

فصلنامه مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴
صفحات ۹۷ تا ۱۱۶

تحلیل کمی فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان

حمید شاهبندرزاده *

محمدحسین کبگانی **

چکیده

امروزه علاقه به شناسایی و سنجش اثرات زیست‌محیطی ناشی از کسب‌وکارهای مختلف سبب افزایش گرایش و علاقه در بین پژوهشگران حوزه سیستم‌های اطلاعاتی و فعالان کسب‌وکار به فناوری اطلاعات سبز شده است. از این رو استفاده از فناوری اطلاعات سبز در صنایع با فرصت‌ها و چالش‌های متفاوتی روبرو است. این فرصت‌ها و چالش‌ها می‌توانند موجب کسب مزیت رقابت بیشتر نسبت به سایر رقبا و همچنین نبود این نوع سیستم‌ها موجب اختلال در فعالیت‌های سازمان می‌شود؛ بنابراین، استفاده از این فرصت‌ها و ارائه راه‌حلی برای چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان از اهمیت بالایی برخوردار است. در پژوهش حاضر به تبیین مدلی جهت شناسایی فرصت‌ها و چالش‌های موجود برای کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان پرداخته شده است. ابعاد اصلی مدل مذکور از بررسی ادبیات نظری فناوری اطلاعات سبز گرفته شده است که به وسیله تحلیل عاملی تأییدی مورد تأیید قرار گرفت. در پژوهش حاضر جهت تعیین میزان اهمیت هر یک از ابعاد مدل، از نظر کارشناسان حوزه فناوری اطلاعات و اساتید دانشگاه و همچنین مدل‌سازی غیرخطی فازی استفاده شده

* استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران. (نویسنده مسئول):

Shahbandarzadeh@pgu.ac.ir

** مربی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۱۶

۹۸ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴

است. نتایج حاصل از مدل‌سازی ریاضی نشان می‌دهد که هزینه‌های پیاده‌سازی و راه‌حل‌های فناوری اطلاعات سبز می‌تواند هم به‌عنوان یک فرصت و هم به‌عنوان یک چالش مورد بررسی قرار گیرد.

کلیدواژه‌گان: فناوری اطلاعات سبز، فرصت، چالش، مدل‌سازی، غیرخطی.

مقدمه

در سال‌های اخیر علاقه به شناسایی و سنجش اثرات زیست‌محیطی ناشی از کسب‌وکارهای مختلف سبب افزایش گرایش و علاقه در بین پژوهشگران حوزه سیستم‌های اطلاعاتی، فعالان کسب‌وکار و حتی سیاستمداران به فناوری اطلاعات سبز شده است. فناوری اطلاعات سبز که به‌عنوان اقدامات و ابزارهای سبز نیز شناخته شده است را می‌توان به‌صورت پژوهش و عمل طراحی، ساخت، استفاده از سیستم‌های کامپیوتری، سرور و زیرسیستم‌های مرتبط با آن از جمله مانیتور، پرینتر، دستگاه‌های ذخیره‌سازی و شبکه و سیستم‌های ارتباطی به‌گونه‌ای کارآمد و مؤثر با حداقل و یا بدون اثر بر محیط‌زیست تعریف نمود؛ بنابراین فناوری اطلاعات سبز شامل دارایی‌های سخت‌افزاری، دارایی‌های نرم‌افزاری، ابزار، استراتژی و شیوه‌هایی است که به بهبود و تقویت پایداری محیط‌زیست کمک می‌کند.

امروزه بسیاری از سازمان‌های دولتی و خصوصی در سراسر دنیا ضرورت استفاده از فناوری اطلاعات سبز را درک نموده و استراتژی‌های آن را مورد استفاده قرار می‌دهند. علاوه بر این اغلب مطالعات نشان می‌دهند که کاهش هزینه‌ها و مسئولیت‌های اجتماعی دو عامل اصلی برای سازمان‌ها به‌منظور حرکت به سمت فناوری اطلاعات سبز است. همچنین اغلب مدیران فناوری اطلاعات برای اجرای موفقیت‌آمیز طرح‌های فناوری اطلاعات سبز، در زمانی که سازمان با کاهش بودجه فناوری روبرو است، تلاش بسیاری را در جهت افزایش انطباق فعالیت‌های زیست‌محیطی سازمان از نظر حصول اطمینان از منظر تحقق مسئولیت اجتماعی و همچنین سازگار با محیط زیست، انجام می‌دهد. هم‌زمان با افزایش قیمت انرژی و افزایش آگاهی مصرف‌کننده از آسیب‌هایی که می‌تواند به محیط زیست وارد شود، سازمان‌ها نیاز جدی به حرکت به سمت استفاده از فناوری اطلاعات سبز و پاسخگویی بهتر و مسئولانه‌تری را درک نموده‌اند.

از این‌رو می‌توان بیان داشت که کسب‌وکارهای مختلف نیاز به استفاده از رویکردهای پیشگیرانه برای حفاظت از محیط زیست دارند. همچنین استفاده از فناوری اطلاعات سبز سبب ترویج مسئولیت‌پذیری اجتماعی بیشتر در قبال محیط زیست از سوی سازمان می‌شود. همچنین بسیاری از ادبیات نظری موجود در حوزه فناوری اطلاعات

سبز برگرفته از مطالعات موردی است. از سوی دیگر خلأ بزرگی که امروزه در حوزه ادبیات نظری کاربرد فناوری اطلاعات سبز وجود دارد، عدم وجود پژوهشی است که یافته‌های آن می‌تواند به گسترش استراتژی‌های فناوری اطلاعات سبز در سازمان و پذیرش آن در بین صنایع کمک کند.

