آزادی	۵
سطح معنی‌دار	۰/۰۲۱۰

مرحله‌ی بعد برای تعیین شاخص‌های مؤثر فن آوری اطلاعات سبز، تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار و آزمون ناپارامتریک فریدمن ۲۰ انجام شد؛ بدین نحو که کلیه‌ی اطلاعات ۶۰ سؤال پرسش‌نامه وارد نرم‌افزار گردید و پاسخ‌هایی که میانگین آنها بیشترین مقادیر را داشت انتخاب شده و عوامل مؤثر طبق جدول ۳- شناسایی گردید. با توجه به شناسایی شاخص‌های مؤثر فن آوری اطلاعات سبز و به‌منظور تعیین مهم‌ترین شاخص این فن آوری در شرکت، دو پیش‌فرض مورد بررسی، تجزیه و تحلیل قرار گرفت:

میان‌ه‌ی اهمیت عوامل یکسان هستند
 $H_0: M_1=M_2=M_3=M_4=M_5=M_6$ (۱)

میان‌ه‌ی اهمیت عوامل یکسان نیستند
 $H_1: M_1 \neq M_2 \neq M_3 \neq M_4 \neq M_5 \neq M_6$ (۲)

دیدگاه طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت را می‌توان با اختصاص مقادیر یک تا ۵ به مقیاس فاصله‌ای تبدیل و برای آزمایش فرضیه‌ها از آزمون ناپارامتریک فریدمن استفاده کرد.

جدول ۴- خروجی نرم‌افزار SPSS است و در نتیجه رتبه‌ی عوامل یکسان نبوده و بین آنها تفاوت وجود دارد. بنابراین فرض

H0 تحقیق را می‌توان رد کرد. این بدان معناست که رتبه‌ی میان‌ه‌ی عوامل یکسان نبوده، بین آنها تفاوت وجود دارد و عوامل مؤثر در فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری اولویت‌های متفاوتی دارند. در نتیجه سرمایه‌گذاری نیز دارای تأثیری متفاوت بر فن آوری اطلاعات سبز است.

۱۰-۲- گام دوم: شناسایی مهم‌ترین شاخص فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری ایران

حال برای اثبات این فرضیه که سیاست‌گذاری مهم‌ترین شاخص در فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری است باید شاخص‌های مؤثر در این شرکت الویت‌بندی شوند. برای این کار پرسش‌نامه‌ی مقایسه‌های زوجی تدوین شد و برای طراحی و محاسبه‌ی اوزان شاخص‌ها، تعیین اولویت عوامل و محاسبه‌ی شاخص سازگاری آنها به کمک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی از روش بردار ویژه استفاده گردید.

بدین منظور از نرم‌افزار انتخاب خبره برای تعیین اوزان عوامل استفاده شد. برای تعیین ماتریس تصمیم‌گیری در این مرحله،

گروه‌ی پنج نفره از متخصصان و مدیران شرکت ملی حفاری ایران انتخاب شدند و پرسش‌نامه‌ی مقایسه‌های زوجی در اختیار آنان قرار گرفته و تکمیل گردید. پس از ورود داده‌ها به نرم‌افزار، خروجی حاصل در جدول ۵- جمع آوری شد. نرخ سازگاری در این ماتریس ۰/۰۹ است.

پس از به‌دست آوردن این اوزان، شاخص‌ها به ترتیب زیر اولویت‌بندی شدند:

- سیاست‌گذاری و استراتژی
- تأثیرات محیطی
- سرمایه‌گذاری
- محصولات
- تکنولوژی
- کارهای روزمره

بنابراین فرضیه‌ی مدنظر تأیید شد و ثابت گردید که سیاست‌گذاری مهم‌ترین شاخص در فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری است.