به همین دلیل، هدف اصلی این پژوهش شناسایی و تعیین اولویت ابعاد پراهمیتی است که باید در حوزه فناوری اطلاعات سبز برجسته شده و مورد تأکید قرار گیرند. از این رو در این پژوهش به تبیین مدلی جهت شناسایی فرصت‌ها و چالش‌های پیش‌روی کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان پرداخته شده است. از این رو مدیران و صاحبان صنایع و کسب‌وکارهای مختلف با توجه به یافته‌های پژوهش می‌توانند در جهت اجرا و پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی نوین گام برداشته و از مزایای آن بهره ببرند.

ادبیات نظری

در سال‌های اخیر به علت برجسته شدن موضوع پایداری محیط زیست؛ توجه به کاربرد و استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی سبز و همچنین فناوری اطلاعات سبز افزایش یافته است (واتسون^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). روش‌های بسیاری برای تعریف مفهوم فناوری اطلاعات سبز استفاده شده است؛ که این تعریف در ارتباط با موضوعات بالقوه موجود در حوزه کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان، تعریف و ارزیابی مصرف انرژی و درجه سبز بودن سیستم‌های موجود در سازمان است (ووک^۲، ۲۰۰۸؛ سیسایه و برینبرگ^۳، ۲۰۱۰؛ راث^۴، ۲۰۰۹). پیشینه مطالعات در حوزه فناوری اطلاعات سبز روشن می‌سازد که استفاده نادرست از صنایع مبتنی بر فناوری اطلاعات، می‌تواند اثرات مستقیم و منفی بر روی محیط زیست داشته باشند. این امر به‌طور ذهنی به کاربرد و استفاده از تکنولوژی‌های فناوری اطلاعات در افزایش کارایی انرژی‌های مورد استفاده و همچنین مقرون به‌صرفه بودن هزینه‌ها اشاره دارد (ددریک^۵، ۲۰۱۰). فناوری اطلاعات سبز نوعی فناوری سازگار با محیط زیست است که صنایع به‌موجب آن از منابع طبیعی

-
1. Watson
 2. Vouk
 3. Sisaye and Birnberg
 4. Ruth
 5. Dedrick

تحلیل کمی فرصت‌ها و چالش‌های ... ۱۰۱

و محیط زیست با هدف حفظ آن‌ها استفاده می‌کنند (ملویل^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). فناوری اطلاعات سبز با استفاده از استانداردهای سازگار با محیط زیست چهار هدف زیر را دنبال می‌کند:

۱. حفظ محیط زیست با استفاده از منابع طبیعی و تجدید پذیر؛
 ۲. بازیافت و استفاده مجدد از محصولات فناوری اطلاعات محور؛
 ۳. کاهش ضایعات و آلودگی با تغییر الگوهای تولید و مصرف،
 ۴. ارائه و نوآوری مستمر از استانداردهای استفاده از منابع به گونه‌ای که موجب آسیب رسیدن به سلامت نیروی انسانی و محیط زیست نگردد (آپاک و آتی^۲، ۲۰۱۵).
- به‌طور کلی این اهداف، زمانی قابل دسترسی هستند که فرض گردد فناوری اطلاعات ممکن است موجب بالا رفتن میزان کارایی از طریق جابجایی نیروی‌های کاری که پرهزینه می‌باشند و همچنین سرمایه‌گذاری مستقیم با ایجاد و فعال کردن فرآیندها و خدماتی که موجب کسب مزیت رقابتی پایدار می‌شود، گردد. (فاشز^۳، ۲۰۰۸). مطالعات موجود در حوزه فناوری اطلاعات سبز و کاربرد آن در سازمان نشان می‌دهد که سه موضوع مهم در سازمان‌ها وجود دارد، از جمله مدیریت دارایی، میزان کارایی انرژی و توانمندسازی رویکردهای سبز با استفاده از فناوری اطلاعات (مورگسان^۴، ۲۰۰۸). همه شهروندان یک جامعه مسئولیت یکسانی در قبال حفظ منابع طبیعی دارند. در حال حاضر برخی از سازمان‌های تجاری بنا به دلایل زیر تصمیم به آغاز استفاده از فناوری اطلاعات سبز در فرآیندهای خود نموده‌اند:

- اتخاذ یک رویکرد مثبت برای کارکنان که موجب تقویت روحیه آنان و همچنین وفاداری به سازمان می‌شود.
 - کسب مزیت رقابتی به‌وسیله متمایزسازی کسب‌وکار خود از سایر رقبا
 - بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های عملیاتی
 - فراهم نمودن محیطی پاک و سالم‌تر (لانگ تسن^۵ و همکاران، ۲۰۱۲).
- تعیین استراتژی فناوری اطلاعات سبز، طراحی و فعالیت‌های نوآورانه از زمینه‌های

1. Melvil
2. Apak and Atay
3. Fuchs
4. Murugesan
5. Lang Tseng

پژوهشی بسیار پراهمیتی در سازمان به شمار می‌آید. برای انجام طرح‌های مربوط به فناوری اطلاعات سبز در سازمان فرصت‌ها و چالش‌های متعددی وجود دارد (چاولز^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). سه عامل اولیه و اساسی که موجب می‌شود سازمان‌ها به سمت استفاده از فناوری اطلاعات سبز در فرآیندهای خود شوند، عبارت‌اند از:

- کاهش هزینه‌ها به علت کاهش بودجه
- کاهش مصرف با توجه به محدودیت منابع
- انطباق با قوانین و مشوق‌های دولتی (ولته^۲ و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کسب‌وکار سازمان‌ها می‌تواند شامل شکل دادن به سیاست‌های فناوری اطلاعات سبز در سه حوزه مهم که عبارت‌اند از: ۱- مدیریت دارایی‌ها، ۲- کارایی انرژی و ۳- توانمندسازی فعالیت‌های جاری سازمان با استفاده از فناوری اطلاعات سبز، باشد. همچنین نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از فناوری اطلاعات سبز اثرات مخرب زیست‌محیطی ناشی از انجام فرآیندهای سازمان نیز کاهش می‌یابد که این عامل مهم می‌تواند با تغییرات تکنولوژیکی و همچنین تغییرات نگرشی افراد و صاحبان صنایع حاصل گردد. از این‌رو تغییرات تکنولوژی بیشترین تمرکز را بر بهبود فناوری اطلاعات و زیرساخت‌های کسب‌وکار سازمان دارد، به‌گونه‌ای که تمام فرآیندهای سازمان محیط زیست پسند باشند؛ اما تغییرات نگرشی بیشتر در ارتباط با توجه مدیران و صاحبان صنایع در قبال مسئولیت‌پذیری اجتماعی آن‌ها نسبت به محیط زیست قلمداد نمود (باس و لئو^۳، ۲۰۱۲).

به‌زعم برخی از پژوهشگران اثرات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد فناوری اطلاعات می‌تواند به انواع مختلفی طبقه‌بندی شود: از قبیل اثرات شخصی، اثرات کسب‌وکارهای تجاری، اثرات تکنولوژیکی (مانند تلفن همراه) (فیرواثر^۴، ۲۰۱۱). اگرچه استفاده از فناوری اطلاعات در فرآیندهای سازمان می‌تواند موجب بهبود ارتباط سازمان با مشتریان گردد، اما می‌تواند اثرات مخربی نیز به محیط زیست وارد کند. نتایج برخی از

1. Chwelos
2. Velte
3. Bose and Luo
4. Fairweather

تحلیل کمی فرصت‌ها و چالش‌های ... ۱۰۳

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از خدمات و کالاهای مبتنی بر فناوری اطلاعات حدود دو درصد از آلودگی‌های زیست‌محیطی را تشکیل می‌دهد (تریسوری^۱، ۲۰۱۱). همچنین روند استفاده از صنایع فناوری اطلاعات محور در کشورهای در حال توسعه مانند چین و هند به‌طور مداوم و با سرعت بالا، رو به افزایش است. تمایل رو به افزایش به استفاده از تجهیزات فناوری محور از قبیل سرورها، شبکه‌های خانگی، شبکه‌های حسگر یک عامل اساسی اثرگذار در این پدیده است (آزما^۲، ۲۰۱۱). کلید تبدیل شدن به جامعه‌ای نوین، کاهش استفاده از صنایع فسیلی در صنایع و جایگزین نمودن آن‌ها با انرژی‌های جایگزین است که این امر فقط با استفاده از فناوری اطلاعات سبز که در سازگاری کامل با محیط زیست است تحقق می‌یابد. همچنین به گفته برخی از پژوهشگران فناوری اطلاعات سبز می‌تواند موجب کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی با تغییر در شبکه‌های هوشمند نیرو، سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، سیستم‌های مدیریت انرژی ساختمان‌ها، کارخانه‌ها و صنایع هوشمند و ... شود (لی و همکاران^۳، ۲۰۱۳).

مدل مفهومی پژوهش

پس از بررسی مبانی نظری که عمدتاً از مطالعه ادبیات و متون جدید حاصل شده است، مدل مفهومی مربوط طراحی شد. بر اساس مدل زیر فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان در دو دسته طبقه‌بندی شده است. همچنین در این پژوهش به منظور تأیید ساختار مدل از روش تحلیل عاملی تأییدی استفاده شده است که نتایج آن در بخش روش پژوهش ذکر خواهد شد. مدل این پژوهش پس از مطالعه و تحقیقات بسیار به صورت جدول ۱ نهایی شد.

1. Treasury
2. Azma
3. Lee

جدول ۱. فرصت‌ها و چالش‌های کاربردهای فناوری اطلاعات سبز در سازمان

شماره	فرصت‌ها و چالش‌های کاربردهای فناوری اطلاعات سبز	زیر معیارها
۱	فرصت‌ها	کاهش هزینه فناوری اطلاعات
		استراتژی سازمانی
		ملاحظات محیطی
		مسئولیت و پذیرش اجتماعی
		بلوغ صنایع دارای فناوری اطلاعات سبز
۲	چالش‌ها	مشوق و مقررات دولتی
		هزینه راه‌حل‌های فناوری اطلاعات سبز
		ارزش نامشخص کسب‌وکار فناوری اطلاعات سبز
		فقدان مشوق و قوانین اجرایی دولتی
		فقدان رهبری کسب‌وکار در فناوری اطلاعات سبز
میزان پیچیدگی فناوری اطلاعات سبز		
		میزان پذیرش فناوری اطلاعات سبز در صنعت

روش پژوهش

این پژوهش، با رویکردی کمی - مدل‌سازی، هدف اهمیت‌سنجی و اولویت‌بندی هر یک از فرصت‌ها و چالش‌های کاربردهای فناوری اطلاعات سبز را دنبال می‌کند. بر این اساس در این پژوهش برای تأیید مدل اولیه از تحلیل عاملی تأییدی (پرسشنامه اول) استفاده شده است که نتایج مربوط به آن در ادامه بیان می‌شود. از این‌رو پرسشنامه تحلیل عاملی در اختیار ۱۲۰ نفر از اساتید دانشگاه، خبرگان حوزه فناوری اطلاعات و دانشجویان دوره دکتری و کارشناسی ارشد مدیریت قرار داده شد. همچنین با به‌کارگیری فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی و با نظرسنجی (پرسشنامه دوم) از چند متخصص و مدیر حوزه فناوری اطلاعات، هدف ارزیابی را محقق می‌کند. بدین منظور از تکنیک اولویت‌گذاری غیرخطی فازی (تکنیک میخایلووف) که در ادامه بحث گام‌های این تکنیک بیان خواهد شد، برای به دست آوردن وزن و اهمیت هرکدام از فرصت‌ها و چالش‌های فناوری اطلاعات سبز مورد اشاره در مدل مفهومی استفاده می‌گردد.