۱۰-۳- گام سوم: شناسایی مناسب‌ترین راهکار برای فن آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری

به‌طور کلی طبق مدل انتخابی (تلفیق مدل CMM، شرکت اینتل و کرلی و دونلان)، برای تبیین مدل و راهکارهای گسترش فن آوری اطلاعات سبز توسط مطالعات انجام شده و شناسایی مهم‌ترین راهکار در شرکت ملی حفاری سه گزینه وجود داشت که در قسمت ۹ مقاله حاضر (راهبردهای اصلی) به آنها اشاره گردید. برای شناسایی ارتباطات بین اهداف، شاخص‌ها و روش‌های گسترش فن آوری اطلاعات سبز و انتخاب و تعیین مناسب‌ترین راهکار جهت گسترش از تصمیم‌گیری چند معیاره به روش تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل شبکه‌ای استفاده شد.

شاخص‌های مؤثر فن آوری اطلاعات سبز	وزن عوامل (بردار ویژه)	نرخ سازگاری
تأثیرات محیطی	۰/۲۹۴	۰/۰۵
سرمایه‌گذاری	۰/۲۴۴	۰/۰۸
سیاست و استراتژی	۰/۲۹۵	۱۰
محصولات سبز	۰/۰۷۶	۰/۰۹
تکنولوژی	۰/۰۵۸	۰/۰۹
کارهای روزمره	۰/۰۳۲	۰/۱

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
N										
IR	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۵۱



۱۰-۳-۱- روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

این روش که یکی از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است در دهه‌ی ۷۰ میلادی توسط یک عراقی به‌نام ساعتی پیشنهاد شد. روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که برای حل مسائل بدون ساختار در زمینه‌های مختلف استفاده می‌شود دو کار انجام می‌دهد:

- یافتن وزن (اهمیت نسبی) شاخص‌ها
- رتبه‌بندی گزینه‌ها

در این روش ساختار و چارچوبی برای همکاری و مشارکت گروهی در تصمیم‌گیری‌ها ایجاد می‌شود که تصمیم‌گیرندگان را یاری می‌کند تا به گونه‌ای که احساسات و قضاوت‌های خود را به شکلی کامل در نظر گیرند اولویت‌ها را بر پایه‌ی اهداف، اطلاعات و تجربه‌ی خود تنظیم کنند. روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر پایه‌ی سه اصل زیر بنا شده است:

الف) کشیدن درخت سلسله مراتبی

ب) تدوین و تعیین اولویت‌ها

ج) سازگاری منطقی قضاوت‌ها

۱۰-۳-۱-۱- الگوریتم سلسله مراتبی

پس از آنکه گزینه‌ها و شاخص‌ها مشخص شد بین شاخص‌ها مقایسه‌های زوجی انجام می‌گردد. در گام بعد برای هر شاخص، بین گزینه‌ها مقایسه‌های زوجی انجام شده و سپس الگوریتم زیر را پیاده می‌گردد:

- الف) به‌هنجار کردن ماتریس مقایسه‌های زوجی
- ب) محاسبه‌ی میانگین حسابی هر سطر ماتریس به‌هنجارشده‌ی مقایسه‌های زوجی (که به آن وزن‌های نسبی گفته می‌شود)
- ج) ضرب وزن‌های نسبی شاخص‌ها در میانگین حسابی گزینه‌ها
- د) رتبه‌بندی کردن گزینه‌ها
- پس از این مرحله نوبت به نرخ ناسازگاری

رسیده و مراحل زیر انجام می‌شود:

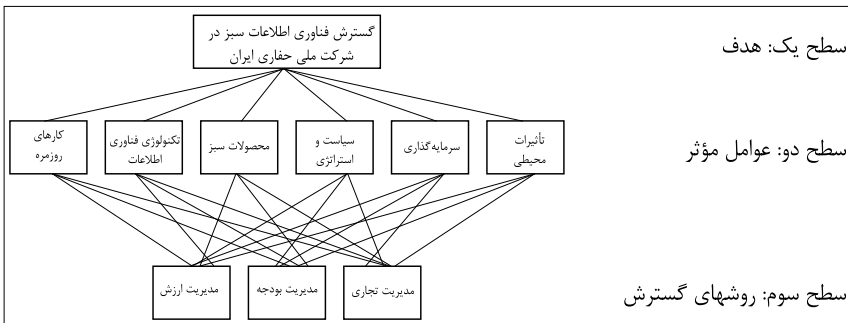
الف) محاسبه‌ی بردار مجموع وزنی^{۲۱}:
ماتریس مقایسه‌های D در بردار وزن‌های نسبی ضرب می‌شود. بردار حاصل بردار مجموع وزنی نام دارد.