تحلیل کمی فرصت‌ها و چالش‌های ... ۱۰۵

در این پژوهش از روش آلفای کرونباخ به منظور سنجش پایایی پرسشنامه مربوطه استفاده شده است. پایایی یک سنج، توانایی آن در به دست آوردن نتایج سازگار است. در این روش (محاسبه آلفا) پایایی به عنوان سازگاری درونی عملیاتی می‌گردد که میزان همبستگی درونی میان گویه‌های یک مقیاس را شکل می‌دهند. جدول ۲ مقدار آلفای کرونباخ به دست آمده برای فرصت‌ها و چالش‌های مدل پژوهش را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است، کلیه اعداد به دست آمده نشان‌دهنده مقادیر خوبی می‌باشند. همچنین مقدار آلفای کرونباخ کل پرسشنامه ۰/۹۲۱ است که میزان مطلوبی ارزیابی می‌شود.

جدول ۲. مقدار آلفای کرونباخ برای فرصت‌ها و چالش‌های مدل پژوهش

شماره	فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز	ضریب آلفای کرونباخ	زیر معیارها	ضریب آلفای کرونباخ
۱	فرصت‌ها	۰/۷۹۸	کاهش هزینه فناوری اطلاعات	۰/۷۵
			استراتژی سازمانی	۰/۸۱
			ملاحظات محیطی	۰/۷۳
			مسئولیت و پذیرش اجتماعی	۰/۸۴
			بلوغ صنایع دارای فناوری اطلاعات سبز	۰/۹۱
			مشوق و مقررات دولتی	۰/۷۸
۲	چالش‌ها	۰/۸۶۳	هزینه راه‌حل‌های فناوری اطلاعات سبز	۰/۸۳
			ارزش نامشخص کسب‌وکار فناوری اطلاعات سبز	۰/۶۹
			فقدان مشوق و قوانین اجرایی دولتی	۰/۷۱
			فقدان رهبری کسب‌وکار در فناوری اطلاعات سبز	۰/۸۶
			میزان پیچیدگی فناوری اطلاعات سبز	۰/۷۳
			میزان پذیرش فناوری اطلاعات سبز در صنعت	۰/۸۸

به منظور تحلیل عاملی تأییدی از روش درست‌نمایی ماکزیمم^۱ برای تجزیه و تحلیل

1. Maximum likelihood

۱۰۶ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴

داده‌ها استفاده شده است. ابتدا جدول کفایت مدل که شامل شاخص KMO است آورده شده است.

جدول ۳. مقدار شاخص KMO برای فرصت‌ها و چالش‌های فناوری اطلاعات سبز

شماره	فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز	شاخص KMO	زیر معیارها	شاخص KMO
۱	فرصت‌ها	۰/۸۳۴	کاهش هزینه فناوری اطلاعات	۰/۷۲
			استراتژی سازمانی	۰/۷۸
			ملاحظات محیطی	۰/۷۰
			مسئولیت و پذیرش اجتماعی	۰/۸۰
			بلوغ صنایع دارای فناوری اطلاعات سبز	۰/۸۸
			مشوق و مقررات دولتی	۰/۷۴
۲	چالش‌ها	۰/۷۹۴	هزینه راه‌حل‌های فناوری اطلاعات سبز	۰/۷۹
			ارزش نامشخص کسب‌وکار فناوری اطلاعات سبز	۰/۸۹
			فقدان مشوق و قوانین اجرایی دولتی	۰/۶۶
			فقدان رهبری کسب‌وکار در فناوری اطلاعات سبز	۰/۷۴
			میزان پیچیدگی فناوری اطلاعات سبز	۰/۷۹
			میزان پذیرش فناوری اطلاعات سبز در صنعت	۰/۸۱

اندازه کفایت نمونه‌گیری KMO آزمون مقدار واریانس درون داده‌ها است که اگر بالاتر از ۰/۶ باشد قابل‌پذیرش و هرچه به یک نزدیک‌تر باشد بهتر است.

مراحل روش اولویت‌گذاری غیرخطی فازی

مرحله ۱: ترسیم درخت سلسله‌مراتبی: در این مرحله ساختار سلسله‌مراتب تصمیم را با استفاده از سطوح هدف معیار و گزینه ترسیم کنید.

مرحله ۲: تشکیل ماتریس قضاوت فازی: ماتریس‌های توافقی قضاوت فازی را بر اساس نظرات تصمیم‌گیرندگان تشکیل دهید. از این‌رو لازم است از اعداد فازی در تبیین

تحلیل کمی فرصت‌ها و چالش‌های ... ۱۰۷

ترجیحات افراد و نظرسنجی آنان استفاده گردد که این مهم در این پژوهش صورت پذیرفته است (زنجیرچی، ۱۳۹۰).

جدول ۴. مقیاس‌های زبانی برای مقایسات زوجی و معادل فازی آنها

مقیاس‌های فازی مثلثی	مقادیر زبانی برای مقایسات زوجی
(۱،۲،۳)	خیلی کم
(۲،۳،۴)	کم
(۳،۴،۵)	متوسط
(۴،۵،۶)	زیاد
(۵،۶،۷)	خیلی زیاد

مرحله ۳: صورت‌بندی و حل مدل: مدل را با استفاده از حدود بالا و پایین درایه‌های ماتریس حاصل تدوین و حل نمایید. مدل غیرخطی مورداستفاده در این پژوهش به صورت زیر است.

(رابطه ۱)

Maximise λ

s. t:

$$(m_{ij} - l_{ij})\lambda w_j - w_i + l_{ij}w_j \leq 0$$

$$(u_{ij} - m_{ij})\lambda w_j + w_i - u_{ij}w_j \leq 0$$

$$\sum_{k=1}^n w_k = 1$$

$$w_k > 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, n; \quad 2, \dots, n-1; \quad j = 2, 3, \dots, n, \quad j > i$$

به علت غیرخطی بودن مدل، حل آن به روش سیمپلکس امکان‌پذیر نیست و باید آن را با استفاده از روش‌های مقداری و نرم‌افزاری مناسب (مانند Lingo) حل کرد. مقادیر بهینه مثبت برای شاخص λ نشان‌دهنده این است که تمام نسبت‌های وزن‌ها کاملاً در قضاوت اولیه صدق می‌کنند، اما در صورت منفی بودن این شاخص، می‌توان فهمید که قضاوت‌های فازی قویاً ناسازگار بوده و نسبت‌های وزنی تقریباً در این قضاوت‌ها صدق کرده است (زنجیرچی، ۱۳۹۰).

تدوین مدل ریاضی

مراحل مربوط به ارزیابی و رتبه‌بندی فرصت‌ها و چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان در این پژوهش خود به دو بخش عمده تقسیم می‌شود: ۱- تعیین ماتریس مقایسات زوجی بر اساس ادغام نظر کارشناسان ۲- کاربرد مدل‌سازی ریاضی در رتبه‌بندی و به دست آوردن وزن‌های فرصت‌ها و چالش‌های ارائه‌شده در مدل پژوهش.

در جدول زیر تعداد افراد مورداستفاده در این پژوهش برای بخش تصمیم‌گیری نشان داده شده است.

جدول ۵. تعداد اساتید دانشگاه و کارشناسان مورداستفاده در این پژوهش

تعداد	سمت
۵	اساتید دانشگاه
۵	خبرگان حوزه فناوری اطلاعات

رتبه‌بندی فرصت‌های فناوری اطلاعات سبز

طی نظرسنجی به‌عمل‌آمده بر اساس جمع‌بندی نظرات خبرگان ماتریس مقایسات زوجی فرصت‌های فناوری اطلاعات سبز نسبت به هم در جدول شماره ۶ نشان داده شده است.

تحلیل کمی فرصت‌ها و چالش‌های ... ۱۰۹

جدول ۶. ماتریس مقایسات زوجی فرصت‌های فناوری اطلاعات سبزی بر اساس ادغام نظرات کارشناسان

	W ₁			W ₂			W ₃			W ₄			W ₅			W ₆		
W ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W ₂	۲/۶۶	۳/۱۴	۵/۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W ₃	۱/۶۲	۳/۵۲	۴/۵	۱/۳۲	۲/۶۷	۳/۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W ₄	۱/۲۹	۲/۳۹	۲/۸۷	۰/۹۵	۱	۱/۱	۰/۷	۰/۸	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W ₅	۱/۱۵	۱/۸۹	۲/۵۷	۰/۸	۰/۹	۱/۵۶	۰/۳۷	۰/۴۹	۰/۷۶	۰/۸	۰/۹	۱/۱	-	-	-	-	-	-
W ₆	۱/۱۳	۱/۷	۲/۳	۰/۸	۰/۹	۱/۱	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۶۶	۰/۸	۰/۹	۱/۱	۰/۷	۰/۸	۱	-	-	-

بر اساس جدول فوق مدل غیرخطی برای فرصت‌های فناوری اطلاعات سبزی در مدل پژوهش به صورت زیر است.

Maximise λ

St :