ب) محاسبه‌ی بردار سازگاری CV^{۲۲}:
عناصر بردار مجموع وزنی بر بردار وزن‌های نسبی تقسیم می‌شود. به بردار حاصل بردار سازگاری گفته می‌شود.

ج) محاسبه‌ی مقدار بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس مقایسه‌های زوجی (λ_{Max}):
 $WSD=D*W$ (۳)

رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش تحلیل شبکه‌ای

روش گسترش	داده‌ی خام	نرمال	ایده‌آل
روش مدیریت هزینه	۰/۶۰۳۵۵۳۰	۰/۶۰۳۵۳۰	۱/۰۰۰۰۰۰
روش مدیریت تجاری	۰/۲۸۸۸۹۰	۰/۲۸۸۸۹۰	۰/۴۷۸۶۶۷
روش مدیریت ارزش	۰/۱۰۷۵۸۰	۰/۱۰۷۵۸۰	۰/۱۷۸۲۵۱



شکل ۱ | درخت سلسله مراتبی تصمیم

$$W = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ e_{n1}e_{n2} \dots e_{nn} & e_{n1}e_{n2} \dots e_{nn} & \dots & e_{n1}e_{n2} \dots e_{nn} \\ W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1n} \\ C_2 & W_{22} & \dots & W_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n & W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nn} \end{bmatrix}$$

(a)

$$W = \begin{bmatrix} w_{j1}(i_1) & w_{j1}(i_1) & \dots & w_{j1}(i_n) \\ w_{j2}(i_1) & w_{j2}(i_1) & \dots & w_{j2}(i_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{jn}(i_1) & w_{jn}(i_1) & \dots & w_{jn}(i_n) \end{bmatrix}$$

(b)

شکل ۲ | ساختار کلی سوپر ماتریس

ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه‌ای نشان داده و تعاملات و بازخوردهای میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می‌گیرد. در مواردی که سطوح پایین روی سطوح بالا اثر گذارند و عناصری که در یک سطح قرار دارند از هم مستقل نیستند نمی‌توان از روش (AHP) استفاده کرد.

تصمیم گیرنده باید در مقایسه‌های زوجی بازنگری کند.

۱۰-۴- فرآیند تحلیل شبکه‌ای^{۳۰}

فرآیند تحلیل شبکه یا (ANP) یکی دیگر از روش‌های تصمیم‌گیری است که شباهت زیادی به روش (AHP) دارد. این روش که در ۱۹۸۶ به وسیله‌ی ساعتی و تاکیزاوا پیشنهاد شد تعمیم روش (AHP) است اما به

برای این مرحله میانگین عناصر بردار سازگاری محاسبه می‌شود.

(د) محاسبه‌ی شاخص ناسازگاری CI :
این شاخص از رابطه‌ی ۴- محاسبه می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{2an - 1} \quad (4)$$

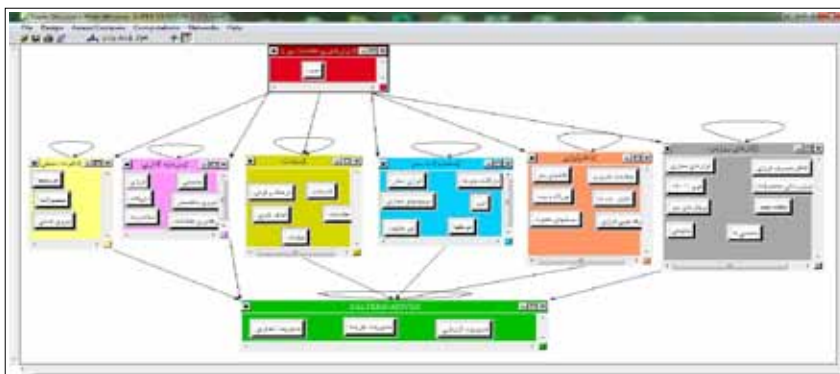
(ه) محاسبه‌ی نرخ سازگاری IR : این نرخ از رابطه‌ی ۵- محاسبه می‌شود:

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (5)$$

(و) استخراج IR (شاخص ناسازگاری تصادفی) از جدول ۶- مقادیر این جدول بر پایه‌ی شبیه‌سازی تعداد زیادی از مقایسه زوجی $m \times n$ به دست آمده است.