$$\begin{aligned}
 (3/14 - 2/66)\lambda w_1 - w_2 + 2/66w_1 &\leq 0 \\
 (5/5 - 3/14)\lambda w_1 + w_2 - 5/5w_1 &\leq 0 \\
 (3/52 - 1/62)\lambda w_1 - w_3 + 1/62w_1 &\leq 0 \\
 (4/5 - 3/52)\lambda w_1 + w_3 - 4/5w_1 &\leq 0 \\
 (2/67 - 1/32)\lambda w_2 - w_3 + 1/32w_2 &\leq 0 \\
 (3/4 - 2/67)\lambda w_2 + w_3 - 3/4w_2 &\leq 0 \\
 (2/39 - 1/29)\lambda w_1 - w_4 + 1/29w_1 &\leq 0 \\
 (2/87 - 2/39)\lambda w_1 + w_4 - 2/87w_1 &\leq 0 \\
 (1 - 0/95)\lambda w_2 - w_4 + 0/95w_2 &\leq 0 \\
 (1/1 - 1)\lambda w_2 + w_4 - 1/1w_2 &\leq 0 \\
 (0/8 - 0/7)\lambda w_3 - w_4 + 0/7w_2 &\leq 0 \\
 (1 - 0/8)\lambda w_3 + w_4 - w_3 &\leq 0 \\
 (1/89 - 1/15)\lambda w_1 - w_5 + 1/15w_1 &\leq 0 \\
 (2/57 - 1/89)\lambda w_1 + w_5 - 2/57w_1 &\leq 0 \\
 (0/9 - 0/8)\lambda w_2 - w_5 + 0/8w_2 &\leq 0 \\
 (1/56 - 0/9)\lambda w_2 + w_5 - 1/56w_2 &\leq 0 \\
 (0/49 - 0/37)\lambda w_3 - w_5 + 0/37w_3 &\leq 0 \\
 (0/76 - 0/49)\lambda w_3 + w_5 - 0/76w_3 &\leq 0 \\
 (0/9 - 0/8)\lambda w_4 - w_5 + 0/8w_4 &\leq 0 \\
 (1/1 - 0/9)\lambda w_4 + w_5 - 1/1w_4 &\leq 0 \\
 (1/7 - 1/13)\lambda w_1 - w_6 + 1/13w_1 &\leq 0 \\
 (2/3 - 1/7)\lambda w_1 + w_6 - 2/3w_1 &\leq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (0/9 - 0/8)\lambda w_2 - w_6 + 0/8w_2 &\leq 0 \\ (1/1 - 0/9)\lambda w_2 + w_6 - 1/1w_2 &\leq 0 \\ (0/53 - 0/33)\lambda w_3 - w_6 + 0/33w_3 &\leq 0 \\ (0/66 - 0/53)\lambda w_3 + w_6 - 0/66w_3 &\leq 0 \\ (0/9 - 0/8)\lambda w_4 - w_6 + 0/8w_4 &\leq 0 \\ (1/1 - 0/9)\lambda w_4 + w_6 - 1/1w_4 &\leq 0 \\ (0/8 - 0/7)\lambda w_5 - w_6 + 0/7w_5 &\leq 0 \\ (1 - 0/8)\lambda w_5 + w_6 - w_5 &\leq 0 \\ w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 &= 1 \\ w_k \geq 0, k = 1,2,3,4,5,6 \end{aligned}$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مدل فوق نیز با استفاده از نرم‌افزار Lingo مورد حل قرار گرفته که اهمیت هر یک از فرصت‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان و همچنین میزان سازگاری λ به صورت جدول زیر محاسبه گردیده است. همان‌گونه که در جدول ۷ مشاهده می‌شود مقدار مثبت برای شاخص سازگاری λ بیانگر سازگاری قابل قبول ماتریس است.

جدول ۷. وزن و رتبه‌بندی فرصت‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز برگرفته از مدل

غیرخطی فازی

مقدار تابع هدف	رتبه	وزن	کد معیار	فرصت‌ها
۰/۰۹۳	۶	۰/۰۶۶	w_1	مشوق و مقررات دولتی
	۳	۰/۱۷۹	w_2	ملاحظات زیست‌محیطی
	۱	۰/۲۵۸	w_3	کاهش هزینه فناوری اطلاعات
	۲	۰/۱۸۳	w_4	مسئولیت و پذیرش اجتماعی
	۴	۰/۱۶۶	w_5	بلوغ صنایع دارای فناوری اطلاعات سبز
	۵	۰/۱۴۸	w_6	استراتژی سازمان

رتبه‌بندی چالش‌های فناوری اطلاعات سبز

طی نظرسنجی به عمل آمده بر اساس جمع‌بندی نظرات خبرگان ماتریس مقایسات زوجی چالش‌های فناوری اطلاعات سبز نسبت به هم در جدول شماره ۸ نشان داده شده است.

تحلیل کمی فرصت‌ها و چالش‌های ... ۱۱۱

جدول ۸. ماتریس مقایسات زوجی چالش‌های فناوری اطلاعات سبز بر اساس ادغام نظرات کارشناسان

	W ₁			W ₂			W ₃			W ₄			W ₅			W ₆		
W ₁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W ₂	۲/۱۶	۳/۲۷	۵/۶۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W ₃	۱/۴۲	۳/۳۲	۴/۳	۱/۳۲	۲/۶۷	۳/۴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W ₄	۱/۰۹	۲/۱۸	۲/۸۷	۰/۹۵	۱	۱/۱	۰/۷	۱/۶	۲/۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W ₅	۱/۱۵	۱/۸۹	۲/۵۷	۰/۸	۰/۹	۱/۵۶	۰/۳۷	۰/۴۹	۰/۷۶	۰/۸	۰/۹۹	۱/۳۱	-	-	-	-	-	-
W ₆	۱/۱۳	۱/۷	۲/۳۳	۰/۸	۰/۹	۱/۱	۰/۴۳	۰/۹۳	۱/۳۳	۰/۸	۰/۹	۱/۱	۰/۷	۰/۸	۱	-	-	-

بر اساس جدول فوق مدل غیرخطی برای چالش‌های فناوری اطلاعات سبز در مدل پژوهش به صورت زیر است.

Maximise λ

St :

$$(3/27 - 2/16)\lambda w_1 - w_2 + 2/16w_1 \leq 0$$

$$(5/65 - 3/27)\lambda w_1 + w_2 - 5/65w_1 \leq 0$$

$$(3/32 - 1/42)\lambda w_1 - w_3 + 1/42w_1 \leq 0$$

$$(4/3 - 3/32)\lambda w_1 + w_3 - 4/3w_1 \leq 0$$

$$(2/67 - 1/32)\lambda w_2 - w_3 + 1/32w_2 \leq 0$$

$$(3/4 - 2/67)\lambda w_2 + w_3 - 3/4w_2 \leq 0$$

$$(2/18 - 1/09)\lambda w_1 - w_4 + 1/09w_1 \leq 0$$

$$(2/87 - 2/18)\lambda w_1 + w_4 - 2/87w_1 \leq 0$$

$$(1 - 0/95)\lambda w_2 - w_4 + 0/95w_2 \leq 0$$

$$(1/1 - 1)\lambda w_2 + w_4 - 1/1w_2 \leq 0$$

$$(1/6 - 0/7)\lambda w_3 - w_4 + 0/7w_2 \leq 0$$

$$(2/3 - 1/6)\lambda w_3 + w_4 - 2/3w_3 \leq 0$$

$$(1/89 - 1/15)\lambda w_1 - w_5 + 1/15w_1 \leq 0$$

$$(2/57 - 1/89)\lambda w_1 + w_5 - 2/57w_1 \leq 0$$

$$(0/9 - 0/8)\lambda w_2 - w_5 + 0/8w_2 \leq 0$$

$$(1/56 - 0/9)\lambda w_2 + w_5 - 1/56w_2 \leq 0$$

$$(0/49 - 0/37)\lambda w_3 - w_5 + 0/37w_3 \leq 0$$

$$(0/76 - 0/49)\lambda w_3 + w_5 - 0/76w_3 \leq 0$$

$$(0/99 - 0/8)\lambda w_4 - w_5 + 0/8w_4 \leq 0$$

$$(1/31 - 0/99)\lambda w_4 + w_5 - 1/31w_4 \leq 0$$

$$(1/7 - 1/13)\lambda w_1 - w_6 + 1/13w_1 \leq 0$$

$$(2/3 - 1/7)\lambda w_1 + w_6 - 2/3w_1 \leq 0$$

$$(0/9 - 0/8)\lambda w_2 - w_6 + 0/8w_2 \leq 0$$

$$(1/1 - 0/9)\lambda w_2 + w_6 - 1/1w_2 \leq 0$$

$$\begin{aligned} (0/93 - 0/43)\lambda w_3 - w_6 + 0/43w_3 &\leq 0 \\ (1/23 - 0/93)\lambda w_3 + w_6 - 1/23w_3 &\leq 0 \\ (0/9 - 0/8)\lambda w_4 - w_6 + 0/8w_4 &\leq 0 \\ (1/1 - 0/9)\lambda w_4 + w_6 - 1/1w_4 &\leq 0 \\ (0/8 - 0/7)\lambda w_5 - w_6 + 0/7w_5 &\leq 0 \\ (1 - 0/8)\lambda w_5 + w_6 - w_5 &\leq 0 \\ w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 &= 1 \\ w_k &\geq 0, k = 1,2,3,4,5,6 \end{aligned}$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مدل فوق نیز با استفاده از نرم‌افزار Lingo مورد حل قرار گرفته که اهمیت هر یک از چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان و همچنین میزان سازگاری λ به صورت جدول زیر محاسبه گردیده است. همان‌گونه که در جدول ۹ مشاهده می‌شود مقدار مثبت برای شاخص سازگاری λ بیانگر سازگاری قابل قبول ماتریس است.

جدول ۹. وزن و رتبه‌بندی چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز برگرفته از مدل

غیرخطی فازی

مقدار تابع هدف	رتبه	وزن	کد معیار	چالش‌ها
۰/۰۷۶	۶	۰/۰۷۴	w_1	میزان پذیرش فناوری اطلاعات سبز در صنعت
	۵	۰/۱۶۶	w_2	فقدان مشوق و مقررات دولتی
	۱	۰/۲۳۶	w_3	هزینه راه‌حل‌های فناوری اطلاعات سبز
	۲	۰/۱۸۱	w_4	میزان پیچیدگی فناوری اطلاعات
	۳	۰/۱۷۴	w_5	ارزش نامشخص کسب‌وکار فناوری اطلاعات سبز
	۴	۰/۱۶۹	w_6	فقدان رهبری کسب‌وکار در فناوری اطلاعات سبز

بحث و نتیجه‌گیری

میزان پذیرش و حرکت به سوی کاربرد فناوری اطلاعات سبز در بین صنایع و مدیران حوزه صنعت امری تدریجی محسوب می‌شود. با این حال، تلاش متمرکز و سامانمند، از طریق ارائه رویکردهای مدیریتی می‌تواند تأثیر معنی‌دار هم در کوتاه‌مدت و بلندمدت داشته باشد. همچنین استفاده از ابررایانه به‌طور فزاینده به‌عنوان یک عامل بسیار مؤثر در حرکت به سمت پذیرش و استفاده از فناوری اطلاعات سبز به شمار می‌آید. از این رو اغلب سازمان‌ها سعی در بازسازی و اصلاح زیرساخت‌های فناوری اطلاعات خود برای

کاهش هزینه‌های جاری سازمان دارند.

بر اساس نتایج این پژوهش مهم‌ترین فرصتی که برای سازمان‌ها در قبال استفاده از فناوری اطلاعات سبز به دست می‌آورند، کاهش هزینه است و این به مفهوم افزایش وابستگی اکثر کسب‌وکارها به فناوری اطلاعات سبز و درصد بالای سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات سبز نسبت به کل بودجه سرمایه‌گذاری شده در محیط کسب‌وکار، لزوم توجه بیشتر به این عامل پیشران کسب‌وکار را طلب می‌کند. محدودیت‌های بودجه به مدیران در سرمایه‌گذاری هوشمند در فناوری اطلاعات سبز فشار وارد می‌آورد. از این رو می‌توان به مدیران و صاحبان صنایع پیشنهاد نمود که از طریق اتخاذ تصمیماتی در مورد منابع موجود سازمان و برون‌سپاری برخی از فعالیت‌ها و همچنین خودکارسازی بیشتر فرآیندهای سازمان موجب کاهش هزینه‌های جاری سازمان شود.