نسبت سازگاری ۰/۱ یا کمتر، سازگاری در مقایسه‌ها را بیان می‌کند (مهرگان، ۱۳۸۳). در صورت سازگاری می‌توان کار را ادامه داد و در غیر این صورت

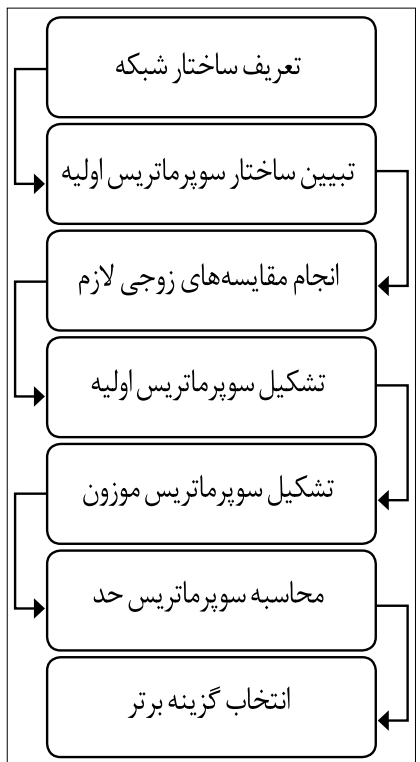
تأثیرات محیطی	سرمایه‌گذاری	سیاست و استراتژی	محصولات	تکنولوژی فن‌آوری اطلاعات	کارهای روزمره
۵	۱	۲	۳	۳	تأثیرات محیطی
۷	۱/۲	۱	۳	۳	سرمایه‌گذاری
۹	۱/۲	۱/۲	۱	۹	سیاست و استراتژی
۳	۱/۳	۱/۳	۱/۹	۱	محصولات سبز
۲	۱/۳	۱/۳	۱/۷	۱/۲	تکنولوژی فن‌آوری اطلاعات
۱	۱/۵	۱/۷	۱/۳	۱/۳	کارهای روزمره



۴ | مدل روابط بین شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها و راهکارها

Priority	ENVIRONMENT	GREEN PRODUCT	REDUCTION	POLICY	ETHICAL WORK	TECHNOLOGY
ENVIRONMENT	1.000000	2.000000	3.000000	3.000000	3.000000	3.000000
GREEN PRODUCT	0.500000	1.000000	3.000000	3.000000	3.000000	3.000000
REDUCTION	0.333333	0.333333	1.000000	3.000000	3.000000	3.000000
POLICY	0.333333	0.333333	0.333333	1.000000	3.000000	3.000000
ETHICAL WORK	0.333333	0.333333	0.333333	0.333333	1.000000	3.000000
TECHNOLOGY	0.333333	0.333333	0.333333	0.333333	0.333333	1.000000

۵ | مقایسه‌ی زوجی شاخص‌های مؤثر بر فن‌آوری اطلاعات سبز در ANP



۳ | الگوریتم فرآیند تحلیل شبکه‌ای

برای حل مسأله با این روش ابتدا باید شبکه‌ای از هدف‌ها، معیارها، زیرمعیارها، گزینه‌ها و روابط بین آنها شناسایی و رسم شده و در گام بعدی تمامی مقایسه‌های زوجی انجام گردد. معیاری که مقایسه‌های زوجی نسبت به آن انجام می‌شود به معیار کنترلی معروف است.