از آنجا که فرصت‌های مورد اشاره در این پژوهش به راحتی برای سازمان قابل دستیابی نیست، در نتیجه سازمان‌های کنونی با چالش‌های عظیم روبرو خواهند بود. از این رو می‌توان از هر فرصت به عنوان راه‌حلی برای کاهش اثرات این چالش‌ها بر فرآیندهای سازمانی استفاده نمود. لازم به ذکر است همان‌گونه که از نتایج این پژوهش مشخص گردید ارائه راه‌حل‌های فناوری اطلاعات نیز یکی از مهم‌ترین چالش‌های کاربرد این فناوری در سازمان است. از این رو می‌توان بیان داشت که هزینه ارائه و استفاده از فناوری اطلاعات سبز هم به عنوان یک فرصت و هم به عنوان یک چالش برای سازمان و مدیران آن‌ها تلقی می‌شود. همچنان که از نتایج این پژوهش می‌توان درک نمود، موفقیت سازمان در پذیرش و کاربرد نوآوری‌های فناوری اطلاعات سبز بستگی به دو عامل سازمانی و محیطی دارد. همچنین با توجه به فرصت ناشی از تعیین استراتژی کسب‌وکار سازمان، می‌توان به تمام این عوامل سازمانی و محیطی پاسخ داد. از این رو برای موفقیت در پیاده‌سازی و کاربرد فناوری اطلاعات سبز تغییر نگرش افراد و همچنین میزان آموزش امری ضروری به شمار می‌آید. از دیگر نتایج این پژوهش که در رابطه با چالش‌های کاربرد فناوری اطلاعات سبز در سازمان است، برخی از محدودیت موجود عبارت‌اند از:

- بودجه ناکافی
- مهارت ناکافی نیروی انسانی برای اجرا طرح‌های فناوری اطلاعات سبز

۱۱۴ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴

• تعریف اهداف به صورت مبهم

ارتباط تعریف نشده بین هدف پذیرش فناوری اطلاعات سبز با هدف کسب و کار
زیرساخت های ناکافی برای حمایت از نیازمندی های فنی از ابتکارات فناوری اطلاعات
سبز.

- Apak, S & ,Atay, E. (2015). Global competitiveness in the EU through green innovation technologies and knowledge production. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 217-207 181
- Azma, F. (2011). The Quality Indicators of Information Technology in Higher Education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences** 30 2535 – 2537.
- Bose, R., & Luo, X. (2012). Green IT adoption: a process management approach. **International Journal of Accounting and Information Management** Vol. 20 No. 1, pp. 63-77.
- Chwelos, p., Ramirez, R., Kraemer, K., & Melvil, N. (2010). Does technological progress alter the nature of information technology as a production input? New evidence and new results. pp. **Information Systems Research**, Vol. 21 No. 2, pp. 392-408.
- Dedrick, J. (2010). Green IS: concepts and issues for information systems research. **Communications of the AIS**, Vol. 27 No. 11, pp. 173-83.
- Fairweather, N. B. (2011). Even greener IT Bringing green theory and “green IT” together, or why concern about greenhouse gasses is only a starting point. **Journal of Information, Communication & Ethics in Society** Vol. 9 No. 2, pp. 68-82.
- Fuchs, C. (2008). The implications of new information and communication technologies for sustainability. **Environment, Development and Sustainability**, Vol. 10 No. 1, pp. 291-309.
- Lang Tseng, M., Hsin Huang, F., & SF Chiu, A. (2012). Performance drivers of green innovation under incomplete information. **Procedia - Social and Behavioral Sciences** 40 234 – 250.
- M. Lee, S., Hyun Park, S., & Trimi, S. (2013). Greening with IT: practices of leading countries and strategies of followers. **Management Decision** Vol. 51 No. 3, pp. 629-642.
- Melville, N. (2010). Information systems innovation for environmental sustainability. **MIS Quarterly**, Vol. 34 No. 1, pp. 1-21.
- Murugesan, S. (2008). Harnessing green IT: principles and practices. **IEEE IT Professional** Vol. 10 No. 1, pp. 24-33.
- Ruth, S. (2009). Green IT: more than a three percent solution. **IEEE Internet Computing**, Vol. 13 No. 4, pp. 74-8.
- Sisaye, S., & Birnberg, J. (2010). Extent and scope of diffusion and adoption of process innovations in management accounting systems. **International Journal of Accounting and Information Management**, Vol. 18 No. 2, pp. 118-39.
- Treasury, H. (2011). Stern review: the economics of climate change. **available at: hmtreasury.gov.uk/stern_review_report.htm**.
- Velte, T., Velte, A., & ElsenpeteR, R. (2008). Green IT: Reduce Your Information System’s Environmental Impact While Adding to the Bottom Line. 1st ed., Vol. 1, **McGraw-Hill New York, NY**.
- Vouk, M. (2008). Cloud computing – issues, research and implementations.

Journal of Computing and Information Technology, Vol. 16 No. 4, pp. 235-46.

Watson, R., Boudreau, M., & Chen, A. (2010). "Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. **MIS Quarterly**, Vol. 34 No. 1, pp. 23-39.

Zanjirchi, S, M,. (2011). "fuzzy AHP". **Sanei Shahmirzadi publications** Tehran, pp. 186.