پس از مشخص کردن هدف، مقایسه‌ها و معیار کنترلی پرسش این است که "با توجه به معیار کنترلی، یک عنصر در مقایسه با عنصر دیگر چه مقدار در عنصر سوم تأثیر می‌گذارد؟"

این مقایسه‌های زوجی در یک ماتریس بزرگ به نام سوپر ماتریس وارد می‌شود (شکل-۲). این سوپر ماتریس متشکل از بخش‌های زیر است:

■ C_N بیانگر N دسته

■ eN_n بیانگر n عنصر در N دسته

■ بلوک W_{ij} دربرگیرنده بردارهای اولویت (W) تأثیر عنصرها در دسته‌ی i با توجه به دسته‌ی j

اگر دسته‌ی i تأثیری در دسته‌ی j نداشته باشد آنگاه $W_{ij} = 0$. ماتریسی که در این گام به دست می‌آید سوپر ماتریس اولیه یا سوپر

ماتریس غیروزنی نامیده می‌شود. این سوپر ماتریس نظیر به نظیر در ماتریس اوزان گروه‌ها ضرب شده و ماتریس وزنی را تشکیل می‌دهد. این سوپر ماتریس بر پایه‌ی روش زنجیرهای مارکوف^{۲۶} آن قدر به توان میرسد (در خود ضرب می‌شود) تا سطرها به سمت اعداد ثابتی میل کنند.

وزن معیارها و وزن گزینه‌ها در سوپر ماتریسی که بیشترین وزن پایانی را داشته باشد بهترین گزینه است (مؤمنی و شریفی سلیم، ۱۳۹۰).

با توجه به خروجی نرم‌افزار، رتبه‌بندی راهکارها در جدول-۷ ارائه شده است.

با توجه به جدول-۷، در هر سه ستون، وزن گزینه‌ی نخست بیشتر است و می‌توان گفت که این گزینه یعنی روش مدیریت بودجه مناسب‌ترین و بهترین راه‌حل برای گسترش فن‌آوری اطلاعات سبز در شرکت ملی حفاری است. در نتیجه فرضیه‌ی سوم تأیید می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌ی این تحقیق ارائه‌ی پیشنهادهایی در دو دسته‌ی مجزا است:
الف) پیشنهادهای تحقیقاتی:

■ بررسی وضعیت فن‌آوری اطلاعات سبز در سایر شرکت‌های مشابه شرکت ملی حفاری و تعیین تغییرات لازم در معیارها و اولویت‌ها
■ بررسی و شناسایی هر یک از شاخص‌ها به تنهایی و اولویت‌بندی زیرشاخص‌های آنها
■ بررسی و تعیین شاخص‌های فن‌آوری اطلاعات سبز مشترک در تمامی شرکت‌های زیرمجموعه‌ی وزارت نفت
ب) پیشنهادهای اجرایی:

■ با توجه به اینکه مهم‌ترین شاخص فن‌آوری اطلاعات سبز، سیاست‌گذاری و استراتژی بود کمیت‌های در شرکت ملی حفاری تشکیل شود و در این راستا به اتخاذ سیاست‌ها و وضع قوانین جامع برای شرکت بپردازد.

■ تهیه و تدوین دستورالعمل اجرایی فعالیت‌های فعلی سازمان در مسیر رسیدن به اهداف آتی با در نظر گرفتن اهداف زیست‌محیطی

■ اختصاص بودجه‌ای ویژه به فن‌آوری اطلاعات سبز در راستای اطلاع‌رسانی و خرید محصولات با برچسب انرژی

■ سرمایه‌گذاری در زمینه‌ی آموزش و آشنایی کارمندان با فن‌آوری اطلاعات سبز و استفاده‌ی مجدد از محصولات و بازیافت آنها

پانویس‌ها

1. IT
2. green IT
3. AHP (Analytic Heretic Process)
4. ANP (Analytic Network Process)
5. Gartner
6. Morgesen
7. Walsh
8. Dolan
9. population
10. Morgan Table
11. verity
12. Keronbakh
13. validity
14. delphi method
15. Rio conference
16. energy star
17. Intel
18. Martinez & Bohloul
19. Likert
20. Friedman test
21. WSV (Weighted Sun Vector)
22. Consistency Vector
23. Consistency Index
24. Inconsistency Ratio
25. ANP (Analytic Network Process)
26. Markov chain

منابع

- University, School Of Economics
- [15] Mathias Tao, A (2010): For Which Companies Does It Pay To Be Green? Copenhagen Business School, The Department Of Innovation And Organizational Economics
- [16] Ismael Mateos Hernández (2011) : Contributions To A Green IT Project: Definitions Of Use Cases And First Steps Towards A Power Model For Routers, Master In Science In Telecommunication Engineering & Management, University Poltecnicacatalunya
- [17] Maijatenhunen (2011): Conceptualizing And Measuring Green IT Readiness In Finnish Companies. Application Area: Electronic Invoice, Department Of Information And Service Economy, Aalto University, School Of Economic
- [18] Charles R. Christopherson, Jr (2009): Green Information Technology Strategic Plan, United States Department Of Agriculture
- [19] Mathias Tao Agger Linnemann (2010): For Which Companies Does It Pay To Be Green?, Copenhagen Business School, The Department Of Innovation And Organizational Economics
- [20] Dr Ian F. Bitterlin (2012): Green IT, Managing Your Carbon Footprint, BCS Group
- [21] http://www.capgemini.com/resources/thought_leadership/save_energy_costs_without_compromise/
- [22] Gartner, (2001): Describing The Capability Maturity Model. [WWW Document] URL http://www.e-strategy.ubc.ca/_shared/assets/measureit-gartnerscmmmodel2840.pdf
- [23] Educause.edu (2010): 7 THINGS YOU SHOULD KNOW ABOUT... Green IT
- [24] Liridona Ferizi & Lina Hellmo (2009) : Difficulties Being Green? Investigating Green IT In IT Consultant Companies, Lund University Informatics
- [25] INFO-TECH RESEARCH GROUP (2010): Green IT: Why Mid-Size Companies Are Investing Now
- [26] Computers Off.ORG (2010): 100 Green IT Tips
- [27] Esustainability Initiative (Gesi) (2008): SMART 2020: Enabling The Low Carbon Economy In The Information Age
- [۱] حافظ‌نیا، محمدرضا (۱۳۸۲) مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، تهران انتشارات سمت، چاپ هشتم
- [۲] باتاچاریا، کوری ک؛ جانسون، ریچارد (۱۳۷۶) مفاهیم و روش‌های آماری، ترجمه مرتضی ابن شهر آشوب و فتاح میکائیلی، مرکز نشر دانشگاهی
- [۳] نصیری، رسول (۱۳۸۸) آموزش گام به گام SPSS ۱۷، انتشارات نشر گستر
- [۴] عادل، آذر (۱۳۸۲) تحقیق در عملیات، مفاهیم و کاربردهای برنامه‌ریزی خطی، انتشارات سمت
- [۵] مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۵) پژوهش عملیاتی (برنامه‌ریزی خطی)، نشر کتاب دانشگاهی
- [6] Franke, T & Jenkins, N. (2009): Getting Serious About Sustainable IT: Metric, Tools & Solutions, EDUCAUSE, Volume 2009, Issue 14
- [7] Sobotta, A, Sobotta, I & Gotze, J, (2010) : Green IT, How Greener IT Can Form A Solid Base For A Low-Carbon Society, The Greening IT Initiative CC Attribution Non-Commercial Share Alike
- [8] INFO-TECH RESEARCH GROUP (2010): Green IT: Why Mid-Size Companies Are Investing Now, 43 Front St. East, Suite 200, Toronto. Ontario, M5E 1B3
- [9] Corné Van Der Plas (2012): Evolutionary Multi-Objective Optimization And Preference Modeling In Green Logistics, Erasmus University Rotterdam
- [10] United States Department Of Agriculture Office Of The Chief Information Officer (2009): Green Information Technology Strategic Plan, The U.S. Department Of Agriculture (USDA)
- [11] IBM Corporation (2008): How-It-Works-The-Truth-About-Ewaste, New Orchard Road, Armonk, NY 10504
- [12] IBM Corporation (2008): Improving Business Through Smart Energy And Environment Policy, New Orchard Road, Armonk, NY 10504
- [13] Tebbutt, D, Atherton, M & Lock, T (2009) : Green IT For Dummies, The Atrium, Southern Gate, Chichester West Sussex, PO19 8SQ, England : Wwww.Wiley.Com
- [14] Maijatenhunen (2011) : Conceptualizing And Measuring Green IT Readiness In Finnish Companies. Application Area: Electronic Invoice: Master's Thesis, Department Of Information And Service Economy, Aalto